



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE BIODISSISTEMAS**

**ANAIS DO**  
**IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE BIODISSISTEMAS**  
**WEB 4.0 (06 a 08 de novembro de 2018)**



**NITERÓI - RJ**  
**2018**

## **Organizadores**

Marcos Alexandre Teixeira

Cristina Moll Hüther

Daiane Cecchin

Carlos Rodrigues Pereira

Thelma de Barros Machado

## **Anais - IV Workshop de Engenharia de Biosistemas – WEB 4.0**

1ª Edição

IV WEB (06 a 08 de novembro de 2018)

Evento promovido pelo:

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - PGEB

Local: Auditório do Instituto de Computação – Escola de Engenharia

Niterói – RJ

AGRAH Consultoria

2018

Código do ISBN  
978-85-93877-03-2

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de  
Computação da Universidade Federal Fluminense**

W926 Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB (4. : 2018 :  
Niterói, RJ).  
Anais ... / IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB ;  
organizadores Marcos Alexandre Teixeira, Cristina Moll Hüther,  
Daiane Cecchin, Carlos Rodrigues Pereira, Thelma de Barros  
Machado. – Niterói, RJ : AGRAH Consultoria, 2017.  
283 p.  
Evento realizado no período de 06 a 08 de novembro de 2018.

1. Engenharia de biosistemas. 2. Recurso hídrico. 3.  
Biotecnologia. 4. Gestão ambiental. 5. Ciência ambiental. I.  
Teixeira, Marcos Alexandre (org.). II. Hüther, Cristina Moll (org.).  
III. Cecchin, Daiane (org.). IV. Pereira, Carlos Rodrigues. V.  
Machado, Thelma de Barros. VI. Título.

CDD 630.2086 (21 ed)

## IV WEB 2018

### **Coordenadores do Evento**

Prof. Dr. Carlos Rodrigues Pereira – Coord. do Curso de Pós-Graduação  
Profa. Dra. Thelma de Barros Machado - Vice-Coord. do Curso de Pós-Graduação  
Profa. Dra. Daiane Cecchin – Presidente da Comissão Organizadora  
Profa. Dra. Cristina Moll Hüther – Vice-Presidente da Comissão Organizadora  
Prof. Dr. Geraldo de Souza Ferreira  
Prof. Dr. Guilherme Kangussu Donagemma  
Prof. Dr. Marcos Alexandre Teixeira  
Profa. Dra. Rachel Bardy Prado  
Profa. Dra. Raquel Andrade Donagemma

### **Comissão Organizadora**

#### Discentes - Mestrado

Daniela dos Santos da Mata Gomes  
Emanuel Antunes Machado  
Felipe Machado Freire  
Giane Lima Nepomuceno  
Gustavo da Silva Demamam Berna  
Hellen Rigo Fabricio  
Lilian Thurler Nogueira  
Luiz Gustavo Gonçalves Palmieri  
Marcos Caldeira de Barros  
Náíade Fidalgo Luiz  
Ramonn Diego de Barros Almeida

#### Discentes – Graduação (Engenharia Agrícola e Ambiental)

Daniela Marques Correia  
João Pedro da Silva Costa Andrade

#### Discentes - PET Agrícola (Programa Educação Tutorial)

Anderson de Moraes Soares Junior

Breno de Almeida Oliveira  
Jóice Azeredo Silva  
Marina Galdez de Castro Silva  
Matheus Santos Bachini  
Taiana da Silva Xavier  
Tainara Araujo Dias  
Victor Vigario Ballarini

#### **Comitê Científico WEB 4.0**

Dr<sup>a</sup> Adriana Gonçalves da Silva  
Dr<sup>a</sup> Ana Claudia Langaro  
Dr<sup>a</sup> Ana Débora Nunes Pinheiro  
Dr. Andersom Milech Einhardt  
Dr<sup>a</sup> Antonia Carlene Rodrigues Furtado Medeiros  
Dr<sup>a</sup> Bruna Nunes de Luna  
Dr. Ciro Abbud Righi  
Dr<sup>a</sup> Daniela de Conti  
Dr<sup>a</sup> Débora Candeias Marques  
Dr<sup>a</sup> Dirlane de Fátima do Carmo  
Dr<sup>a</sup> Elisia Rodrigues Corrêa  
Dr<sup>a</sup> Fernanda Campos Sousa  
Dr<sup>a</sup> Flaviana Rodrigues Fintelman Dias  
Dr Flávio Castro da Silva  
Dr Ivanovich Lache Salcedo  
Dr Jaqueline de Oliveira Castro  
Dr<sup>a</sup> Juliana Paes Lobo  
Dr. Junior Borella  
Dr<sup>a</sup> Leticia Cibele Ramos Freitas  
Dr. Luis Willian Pacheco Arge  
Dr<sup>a</sup> Maria Carolina Anholeti  
Dr<sup>a</sup> Mônica Maia  
Dr<sup>a</sup> Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz  
Dr. Pedro Ivo Sodré Amaral  
M.<sup>a</sup> Rafaella Resende de Andrade

Dr<sup>a</sup> Renata Luz Martins

Dr<sup>a</sup> Roberta Jimenez De Almeida Rigueira

## Agradecimentos

A comissão organizadora do IV Workshop de Engenharia de Biosistemas vem agradecer a todos que tornaram possível o acontecimento deste evento. Às pessoas que se dispuseram a colaborar, aos palestrantes, à Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense e em especial aos patrocinadores:



Apoio:



*Cantina do Luís*

*Lanchonete da Tia*



## **Introdução**

O Workshop de Engenharia de Biosistemas (WEB) é um evento acadêmico que iniciou com foco no público interno, com o objetivo de divulgar os resultados dos projetos de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas (PGEB). Ao longo das edições anteriores se expandiu para além da Universidade Federal Fluminense, englobando todos os interessados nos temas ligados à área das Ciências Ambientais. Nesta IV Edição, houve um passo na direção da Internacionalização, com convidados de outros países, além daqueles vindos de outros estados.

A edição deste ano, teve como tema: “Ambiente, Agricultura e Tecnologias”, e ocorreu nos dias 06, 07 e 08 de novembro de 2018, em diferentes dependências do Campus da Praia Vermelha da Universidade Federal Fluminense (UFF). No total tiveram 220 inscrições (alunos de graduação e de pós-graduações), 7 palestras, 7 minicursos, 2 mesas redondas (uma sobre Zootecnia de Precisão e outra em Agricultura) 9 apresentações orais e 73 na forma de pôster.

O WEB tem se consolidado como um dos principais eventos científicos da UFF, integrando alunos, sejam eles graduandos, pós-graduandos ou alumni, bem como professores das mais diversas áreas acadêmicas, da UFF e de outras instituições do estado do Rio de Janeiro e de outros estados do País. O evento mantém um ponto importante, qual seja a sua gratuidade, garantindo assim, uma maior participação num espaço plural de congregação do grande público acadêmico fluminense, nesta que é uma das mais importantes Universidades públicas brasileiras.



## Resumos publicados no IV WEB

### Expandidos

SIMULAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO ESCOAMENTO NA ESCADA DE PEIXES DA UHE IGARAPAVA .....	15
MATRIZ ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE - O CASO DOS PAÍSES DO BRICS	20
INFLUÊNCIA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DOS GRÃOS DE ADLAY (COIX LACRYMA-JOBI L.) PARA DIFERENTES ESTADOS BRASILEIROS .....	24
DESAFIOS AO USO DE BIODIESEL FRENTE À EVOLUÇÃO DA DEMANDA MUNDIAL DE ENERGIA .....	30
IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS PARA A OTIMIZAÇÃO DE TRAÇADO EM UM PROJETO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA .....	35
TIJOLO ECOLÓGICOS CONFECCIONADOS COM RESÍDUOS SÓLIDOS DE CÉDULAS DE DINHEIRO DESCARACTERIZADAS .....	39
INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS EÓLICA E HÍDRICA NA ILHA DA TRINDADE - ES...	43
ANÁLISE DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA.....	48
POTENCIAL DO CAPIAÇU COMO BIOMASSA ENERGÉTICA.....	54
CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES NATURAIS .....	58
IDENTIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE SOLOS ORGÂNICOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO .....	66
AVALIAÇÃO DE EXTRATORES NA DETERMINAÇÃO DE SILÍCIO DISPONÍVEL EM SOLOS DO RIO DE JANEIRO.....	69
AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA TEMPERATURA DO AR EM DIFERENTES BAIRROS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO .....	73
INDICAÇÃO DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL PARA O CULTIVO DE CARAPICHEA IPECACUANHA.....	78
LEVANTAMENTO DE ÁREA PARA AVALIAÇÃO DO COMPONENTE SANEAMENTO NA BACIA DO RIO GUANDU COMO SUBSÍDIO AOS PSAS HÍDRICOS .....	82

DESENVOLVIMENTO DA BRACHIARIA DECUMBENS EM RESPOSTA À LÂMINAS CRESCENTES DE ÁGUA DE CAVAS DE EXTRAÇÃO DE AREIA DO DISTRITO AREEIRO SEROPÉDICA-ITAGUAÍ.....	86
IMPACTOS DO ENFRAQUECIMENTO DO TRANSPORTE DE CALOR DA CIRCULAÇÃO TERMOHALINA GLOBAL NA TEMPERATURA MÉDIA ANUAL DO BRASIL.....	90
ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE POR MEIO DO BALANÇO HÍDRICO NO CULTIVO DE MANDIOCA SOB MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS RPCS 4.5 E 8.5 EM GUAPIMIRIM, RIO DE JANEIRO, BRASIL.....	95
USO DE EM4 EM COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DE FEIRAS E RESTAURANTE.....	101
COMPORTAMENTO MECÂNICO DE PAINÉIS CIMENTO-MADEIRA FEITOS COM RESÍDUOS DE EUCALYPTUS GRANDIS .....	105
SISTEMA DE MEDIÇÃO DE AR EM PONTOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS ..	109
SISTEMATIZAÇÃO DE INSTRUMENTOS POLÍTICOS PARA SEGURANÇA HÍDRICA, ALIMENTAR E ENERGÉTICA NA BACIA DO RIO GUANDU, RIO DE JANEIRO .....	113
AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE SENSORES DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DE PARÂMETROS HÍDRICOS.....	118
APLICAÇÃO DE INIBIDOR DE INCRUSTAÇÃO BIODEGRADÁVEL NA PREVENÇÃO DA PRECIPITAÇÃO DE CASO <sub>4</sub> EM UNIDADES DE REMOÇÃO DE SULFATO.....	122
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE MANGUE EM DIFERENTES SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA A HERBIVORIA DE CARANGUEJOS.....	127
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO PINTINHOS VENDÁVEIS DE MATRIZES DE FRANGO DE CORTE ALTERNATIVO.....	132
MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO COMBINADOS APLICADOS NA CHUVA EM UMA REGIÃO MONTANHOSA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO .....	138
VARIABILIDADE DA SECA MENSAL NA REGIÃO DO MÉDIO PARAÍBA RIO DE JANEIRO VIA ÍNDICE SPI.....	143
EXTRAÇÃO DE BATIMETRIA ATRAVÉS DE IMAGENS ORBITAIS DO CANAL DO ITAJURU, RJ, BRASIL.....	148
SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES A CULTURA DO TOMATEIRO.....	152

CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E FERTILIZANTES A BASE DE ESCÓRIA DE SIDERURGIA PARA SUBSIDIAR A CORREÇÃO DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DO CAPIM COLONIAO BR ZURI .....	156
EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE BIODIESEIS ORIUNDOS DE MISTURAS DE ÓLEOS VEGETAIS.....	160
MÉTODO COMPUTACIONAL SEM MALHA APLICADO A UM MECANISMO DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DO TIPO RANHURA VERTICAL.....	164
ESTADO DA ARTE DOS DADOS E METADADOS EXISTENTES PARA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUANDU RELACIONADOS À PERDA DE SOLOS E CONTROLE À EROÇÃO HÍDRICA .....	169
ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA CONVENÇÃO DE PARIS: O CASO DO RENOVABIO .....	173
O EFEITO DO TRANSPORTE DE CALOR EM SUBSUPERFÍCIE NO ATLÂNTICO SUL SOBRE EVENTOS MILENARES .....	177
CORRELAÇÕES ENTRE PLUVIOSIDADE E MOVIMENTOS DE MASSA NO BAIRRO DO ENGENHO PEQUENO - SG / RJ.....	181
PADRÃO DE CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE GOIABEIRA E JABUTICABEIRA AJUSTADO AO MODELO EXPOLINEAR .....	186
UTILIZAÇÃO DA FITOTERAPIA NO SUS EM DIFERENTES CIDADES DO BRASIL: UMA REVISÃO .....	190
ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM DIFERENTES AMBIENTES.....	194
ANÁLISE TÉCNICA ECONÔMICA DE DIFERENTES MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO DE FOSSAS SÉPTICAS EM MEIO RURAL.....	198
CONTROLE ALTERNATIVO DE BACTÉRIAS POR MEIO DO ÓLEO ESSENCIAL DE ELIONURUS LATIFLORUS .....	202
USO DA OUTORGA PARA IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DE MACACU.....	207
APLICAÇÃO DE MÉTODOS EM CFD PARA ANÁLISE FLUXO DE UM ROMPIMENTO DE BARRAGEM .....	211
INFLUÊNCIA DO EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL NA SAZONALIDADE DA CHUVA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO .....	215
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE INCÊNDIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO .....	221

ALGORITMO PARA DETECÇÃO DE MANCHAS DE ÓLEO NO MAR UTILIZANDO IMAGENS RGB.....	228
ANÁLISE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS NO COLÉGIO ESTADUAL AGRÍCOLA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - CEIA BARÃO DE LANGSDORFF.....	234
O CLIMA DE CABO FRIO: UM NÚCLEO SEMIÁRIDO EM PLENO TROPICAL ÚMIDO .....	238
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA ESTIMADA EM ESCALA HORÁRIA E DIÁRIA USANDO O SOFTWARE SCILAB.....	242
ESTIMATIVAS DE DUTOS ATMOSFÉRICOS NA REGIÃO DO AEROPORTO DO GALEÃO - RIO DE JANEIRO, BRASIL .....	246
USO DE SENSORIAMENTO REMOTO COMO INDICADOR PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PASTAGENS DEGRADADAS .....	252

## Simples

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E RENDIMENTO DA PURIFICAÇÃO DE BIOGÁS, ATRAVÉS DO SISTEMA DE FILTROS DE PURIFICAÇÃO.....	257
VARIABILIDADE NA PRODUÇÃO DO ALGODÃO (HERBÁCEO E ARBÓREO) EM FUNÇÃO DO CLIMA COM BASE NO LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA - LSPA/IBGE.....	258
ANÁLISE DA SAZONALIDADE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO ENTRE OS ANOS DE 1997 E 2017.....	259
INFLUÊNCIA DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE O DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SETARIA VIRIDIS.....	260
PLANTAS MEDICINAIS PARA O TRATAMENTO DE GRIPE E RESFRIADOS E O INTERESSE PELO CULTIVO COMUNITÁRIO NO MUNICÍPIO DE PITANGUI, MG	261
ANÁLISE DO TEOR LIPÍDICO DE MACRÓFITAS USADAS EM WETLANDS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL.....	262
MÉTODOS DE VALIDAÇÃO PARA MARCADORES QUÍMICOS DE PLANTAS MEDICINAIS.....	263
QUANTIFICAÇÃO DE BIOGÁS GERADO A PARTIR DE DIFERENTES TIPOS DE CAMAS SOBREPOSTAS DE SUÍNOS.....	264
VARIABILIDADE DO NÍVEL MÉDIO DO MAR EM RELAÇÃO AO FENÔMENO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL OBSERVADO EM UMA ESTAÇÃO MAREGRÁFICA NA BAÍA DE GUANABARA, RIO DE JANEIRO, RJ.....	265
SETARIA VIRIDIS EM DÉFICIT DE IRRIGAÇÃO DEPENDENTE DE EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA.....	266
AGROPECUÁRIA NO CRESCIMENTO DO PIB EM 2017 E SUA IMPORTÂNCIA PARA O FIM DA RECESSÃO ECONÔMICA BRASILEIRA.....	267
PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FLOCOS DE MILHO: DO PLANTIO ATÉ A DISTRIBUIÇÃO.....	268
PERSPECTIVA DA PRODUÇÃO DE MAÇÃ NO BRASIL.....	269
APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DAS CHUVAS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA IRRIGAÇÃO.....	270
AMOSTRAGEM DO MATERIAL PARTICULADO E ANÁLISE DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS NAS EMISSÕES DE MOTOR DE COMBUSTÃO MOVIDO A BIODIESEL.....	271

REPRESENTAÇÃO DE GÊNERO NO PROJETO VENTO SOLAR PARA O MERCADO FOTOVOLTAICO .....	272
CORRELAÇÕES ENTRE A TENSÃO DO VENTO OBTIDAS POR BOIAS E SATÉLITES SOBRE O OCEANO ATLÂNTICO TROPICAL ENTRE 1999 E 2018.....	273
INFLUÊNCIA DE SECA, TEMPERATURA E SUA COMBINAÇÃO NA ULTRAESTRUTURA CELULAR EM FOLHAS DE SETARIA VIRIDIS (L.) BEAUV...274	
CARACTERIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE VERANICOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA .....	275
INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NA PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO COMUM.....	277
LEVANTAMENTO DAS FÁBRICAS DE TIJOLO DE SOLO- CIMENTO NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL.....	278
VARIAÇÃO ESTACIONAL DA OFERTA DE TOMATE LONGA VIDA EM MINAS GERAIS (2013 A 2016) .....	279
CORRELAÇÃO ENTRE ASPECTOS CLIMÁTICOS E A PRODUÇÃO- RENDIMENTO DA SOJA NO BRASIL COM BASE NO LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA - LSPA/IBGE.....	280
IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE O RENDIMENTO E A PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL.....	281
ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR E ÍNDICES DE EL NIÑO NO ATLÂNTICO SUL .....	282

**Resumos Expandidos**  
**IV WEB**



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **SIMULAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO ESCOAMENTO NA ESCADA DE PEIXES DA UHE IGARAPAVA**

Daniela dos Santos da Mata Gomes<sup>1</sup>, Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora<sup>2</sup>, Gabriel de Carvalho Nascimento<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ  
<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ  
<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente – UFF, Niterói-RJ

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Os mecanismos de transposição de peixes permitem a passagem segura dos peixes no período de migração reprodutiva, evitando a sua chegada nas turbinas e nos vertedouros dos aproveitamentos hidrelétricos. Objetivou-se com o presente estudo simular computacionalmente as características do escoamento do mecanismo de transposição de peixes da usina hidrelétrica de Igarapava, localizada no Rio Grande, divisa entre os estados de Minas Gerais e São Paulo. Para tanto, foi selecionado o método numérico para simulação fluidodinâmica computacional, *Smoothed Particle Hydrodynamics*, em virtude de apresentar estudos com resultados confiáveis para representar o escoamento com superfície livre. Após a simulação os resultados foram comparados com os reais levantados em campo. Os resultados do campo de velocidades, no modelo computacional, foram compatíveis com o resultados encontrado na literatura. Estes resultados indicam que o método escolhido pode ser utilizado como ferramenta complementar para o dimensionamento de mecanismos de transposição de peixes, economizando tempo e recursos financeiros.

**Palavras-chave:** simulação numérica; CFD; mecanismos de transposição de peixes

### **Abstract**

Fish passes allow fish migration upstream and away from the turbines and spillway downstream in a hydropower dam. The aim of this work is simulating flow patterns of Igarapava fish pass, in the Rio Grande, within Minas Gerais and São Paulo. For this purpose, a Computational Fluid Dynamics method, *Smoothed Particle Hydrodynamics*, was chosen due latest studies that present reliable results to describe flow patterns on free surfaces. Its accuracy is investigated by comparing the velocity field simulation data with the real data displayed in the fish pass. Results of the velocity field, in the numerical model, were compatible with the results found in the literature which shows that the chosen method can be used as a complementary tool for design of fish passes, saving time and financial resources.

### **INTRODUÇÃO**

Durante o período da piracema, os peixes ficam impedidos de migrar para a montante do rio para a reprodução, portanto, para restabelecer a conectividade longitudinal do rio para a passagem dos peixes é comum, mundialmente, a utilização de Mecanismos de Transposição de Peixes - MTPs (CLAY, 1995). A eficácia no funcionamento de um MTP depende tanto de critérios de engenharia como do conhecimento da capacidade de nado da espécie-alvo (ALVES e GODINHO, 2004; SANTOS e colab., 2012). A principal dificuldade no dimensionamento de MTPs no Brasil ocorre



em função da variedade de espécies existentes, sendo relevante seu estudo (ALMEIDA PRADO e colab., 2016). A construção de MTPs é exigida pelas legislações dos estados do Pará, Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, que prevê a emissão de multas caso ocorra mortandade de peixes no mecanismo. Portanto, além da importância ambiental, MTPs eficientes evitam penalizações ao empreendedor.

Os manuais de dimensionamento recomendam simulações computacionais para obter os parâmetros necessários, tais como: a determinação do campo de velocidades e a escolha da declividade de acordo com a lâmina d'água e vazões apropriadas (CLAY, 1995; FAO/DVWK, 2002).

Objetivou-se com presente trabalho modelar a geometria e as condições de contorno do MTP por meio de um método CFD sem malha, Smoothed particle hydrodynamics (SPH).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma visita técnica à UHE Igarapava, localizada no rio Grande, tem capacidade instalada de 210 MW e reservatório com uma área de inundação de 36,5 km<sup>2</sup>. Foi a primeira usina no Brasil a utilizar turbinas Kaplan do tipo “bulbo” que foram desenvolvidas para viabilizar economicamente o aproveitamento de baixas quedas (CONSÓRCIO UHE-IGARAPAVA, 2018). O MTP é do tipo escada com ranhura vertical, o qual é considerado a melhor alternativa quando se faz necessário um sistema multiespécies (FAO/DVWK, 2002). Possui um formato em “Z” composto por três trechos: canal de entrada (16,6 m), estrutura principal (282 m) e canal de saída (27 m). A declividade do MTP é de 6% para o desnível de 17 m, é constituído por 87 tanques com dimensões de 3 x 3 m com largura da ranhura vertical de 40 cm. A vazão máxima de projeto no MTP é de 1,8 m<sup>3</sup>/s e a vazão máxima de projeto no canal de entrada é de 6 m<sup>3</sup>/s (CONSÓRCIO UHE-IGARAPAVA, 2018).

Para simular as condições observadas em campo, foi escolhido o método numérico SPH, desenvolvido a partir de 1977 para resolver problemas de astrofísica (LUCY, 1977). Atualmente, vem sendo utilizado para estudar o escoamento de fluidos, porém ainda há poucos casos documentados na literatura aplicados aos MTPs, tais como (GOMES e NASCIMENTO, 2018; MARIVELA, 2009; VIOLEAU, 2012). O SPH é um método numérico eficaz para simular superfícies com escoamento livre, suas aplicações são muito abrangentes, incluindo inundações, projeto de barragens e mecanismos de usinas hidrelétricas (DOMÍNGUEZ, 2014). A formulação SPH consiste na representação da integral de uma função, conhecida como aproximação de Kernel, definida dentro de um domínio de interesse em um determinado ponto (MONAGHAN, 1992).

O processamento da simulação foi conduzido com o *software* de código aberto *DualSPHysics*, baseado no método SPH e desenvolvido para estudar os fenômenos de fluxo em superfícies livres, como estruturas *off-shore* e barragens. Consiste em conjunto de C++, CUDA e Java que está sendo desenvolvido por membros das instituições: Johns Hopkins University, nos EUA, University of Vigo, na Espanha e University of Manchester, no Reino Unido (FOURTAKAS e ROGERS, 2016). Os dados inseridos no *software* DualSPHysics, buscaram reproduzir as condições descritas por Viana, Martinez e Marques (2007), onde o campo de velocidades foi mapeado *in loco*. Ao final, serão comparados os resultados das simulações com os dados medidos em campo de modo a avaliar a eficiência do método SPH.



Figura 1: Escada de Peixes da UHE Igarapava. (a) Vista na jusante e (b) Escoamento nos tanques da estrutura principal. Fonte própria.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa inicial foram utilizadas 61.411 partículas de 0,1 m para simular a água. A escolha do diâmetro da partícula foi função de comparação visual dos resultados de Viana, Martinez e Marques (2007) e do modelo SPH. O campo de velocidades é medido no plano mais superficial, a 1800 mm do fundo do MTP. A comparação é feita entre o modelo SPH e os dados levantados em campo por Viana, Martinez e Marques (2007).

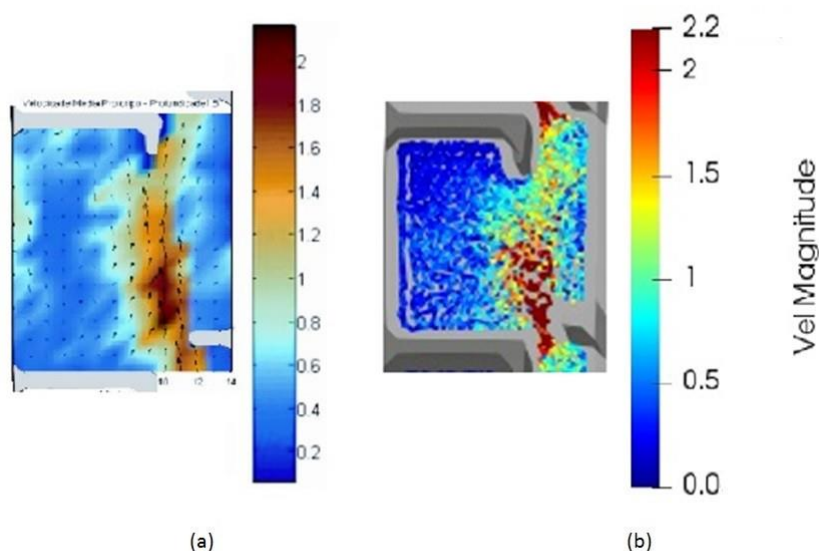


Figura 2: Mapeamento do campo de velocidades próximo à superfície em m/s. (a) Mapeamento *in loco*. Fonte: Viana, Martinez e Marques (2007) e (b) Modelo SPH.

A comparação com os valores de velocidade medidos em campo mostra que o modelo SPH fornece valores de velocidades de escoamento similares. As velocidades foram avaliadas no tanque central do modelo, considerado representativo do escoamento nos tanques. Na figura 2, é possível comparar, no tanque representativo, as velocidades do escoamento no modelo computacional e *in loco*. São reveladas áreas no modelo SPH bastante semelhantes ao mapeamento realizado por Viana, Martinez e Marques (2007).

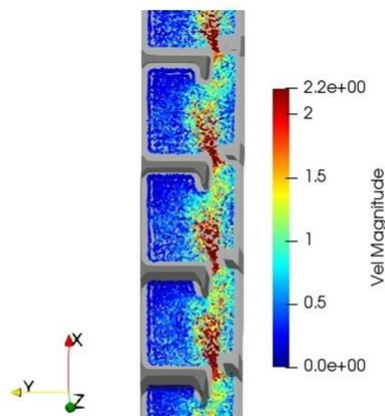


Figura 3: Simulação computacional: Campo de velocidades em m/s no modelo SPH.  
Fonte própria.

A estabilização ocorreu em 60 segundos de escoamento conforme figura 3, é possível visualizar três zonas distintas no modelo SPH, duas de recirculação e uma de escoamento principal entre as ranhuras verticais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise dos resultados, observa-se que foi possível simular as condições verificadas *in loco* de MTP do aproveitamento de Igarapava. Assim, acredita-se que o uso deste tipo de modelo torna-se uma ferramenta auxiliar para o dimensionamento de MTPs, economizando tempo e recursos financeiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Prado, F., Athayde, S., Mossa, J., Bohlman, S., Leite, F., & Oliver-Smith, A. (2016). How much is enough?. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1132–1136.

Alves, C. B. M., & Godinho, A. L. (2004). Mecanismos de transposição de peixes: tecnologia para a conservação dos peixes de piracema. *Ação Ambiental*, VII(29), 18.

Clay, C. H. (1995). *Design of Fishways and other Fish Facilities. The Department of Fisheries of Canada* (2nd ed.). CRC Press.

Domínguez, J. M. (2014). *DualSPHysics: Towards High Performance Computing using SPH technique. Environmental Physics Laboratory. Universidad de Vigo.*

FAO/DVWK. (2002). *Fish Passes: Design, Dimensions and Monitoring. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome*

Fourtakas, G., & Rogers, B. D. (2016). Modelling multi-phase liquid-sediment scour and resuspension induced by rapid flows using Smoothed Particle Hydrodynamics accelerated with a GPU. *Advances in Water Resources*, 92, 186–199.

Gomes, D., & Nascimento, G. (2018). Application of a Meshless CFD Method for a Vertical Slot Fish Pass via 3D Simulation. *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 7(72), 147–151.

Lucy, L. B. (1977). A numerical approach to the testing of the fission hypothesis. *The*

*Astronomical Journal*, 82(12), 1013–1024.

Marivela, R. (2009). Applications of the SPH Model to the Design of Fishways. *33rd IAHR Congress*. Vancouver.

Monaghan, J. J. (1992). Smoothed Particle Hydrodynamics. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 30, 543–574.

Santos, H. de A., Viana, E. M. de F., Pompeu, P. S., & Martinez, C. B. (2012). Optimal swim speeds by respirometer. *Neotropical Ichthyology*, 10(4), 805–811.

Viana, E. M. de F., Martinez, C. B., & Marques, M. G. (2007). Mapeamento do Campo de Velocidades no Mecanismo de Transposição de Peixes do Tipo Ranhura Vertical Construído na UHE de Igarapava. *RBRH*, 12, 91–105.

Violeau, D. (2012). *Fluid Mechanics and the SPH Method* (1st ed.). Oxford: Oxford University Press.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **MATRIZ ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE - O CASO DOS PAÍSES DO BRICS**

Isabela da Silva Pedro Rochinha<sup>1</sup>, Evelin Lorena de Oliveira Freire Chagas<sup>1</sup>, Raphaela Soares da Silva Camelo<sup>1</sup>, Geraldo de Souza Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, Mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF

<sup>2</sup> Engenheiro Geólogo e de Minas, Professor Associado, UFF

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O presente trabalho apresenta um estudo exploratório sobre a sustentabilidade das matrizes energéticas dos países que constituem o BRICS: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. A partir de revisão bibliográfica, a pesquisa tem por intuito realizar uma análise comparativa entre as matrizes energéticas dos referidos países, a fim de que sejam destacadas as similaridades e diferenças entre os mesmos no que diz respeito à adoção de formas de energia sustentáveis. A relevância do tema se associa à conclusão do trabalho: o fato que a geração de energia está diretamente ligada à abundância de recursos naturais e ao desenvolvimento social de todos os países. A revisão considerou artigos nacionais e internacionais, nas bases de dados SCIELO e SCIENCE DIRECT.

**Palavras-chave:** Energia, Atualidade, Sustentabilidade

## **ENERGY MATRIX AND SUSTAINABILITY - BRICS**

### **Abstract**

The present paper shows an exploratory study on the sustainability of the energy matrices of the BRICS countries: Brazil, Russia, India, China and South Africa. Based on a bibliographical review, the research intends to carry out a comparative analysis between the matrices countries in order to highlight the similarities and differences between them with regard to the adoption of sustainable forms of energy. The relevance of the theme is associated with the conclusion of the work: the fact that the generation of energy is directly linked to the abundance of natural resources and to the social development of all countries. The review considered national and international articles in the SCIELO and SCIENCE DIRECT databases.

**Keywords:** Energy, CurrentAffairs, Sustainability

### **INTRODUÇÃO**

O aumento da demanda energética de um país está diretamente relacionada ao seu desenvolvimento socioeconômico, sendo utilizada inclusive como indicador econômico. No entanto, esse setor altamente estratégico ainda carece de estudos e tecnologias que tenham como objetivo sua expansão com soluções ambientalmente corretas e economicamente viáveis. Os países considerados como “em desenvolvimento” estão caminhando em busca de bons resultados, embora lidem com um aumento de intensidade energética durante o processo de transição de uma economia de base agrária, para uma economia preferencialmente urbana, de base industrial.

O BRICS consumiu, em 2016, 36,7% da demanda energética total mundial. Esses países ainda fazem uso de fontes energéticas não renováveis e mais poluentes como o carvão e o petróleo, tendo sido responsáveis por 41,7% das emissões de CO2 mundiais. (DIE/MME, 2016).

O presente trabalho apresenta um estudo exploratório e comparativo entre as matrizes energéticas dos países do BRICS, para que, identificando-se as similaridades e diferenças entre as mesmas, sejam destacados os desafios colocados a cada um dos países para efetuarem a transição para uma matriz mais limpa, sustentável e apoiada no uso de fontes de energias renováveis.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo se baseou em uma revisão de literatura elaborada a partir da pesquisa e seleção de artigos científicos relacionados ao tema, publicados entre 2010 e 2018, nas bases Scielo (<http://www.scielo.br/>) e ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>). Também foram consultadas informações disponíveis em órgãos setoriais, como agências energéticas, a AIE-Agência Internacional de Energia, e o Ministério das Minas e Energia, no Brasil. E, por fim, foi relatado de cada país como é dividido a produção de energia, mostrando também quais apresentam uma melhor disposição de recursos para o uso de matrizes renováveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O BRICS, um acrônimo elaborado em 2001 pelo economista Jim O' Neil, é composto por países emergentes, cujas principais características são: expressivo desenvolvimento econômico, população significativa, grandes extensões territoriais, e abundância de recursos naturais e energéticos.

Analisando a Tabela 1, abaixo, é possível notar que o carvão e o petróleo ocupam os primeiros lugares, respectivamente, no consumo total do BRICS. Assim, fica evidente a necessidade do aprofundamento dos estudos sobre as matrizes energéticas desses países, posto que, se esses consumirem tanto quanto os atuais países considerados desenvolvidos, o planeta não conseguirá suportar a demanda. Deve-se ressaltar que, embora alguns países desse grupo estejam estudando e aplicando o uso de energias renováveis, ela ainda ocupa um pequeno percentual no total da energia consumida por eles.

Tabela 1 – Consumo percentual, com base em milhões de toneladas de óleo equivalente, por fonte de energia para cada um dos países do BRICS

Países/Fonte de Energia	Petróleo	Gás Natural	Carvão	Nuclear	Hidroelétrica	Renováveis
Brasil	45,2%	12,8%	5,5%	1,2%	27,9%	7,4%
Russia	20,2%	56,0%	12,2%	6,0%	5,5%	0,1%
China	19,2%	7,6%	59,8%	1,8%	8,3%	3,3%
Índia	29,2%	7,1%	55,7%	1,1%	4,0%	2,9%
África do Sul	23,7%	3,7%	67,8%	2,9%	0,2%	1,7%

Fonte: BP Statistical Review of World Energy: Ano Base 2017. (BP, 2018)

### Brasil

Segundo o Balanço Energético Nacional de 2018 - BEN 2018 (EPE, 2018), em 2017, a oferta interna de energia (total de energia disponibilizada no país) atingiu 293,5 Mtep (milhões de toneladas equivalentes de petróleo). Conforme dados do BP Statistical Review of World Energy (2018), o Brasil possui o maior percentual de uso em energia renovável entre os BRICS. As energias não renováveis contribuem com 64,7% como fonte para a matriz energética brasileira, que se caracteriza por ênfase no uso do petróleo, quando comparado com os outros países. O Brasil possui poucas reservas de carvão natural e estas não são de boa qualidade, fato este que se reflete em uma menor participação desta fonte de energia na matriz energética brasileira.

## Rússia

A Agência Internacional de Energia em seu relatório Key World Energy Statistics (2018) mostra que a Rússia, no ano de 2016, houve oferta interna de energia de 732,4 Mtep. Segundo o BP Statistical Review of World Energy (2018), este país produziu um valor de 554,4 milhões de toneladas de óleo por ano em 2017 e consumiu 153,0 milhões de toneladas de óleo equivalente por ano, colocando-o como terceiro maior produtor de hidrocarbonetos. O maior consumo dessa fonte se associa à grande disponibilidade do recurso. A economia vem se recuperando desde o fim do socialismo e início do capitalismo. Então a exportação de recursos naturais como petróleo, gás natural e carvão são bases para essa melhora. E, em se tratando de energias alternativas, um projeto que se destaca é o do Reator Termonuclear Experimental Internacional (ITER). A matriz energética da Rússia usa biocombustíveis, biomassa e energia geotérmica, porém em valores ainda irrisórios (Goméz, Chamom, Lima, 2012).

## Índia

Na matriz energética da Índia destacam-se oito fontes, em ordem decrescente de importância: carvão - a principal fonte energética utilizada -, petróleo, gás natural, biomassa, energia hídrica, energia eólica e energia nuclear. A Índia, o segundo país mais populoso do mundo, estando atrás apenas da China (ONU, 2017), tem como um de seus principais desafios o atendimento à demanda energética da população. A fim de atender a essa, o país é um dos principais importadores de carvão e petróleo (ZHANG et al., 2018), tornando-o altamente vulnerável energeticamente. Sua oferta de energia interna total, no ano de 2016, foi de 862,4 Mtep (Key World Energy Statistics – AIE, 2018). De acordo com o relatório World Energy Outlook 2015 (AIE, 2016), a Índia será o país com a maior demanda energética do mundo para o período de 2017-2040. No mesmo relatório, foram destacadas as seguintes vulnerabilidades: baixa eficiência no setor termelétrico, restrições logísticas na importação de carvão e petróleo e o sistema de tarifação altamente regulado que não permite que as concessionárias cubram seus custos e remunerem seus investimentos.

## China

A China, em 2016, uma oferta interna de energia total de 2958,0 Mtep. (Key World Energy Statistics – AIE, 2018). Sendo ele o país que mais faz uso de energias fósseis. Em termos de carvão, o país é responsável por 50,7% do consumo mundial; produz 1747,2Mtep (milhões de toneladas de óleo equivalente) em carvão e ainda importa 145,4Mtep. No que se refere ao petróleo, o país produz 191,5 milhões de toneladas de petróleo, mas consome 608,4 milhões de toneladas de óleo equivalente (BP Statistical Review of World Energy, 2018). Com objetivo de manter a segurança energética e diminuir a dependência de combustíveis fósseis, o país passou a estimular o uso de energias renováveis e limpas, tornando-se referência em investimento nas mesmas.

## África do Sul

A matriz energética da África do Sul é constituída predominantemente por combustíveis fósseis. O país não possui reservas conhecidas de petróleo nem de gás natural e não tem potencial hidroelétrico, porém possui reservas de urânio (21%) e de carvão mineral (6%), em relação aos países do BRICS. Sua oferta de energia interna total, no ano de 2016, foi de 140,4 Mtep (Key World Energy Statistics – AIE, 2018). Na média, somente 4% da geração de energia é obtida a partir de fontes renováveis. (Departamento de Informações e Estudos Energéticos – DIE/MME, 2017). A capacidade das instalações de geração de energia elétrica é de 2% e de refino de 2 %, comparando com os países do BRICS. Em sua oferta interna de energia consomem 161Mtep de 185Mtep de produção, e em 2016 o comércio de energia da África do Sul teve um superávit de 15%, sua demanda de energia é menor que sua produção.

Pode-se observar que o bloco há muito pra crescer ainda referente a essa questão. O Brasil, mesmo com uma fonte renovável ao seu favor (hídrica) tem como principal fonte o petróleo. A Rússia,

devido aos seus recursos praticamente só utiliza fontes poluentes. A China, que vem crescendo em investimentos, usa em sua maior parte também essas fontes. A Índia, com sua população gigante, necessita dessas fontes (mais da metade do consumo) para atender a própria demanda. E a África do Sul que por não possuir reservas, utiliza-se basicamente do carvão e do petróleo (importado).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar dos esforços para adoção de energias limpas, a matriz energética mundial ainda é baseada em fontes não renováveis. Essas fontes são esgotáveis e causam grandes danos ao meio ambiente, podendo gerar uma crise energética e ambiental de proporções globais. Embora a adoção de energias limpas venha crescendo em vários países, elas ainda não contribuem de forma significativa para a matriz mundial.

As análises sobre o bloco do BRICS são importantes. Esses países representam o futuro e serão referência para diversos outros países. Caso os países do BRICS e outros venham a demandar a mesma quantidade de energia que os atuais países desenvolvidos, há grande chance de ocorrer um colapso global. Em termos de adoção de energias renováveis por esses países, verificou-se que a China é a quem mais investe nas mesmas, porém o Brasil possui liderança em base de fonte renovável. A Rússia, por sua vez, possui uma grande extensão territorial e abundância de recursos petrolíferos, no entanto, a maior parte da sua produção é para exportação. Os demais países que compõem o bloco, Índia e África do Sul, ainda estão em processo de desenvolvimento de suas matrizes energéticas, apoiando-se dessa forma basicamente em fontes convencionais não renováveis.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 25 de Junho de 2018.

Agência Internacional de Energia. World Energy Outlook 2015. AIE. Disponível em: <[www.iea.org](http://www.iea.org)>. Acesso em: 15 de Junho de 2018.

Agência Internacional de Energia. Key World Energy Statistics 2018: Ano base 2016. AIE. Disponível em: <[www.iea.org](http://www.iea.org)>. Acesso em: 27 de Setembro de 2018

BP Statistical Review of World Energy June 2018. BP. Disponível em: <<https://www.bp.com>>. Acesso em: 18 de Junho de 2018.

EPE. Balanço Energético Nacional 2018: Ano Base 2017. Rio de Janeiro, 2018. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. <<http://www.epe.gov.br>>

Ministério de Minas e Energia/Departamento de Estudos Energéticos. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/0/BRICS++Energia+em+2016.pdf/0ab1f00a-17e2-4989-ac2b-892192a548e8>> Acesso em 08 de Junho de 2018.

Zhang, X.B.; Zheng, X.; Xie, L. Oil import tariff game for energy security: The case of China and India. Energy Economics, v.72, p. 255–262, 2018.





4<sup>o</sup> WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## INFLUÊNCIA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DOS GRÃOS DE ADLAY (COIX LACRYMA-JOBI L.) PARA DIFERENTES ESTADOS BRASILEIROS

Alessandra Ribeiro de Paula<sup>1</sup>, Daniele da Silva Alves<sup>2</sup>, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira<sup>3</sup>,  
Thelma Barros de Machado<sup>4</sup>, Ana Carolina Maciente Rocha<sup>5</sup>, Mariana Ribeiro Dutra de  
Almeida<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia de Biosistemas, PGEB/UFF, Niterói – RJ. E-mail: alessandrarp@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduanda em Farmácia, Ferlagos, Cabo Frio-RJ.

<sup>3</sup> Profa. Dra., Departamento de Engenharia Agrícola e do Meio Ambiente, TER/UFF, Niterói – RJ.

<sup>4</sup> Profa. Dra., Departamento de Farmácia, PGEB/UFF, Niterói – RJ.

<sup>5</sup> Engenheira Agrícola, mestranda na Univerdidade de Debrecen, Ungria.

<sup>6</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, TER/UFF, Niterói – RJ.

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A *Coix lacryma-jobi* conhecida popularmente como conta-de-lágrima, lágrima-de-Nossa-Senhora, Adlay, é utilizada principalmente como diurético e para combater a rigidez das articulações que ocorre em doenças reumáticas. Esse estudo tem como objetivo relacionar o teor de coixol e a condutividade elétrica da planta medicinal contas-de-lágrima (*Coix lacryma-jobi* L.) nos Estado de Minas Gerais, Pará e Rio de Janeiro. Para a realização desse experimento foram utilizados 500g de grãos de lágrima-de-Nossa-Senhora, coletadas em cada Estado. Os grãos foram triturados num moedor, amostras de 1,0g, 2,0g, 3,0g, 4,0g e 5,0g foram retiradas e submersas em solução de 75 mL de água deionizada por 24 horas. Foi adotado um delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3x5. O Estado que melhor representa a quantificação da condutividade elétrica, foi o Rio de Janeiro com  $R^2=0,9741$  e o exsudato com maior teor de íons foi gerado pela amostra de 4,0 gramas com  $R^2=0,9870$ . A análise de correlação entre o teor de coixol e a condutividade elétrica de diferentes massas resultou em uma correlação linear negativa. Isto ocorreu porque quanto maior o teor de coixol, menores os valores de condutividade elétrica para os Estado em estudo. Conclui-se que a amostra de grãos de  $4,0 \pm 0,005g$  extraídos do Rio de Janeiro foi a que mais se destacou em relação à quantificação por condutividade elétrica, quando comparado aos outros estados. Portanto, torna-se necessário efetuar mais estudos para avaliar a quantificação da condutividade elétrica em diferentes plantas medicinais.

**Palavras-chave:** coixol, princípio ativo, plantas medicinais

## INFLUENCE OF THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF ADLAY GRAINS (COIX LACRYMA-JOBI L.) TO DIFFERENT BRAZILIAN STATES

### Abstract

The *Coix lacryma-jobi* popularly known as account-to-tear, Adlay, is mainly used as a diuretic and to combat stiffness of joints that occurs in arthritis. This study aims to relate the coixol content and the electrical conductivity of the medicinal plant accounts-of-tear (*Coix lacryma-jobi* L.) in the State of Minas Gerais, Pará and Rio de Janeiro. To conduct this experiment were used 500 g of grain Adlay, collected in each state. The beans were ground in a grinder, samples of 1,0g; 2,0g; 3,0g; 4,0g and 5,0g were removed and submerged in solution 75 ml of deionized water for 24 hours. A randomized

blocks in a factorial design 3x5 was adopted. The state that best represents the measurement of electrical conductivity, was the Rio de Janeiro with  $R^2 = 0,9741$  and the exudate with higher content of ions generated by the sample was 4,0 grams with  $R^2 = 0,9870$ . The correlation analysis between the coixol content and the electrical conductivity of different masses resulted in a negative linear correlation. This occurred because the higher the coixol content, the lower the electrical conductivity values for the state under study. It is concluded that the grain sample of  $4,0 \pm 0,005g$  extracted from Rio de Janeiro that was most outstanding compared to quantification by electrical conductivity when compared to other states. Therefore, it becomes necessary to carry out further studies to evaluate the measurement of electrical conductivity in different medicinal plants.

**Keywords:** coixol, active principle, medicinal plants

## INTRODUÇÃO

A *Coix lacryma-jobi* conhecida popularmente como conta-de-lágrima, lágrima-de-Nossa-Senhora, Adlay, é uma Angiosperma da família Poacea. Os frutos são empregados por indígenas para a confecção de adornos e utilizados pela população rural e artistas para trabalhos artesanais. Um dos principais componentes químicos responsáveis pelo relaxamento muscular é o coixol (LORENZI, H.; MATOS, 2008). Recentes estudos comprovam suas importantes propriedades terapêuticas com eficiência mutagênica, estimula respostas reprodutivas, modula sistemas hormonais (CHEN et al., 2011).

O coixol ( $C_8H_7NO_3$  - 6-metóxi-3H-1,3-benzoxazol-2-ona) é uma substância fenólica da classe das benzoxazonas, com massa molecular igual a 165,15 g/mol, possui ponto de fusão entre 160°C e 161°C e é solúvel em acetona, metanol e tetrahidrofurano (THF) (PUBCHEM, 2005). De acordo com CHOI et al., (1999) o componente coixol foi separado por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) em extrato aquoso das sementes de *Coix lacryma-jobi* obtendo 0,846 mg / g.

A solubilidade de uma substância orgânica está diretamente relacionada com a estrutura molecular, especificamente com a polaridade das ligações e da espécie química. Geralmente, os compostos apolares são solúveis em solventes apolares, e compostos polares são solúveis em solventes polares (MARTINS; LOPES; ANDRADE, 2013). Diante da associação entre solubilidade e polaridade é possível avaliar a condutividade elétrica de soluções provenientes do processo de embebição de plantas medicinais em solventes.

Em se tratando de plantas medicinais é fundamental que ocorra a desestruturação celular a fim de que os solutos citoplasmáticos sejam liberados e mensurados. A quantificação da condutividade elétrica deve indicar maior ou menor quantidade de eletrólitos que serão característicos de cada marcador químico. Segundo Nogueira et al. (2017), o estudo da condutividade elétrica em plantas medicinais pode ser de vital importância na quantificação de constituintes químicos dissociados em solução de embebição.

Esse estudo tem como objetivo relacionar o teor de coixol e a condutividade elétrica de diferentes massas de grãos, triturados, da planta medicinal contas-de-lágrima (*Coix lacryma-jobi* L.) para os Estado de Minas Gerais, Pará e Rio de Janeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de lágrima de nossa senhora oriundos dos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Pará. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita e Processamento de Produtos Agrícolas (LTPC), do Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente, da Universidade Federal Fluminense.

Para a realização desse experimento foram utilizados 500 g de grãos, coletadas em cada Estado (Minas Gerais, Pará e Rio de Janeiro), e trituradas em moinho de facas Tecnal (TE-648), de onde foram retiradas amostras de 1,0g, 2,0g, 3,0g, 4,0g e 5,0g e submersas em solução de 75 mL de água deionizada por 24 horas.

Após as 24 horas de embebição, as soluções foram filtradas com filtro qualitativo de filtragem rápida. Posteriormente, mediu-se a condutividade elétrica utilizando um Condutivímetro Digimed (DM-31) – TECNAL de bancada, em S cm<sup>-1</sup>. Os resultados finais foram expressos em  $\mu\text{S}/\text{cm.g}$ .

Foi adotado um delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3x5 (três estados brasileiros (Pará, Minas Gerais e Rio de Janeiro), 5 variações de peso (1,0 g; 2,0 g; 3,0 g; 4,0 g e 5,0 g), analisadas em triplicata, conforme Figura 1, e submersas por 24 horas em solução aquosa, totalizando em 45 unidades experimentais. Para a determinação da normalidade dos dados foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk, para a análise de variância utilizou o teste F, e a correlação entre o teor de coixol, a condutividade elétrica, massas e Estados.

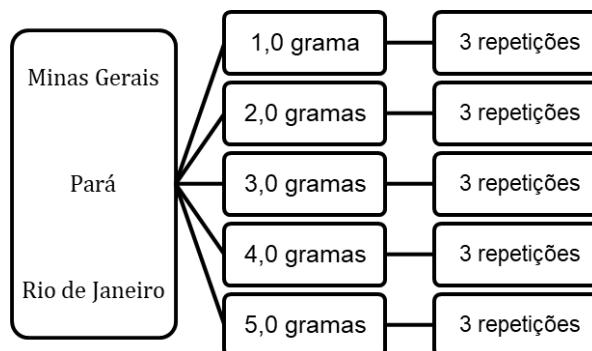


Figura 1: Esquema de delineamento experimental

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Shapiro-Wilk, para cada Estado brasileiro, determinou que os dados indicaram uma distribuição normal. Pela regra de decisão do teste, com amostra de tamanho  $n=15$ , ao nível de 5% de probabilidade, o  $W$  calculado para os Estados do Pará, Minas Gerais e Rio de Janeiro, foi de 0,149; 0,785 e 0,381, respectivamente. E são menores que o  $W$  tabelado de 0,881. Assim, podemos afirmar que a amostra provém de uma população normal.

Houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre as 5 variações de peso (massa) com os grãos de Adlay, entre os Estados (Minas Gerais, Pará e Rio de Janeiro) e na interação entre as massas e os Estados (Quadro 1). Essa interação indicou que para cada ensaio executado os valores da condutividade elétrica podem ter variado de acordo com o clima dos locais e as variações das massas. O coeficiente de variação (C.V.), para os grãos de lágrima de nossa senhora foi menor que 10%, sendo um experimento considerado de ótima precisão, por possuir baixa dispersão dos dados.

Quadro 1 – Quadro de análise de variância para determinação da condutividade elétrica em grãos de Adlay

FV	GL	SQ	QM	F
Estados (E)	2	4272,290	2136,145	72,5771*
Massa (M)	4	12033,258	3008,314	102,2096*
E x M	8	1593,244	199,155	6,7664*
Erro	28	824,118	29,433	
Total	44	18886,288		

FV – Fator de variação; GL – Graus de liberdade; SQ – Soma de quadrados; QM – Quadrado médio; F – Teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; n.s.: não significativo; CV = 5,72%.

Como houve diferença nas interações referentes às massas de grãos e os Estados (PA, MG e RJ), para determinar o melhor ajuste, utilizaram-se equações de regressão entre a condutividade elétrica das diferentes massas de grãos e os diferentes Estados. De acordo com o coeficiente de

determinação, o exsudato com maior teor de íons foi gerado pela amostra de 4,0 gramas com  $R^2=0,9870$  (Figura 2). Nas condições em que o experimento foi executado, e de acordo com o coeficiente de determinação, o Estado que melhor representa a quantificação da condutividade elétrica foi o Rio de Janeiro com  $R^2=0,9741$ , (Figura 3).

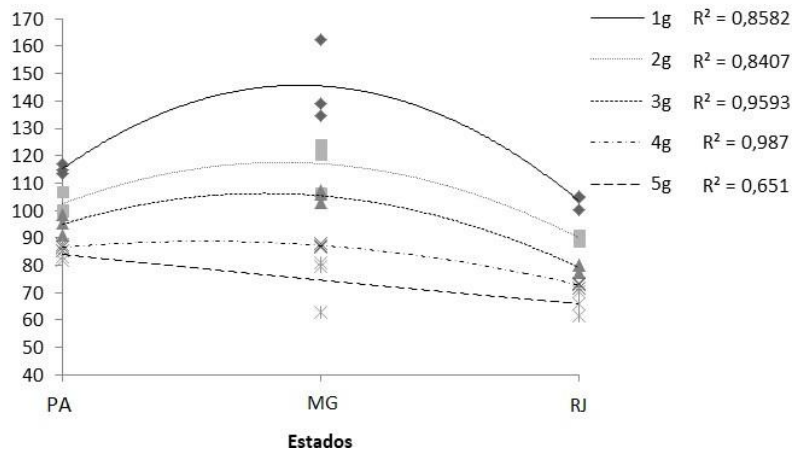


Figura 2: Representação gráfica da interação entre os Estados de Minas Gerais, Pará e Rio de Janeiro e a condutividade elétrica, em  $\mu\text{S}/\text{cm.g}$ , obtida para as diferentes massas (grama).

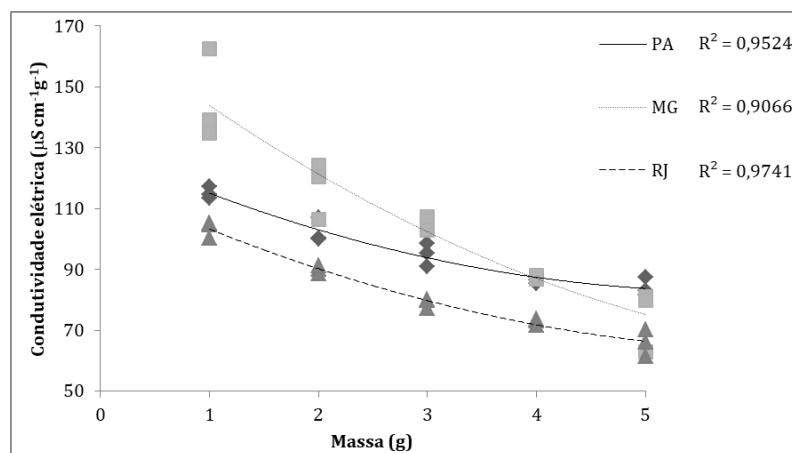


Figura 3: Interação entre massa (grama) e a condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm.g}$ ), nos Estados de Minas Gerais (MG), Pará (PR) e Rio de Janeiro (RJ).

De acordo com os resultados obtidos verificou-se que a quantidade de íons não está associada com as maiores massas, pois grãos triturados flutuantes em solução reduziram a superfície de contato das estruturas celulares e a água. E as massas de 1,0; 2,0 e 3,0 gramas, apesar de terem tido mais contato com a água, continham quantidades de estruturas celulares, relativamente reduzidas, para a lixiviação de íons.

A quantidade de princípio ativo não está relacionada somente com a extensão territorial produtiva, mas, principalmente, com o manejo da cultura (adubação, controle de pragas e doenças, armazenamento) e as condições climáticas do Rio de Janeiro, onde a produção foi favorecida devido ao seu clima, relevo, umidade.

A análise de correlação entre o teor de coixol e a condutividade elétrica de diferentes massas resultou em uma correlação linear negativa. Isto ocorreu porque quanto maior o teor de coixol (calculado para diferentes quantidades em grama) a tendência foi observar menores valores de condutividade elétrica para os Estados em estudo (Figura 4).

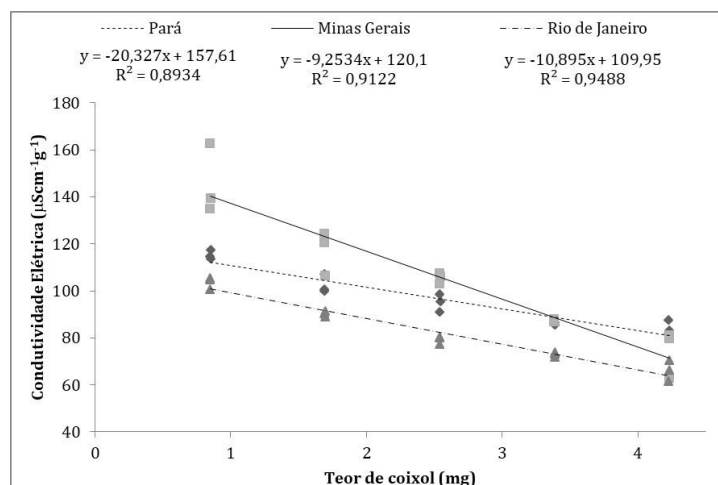


Figura 4 – Correlação entre teor de coixol (em diferentes massas) e condutividade elétrica de lágrima-de-Nossa-Senhora.

Os dados mostraram que apesar de existir uma grande dissociação iônica, o teor de coixol é menor nos grãos de lágrima-de-Nossa-Senhora, e quando o conteúdo de coixol é maior, os íons detectados pelo condutivímetro são menores, determinando assim uma alta concentração do princípio ativo. Verificou-se que para os Estados estudados, a relação condutividade elétrica e teor de coixol são inversamente proporcionais.

Em virtude da escassez de informações a respeito da condutividade elétrica em plantas medicinais, torna-se importante explorar este assunto para diferentes tipos de folhas e plantas medicinais.

A condutividade elétrica é um método de baixo custo e de fácil execução quando comparado aos métodos usuais de quantificação, como a cromatografia líquida e gasosa, espectrometria. Acredita-se que, a partir de estudos multidisciplinares, seja possível analisar as condições adequadas para a utilização de modelos matemáticos que possam estimar, por meio da condutividade elétrica, o teor quantitativo de marcadores químicos e aperfeiçoar processos de produção de subprodutos de plantas medicinais que atendam às indústrias agrícolas, químicas e farmacêuticas, reduzindo os custos dos fármacos e produtos químicos oriundos das plantas medicinais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a condutividade elétrica varia em função da massa de amostras e os diferentes Estados de Minas Gerais, Pará e Rio de Janeiro. A amostra de grãos de  $4,0 \pm 0,005\text{g}$  extraídos do Rio de Janeiro foi a que mais se destacou em relação à quantificação por condutividade elétrica. Existe correlação entre condutividade elétrica e teor de constituinte químico de acordo com as condições em que o experimento foi executado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHEN, H. H. et al. Antimutagenic constituents of Adlay (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf) with potential cancer chemopreventive activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 59, n. 12, p. 6444–6452, 2011.

CHOI, C. K. et al. HPLC determinação quantitativa do componente coixol *Coix lacrima-jobi* var. *mayuen* STAPE. v. 11, p. 103–106, 1999.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. 2. ed. [s.l.: s.n.].

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. DE. Solubilidade das substâncias orgânicas. *Quimica Nova*, v. 36, n. 8, p. 1248–1255, 2013.

NOGUEIRA, L. T. et al. Condutividade Elétrica em Plantas Mediciniais. [s.l.] Universidade Federal Fluminense, 2017.

PUBCHEM. 6-Methoxy-3H-1,3-benzoxazol-2-one. Disponível em: . Acesso em: 14 jun. 2018.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **DESAFIOS AO USO DE BIODIESEL FRENTE À EVOLUÇÃO DA DEMANDA MUNDIAL DE ENERGIA**

Wagner Luis Ferreira<sup>1</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>2</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>3</sup>, Ivenio Moreira da Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Administrador, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ

<sup>2</sup> Bióloga, Pós-doutoranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Pós-doutor em Produção Vegetal - USP, Piracicaba-SP

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Mecânica - UFF, Niterói-RJ

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Visto a crescente demanda por atividades econômicas sustentáveis, em virtude dos impactos ambientais oriundos da ação humana, tornam-se necessários estudos científicos que contribuam para a gestão ambiental, visando a melhoria da cadeia produtiva. No caso dos transportes, com a elevada emissão de agentes poluidores provenientes de motores a combustão, tal contexto se faz ainda mais evidente. Utilizando predominantemente combustíveis não renováveis, os motores liberam substâncias nocivas à saúde das pessoas e ao meio ambiente. Os esforços para a sua gestão e controle devem ser constantes. Desde março de 2018 os motores movidos a diesel têm, por obrigação legal, uma mistura composta por 10% de biodiesel, participando, ainda, timidamente na matriz energética brasileira. Assim, objetivo deste trabalho foi verificar ações economicamente viáveis que possam introduzir o biodiesel em larga escala, substituindo o modelo tradicional de transportes no Brasil que, por sua vez, ainda privilegia uma matriz energética concentrada no petróleo. Para realização dos estudos foi avaliado o diagnóstico de indicadores setoriais. Cerca de 80% da produção de diesel provém da soja, com isso, observa-se a necessidade de ações como, incentivos para uma maior diversificação de matérias-primas, proporcionando também variação nas formas de renda em diferentes períodos de colheita ao longo do ano. Além disso, o agricultor poderá ter uma valoração dos serviços ecossistêmicos, pois, além de participar da cadeia de produção do biodiesel, contribui para a manutenção da qualidade da água e do solo, sequestro de carbono e até preservação de espécies, podendo ser remunerado por serviços ambientais.

**Palavras-chave:** Biocombustível; sustentabilidade; matriz energética; transportes.

## **CHALLENGES TO THE USE OF BIODIESEL IN THE FACE OF EVOLUTION OF THE GLOBAL ENERGY DEMAND**

### **Abstract**

Given the growing demand for sustainable economic activities, due to the environmental impacts resulting from human action, scientific studies are needed that contribute to environmental management, aiming at improving the production chain. In the case of transport, with the high emission of pollutants from combustion engines, this context is even more evident. Using predominantly non-renewable fuels, the engines release substances that are harmful to people's health and the environment. Efforts to manage and control it must be constant. Since March 2018 diesel engines have, by legal obligation, a mixture composed of 10% of biodiesel, still participating timidly in the Brazilian energy matrix. Thus, the objective of this work was to verify economically feasible actions that could introduce biodiesel on a large scale, replacing the traditional transportation model in Brazil, which, in turn, still favors an energy matrix concentrated in oil. For the accomplishment of the studies the diagnosis of sectoral indicators was evaluated. Around 80% of diesel

production comes from soybeans. As a result, there is a need for actions such as incentives for greater diversification of raw materials, as well as variations in income forms at different harvesting periods throughout the year. In addition, the farmer can have a valuation of ecosystem services, as well as participating in the biodiesel production chain, contributes to the maintenance of water and soil quality, carbon sequestration and even species preservation, and can be remunerated for environmental services.

**Keywords:** Biofuel; sustainability; energy matrix; transportation.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é referência mundial no pioneirismo tecnológico e uso de biocombustíveis. Tal *status* encontra-se aderente aos movimentos em prol da energia sustentável, principalmente quanto às atividades de transportes que, por sua vez, são graves agentes poluidores por adotarem motores a combustão predominantemente movidos a combustíveis não renováveis (MENDES, 2015).

Dentre os vários aspectos inerentes ao desenvolvimento voltado para a cadeia de biodiesel, deve ser destacada a necessidade de convergência entre os aspectos ambiental, econômico e social. Em outras palavras, o alcance do melhor ponto de equilíbrio entre estes pilares é o grande desafio para evolução desta alternativa energética que emerge como forte contribuinte para questões do terceiro milênio a nível global (ABRAMOVAY, 2009).

Foram considerados dados oficiais, como do Anuário divulgado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em 2018; informações do Boletim Estatístico, compilados pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), em 2017; e do Balanço Energético Nacional (BEN), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), em 2017; entre outros trabalhos inerentes ao setor, como os Programas de utilização de Combustível Alternativo (KARAS, 2010).

Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar ações economicamente viáveis que possam introduzir o biodiesel em larga escala, substituindo o modelo tradicional de transportes no Brasil que, por sua vez, ainda privilegia uma matriz energética concentrada no petróleo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do levantamento de dados, estes foram analisados indicadores setoriais publicados por órgãos competentes para estabelecer uma relação entre consumo energético e participação de modais no setor de transporte rodoviário de cargas, fez-se necessária a análise de suas respectivas matrizes. De acordo com o Boletim Estatístico da CNT, o Brasil possui forte dependência em relação ao modal rodoviário, responsável por 61,1% do total de cargas transportadas no país (Matriz de Transportes CNT, 2016). A Matriz Energética é apresentada na Tabela 1.

*Tabela 1: Participação entre recursos renováveis e não renováveis na Matriz Energética Brasileira, conforme o Balanço Energético Nacional (BEN) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME) - 2016*

<b>Recurso</b>	<b>Participação</b>	<b>Total</b>
Biomassa de Cana	17,5%	Renováveis
Hidráulica <sup>(1)</sup>	12,6%	
Lenha e Carvão Vegetal	8,0%	
<b>Lixívia e outras renováveis</b>	<b>5,4%</b>	
Petróleo e derivados	36,5%	Não Renováveis
Gás Natural	12,3%	
Carvão Mineral	5,5%	
Urânio	1,5%	
Outras não renováveis	0,7%	
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

<sup>(1)</sup> Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica.

Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN) - 2017.



Mais em detalhe, especificamente no caso da repartição de ‘lixívia e outros recursos renováveis’, na Tabela 2 nota-se o biodiesel com tímida participação.

*Tabela 2: Detalhe da participação de lixívia e outros renováveis (5,4%) - 2016*

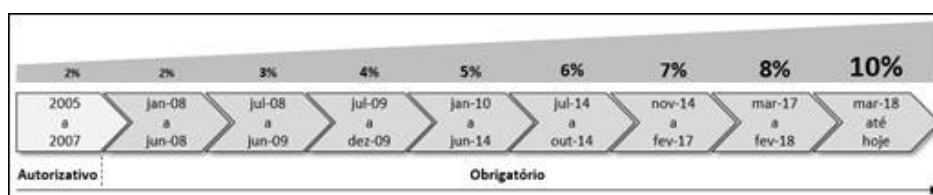
Recurso	Participação
Lixívia	53,9%
<b>Biodiesel</b>	<b>19,2%</b>
Eólica	18,4%
Outras biomassas	7,0%
Biogás	0,9%
Gás Industrial e	0,5%
Solar	0,0%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>

*Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN) - 2017.*

De acordo com a ANP, a soja sempre prevaleceu como matéria-prima à produção de biodiesel. Em 2016, por exemplo, correspondeu por cerca de 80%, seguida pela gordura animal (16%), algodão (1%), e o restante distribuído em outros óleos, como o de palma, girassol, mamona, entre outros.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para estimular a participação do biodiesel na composição do diesel, o governo federal vem ao longo dos anos determinando compulsoriamente sua mistura de forma gradativa (KARAS, 2010), conforme Figura 1.



*Figura 1: Evolução da mistura de biodiesel no diesel (em %)*  
*Fonte: KARAS, 2010; ANP, 2018.*

A obrigatoriedade legal para incremento do biodiesel ao transporte rodoviário de cargas tem estimulado o setor de forma compulsória (GENTIL, 2011), sendo necessário outros mecanismos que favoreçam seu desenvolvimento considerando simultaneamente os três pilares destacados neste estudo: o ambiental, o econômico e o social.

Mesmo diante de tal crescimento, podemos perceber que a evolução do consumo de energia no transporte ainda concentra-se nos derivados do petróleo, de acordo com a Figura 2 (BEN, 2017).

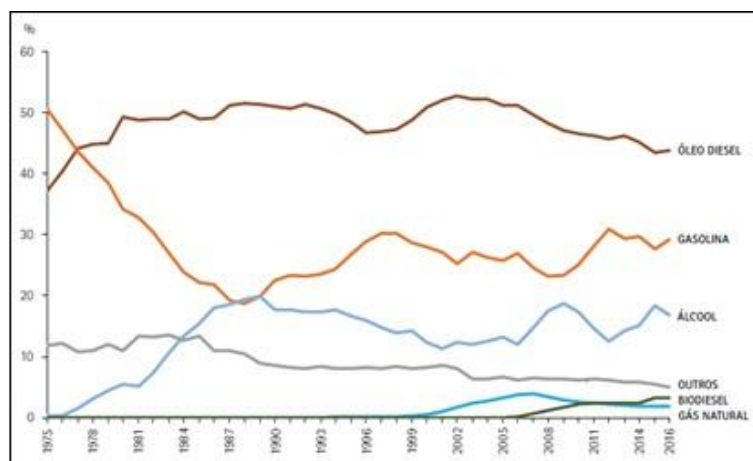


Figura 2: Evolução do consumo de energia nos transportes (1975 a 2016)  
 Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN) - 2017.

A soja é uma *commodity* estratégica ao comércio exterior nacional e apresenta-se como matéria-prima fundamental para o biodiesel (MAIA, 2015). O zoneamento agroecológico no Brasil ainda oferece condições para uma exploração mais otimizada de áreas cultiváveis, como por exemplo:

- as novas fronteiras agrícolas localizadas nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste;
- o uso de tecnologia avançada voltada para a agricultura com baixa emissão de carbono;
- a elevada produtividade por hectare (EVANGELISTA *et al.*, 2017).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção do biodiesel nacional mantém-se extremamente concentrada na soja. Dessa forma, há a necessidade de incentivos para uma maior diversificação de matérias-primas, proporcionando também variação nas formas de renda em diferentes períodos de colheita ao longo do ano.

Com a diversificação de culturas, o agricultor poderá ter uma valoração dos serviços ecossistêmicos, pois, além de participar da cadeia de produção do biodiesel, contribui para a manutenção da qualidade da água e do solo, sequestro de carbono e até preservação de espécies, podendo ser remunerado por serviços ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, RICARDO (Organizador). *Biocombustíveis: a energia da controvérsia*. São Paulo: SENAC, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). *Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis – 2018*. Rio de Janeiro: ANP, 2018.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN). Brasília: MME, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). *Boletim Estatístico 2017*. Brasília: CNT, 2017.

EVANGELISTA, B. A.; SILVA, F. A. M. da; SIMON, J.; CAMPOS, L. J. M.; VALE, T. M. do. *Zoneamento de risco climático para determinação de épocas de semeadura da cultura da soja na região Matopiba*. Brasília: EMBRAPA, 2017.

GENTIL, LUIZ VICENTE. *202 Perguntas e Respostas sobre Biocombustíveis*. Brasília: SENAC, 2011.

KARAS, E. L. *Programas de utilização de combustível alternativo*. In: BIODIESEL CONGRESS, São Paulo. Anais... São Paulo: Informa Group, 2010.

MAIA, RICARDO RAMOS DA SILVA. *Biodiesel no Brasil: Análise de Custo-Benefício*. Curitiba: Appris, 2015.

MENDES, PIETRO ADAMO SAMPAIO. *Sustentabilidade na Produção e Uso do Biodiesel*. Curitiba: Appris, 2015.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE CRITÉRIOS AMBIENTAIS PARA A OTIMIZAÇÃO DE TRAÇADO EM UM PROJETO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA**

Udo Augusto Gebrath Junior<sup>1</sup>, Cláudio Belmonte de Athayde Bohrer<sup>2</sup>, Ricardo Abranches Félix Cardoso Junior

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Professor Dr. Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói - RJ

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, Prof. Dr. Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói- RJ

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Identificar os critérios ambientais em momento oportuno, auxilia para que os impactos ambientais em projetos de transmissão de energia sejam analisados, mitigados ou equacionados previamente. Em linhas de transmissão de energia, a definição de traçado implica em uma análise integrada de critérios ambientais em longas extensões e sob diferentes aspectos. De posse do corredor pretendido, recomenda-se realizar avaliações complementares e análises *in- loco* quanto a exequibilidade do empreendimento, sob o ponto de vista econômico, socioambiental e construtivo, de modo a propor alternativas técnicas e locais capazes de proporcionar maior objetividade ao licenciamento ambiental e assim, com base nos critérios identificados, subsidiar o licenciamento ambiental. Definir o traçado é uma decisão de cunho econômico norteada por critérios e restrições ambientais, baseadas no cumprimento das exigências legais. Neste contexto, será apresentado exemplo de otimização de traçado de linha de transmissão a partir do corredor proposto pela Empresa de Pesquisa Energética, visando a redução das interferências sobre critérios ambientais e sociais relevantes. O objetivo do estudo é identificar e avaliar critérios ambientais para a otimização de traçado em sistemas de transmissão de energia visando a redução da complexidade socioambiental do mesmo. O artigo tem caráter exploratório e de pesquisa bibliográfica e apresentará exemplo prático dirigido a definição dos traçados de linhas de transmissão de energia a partir da análise dos critérios ambientais.

**Palavras-chave:** critérios ambientais, impactos, otimização de traçado, linhas de transmissão.

## **IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL CRITERIA FOR THE OPTIMIZATION OF PATH IN ONE ENERGY TRANSMISSION LINE PROJECT**

### **Abstract**

Identifying the environmental criteria in a timely manner helps to ensure that the environmental impacts in energy transmission projects are analyzed, mitigated or previously equated. In transmission lines power projects, the path of way definition of tracing implies an integrated analysis of environmental criteria over long extensions and under different aspects. In the possession of the intended corridor, it is recommended to carry out complementary evaluations and *in-situ* analyzes regarding the feasibility of the enterprise, from an economic, social-environmental and constructive point of view, in order to propose technical and locational alternatives capable of providing greater objectivity to environmental licensing and thus, based on the identified criteria, subsidize the environmental licensing. Defining the

route is an economic decision guided by environmental criteria and restrictions, based on compliance with legal requirements. In this context, an example of optimization of transmission line layout will be presented from the corridor proposed by the Energy Research Company, aiming at reducing interferences on relevant environmental and social criteria. The objective of the study is to identify and evaluate environmental criteria for the optimization of tracing in energy transmission systems aiming to reduce the social and environmental complexity of the same. The article has an exploratory and bibliographical research character and will present a practical example directed to the definition of the traces of energy transmission lines from the analysis of the environmental criteria.

**Keywords:** environmental criteria, impacts, route optimization, transmission lines.

## **INTRODUÇÃO**

O modelo de tomada de decisão para projetos de linhas de transmissão é uma avaliação entre as diversas características para que possam ser comparadas, permitindo a escolha da melhor alternativa de projeto (ARAUJO, 2003).

Conforme dispõe a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 01 de 1986 em suas diretrizes gerais, para a Avaliação de Impacto Ambiental devem ser contempladas alternativas tecnológicas e locacionais (Resolução Conama n° 01, 1986).

Já a Resolução CONAMA No 237 de 1997, define licenciamento ambiental, licença ambiental e estudos ambientais e assim como a anterior, é um marco importante para o estudo de traçados e de alternativas tecnológicas ao projeto. (Resolução Conama n° 237, 1997)

Posteriormente, a Portaria Interministerial N° 421 de 2011, trouxe proposta de flexibilização ao licenciamento ambiental federal de sistemas de transmissão de energia elétrica, possibilitando, a partir da relação do projeto com determinados critérios ambientais, definir sua condução em estudo simplificado ou não. (Portaria Interministerial n° 421, 2011)

Sendo assim, a análise dos aspectos e dos critérios ambientais do corredor pretendido permite a identificação dos pontos de atenção, sob a ótica socioeconômica e ambiental. Observa-se que esta avaliação servirá de subsídio aos estudos necessários ao futuro licenciamento ambiental. (Plano Decenal de Energia - EPE, 2016)

Dentre os principais critérios destacam-se: assentamentos rurais, processos minerários, sítios arqueológicos e paleontológicos, Unidades de Conservação, cavidades naturais, terras indígenas, comunidades quilombolas e tradicionais, vegetação, uso do solo, dentre outros. (EIA - Novo Estado Transmissora de Energia, 2018)

Considerando o exposto, o presente estudo tem como objetivo identificar e avaliar critérios ambientais para a otimização de traçado em projetos de transmissão de energia e apresentar exemplo comparativo entre um traçado proposto pela Empresa de Pesquisa Energética e a avaliação de critérios executada para a redução da complexidade sociambiental do mesmo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este artigo tem caráter exploratório e de pesquisa bibliográfica e apresentará exemplo prático dirigido a definição dos traçados de linhas de transmissão de energia a partir da análise dos critérios ambientais tais como: assentamentos rurais, processos minerários, sítios arqueológicos e paleontológicos, Unidades de Conservação, cavidades naturais, terras indígenas, comunidades quilombolas e tradicionais, vegetação, uso do solo

É norteada por uma abordagem específica sobre a identificação de critérios ambientais capazes de influenciar na definição dos traçados em projetos de sistemas de transmissão de energia e de que forma estes critérios podem influenciar a decisão pelo melhor traçado.

Para exemplificar o processo de otimização de traçado proposto, foi utilizado um caso específico

em uma linha de transmissão com extensão aproximada de 1.060 km localizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

O estudo se deu por meio de análise de dados secundários em bancos de dados oficiais de entidades públicas e privadas e imagens obtidas a partir do software Google Earth, sendo posteriormente realizada verificação *in loco*, afim de que fossem avaliados os critérios e restrições, para que, o traçado proposto pudesse ser comparado àquele originalmente apresentado. Este artigo tem seus limites amparados pelos temas “critérios ambientais” e “otimização de Traçado em um caso específico de projetos de sistemas de transmissão de energia elétrica”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras 01 e 02 apresentadas a seguir, respectivamente ilustram: o traçado apresentado como referência para o Lote 01 no Edital do Leilão 02/2017 – Agência Nacional de Energia Elétrica (Figura 01) e o traçado original apresentado como referência para o Lote 01 no Leilão 02/2017 pela ANEEL com proposta de otimização (Figura 02)

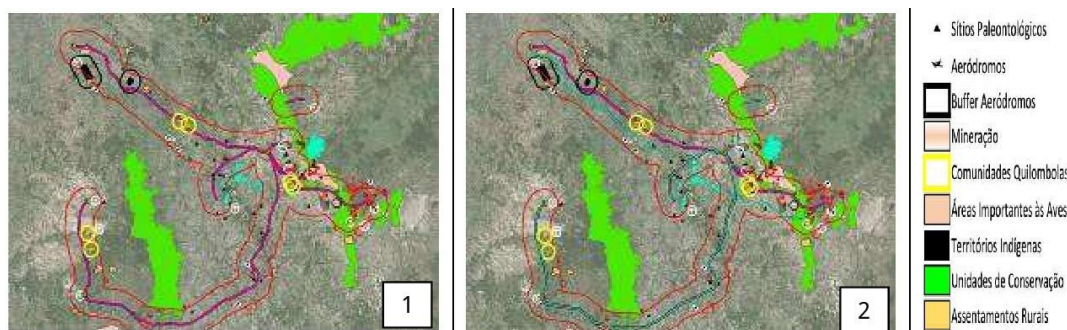


Figura 1: Traçado apresentado como referência para o Lote 01 no Edital do Leilão 02/2017 – Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e Figura 2: Traçado original apresentado como referência para o Lote 01 no Leilão 02/2017 pela ANEEL com proposta de otimização

Os critérios socioambientais predominantes na análise foram: cavidades, sítios arqueológicos e paleontológicos, comunidades quilombolas, áreas de relevância para aves, territórios indígenas, unidades de conservação e assentamentos rurais.

Na figura 02, é possível identificar a otimização de traçado quando comparado ao traçado original proposto (linha roxa) Os fatores determinantes para a proposta do traçado em azul em relação ao original foram: a menor interferência nas comunidades locais e no meio ambiente, e a evitação de critérios que possam influenciar o licenciamento ambiental de forma a torná-lo mais crítico, tanto com os estudos como em relação as medidas compensatórias.

Os critérios evitados com a proposta de otimização foram: um território indígena, quatro comunidades quilombolas e o afastamento de área relevante para aves. No caso do território indígena e das comunidades quilombolas, o traçado originalmente proposto interceptava diretamente o *buffer* de proteção destas áreas.

Com esta proposta, os órgãos intervenientes Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e Fundação Cultural Palmares (FCP), apesar de consulta obrigatória, não serão envolvidos de forma direta nas tratativas e na instrução do processo de licenciamento ambiental e consequentemente os estudos sobre os componentes indígena e quilombola não serão necessários, sendo assim, este estudo será conduzido sem afetação direta a estes dois componentes e poderá ter seu enquadramento, a luz da Portaria Interministerial No 421 de 2011, como simplificado, através de um Relatório Ambiental Simplificado ao invés de um Estudo de Impacto Ambiental, tendo maior celeridade e redução de riscos em sua condução.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente estudo é identificar e avaliar critérios ambientais para a otimização de traçado e apresentar exemplo comparativo em um trecho de traçado de linha de transmissão de energia, entre o originalmente proposto e a avaliação executada.

A otimização do traçado a partir da identificação e avaliação dos critérios ambientais possibilitou a não afetação de comunidades tradicionais da região (indígenas e quilombolas) e melhorias consideráveis no processo de licenciamento ambiental.

O processo de licenciamento em questão pode ser enquadrado na modalidade de simplificado perante a legislação específica do setor, trazendo ganhos de prazos ao licenciamento ambiental e redução de riscos ao processo, além da não necessidade de realização de estudos adicionais e no incremento dos custos.

A observância dos critérios e das restrições socioambientais em projetos de transmissão de energia elétrica antes da realização dos estudos ambientais, pode antever questões relevantes ao processo considerando os riscos e as oportunidades das diferentes alternativas e o enquadramento no licenciamento ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, Luiz Antônio Prézia de. *Modelo de Tomada de Decisão para Projetos de Linhas de Transmissão, Integrando Aspectos Ambientais, Técnicos e Econômicos*. Rio de Janeiro: FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, 2003.

BRASIL. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Estatuto Social. Brasília, DF: 2017.

BRASIL. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Plano Decenal de Expansão de Energia, 2016. Brasília, DF: 2017. 271p.

BRASIL, RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986 Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549. Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA 237, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem das atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, n. 247, p. 30.841 - 30.843, 22 dez 1997. Seção 1, pt. 1.

BRASIL. PORTARIA No 421 DE 26 DE OUTUBRO DE 2011. Dispõe sobre o licenciamento ambiental federal de sistemas de transmissão de energia elétrica e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, n. 208, p. 92, 28 out 2011. Seção 1, pt. 1.

Estudo de Impacto Ambiental, LT 500 kV Xingu - Serra Pelada C1 e C2, CS; LT 500 kV Serra Pelada - Miracema C1 e C2; LT 500 kV Serra Pelada - Itacaiúnas C1 e SE 500 kV Serra Pelada: Ambientare, jun. 2018.





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**  
6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018  
WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **TIJOLO ECOLÓGICOS CONFECCIONADOS COM RESÍDUOS SÓLIDOS DE CÉDULAS DE DINHEIRO DESCARACTERIZADAS**

Francine Neiva Domingos <sup>1</sup>, Geraldo de Souza Ferreira <sup>2</sup>, Izabella Cristynne Valadão <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Engenharia de Biosistemas, PGEB/UFF, Niterói – RJ. E-mail: Francinend62@gmail.com.br

<sup>2</sup>Prof. Dr., Departamento de Engenharia de Petróleo e Prof. Dr. Na Pós-graduação em Engenharia de Biosistemas, PGEB/UFF, Niterói – RJ;

<sup>3</sup>Prof. Dr., Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental, TER/UFF, Niterói – RJ;

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O aumento da produção mundial vem causando inúmeros impactos negativos ao meio ambiente. E em uma situação em que os recursos naturais estão cada vez mais escassos, torna-se relevante a utilização de produtos ecológicos, em cuja confecção se busque a racionalização nos processos e no uso de constituintes. Na construção civil podem ser usados tijolos ecológicos feitos por compactação em prensa hidráulica de solo, cimento e água, com adição de resíduos e sem ocorrer perda de características essenciais como a resistência mecânica, quando comparados com os tijolos tradicionais. Os tijolos ecológicos dispensam a queima e são perfeitamente encaixados, fato que elimina o uso de cimento entre os mesmos e ainda a necessidade de revestimento. Na presente pesquisa foram projetados, confeccionados e estudados tijolos ecológicos vazados de solo-cimento com incorporação de resíduos de dinheiro descaracterizado, fornecido pelo Banco Central do Brasil. O uso de resíduos de dinheiro como componentes para os tijolos ecológicos é uma solução importante, devido ao impacto ambiental que os mesmos provocam. Os resultados parciais já obtidos trazem perspectivas promissoras para a adição de cédulas descaracterizadas na fabricação de tijolos de solo-cimento visto que os valores de resistência à compressão e de absorção de água atendem ao regramento vigente.

**Palavras-chave:** Solo-cimento, Reciclagem de resíduos, Sustentabilidade e Dinheiro Descaracterizado.

## **ECOLOGICAL BRICKS CONTAINED WITH SOLID WASTE FROM DESCARACTERIZED CASH CENTERS**

### **Abstract**

The increase in world production has caused many negative impacts on the environment. And in a situation where natural resources are increasingly scarce, it becomes relevant to use organic products, in the preparation of which seeks to rationalize the processes and the use of constituents. In the civil construction ecological bricks can be used made by compaction in hydraulic press of soil, cement and water, with addition of residues and without loss of essential characteristics as the mechanical resistance, when compared with the traditional bricks. The eco-friendly bricks do not burn and are perfectly fitted, a fact that eliminates the use of cement between them and the need for coating. In the present research were designed, made and studied ecological leaked earth-cement bricks with incorporation of debris of discharacterized money, provided by the Central Bank of Brazil. The use of waste money as components for ecological bricks is an important solution due to the environmental impact they cause. The partial results already obtained bring promising prospects for the addition of uncharacterized certificates in the manufacture of soil-cement bricks since the values of resistance to compression and water absorption meet the current rule.

**Keywords:** Soil-cement, Waste recycling, Sustainability and Money.



## **INTRODUÇÃO**

O aumento da produção mundial vem causando inúmeros impactos negativos no meio ambiente e os recursos naturais estão cada vez mais escassos. Para manutenção da sustentabilidade, com mitigação e minimização desses impactos, torna importante e iminente a inovação de processos produtivos. Desta maneira propõem-se a utilização de tijolos ecológicos na construção civil, pois constituídos de solo, cimento e água, compactados em prensa hidráulica, permitem a adição de resíduos de diferentes origens, sem a perda de características essenciais. A relevância dos tijolos ecológicos, com adição de resíduos sólidos, em relação aos tijolos tradicionais, decorre do fato de os mesmos dispensarem a queima, evitando a emissão de gases tóxicos para a atmosfera. O design modular do tijolo ecológico reduz os gastos com mão de obra e poupa o tempo gasto na construção, ocorrendo significativa diminuição de custos. Além disso, não há uso de massa entre os tijolos e a necessidade de revestimento pode ser suprimida. Os tijolos ecológicos possuem tão boa ou melhor resistência mecânica quanto os tijolos tradicionais, são uniformes e absorvem baixa umidade.

O Banco Central rejeita cédulas fragmentadas aproximadamente dois milímetros num total de mais de R\$ 56 bilhões, por ano volume de resíduos que chega a duas mil toneladas de dinheiro velho e sem valor (JN, 2013). De acordo com a Agência Brasil (2010), apenas em 2009, a troca de cédulas desgastadas custou cerca de R\$ 232 milhões.

A confecção de tijolos vem ao encontro desta proposta, pois sendo constituídos de solo, cimento e água, compactados em prensa hidráulica, permitem a adição de resíduos de diferentes origens, sem a perda de características essenciais.

O objetivo deste projeto é estudar as condições de possibilidade de incorporação de resíduos de dinheiro descaracterizado, fornecido pelo Banco Central do Brasil, à produção de tijolos ecológicos. Busca-se criar e organizar as informações científicas necessárias, de modo a melhor compreender as alternativas para o aproveitamento de resíduos, como novos materiais, por meio de sua incorporação em produtos ecológicos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A fim de se verificar o comportamento da adição de resíduos de dinheiro como substituto do agregado miúdo na fabricação de tijolos de solo-cimento foram elaborados tijolos ecológicos e realizados diversos ensaios em laboratório. Para isso, foram utilizadas os equipamentos e laboratórios da Universidade Geraldo de Biasi Campus de Volta Redonda-RJ e também os laboratórios da Escola de Química da UFF/Niterói e da Escola de Engenharia Industrial e Metalúrgica de Volta Redonda, da Universidade Federal Fluminense (EEIMVR/UFF). Para a realização da etapa de caracterização dos materiais e confecção dos tijolos ecológicos fez-se uso de amostras de solo coletadas durante a terraplenagem às margens da Rodovia 393, localizada na divisa com as cidades de Volta redonda -RJ e Barra do Pirai-RJ. A caracterização dos ensaios físicos e mecânicos do solo e do tijolo de solo-cimento foi feita por meio de umidade natural do solo, preparo de amostras (NBR 6457) de solo e ensaio de caracterização, determinação do limite de liquidez (NBR 6459), determinação da massa específica dos grãos (NBR 6508), determinação do limite de plasticidade (NBR 7180), análise granulométrica do solo (NBR 7181), ensaio de compactação (Proctor) (NBR 7182), resistência à compressão simples e absorção de água. Antes da moldagem dos tijolos ecológicos, os constituintes – solo, cimento, água e porcentagens que variaram entre 0% de adição de resíduo a 35% das cédulas de dinheiro triturado foram misturados e homogeneizados por meio de uma betoneira. Em seguida a massa foi colocada na caixa carregadora da prensa hidráulica ECO PREMIUM 2700 (30x15x7,5), com matriz aquecida, e parte móvel para compactação da mistura. Para formato final do tijolo, sua altura foi regulada para 7,5cm. A prensa hidráulica se movimenta horizontal e verticalmente, promovendo a compactação com uma carga de 6 toneladas. Posteriormente à moldagem, os tijolos entram em um período onde são umedecidos por 7 dias, os mesmos são cobertos por material plástico de modo a impedir a

evaporação da água e terem uma cura adequada e de forma homogênea. Seu processo total de descanso (cura) de 28 dias garante a umidade, bem como reatividade do cimento e o alcance da máxima resistência do tijolo. Para a realização dos ensaios segundo NBR 10836 (ABNT, 2013) de compressão é necessário que o tijolo tenha superfície perfeitamente lisa recebendo uma fina camada de pasta de cimento, para então receber o carregamento de maneira uniforme por todo o comprimento do tijolo no equipamento da prensa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram produzidos tijolos ecológicos com cédulas de dinheiro trituradas e sem valor em proporções variadas (0%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% e 35%) relacionadas a volume do solo para a realização dos estudos. As médias dos resultados de resistência à compressão simples obtidos nos ensaios são apresentadas na Tabela 1, a seguir. Os dados da Tabela 1 mostram que todos os resultados de resistência a compressão estão acima 1,7 MPa para 7 dias e 2,0 MPa, para 28 dias de idade, valor padrão recomendado pela norma NBR10836 (ABNT, 2013) e NBR 8492 (ABNT, 2012). As amostras com 35 % de adição de resíduos apresentou 4,0 MPa obtendo a maior resistência dentre as outras percentagens, de mostrando assim uma incorporação ideal com um ótimo desempenho mecânico, como consequência de uma maior presença de fibras das cédulas de dinheiro descaracterizado na massa do tijolo.

Tabela 1: Quantidade de cada material para a confecção do traço e resistência a compressão aos 7 e 28 dias.

Adição de cédulas (%)	Cédula (L)	Solo (L)	Cimento (L)	Água (L)	Resistência compressão (7 dias)	Resistência compressão (28 dias)
0%	-	48,00	6,00	4,00	1,7	2,0
10%	4,80	43,20	6,00	4,00	2,3	2,8
15%	7,20	40,80	6,00	4,00	2,5	3,0
20%	9,60	38,40	6,00	7,00	2,8	3,3
25%	10,50	31,50	5,25	6,50	2,9	3,8
30%	13,68	31,92	5,70	7,20	3,2	4,0
35%	15,96	29,64	5,70	8,80	2,6	3,1

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises dos ensaios dos tijolos ecológicos fabricados com incorporação de cédulas, variando de 10% a 35%, indicam que a resistência à compressão aos 7 e 28 dias apresentaram resultados satisfatórios, com valores acima de 2,0 MPa, conforme a Norma NBR10834. A mistura com adição de resíduos possui um bom desempenho no processo de compactação a 6 toneladas, mostrando aderência e coesão das partículas após 28 dias de cura. Estes resultados indicam a produção de tijolos ecológicos é uma importante destinação final para a incorporação dos resíduos de dinheiro, acarretando na diminuição dos impactos negativos causados pelo descarte inadequado dos mesmos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL, 2010. Edição do dia 14/03/10 - **Trocar cédulas velhas sai mais caro que fabricar novas**. <http://www.cidadeverde.com/>. Acesso em 22-03-2017.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e de caracterização**. Rio de Janeiro, 1986.

\_\_\_\_\_. **NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 6508: Grãos de solo que passam na peneira 4,8mm - Determinação da massa**

**específica caracterização.** Rio de Janeiro, 1984.

\_\_\_\_\_. **NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade.** Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 7181: Solo – Análise granulométrica.** Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação.** Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água. Método de ensaio.** Rio de Janeiro, RJ, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 10834 - Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural.** Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 10836: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e absorção de água.** Rio de Janeiro, 2013.

ENBRI (1994) **Development of a framework for environmental assessment of building materials and components.** (ENBRI Proposal to European Community BRITE EURAM).



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **INTEGRAÇÃO DE ENERGIAS EÓLICA E HÍDRICA NA ILHA DA TRINDADE - ES**

Andrey Dias Feio<sup>1</sup>, Joice Azeredo Silva<sup>2</sup>, Caroline Piccoli Miranda de Freitas<sup>3</sup>, Gabriel Cetsuo Nogueira Nonaka<sup>4</sup>, Marcos Alexandre Teixeira<sup>5</sup>, Flávio Castro da Silva<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Arquiteto Urbanista, mestrando em Engenharia de Biossistemas - UFF, Niterói-RJ, andreydias@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, joiceazeredo@id.uff.br

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, carolinepiccoli@id.uff.br

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente- UFF, Niterói- RJ, gabrielnonaka@id.uff.br

<sup>5</sup> Prof. Dr. - Dep. Eng. Agrícola e do Meio Ambiente - Escola Eng. - UFF, Niterói - RJ, marcos\_teixeira@id.uff.br

<sup>6</sup> Prof. Dr. - Dep. Eng. Agrícola e do Meio Ambiente - Escola Eng. - UFF, Niterói - RJ, flaviocastro@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A produção de energia renovável é considerada como um passo fundamental para desenvolver sistemas energéticos cada vez menos dependentes dos combustíveis fósseis. Em ambientes isolados sem a existência de redes para integrar fontes despacháveis, torna-se um grande desafio equilibrar geração e demanda. Apesar de abundantes e relativamente fáceis de instalar a geração solar e eólica são intermitentes por natureza. Visando o abastecimento do Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade - POIT, em uma ótica de fornecimento de energia 100% renovável, foi avaliada a possibilidade de integrar um campo eólico a um sistema de Hídrica Reversa (armazenamento de energia potencial por hídrica reversa). Desse modo, foram analisados três possíveis cenários envolvendo a localização dos reservatórios em alturas distintas, interligados com a geração eólica. Do estudo, ressalta-se a importância da localização dos reservatórios, a fim de garantir o atendimento da demanda por energia elétrica com o menor volume de água, o qual variou de um mínimo de 61 a um máximo de 202 m<sup>3</sup>.

**Palavras-chave:** Energia Eólica; Ilha; Hídrica Reversa.

## **COMBINING WIND GENERATION AND REVERSE HYDRO IN TRINDADE ISLAND - ES**

### **Abstract**

Renewable energy production is seen as a key step in developing energy systems that are less dependent on fossil fuels. In an isolated environment without the existence of a network to integrate dispatchable sources, it is a great challenge to balance generation and demand. Although they abundant and relatively easy to install solar and wind generation are intermittent in nature. Aiming at supplying the Trindade Island Oceanographic Station - POIT, in a perspective of 100% renewable energy supply, the possibility of using a wind field associated with a Reverse Hydro (water energy storage system), to meet energy and demand was evaluated. The scenarios analyzed considered reservoirs in three different levels, integrated with the wind generation. The study emphasizes the importance of reservoir location and its impacts on the total volume required, in order to guarantee the electricity demand associated with a smaller volume, that ranged from 61 up to 202 m<sup>3</sup>.

**Keywords:** Wind Energy; Island; Reverse Water.

## INTRODUÇÃO

Situada a 1.167 km da costa brasileira, logo ao sul do paralelo de Vitória, Espírito Santo, entre os paralelos 20° 29' e 20° 32' S e os meridianos 29° 17' e 29° 21' W, a Ilha da Trindade é um dos locais mais isolados do Atlântico Sul (PIRES *et al.*, 2013). Possui uma extensão de 10,2 Km<sup>2</sup>, fortemente acidentada, com elevações que atingem até 600 metros, constituindo o ponto mais elevado do Atlântico Sul (SECIRM, 2017). Trindade abriga um posto oceanográfico e uma estação de pesquisa científica, no entanto a única fonte de energia elétrica disponível na ilha são grupos de geradores movidos a diesel, com um consumo de aproximadamente 60.000 litros ao ano (CEPEL, 2014).

O presente trabalho propõe a substituição dos convencionais geradores a diesel por um sistema totalmente renovável, que integra a geração eólica ao armazenamento de energia potencial por hídrica reversa, dispensando a utilização de um banco de baterias. Em áreas onde as fontes de energias eólica e hidrelétrica são potencialmente viáveis, a integração entre sistemas, pode ser utilizada para equilibrar fornecimento e demanda (DURSUN *et al.*, 2010).

Segundo Yekini Suberu *et al.* (2014), a hídrica reversa armazena energia potencial. Nos períodos de baixo consumo de eletricidade dos usuários, o excedente de energia elétrica gerada pelo sistema eólico pode ser utilizado para o bombeamento de água de um reservatório inferior para um reservatório superior, a fim de, possibilitar a geração de energia e satisfazer a demanda nos momentos de pico.

Segundo Macêdo e Pinho (2002), sistemas eólicos e fotovoltaicos são tecnologias viáveis para o suprimento de energia em locais isolados e, se bem dimensionados, propiciam um uso confiável diminuindo a dependência de diesel para os geradores.

Desse modo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a possibilidade de atender o fornecimento de energia elétrica na ilha da Trindade, avaliando diferentes locais para a instalação dos reservatórios da hídrica reversa, integrados a um campo eólico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para estimar o potencial eólico capaz de atender a demanda da ilha, foi realizada a modelagem para um sistema off-grid, com uso do software HOMER pro (versão 3.11.6), considerando o aerogerador modelo ELV-8.0-10 KW fabricado no Brasil (Eletrovento Ltda). Por meio de simulação em software, é possível realizar a modelagem do comportamento físico do sistema de microenergia (LAMBERT *et al.*, 2006).

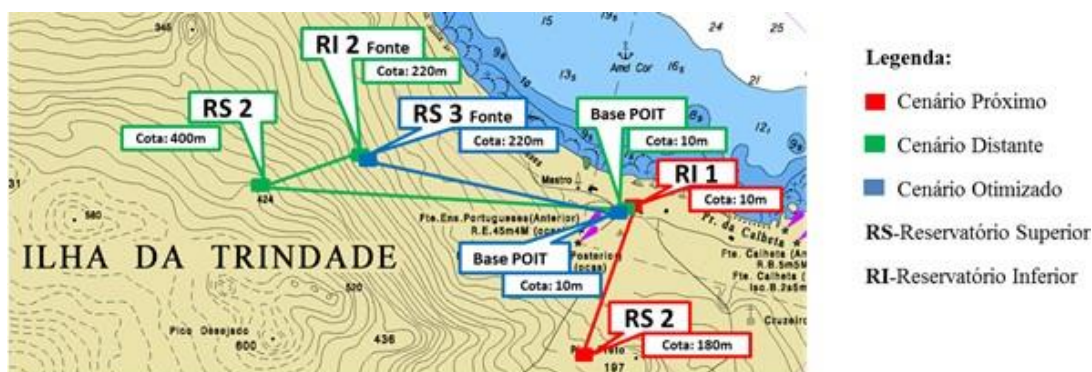


Figura 1. Carta Náutica. Fonte: Centro de Hidrografia e Navegação, 2013.

A integração da energia eólica com a hídrica reversa foi analisada nos três cenários apresentados na figura 1, sendo eles: 1-(Cenário Próximo), com aporte eólico, reservatório superior, situado no Pico Preto a 180 m, e reservatório inferior na base do POIT a 10 m; 2-(Cenário Distante), com aporte eólico, utilizando-se da fonte de água doce a 220 m como reservatório inferior, onde

bombeia para o reservatório superior situando a 400 m, e turbina em direção ao POIT a 10 m; 3- (Cenário Otimizado), sem o aporte eólico (sem bomba), situando o reservatório superior junto à fonte de água doce a 220 m, e turbinando em direção ao POIT a 10 m.

A escolha da turbina teve como base atender o pico da demanda por energia, ou seja, a pior hipótese possível. Desse modo, para as demais situações a turbina escolhida seria suficiente.

O volume de água a ser turbinado ou bombeado, entre os reservatórios, foi dimensionado segundo a metodologia proposta pela Eletrobrás (2000):

$$E = \frac{V \cdot h \cdot g \cdot N_{tg}}{1000} \quad (1)$$

Onde:

- E - energia excedida [kWh]
- V- volume do reservatório [m<sup>3</sup>];
- h - altura do reservatório [m];
- g - aceleração da gravidade [m/s<sup>2</sup>];
- N<sub>tg</sub>- eficiência da turbina e gerador [%].

$$E_n = E \cdot n_b \quad (2)$$

Onde:

- n<sub>b</sub> - eficiência da bomba [%];
- E<sub>t</sub> - energia excedida [kWh];
- E<sub>n</sub> - energia disponível para turbinção [kWh].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos na modelagem utilizando o software Homer, determinou-se que o dia 30 de agosto seria o de menor produção eólica, com um total de 281 kWh/dia. A figura 2 apresenta a distribuição horária da geração de energia eólica para o pior dia do ano segundo os dados obtidos junto à estação meteorológica do POIT, e a demanda para um dia típico.

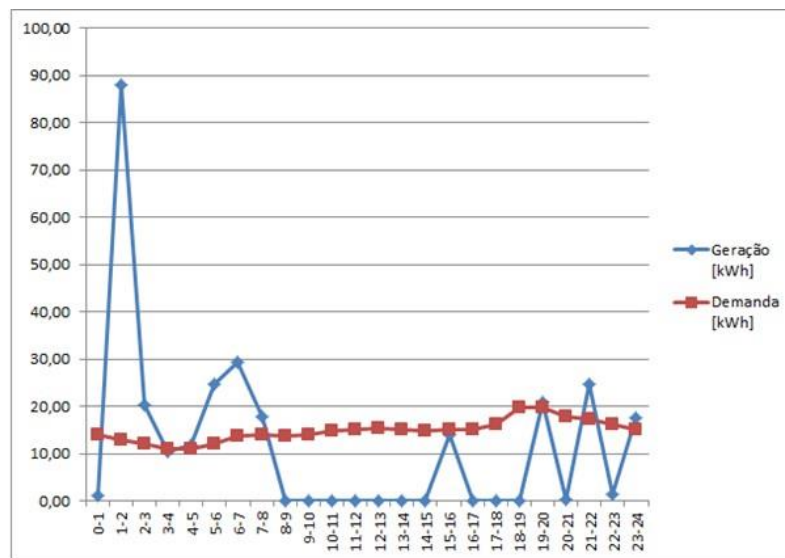


Figura 2. Geração e Demanda ao longo de um dia. Fonte: Própria

A tabela 1 apresentam os resultados encontrados para integração de energia eólica considerando os respectivos cenários.

*Tabela 1: Compilação dos resultados entre os cenários para o uso de energia eólica*

Cenário	Cota do Reservatório Superior [m]	Energia direcionada p/bomba e depois turbinada [kWh/dia]	Vol. do reservatório Sup. [m <sup>3</sup> ]
1	170	202	140,8
2	390	202	61,4
3	210	-	201,6

De acordo com a tabela 1, os cenários 1 e 2 demonstraram que o volume bombeado é diretamente influenciado pela diferença de altura entre os reservatórios. Já no cenário 3, onde se analisa a instalação de uma hídrica utilizando a vazão do córrego local, os resultados indicaram a necessidade de um volume regulador com capacidade de 201,6 m<sup>3</sup>. Sabendo que a fonte tem uma vazão estimada da ordem de 230 m<sup>3</sup>/dia, este cenário comprometeria 90% do suprimento de água doce, e se apresenta como o de maior impacto para a escolha.

A partir dos resultados apresentados na tabela 1, a inserção dos aerogeradores, reduzem os volumes para a instalação dos reservatórios da hídrica reversa, causando menor alteração ao meio ambiente. Em ambos os resultados, o cenário 2 demonstrou-se como o melhor cenário técnico-ambiental, suprimindo a demanda com o menor volume de água. Lembrando tratar-se de uma área de reserva marinha, quanto menores os reservatórios, menor a intervenção no meio ambiente, proporcionando menores impactos à biota, do mesmo modo, cumpre-se considerar somente o uso de água doce.

Comparando com a opção de integração de sistema fotovoltaico com a hídrica reversa (FEIO et al., 2017), os volumes calculados se mostraram similares (64, 147 e 201 m<sup>3</sup>), indicando que ambas as fontes renováveis podem ser incorporadas à ilha. De forma geral, pode-se dizer que o pior dia da eólica ficou equivalente ao dia típico adotado na geração fotovoltaica.

Ressalta-se que, a análise aqui feita é uma primeira aproximação, com fim de verificar a viabilidade técnica, cuja otimização deverá seguir as recomendações apresentadas por ERDINC (2012), mas se mostra como uma análise inicial para a localização dos reservatórios.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foi demonstrado por meio das simulações no software, que é possível atender o fornecimento de energia elétrica para a ilha da Trindade usando somente fontes renováveis, com a integração entre geração eólica e hídrica reversa.

Das simulações, o segundo cenário apresentou o melhor resultado para a instalação dos reservatórios (menor volume). Ressalta-se serem estes estudos iniciais, e devem sofrer modificações, com base em visitas de campo e verificação em loco das possibilidades geográficas para localização dos reservatórios, bem como, a confirmação dos potenciais renováveis disponíveis na ilha (tratamento estatístico dos dados de vento e energia solar).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Centro de Pesquisa em Energia Elétrica - CEPEL. Fontes de Geração Alternativas para Comunidades Isoladas, produzida em 2014. Disponível em: . Acesso em: 6 ago. 2018.

Centro de Hidrografia e Navegação. Carta Náutica da Ilha da Trindade, Produzida em 2013. Disponível em: . Acesso em: 4 jul. 2017.

DURSUN, Bahtiyar; ALBOYACI, Bora. The contribution of wind-hydro pumped storage systems in meeting Turkey's electric energy demand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 14, n. 7, p. 1979–1988, 2010.



Eletrobras. Diretrizes para estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2000.

Erdinc, O., Uzunoglu, M. 2012. Optimum design of hybrid renewable energy systems: Overview of different approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16, 3: 1412-1425. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.011>

FEIO, A.D.; FREITAS, C.P.M. de; NONAKA, G.C.N.; SILVA, J.A.; SOUZA, L.Q.L. de, TEIXEIRA, M.A. Análise da integração de hídrica reversa na ilha da Trindade e inclusão fotovoltaica. In: Anais III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB III, 12 a 14 Dezembro, Niterói: AGRAH Consultoria, 2017.

LAMBERT, Tom; GILMAN, Paul; LILIENTHAL, Peter. Micropower System Modeling with Homer. Integration of Alternative Sources of Energy, p. 379–418, 2006.

MACÊDO, Wilson Negrão; PINHO, João Tavares. ASES: Programa para Análise de Sistemas Eólicos e Solares Fotovoltaicos. Proceedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural, 2002.

PIRES, Gustavo Luiz Campos; MANSUR, Kátia Leite; BONGIOLO, Everton Marques. Geoconservação da Ilha da Trindade: Principais Aspectos e Potencial de Uso. Anuário do Instituto de Geociências, v. 36, n. 2, p. 96–104, 2013.

Secretaria da Comissão Interministerial para Recursos do Mar - SECIRM. Programa de Pesquisa Científica na Ilha de Trindade. Disponível em: . Acessado em: 10 ago. 2018.

YEKINI SUBERU, Mohammed; WAZIR MUSTAFA, Mohd; BASHIR, Nouruddeen. Energy storage systems for renewable energy power sector integration and mitigation of intermittency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 35, p. 499–514, 2014.





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ANÁLISE DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA**

Lisandra Gomes Mateus<sup>1</sup>, Cláudio Belmonte de Athayde Bohrer<sup>2</sup>, Ricardo Abranches Félix  
Cardoso Júnior<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Civil, Mestranda em Engenharia de Biosistemas-UFF, Niterói - RJ

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Professor Dr. da Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói - RJ

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, Professor Dr. da Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói - RJ

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A necessidade atual da diversificação da matriz energética buscando um desenvolvimento limpo promoveu a intensificação da implantação de empreendimentos de geração de energia eólica no território nacional, destacando-se as regiões Sul e Nordeste. Para a implantação de tais empreendimentos, é necessária a execução de Estudos de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), conforme foi instituído pela Lei 6938/81. O objetivo deste trabalho é analisar as diferenças no processo de avaliação de impactos no processo de licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos em diferentes estados, e identificar possíveis gargalos legais ou de procedimentos técnicos. A partir de empreendimentos já instalados, foram selecionados e analisados diversos EIA-RIMAs no tocante ao arcabouço: ação impactante, atributos/aspectos ambientais, avaliação de impactos e medidas mitigadoras, buscando identificar como este arcabouço está sendo abordado no licenciamento e implantação dos empreendimentos. São apresentados resultados preliminares sobre as exigências da legislação ambiental e os procedimentos adotados pelos empreendedores. Espera-se que os resultados deste trabalho possam contribuir para o aperfeiçoamento do processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos.

**Palavras-chave:** Planejamento Energético; Gestão Ambiental; Complexo Eólico; Impactos Ambientais

## **ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL LICENSING FOR IMPLANTATION OF WIND ENERGY GENERATION ENTERPRISES**

### **Abstract**

The current need for the diversification of the energy matrix seeking a clean development promoted the intensification of the development of national energy generation enterprises in the national territory, highlighting the South and Northeast regions. For the implementation of such projects, it is necessary to carry out Environmental Impact Studies (EIA-RIMA), as established by Law 6938/81. The objective of this work is to analyze the differences in the process of evaluation of impacts in the environmental licensing process of wind farms in different states, and to identify possible legal bottlenecks or technical procedures. Based on already existing projects, several EIA-RIMAs were selected and analyzed in terms of impact action, environmental attributes / aspects, impact assessment and mitigation measures, seeking to identify how this framework is being approached in the licensing and implementation of the projects. Preliminary results are presented on the requirements of environmental legislation and the procedures adopted by the entrepreneurs. It is hoped that the results of this work may contribute to the improvement of the environmental licensing process of the enterprises.

**Keywords:** Energy Planning; Environmental Management; Wind Power; Environmental Impacts

## INTRODUÇÃO

O setor elétrico passou a buscar novas fontes de alternativas energéticas que visam contribuir com menor emissão de gás carbônico para o desenvolvimento sustentável do planeta e buscam a eficiência energética, como: geração hidrelétrica, a geração eólica, a geração solar e a biomassa, são as alternativas que mais têm sido adotadas em vários países.

A IEA (Agência Internacional de Energia), informa que a energia renovável está no centro da transição para um sistema energético menos intensivo em carbono e mais sustentável. Além disso, destaca que as energias renováveis têm crescido rapidamente nos últimos anos, acompanhadas de reduções acentuadas nos custos da energia solar fotovoltaica e da energia eólica, em particular (IEA, 2018).

É esperado que a geração de eletricidade renovável aumente em mais de um terço até 2022. A agência prevê à longo prazo uma enorme escala de renováveis para diversificar a matriz energética decarbonizar o setor de energia e melhorar o acesso à energia. Além disso, as renováveis devem crescer em outros setores para fornecer soluções de baixo carbono para aquecimento e transporte.

No Plano Decenal de Expansão de Energia 2026 (PDE 2016), a previsão é que as energias renováveis corresponderão a 60% da nova energia a ser contratada para entrar em operação no período (PDE 2026).

O risco de esgotamento dos recursos energéticos conduziu diversos países à busca por uma matriz energética mais diversificada, direcionando muitas pesquisas e investimentos para fontes de energia menos poluentes. O Brasil atualmente consta, conforme apresenta figura abaixo (Figura 1) a seguinte divisão da matriz energética. Destacando-se a Energia eólica com 8,1% de acordo com ANEEL e publicado no Boletim Anual da ABEEólica (ABEEólica, 2018).

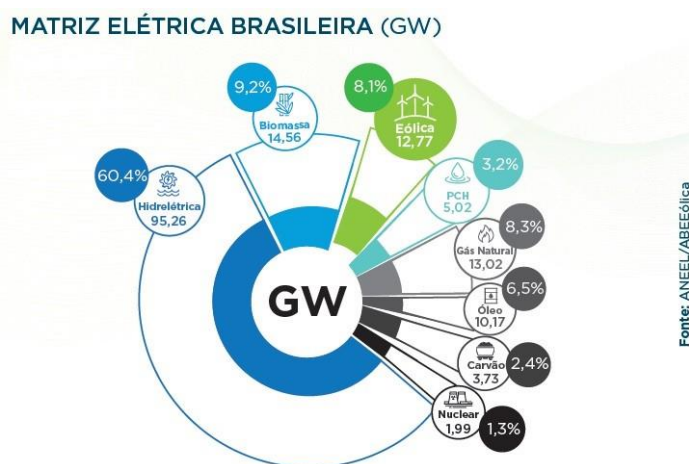


Figura 1. Matriz Energética Brasileira. Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)/ ABEEólica (2018).

Portanto, o licenciamento ambiental do setor elétrico tem importante função pois é a garantia legal do desenvolvimento sustentável e da implantação de empreendimentos energéticos eficientes. Esta pesquisa, através da busca da legislação do setor elétrico, visa apresentar o arcabouço da legislação ambiental para implantação de empreendimentos eólicos a partir da análise de diversos EIA-RIMAs de empreendimentos já instalados em território brasileiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia da pesquisa foi fundamentada na leitura crítica e analítica de EIA-RIMAs assim

como na avaliação das legislações federais, estaduais e municipais a cerca da implantação de empreendimentos eólicos. Dessa forma, o presente trabalho tem em vista a realização de uma análise qualitativa, do levantamento dos EIA-RIMAs do setor elétrico eólico. Nesta abordagem, a principal fonte de coleta de dados e apresentação de resultados se dá pelo próprio pesquisador, através de um modelo metodológico de pesquisa dos pontos primordiais na elaboração e planejamento da avaliação de impacto ambiental para empreendimentos dessa especificidade. Para as metas dessa pesquisa foram realizadas as seguintes etapas:

- 1) Pesquisa da literatura dos instrumentos de EIA e RIMA dos empreendimentos de geração de energia eólica;
- 2) Entrevistas com atores do setor de geração de energia eólica;
- 3) Transcrição dos resultados obtidos e análise do conteúdo dos RIMAs;
- 4) Análise crítica, principais lacunas e propostas para otimização.

De acordo com a metodologia, foram selecionados (conforme listagem abaixo) aleatoriamente dez (10) EIA-RIMAs de complexos eólicos já implantados em diferentes estados brasileiros, ou seja, que já possuem a Licença de operação:

- 1) Complexo Eólico Serra Azu (SC) ; 2) Complexo Eólico Harmonia (CE); 3) Parque Eólico Rosa dos Ventos (PR); 4) Complexo Eólico Piauí (PI); 5) Parque Eólico Gargaú (RJ); 6) Complexo Eólico Osório (RS); 7) Parque Eólico Minuano (RN) ; 8) Complexo Eólico Eólicas Sul (PR); 9) Complexo Eólico Serra da Babilônia (BA) e 10) Complexo Eólico Fortim (CE).



*Figura 2. Complexo Eólico de Osório (RS). Fonte: ENERFIN (2018).*

O licenciamento ambiental para a construção e operação desses empreendimentos são realizados pelos órgãos ambientais estaduais, sendo de competência do IBAMA de acordo com o Decreto nº 8.437, que estabelece a “competência para o licenciamento será da União quando caracterizadas situações que comprometam a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético, reconhecidas pelo Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), ou a necessidade de sistemas de transmissão de energia elétrica associados a empreendimentos estratégicos, indicada pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)” (IBAMA, 2018).

A partir dos aspectos que foram detalhados durante o diagnóstico ambiental, a cerca dos meios físico, biótico e socioeconômico. Portanto, é sobre o arcabouço do licenciamento ambiental brasileiro no setor eólico que está pautado este trabalho.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No cenário de expansão dos parques eólicos no Brasil é relevante a análise dos instrumentos para

licenciamento ambiental no setor energético de geração eólica pois o crescimento acelerado desse necessidade pode colocar em risco a eficiência das licenças expedidas no setor. Prova disso, são os dados referente ao ano passado, a energia eólica no Brasil ao longo de 2017(42,25 TWh) foi superior em 27,45% em comparação com o ano de 2016. Apresentando uma representatividade de 7,44% na média de toda a geração injetada no Sinstema Integrado Nacional (SIN), este crescimento deve-se ao aumento de empreendimentos no setor de geração de energia eólica e possui uma representatividade territorial bem delimitada conforme o gráfico abaixo (Figura 3) produzido pela CCE/ABBEólica.

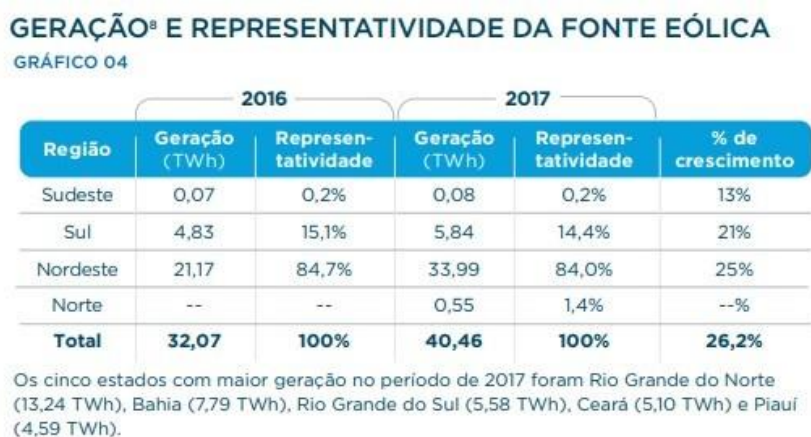


Figura 3. Geração e Representatividade da Fonte Eólica. Fonte: ABEEólica (2018).

Vale ressaltar que embora os empreendimentos de geração de energia elétrica através da fonte eólica tenham menor impacto que outras fontes de energia, também causam impactos negativos sobre o meio ambiente e às populações próximas aos mesmos.

Para realização desse estudo, destacam-se entre a legislação ambiental a Lei 6938/81, a Resolução CONAMA N° 237/97 e a Resolução N° 462/14, respectivamente abordam: A política Nacional de Meio Ambiente; define Licenciamento Ambiental, Licença Ambiental, Estudos Ambientais e Impacto Ambiental Regional e estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre (MMA, 2018).

Foram recolhidos os Termos de Referência (TR) para elaboração de EIA para licença de empreendimentos eólicos, esses documentos são como uma espécie de roteiro, especificando detalhadamente o conteúdo do Eia/Rima, auxiliando dessa forma as equipes multidisciplinares. Observou-se, que os órgãos ambientais elaboram Trs que dão maior prioridade aos elementos do meio físico e biótico, em detrimento do meio socioeconômico em muitos estados. Vale ressaltar que um Tr bem especificado constitui uma etapa essencial para o sucesso de elaboração dos EIA/RIMAs.

Nos EIAs e RIMAs, durante a avaliação de impacto ambiental (AIA), é realizado um "retrato" do local e arredores do empreendimento em questão por equipes multidisciplinares, com objetivo de delimitar todo o cenário, para maior conhecimento e controle dos recursos naturais envolvidos. Destaca-se três setores nesse estudo:

- Meio Físico - estuda a climatologia, qualidade do ar, o ruído, a geologia, a geomorfologia, os recursos hídricos (hidrologia, hidrologia superficial, oceanografia física, qualidade das águas, uso da água), e o solo;
- Meio Biológico - estuda os ecossistemas terrestre, aquático e de transição;
- Meio Antrópico - estuda a dinâmica populacional, o uso e a ocupação do solo, o nível de vida, a estrutura produtiva e de serviço e a organização social.

Para a identificação e discussão dos impactos ambientais gerados pela construção dos empreendimentos eólicos supracitados, estão sendo enumerados os aspectos abordados nos EIAs e

RIMAs, como:

1. Modificação na paisagem;
2. Transporte de equipamento pesado;
3. Produção de ruído;
4. Capacidade dos aerogeradores;
5. Fauna;
6. Movimentos migratórios humanos.
7. Entre outros.

Assim, a diferença do grau de profundidade no tratamento dos itens a serem abordados na caracterização do meio físico, biológico e socioeconômico é um dos fatores predominantes nesse estudo. Existe ênfase na avaliação dos componentes e equipe do meio físico-biótico em relação ao setor socioeconômicos dos projetos. Existem muitas diferenças que estão sendo delimitadas em quadros e gráficos para melhor entendimento.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho ainda encontra-se em processo análise e os dados estão sendo manipulados para futura discussão. Nos resultados preliminares podemos destacar que existem diferenças no licenciamento ambiental dos complexos eólicos e até mesmo no processo de expansão da energia eólica ocasionadas por alguns gargalos de diferentes órgãos ambientais estaduais.

A eficiência do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que é requisito essencial para emissão da licença ambiental, é fundamental para constituir os procedimentos de avaliação do impacto ambiental no âmbito das políticas públicas, além de fornecer os subsídios para o planejamento e a gestão ambiental, vislumbrando assim, a prevenção relativa aos danos ambientais.

Estão sendo elaboradas ações que devem contribuir para a celeridade e otimização do processo e minimizem os gargalos do licenciamento ambiental. Portanto, os resultados analisados neste estudo devem servir como direcionamento para futuros processo de licenciamento ambientais de empreendimentos energéticos de fonte eólica no Brasil.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABEEólica (2017). Associação Brasileira de Energia Eólica. Boletim Anual De Geração Eólica – 2017. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/04/Boletim-Anual-de-Geracao-2017.pdf>. Acesso em: 15 Set 2018.

BRASIL. Instrução Normativa 01/2015. Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe. Brasília, DF, 2015.

\_\_\_\_\_. Lei Federal nº 6.938/81. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA 01/86. Institui o EIA/RIMA como ferramenta da Avaliação de Impacto Ambiental. Define conteúdo mínimo do EIA. Brasília, DF, 1986.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA 237/97. Regula o procedimento de Licenciamento Ambiental. Brasília, DF, 1997.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA 462/14. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA n.º 279, de 27 de julho de 2001, e dá outras providências. Brasília, DF, 2014.

EPE (2018). Plano Decenal de Expansão de Energia 2026. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/PDE2026.pdf/474c63d5-a6ae-451c-8155-ce2938fbf896>. Acesso em: 20 Set 2018.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/empreendimentos-e-projetos/licenciamento-ambiental-processo-de-licenciamento>. Acesso em: 10 Mai 2018.

SANCHEZ, L. E. O processo de avaliação de impacto ambiental, seus papéis e funções. In: LIMA, A. L. B. R.; TEIXEIRA, H. R. & SANCHEZ, L. E. (orgs.) A efetividade da Avaliação de Impacto Ambiental no Estado de São Paulo: uma análise a partir de estudos de caso. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, 1995. p. 13-19.





## 4º WORKSHOP DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## POTENCIAL DO CAPIAÇU COMO BIOMASSA ENERGÉTICA

Josiane da Silva Torres Machado <sup>1</sup>, Roberson Machado Pimentel <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira civil, engenheira de segurança do trabalho e mestranda em engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, josianetorres@outlook.com.br

<sup>2</sup> Zootecnista, mestre em Forragicultura e Pastagem e doutor em Forragicultura e Pastagem, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa-Minas Gerais, roberonmp@id.uff.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0

06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Objetivo na condução deste trabalho será caracterizar o potencial do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* - BRS Capiaçú), para produção de biomassa como alternativa energética em diferentes épocas de corte, cultivadas na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro. Os tratamentos constituem quatro diferentes épocas de colheita da gramínea, com os cortes a serem realizados aos 120, 150, 180 e 210 dias. O experimento foi planejado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, totalizando portanto 16 unidades experimentais (4 tratamentos x 4 repetições). As parcelas experimentais possuem 20 m<sup>2</sup> onde será efetuada avaliação da produção de folha (PF), entrenos (EN), diâmetro do caule (DC), a altura da planta (AP) e o número de perfilhos (NP). A energia existente em um combustível é proporcional ao poder calorífico, dessa forma há a necessidade de conhecer essa propriedade na avaliação para insumo energético. Inicialmente a biomassa relativa à gramínea será caracterizada por meio da determinação da umidade, poder calorífico, teor de cinzas, lignina, fibra e carbono através de análise em laboratório onde serão comparadas entre os próximos cortes estimando a quantidade de matéria seca.

**Palavras-chave:** energia renovável, capim elefante, sustentabilidade.

## POTENTIAL OF CAPIAÇU AS AN ENERGY BIOMASS

### Abstract

The objective of this work will be to characterize the potential of elephantgrass (*Pennisetum purpureum* - BRS Capiaçú), for the production of biomass as an alternative energy in different cutting seasons, cultivated in the metropolitan region of the state of Rio de Janeiro. The treatments are four different harvesting times of the grass, with cuts to be performed at 120, 150, 180 and 210 days. The experiment was planned in a completely randomized design (DIC) with four replicates, thus totaling 16 experimental units (4 treatments x 4 replicates). The experimental plots have 20 m<sup>2</sup> where the evaluation of the leaf production (PF), between them (EN), stem diameter (DC), plant height (AP) and number of tillers (NP) will be carried out. The energy in a fuel is proportional to the calorific power, so there is a need to know this property in the evaluation for energy input. Initially the biomass relative to the grass will be characterized by means of the determination of the humidity, calorific value, ash, lignin, fiber and carbon content through laboratory analysis where they will be compared between the next cuts estimating the amount of dry matter.

**Keywords:** renewable energy, elephant grass, sustainability.

### INTRODUÇÃO

A biomassa das plantas tornou-se importante estratégia para suprir energia renovável, principalmente após o Acordo de Paris (COP-21), ocorrido em 2015. Nesse acordo os países se

comprometeram em reduzir as emissões de gases do efeito estufa, principalmente com relação ao dióxido de carbono liberado durante a queima de combustíveis fósseis, considerados não renováveis. Para viabilizar o comprometimento das metas estipuladas deve ser estimulada pelos países a inclusão de fontes renováveis para gerar energia (ONU, 2015).

Comparado aos combustíveis fósseis que deriva do petróleo, o uso de biomassa vegetal tem como benefício menor emissão de gases que ocasionam o efeito estufa. Além disso, a biomassa oriunda das plantas é considerada energia sustentável, pois o carbono liberado na combustão seria o mesmo carbono previamente incorporado às plantas na etapa da fotossíntese. No cenário atual a biomassa como fonte de energia representa 8,3%, enquanto o gás natural corresponde a 9,1% e as hidroelétricas 68,1% da oferta nacional de energia (OIEE EMPRESA, 2017).

A geração da biomassa com gramíneas produtivas, a exemplo do capim elefante (*Pennisetum purpureum*), é promissora nos países tropicais. Nessas plantas características como elevado percentual de lignina e fibras, potencializam o poder calorífico para otimizar a queima (QUESADA et al., 2004). O interesse em forrageiras de crescimento rápido e de elevada taxa de produtividade despertam o interesse do setor energético para utilizá-las como fonte de energia renovável (BNDES 2009). Dessa maneira, por causa da relevância desse tema o presente estudo visa utilizar o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* - BRS Capiaçú) para avaliar o potencial dessa gramínea como fonte de biomassa energética.

## MATERIAL E MÉTODOS

A implantação do experimento teve início no mês de outubro de 2017 na Fazenda Escola de Cachoeiras de Macacu, pertencente à Universidade Federal Fluminense, situada na cidade de Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro. As coordenadas geográficas do local são: latitude 22° 27' 45" S, longitude 42° 39' 11" W e altitude de 57m.

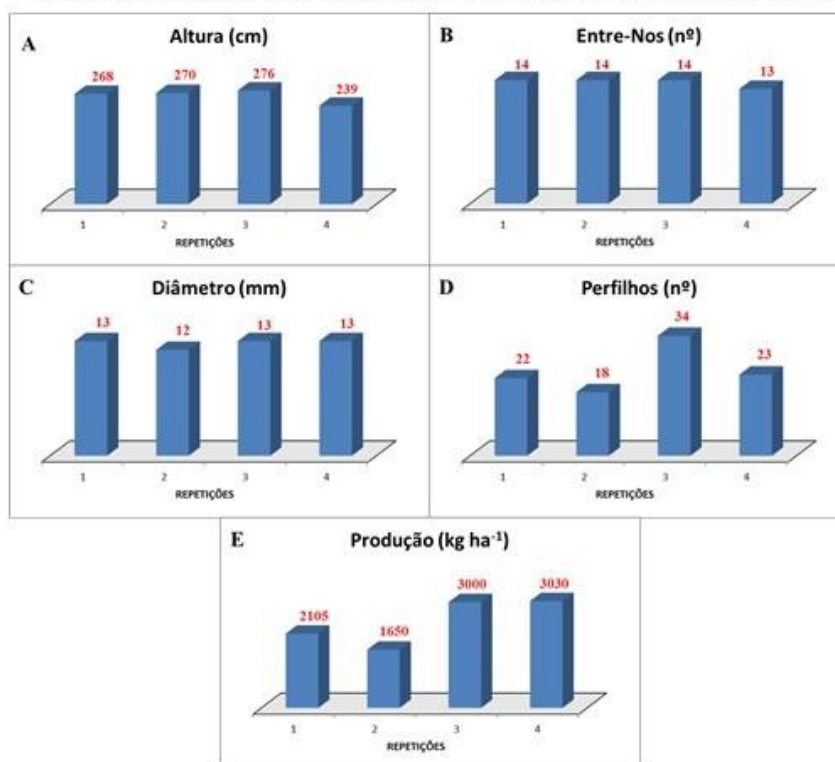
O genótipo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* - BRS Capiaçú) foi plantado em parcelas de dimensões de 4 x 5 (20m<sup>2</sup>). O experimento foi planejado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, totalizando, portanto 16 unidades experimentais (4 tratamentos x 4 repetições). Em cada parcela foi avaliado a produção de produção de folha (PF), entre-nos (EN), diâmetro do caule (DC), a altura da planta (AP) e o número de perfilhos (NP). Posteriormente as amostras serão submetidas à análise laboratorial para mensurar os teores de fibra, cinzas, lignina, carbono e poder calorífico. Os resultados apresentados são referentes ao corte de 120 dias da planta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tratamento realizado aos 120 dias de idade de corte nas quatro repetições como mostra o gráfico 1 abaixo, verificou-se que a altura média da planta (AP) entre as variáveis da parcela identificada como repetição 1 ficou em 268cm, a média do número de entre-nos (EN), 14. O diâmetro do caule (DC) registrou uma média de 13mm. O número de perfilhos (NP) contabilizado foi de 22 unidades por m<sup>2</sup> e a produção de folha (PF), 2.105Kg/ha-1. Na repetição 2 a altura média da planta (AP) entre as variáveis ficou 270cm, com 14 em média de número de entre-nos (EN). O diâmetro do caule (DC) atingiu a média de 12mm, enquanto o número de perfilhos (NP) chegou a média de 18 por m<sup>2</sup> e a produção de folha (PF), 1.650Kg/ ha-1. A repetição 3 mostrou a altura (AP) média de 276cm e média de 14 entre-nos (EN). O diâmetro do caule (DC) apresentou média de 13mm, foram contabilizados 34 perfilhos (NP) por m<sup>2</sup> em média e 3.000 Kg/ ha-1 de produção (PF). Já na repetição 4, apresentou altura média da planta (AP) de 239cm e média de 13 entre-nos (EN), 13mm de diâmetro do caule (DC) e 23 perfilhos (NP) por m<sup>2</sup> em média. A produção (PF) foi de 3.030kg/ ha-1. Através de análise laboratorial serão mensurados, comparados e caracterizados os teores de fibra, cinzas, lignina, carbono e poder calorífico, entre os próximos cortes do capim.



**Gráfico I.** Altura (A), Entre-nos (B), Diâmetro (C), Perfilhos (D) e Produção (E) do capim elefante BRS-Capiaçu com a idade de corte de 120 dias nas quatro repetições.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No tratamento realizado à idade de corte de 120 dias na avaliação, no gráfico A, referente à altura da planta (AP) manteve-se um equilíbrio entre as médias 1, 2 e 3, ocorrendo uma diferença apenas na média 4. Na avaliação, no gráfico B, referente aos entre-nos (EN) foi mantido a estabilidade entre as médias. Para a avaliação do gráfico C, do diâmetro do caule (DC) entre as médias 1, 3 e 4 observa-se que são idênticas, com pequena diferença somente na média 2. Quanto ao gráfico D, relativo ao número de perfilhos (NP) e gráfico E, produção de folha (PF), percebem-se discordâncias significativas entre as médias. No que se refere aos números de perfilhos (NP) 1, 2 e 4 mantém-se a média com relevante diferença na 3. Já na avaliação da produção de folha (PF), no gráfico E, manteve-se aproximadas proporções entre as médias 3 e 4, com diferenças consideráveis entre 1 e 2.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BNDES. Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável. 2009. 316 p. Setembro, Rio de Janeiro.

Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2017: ano base 2016. 292 p. Março, Rio de Janeiro.

ONU. Convenção quadro sobre mudanças do clima. 2015. conferência das partes - Vigésima primeira sessão, 2015. 42 p. Paris.

Pereira, A. V.; Auad, A. M.; Ledo, F. J. S.; Barbosa, S. *pennisetum purpureum*. in: Fonseca, D. M. da; Martuscello, J. A. (org.). *Plantas Forrageiras*. viçosa: editora ufv, 2010. v. 1, p. 197-219.

Pereira, A. V.; ledo, F. J. S.; Morenz, M. J. F.; Leite, J. L. B.; Santos, A. M. B.; Martins, C. E.;

Machado, J. C. 2016. BRS Capiaçú: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. Embrapa Gado de Leite. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 79), abril, Juiz de Fora.

Quesada, D. M.; Boddey, R. M.; Reis, V. M.; Urquiaga, S. 2004. Parâmetros qualitativos de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) estudados para a produção de energia através da biomassa. Embrapa Agrobiologia, 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica, 8), maio, Seropédica.



## 4º WORKSHOP DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES NATURAIS

José Waltrudes Castanheira Pereira<sup>1</sup>, Márcio Cataldi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental formado pela UFF, mestrando em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, jose\_waltrudes@id.uff.br

<sup>2</sup> Meteorologista pela UFRJ, Doutor em Engenharia Civil - UFRJ, marcio.cataldi@gmail.com

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A energia solar fotovoltaica surge como uma alternativa promissora para geração de energia limpa, principalmente para o Brasil, onde a irradiação global mostra-se bem distribuída. Sendo assim, o trabalho trata do assunto energia solar, apontando a terceira geração de energia solar fotovoltaica como uma importante solução para os problemas energéticos futuros. A terceira geração de energia solar fotovoltaica possui diversas vertentes, uma delas é a Célula Solar Sensibilizada por Corante (CSSC), que têm sido estudada como uma positiva fonte de energia renovável, devido à sua tecnologia de fabricação de baixo custo em comparação com células solares de silício. O seu funcionamento é comparado com a fotossíntese, em que as plantas retiram energia do sol, só que na CSSC, esta energia é convertida em eletricidade. Com isso, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão teórica da tecnologia da terceira geração e, após isso, construir células solares sensibilizadas por corantes naturais, demonstrando os resultados positivos e negativos. Neste trabalho, os corantes utilizados foram o açaí em pó e a clorofila em pó do tipo A. A célula de clorofila atingiu 258 mV de geração de energia e os processos metodológicos de montagem e medição de energia precisam ser otimizados para melhor eficiência da Célula Solar Sensibilizada por Corante (CSSC).

**Palavras-chave:** energia solar, célula solar sensibilizada por corantes, montagem e testes

## NATURAL DYE SENSITIZED SOLAR CELLS

### Abstract

Photovoltaic solar energy emerges as a promising alternative for clean energy generation, mainly for Brazil, where the global irradiation is well distributed. Thus, the paper deals with the subject solar energy, pointing to the third generation as an important solution to future energy problems. The third generation of photovoltaic energy has several strands, one of them is the Dye Sensitized Solar Cells (DSSC), which have been studied as a positive source of renewable energy due to its low-cost manufacturing technology compared to solar cells of silicon. Its operation is compared to photosynthesis in which plants take energy from the sun, but in DSSC this energy is converted into electricity. Therefore, the objective of this work was to carry out a theoretical revision of the third generation technology and, after that, to construct solar cells sensitized by natural dyes, demonstrating the positive and negative results. In this paper, the dyes used were açai powder and chlorophyll powder type A. The chlorophyll cell reached 258 mV power generation and the methodological processes of assembly and power measurement need to be optimized for better Dye-Sensitized solar cell efficiency (CSSC).

**Keywords:** solar energy, dye sensitized solar cell (DSSC), assembly and testing

### INTRODUÇÃO

Recentemente, o crescimento de fontes de energia alternativas, como a energia solar e eólica, tem

recebido cada vez mais destaque. Os impactos ambientais gerados por fontes de energia não renováveis, aumentam a preocupação com o efeito estufa e como ficará o mundo para as futuras gerações. No ano de 2013, cerca de 80% de toda energia produzida foi proveniente da queima de combustíveis fósseis, considerados os vilões causadores do efeito estufa (SONAI et al., 2015). A dependência dessas fontes poluentes vem sendo reduzidas, nos últimos anos, graças ao aumento da utilização de fontes renováveis.

A energia solar fotovoltaica surge como uma alternativa promissora para geração de energia limpa, principalmente para o Brasil, que tem uma irradiação global relativamente bem distribuída pelas suas regiões. Porém, a representação da energia solar na matriz energética mundial é ainda muito pequena, cerca de 1% – no Brasil, representa apenas 0,01% do total. Segundo a Agência Internacional de Energia, a geração fotovoltaica de todas as usinas do mundo atingiu 67 gigawatts (GW) em 2011, o equivalente a cinco hidrelétricas de Itaipu (VASCONCELOS, 2013).

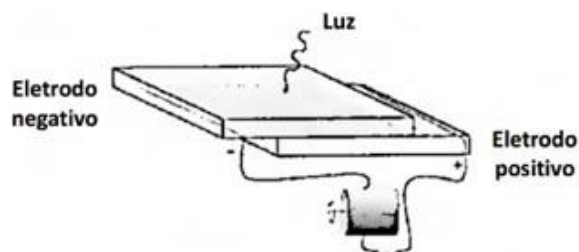
A maioria das células fotovoltaicas comercializadas são de silício monocristalino e policristalino, que possuem elevado custo. Desta forma, a baixa representação do mercado fotovoltaico é justificada pelo seu alto custo de fabricação, representando um obstáculo para a popularização desta fonte de energia. Para solucionar este problema, as células solares sensibilizadas por corantes surgem como uma alternativa interessante para a produção de módulos solares de baixo custo (SONAI et al., 2015). Esse tipo de célula faz parte da terceira geração fotovoltaica e está sendo desenvolvida em universidades e empresas. Seguindo esta tendência, o trabalho teve o intuito de montar e testar a eficiência de células solares sensibilizadas por corantes naturais, que são consideradas uma linha inovadora de célula fotovoltaica com baixo custo de produção.

O trabalho surge como uma forma de divulgar as células solares sensibilizadas por corantes que é uma fonte renovável de baixo custo. Apresentando uma tecnologia, com matéria-prima brasileira, para substituir as células de silício e alavancar o mercado fotovoltaicanacional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O princípio básico de funcionamento de uma célula solar sensibilizada por corante é similar ao processo de conversão de energia realizado pelas plantas na fotossíntese. As moléculas de clorofila absorvem a luz solar e geram cargas elétricas, que são convertidas por reações redox no nível da membrana para gerar oxigênio da água e reduzir dióxido de carbono para carboidratos. Usando este princípio da fotossíntese natural, a célula solar sensibilizada por corantes absorve a luz que é utilizada para a produção de eletricidade (GRATZEL, 2009).

O dispositivo é constituído basicamente por um eletrodo negativo, um eletrodo positivo e um eletrólito líquido ou gel entre os eletrodos, como mostra na Figura 1. O eletrodo negativo é preparado a partir da deposição de uma camada de TiO<sub>2</sub> (semicondutor) sob um substrato de vidro condutor transparente, o qual contém óxido de índio dopado com estanho (Indium doped Tin Oxide - ITO). Este filme de TiO<sub>2</sub> é então sensibilizado com um corante natural, onde nesse estudo foram utilizados o açaí e a clorofila, que têm a capacidade de absorver a radiação solar. E depois é colocado o eletrólito líquido de Nitrato de Potássio no eletrodo negativo. O eletrodo positivo é preparado através da deposição de grafite 6B na superfície de um substrato de vidro condutor. Os eletrodos são então unidos e selados. A colocação do eletrólito líquido também pode ser feita depois da união das placas, ele pode ser inserido, por capilaridade, na pasta de TiO<sub>2</sub> (SONAI et al., 2015). seção descreve os métodos experimentais utilizados no estudo.



*Figura 1. Célula Solar Sensibilizada por Corante  
(Fonte: Adaptado de LUCAS, 2004)*

A infraestrutura necessária para a realização deste projeto foi encontrada na Universidade Federal Fluminense, através dos seus laboratórios. A metodologia usada para o preparo das células solares sensibilizadas por corantes naturais consiste em 8 etapas que estão ilustradas nas fotos a seguir. As células foram construídas duas vezes, a segunda montagem foi feita para corrigir erros da primeira montagem, como a falta de contato para a medição e a frágil vedação da célula.



*Figura 2. Preparação da pasta TiO<sub>2</sub>*



*Figura 3. Deposição da pasta*



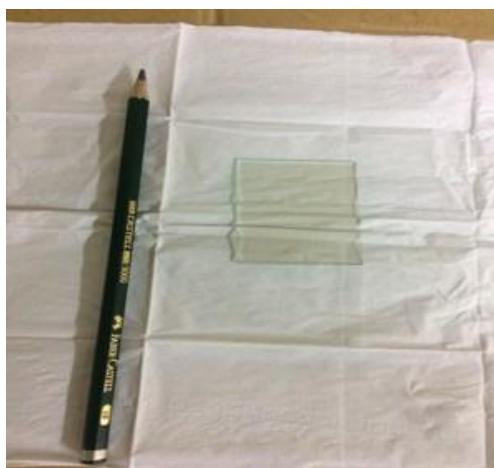
*Figura 4. Depois do suco de fruta*



*Figura 5. Preparação do eletrólito*



*Figura 6. Deposição do eletrólito*



*Figura 7. Elaboração do eletrodo positivo*



*Figura 8. CSSC*



*Figura 9. Deposição do eletrólito por capilaridade*



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As células foram construídas duas vezes, em formatos diferentes. Na primeira montagem, realizou-se testes de tensão elétrica nas células de clorofila tipo A e de açai. Foram encontrados resultados que se aproximaram de outras literaturas. A célula de clorofila tipo A gerou 258 mV (Figura 10), a de açai gerou 142 mV (Figura 11), no horário de 12:30 horas, no dia 29/06/2017. As medições foram efetuadas com muita dificuldade, pois não existia um contato para medir as tensões das células.



*Figura 10. Célula de Clorofila gerando 258 mV*



*Figura 11. Célula de Açai gerando 142 mV*

Na segunda montagem, o principal problema de medição foi corrigido e uma célula de açai com clorofila foi criada. Cada corante coleta a energia em um determinado comprimento de onda, e a mistura de corantes é uma maneira de absorver mais radiação solar, aumentando a eficiência da célula solar. A célula construída da mistura de açai e clorofila gerou entre 120-150 mV no horário de 13 horas, no dia 06/07/2018. A figura 12 exibe a medição da célula.





*Figura 12. Célula de Açáí com Clorofila gerando 121 mV*

Por falta de uma medição correta na primeira montagem das células solares, a comparação não seria conclusiva. Novas células serão feitas para uma melhor comparação entre corantes e outras etapas da confecção da célula solar sensibilizada por corante natural.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Problemas como a falta de contato e a fácil volatilização do eletrólito foram resolvidos na segunda montagem das células. A célula de clorofila tipo A apresentou uma maior geração de energia que a célula de açáí e a célula com a misturas dos dois corantes. Com o devido investimento e aprimoramento técnico, as células solares sensibilizadas por corante têm um potencial de ser uma solução energética de impacto ambiental mínimo, de fácil aplicação em diferentes regiões brasileiras e até mesmo de baixo custo em relação aos outros sistemas de captação de energia solar.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BOTELHO, F. K.; DANTAS, N. J. Células solares de filmes finos de nanoestruturas semicondutoras de  $\text{TiO}_2$  e  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  sensibilizadas por corantes orgânicos (“Dye-Sensitized Solar Cells”-DSSC). p. 11, [s.d.].
- CAMPOSTRINI, E. Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas. p. 1–34, 1998.
- CUNHA, E. L. DA. Leucoantocianidina em amostras de açáí (*Euterpes oleracea*). p. 1–7, 2012.
- FEITOSA, A. D. V.; HUGO, J.; SOUSA, D. A. Células solares sensibilizadas com corantes naturais extraído das plantas *Nerium oleander* e *Portulaca grandiflora*. p. 1191–1196, 2016.
- GRATZEL, M. Molecular Photovoltaics Mimic Photosynthesis. pg 1-9, 2009.
- PENA, A. D. L. Dióxido de titânio para aplicação em células solares. p. 34, 2015.
- SONAI, G. G. et al. Células solares sensibilizadas por corantes naturais: um experimento introdutório sobre energia renovável para alunos de graduação. v. 38, n. 10, p. 1357–1365, 2015.

TONOLLI, M. S.; DUARTE, D. A. Desenvolvimento de células solares com frutas e materiais de baixo custo. v. 1990, p. 5, 2016.

VASCONCELOS, Y. O desafio do Sol. p. 4, 2013.

CRAVEIRO, A. CABRAL; JULIÃO, J. FRANCISCO. Célula solar fotoeletroquímica sensibilizada por corante natural em suporte polimérico sólido. 2006.

MATEUSZ MICHAL AUGUSTYNIAK. Preparation , Characterisation and Optimization of Blocking Layers for Improving Efficiency of Dye- Sensitized Solar Cells. 2016.

DAFU WANG. Food Dyes Based Dye-Sensitized Solar Cells. 2017.

LUCAS, J. A. T. DOS R. Introdução a Novos Processos de Produção de Energias Renováveis no Ensino Secundário: Célula Fotovoltaica Orgânica e Pilha de Combustível. p. 123, 2004.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **IDENTIFICAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE SOLOS ORGÂNICOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Ana Carolina Barbosa do Canto<sup>1</sup>, Ademir Fontana<sup>2</sup>, Ricardo de Oliveira Dart<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói - Rio de Janeiro, anacanto@id.uff.br

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro.

<sup>3</sup> Analista; Embrapa Solos, Rio de Janeiro.

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Os solos orgânicos são caracterizados pelos elevados teores de matéria orgânica e carbono orgânico total. O levantamento de solos orgânicos no estado do Rio de Janeiro foi efetuado com base na definição estabelecida pelo IPCC e de acordo com o sistema WRB (FAO, 2014). Este estudo teve o intuito de contabilizar a área total de solos orgânicos no estado do Rio de Janeiro, a fim de evidenciar que a área exposta pelo Mapa de Solos do Brasil (1:5.000.000) está subestimada. Os resultados obtidos no cálculo da área, com apoio do software ArcGis, demonstraram que os solos orgânicos no Rio de Janeiro representam 45.936,63 ha, o que supera em quase 4 vezes o valor encontrado no Mapa de Solos do Brasil, de 12.349,82 ha. Estes valores indicam a expressividade dos solos orgânicos no estado, contribuem para estudos sobre emissão de gases de efeito estufa em solos orgânicos e servem de importantes subsídios para os planos nacionais sobre mudança do clima

**Palavras-chave:** Organossolos, mapeamento de solos, escala de detalhe.

## **IDENTIFICATION OF THE OCCURENCE OF ORGANIC SOILS IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO**

### **Abstract**

Organic soils are characterized by high contents of organic matter and total organic carbon. The study of organic soils in the Rio de Janeiro state was realized based on the definition of organic soils established by the IPCC and according to the WRB system (FAO, 2014). The present study aimed to measure the full area of organic soils in Rio de Janeiro state, to highlight that the area exposed by the Brazilian soil map (1:5.000.000) is underestimated. The results obtained in the calculation of the area, with the support of the ArcGis software, showed that the organic soils in Rio de Janeiro represent 45.936,63 ha, which surpasses almost 4 times the value found in the Map of Soils of Brazil of 12.349,82 ha. These values indicate the expressiveness of organic soils in the state and contributes to studies on the emission of greenhouse gases in organic soils and serve as important subsidies for national plans on climate change.

**Keywords:** Histosols, soil mapping, detail scale.

### **INTRODUÇÃO**

O Painel Intergovernamental sobre Mudança de Clima (IPCC) é uma diretriz técnica para o desenvolvimento do inventário de emissões de gases de efeitos estufa. São avaliados diversos setores de atividades: energia, processos industriais, agropecuária, uso e mudança de uso da terra e

florestas. Logo, este inventário tem o intuito de avaliar qual a contribuição de cada setor nas emissões. Os solos orgânicos pertencem a um subitem das emissões provenientes de solos agrícolas, que integram o setor da agropecuária. Suas emissões são identificadas pela quantificação de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e correspondem a 0,4% do total nas emissões de GEE.

De acordo com a definição de solos orgânicos, considerando as classes de solo do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (Santos et al., 2018), podem ser observados os Organossolos, Gleissolos Melânicos e Tiomórficos, Cambissolos Hísticos, Neossolos Litólicos hísticos e Espodossolos com horizonte H hístico. Esses solos apresentam, de maneira geral, horizontes orgânicos, cuja definição prevê a constituição com teores de C org superiores a 80 g kg<sup>-1</sup>. Sob a ótica do desenvolvimento sustentável, torna-se necessária a mitigação da emissão de gases de efeito estufa (GEE), logo, em vários países já existem programas de controle e redução desses gases, com base em estudos sobre mudança do clima. Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2016), como o Brasil é um país signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), uma de suas principais obrigações é a elaboração e atualização do Inventário Nacional de emissões antrópicas de gases de efeito estufa.

A pesquisa em emissões de GEE no Brasil é fundamental para o desenvolvimento de fatores de emissão específicos para o país, o que pode reduzir consideravelmente nossas emissões relatadas no Inventário. O objetivo deste trabalho foi identificar a ocorrência de solos orgânicos no estado do Rio de Janeiro, com intuito de calcular a área total destes solos no Brasil, assim contribuindo no cálculo de emissão direta de óxido nitroso para o Inventário Nacional de Gases do Efeito Estufa.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizada uma busca bibliográfica de dados de pesquisa oriundos de levantamentos de solos, teses, dissertações, artigos e outros documentos com áreas delimitadas e/ou indicadas por este tipo de solo no Brasil. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: Organossolos, turfa, H e O hístico, Gleissolo Melânico e Tiomórfico.

Segundo a classificação de solos orgânicos estabelecida pelo IPCC (IPCC, 2006) e de acordo com o sistema WRB (FAO, 2014), solos orgânicos são solos com espessura maior ou igual a 10 cm. Logo, horizontes com espessura inferior a 20 cm devem apresentar 12% ou mais de carbono orgânico até 20 cm de profundidade.

A saturação de água no solo deve ocorrer por poucos dias e o solo apresentar mais do que 20% de carbono orgânico ou mais do que 35% de matéria orgânica. Além disso, se o solo está sujeito à saturação de água, deve apresentar as seguintes características: pelo menos 12% de carbono orgânico, em caso de ausência de argila; pelo menos 18% de carbono orgânico, se possuir mais de 0% argila. Para encontrar os tipos de solos orgânicos foram selecionados os solos dentro das seguintes classificações: organossolos, gleissolos melânicos e tiomórficos com horizonte hístico, espodossolo organossólico e neossolo litólico hístico.

Dessa forma, a partir do Mapa de Solos do Brasil (1:5.000.000) calculou-se com auxílio do ArcGis, a área total de solos orgânicos no país e depois para cada estado, seguindo a classificação WRB e considerando o primeiro, segundo e terceiro componentes. É importante ressaltar que, de acordo com o SibCS, quando um solo apresenta 3 componentes, sua área total é representada por 50% do primeiro componente, 30% do segundo e 20% do terceiro, já quando ele apresenta dois componentes, sua área é representada por 60% do primeiro componente e 40% do segundo. Assim, foi possível encontrar a área real de solos orgânicos para cada estado do país.

Para uma busca mais precisa, utilizou-se o Mapa de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro (1:250.000) encontrado no portal GeoInfo e foi realizado o mesmo procedimento anterior. Comparou-se as localidades encontradas na literatura com o identificado na seleção do mapa, apenas para conferir se há alguma área não computada que já foi avaliada como solo orgânico por outros pesquisadores. O software ArcGiS foi utilizado para

calcular a área, na projeção Albers, e gerar o mapa de ocorrência de solos orgânicos no estado do Rio de Janeiro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de dados determinou que no Mapa de Solos do Brasil (1:5.000.000) há uma área total de 12.349,82 ha de solos orgânicos no estado do Rio de Janeiro (Ademir Fontana, informação pessoal). Dados bastante heterogêneos em relação aos obtidos pelo Mapa de Reconhecimento de baixa intensidade dos solos do estado do Rio de Janeiro, no qual foi calculado um total de 45.936,63 ha para solos orgânicos. Esses resultados demonstram uma diferença entre os valores encontrados pelos dois métodos (3,72 vezes) e indica que a quantidade deste tipo de solo no Rio de Janeiro é maior que a estimada.

Além disso, foi gerado um mapa de ocorrência de solos orgânicos no estado do Rio de Janeiro para uma melhor visualização da distribuição destes solos (Figura 1):

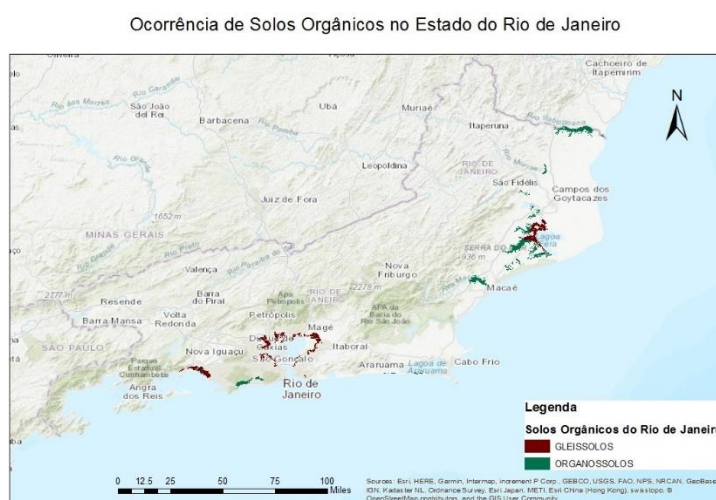


Figura 1. Mapa de Ocorrência de Solos Orgânicos no Estado do Rio de Janeiro

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, como os resultados obtidos para área de solos orgânicos no Rio de Janeiro superam 3,72 vezes a área encontrada para o estado avaliado no Mapa de Solos do Brasil, pode-se concluir que o cálculo da quantidade destes solos no Brasil está subestimado e deve ser realizado de uma forma mais precisa. Estes novos dados devem contribuir para o correto cálculo de emissão de gases do efeito estufa por solos orgânicos no Brasil realizado pelo IPCC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO. World reference base for soil resources. FAO/IUSS/ISRIC, *World Soil Resources Reports*, 106. Roma, Itália. 2014.

IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

SANTOS, H.G.; CARVALHO JÚNIOR, W.; ÁGLIO, M.L.D.; SILVA, J.S.; DART, R.O.; PARES, J.G.; FONTANA, A.; MARTINS, A.L.S.; OLIVEIRA, A.P. *Mapa de Solos do Brasil*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000.

*Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Volume III/Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação, 2016.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **AVALIAÇÃO DE EXTRATORES NA DETERMINAÇÃO DE SILÍCIO DISPONÍVEL EM SOLOS DO RIO DE JANEIRO**

Suellen C. S. P. de Sousa<sup>1</sup>, Mariana G. Guimarães<sup>2</sup>, Sara F. Cavalleiro<sup>3</sup>, Ana Carolina S. P. de Sousa<sup>4</sup>, Raquel A. Donagemma<sup>5</sup>, Ademir Fontana<sup>6</sup>, Guilherme K. Donagemma<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Química, mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, sc\_sousa@id.uff.br

<sup>2</sup> Engenharia Agrícola, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ

<sup>3</sup> Graduanda em Química, UFF, Niterói-RJ

<sup>4</sup> Graduanda em Química, UFRJ, Nova Iguaçu-RJ

<sup>5</sup> Química Industrial, Docente do Departamento de Química Analítica e do PGEB, UFF, Niterói-RJ

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Dr., Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ

<sup>7</sup> Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Dr., Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0

06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O Silício (Si) é considerado o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre e o mais abundante em solos tropicais. Porém, é encontrado, quase em sua totalidade, na forma de Óxido de Silício (SiO<sub>2</sub>). O Silício é absorvido do solo, pelas plantas preferencialmente na forma de ácido monossilícico (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>) e encontrado no tecido vegetal, geralmente, em níveis que variam de 0,1 a 10%. Mesmo com essa significativa concentração não é considerado um elemento essencial, e sim, um elemento benéfico às plantas, pois, estudos revelam a influência do elemento à resistência ao ataque de insetos e microrganismos, maior resistência à seca, salinidade, entre outros. A eficiência de extração do silício é influenciada pelas características dos solos e ainda não há estudos para os solos do Rio de Janeiro. Nesse trabalho, foram avaliados três extratores (H<sub>2</sub>O (Água), CaCl<sub>2</sub> (Cloreto de Cálcio), e Tampão acetato pH 4) para quatro solos procedentes do estado do Rio de Janeiro (Cambissolo, Argiloso Vermelho, Argiloso Amarelo e Planossolo). A determinação do silício foi realizada por espectrofotometria através da formação do complexo azul de molibdênio. Os resultados comprovaram que a escolha de um extrator eficiente para silício depende do tipo de solo. Foi visto que para o Cambissolo e o Argissolo Vermelho o tampão acetato apresentou-se como o melhor extrator, já para o argissolo amarelo e o planossolo o extrator que apresentou maior eficiência foi o cloreto de cálcio.

**Palavras-chave:** Palavras-chave: Extração, Silício, espectrofotometria, solo.

## **EVALUATION OF EXTRACTORS IN THE DETERMINATION OF SILICON AVAILABLE IN SOILS OF RIO DE JANEIRO**

### **Abstract**

Silicon (Si) is considered the second most abundant element in the earth's crust and the most abundant in tropical soils. However, it is found almost entirely in the form of Silicon Oxide (SiO<sub>2</sub>). Silicon is absorbed from the soil by plants preferentially in the form of monosilicic acid (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>) and found in plant tissue, generally at levels ranging from 0.1 to 10%. Even with this significant concentration is not considered an essential element, but a beneficial element to the plants, therefore, studies reveal the influence of the element to the resistance to attack of insects and microorganisms, greater resistance to drought, salinity, among others. The efficiency of silicon extraction is influenced by the soil characteristics and there are no studies for the soils of Rio de Janeiro. In this work, three extractors (H<sub>2</sub>O (Water), CaCl<sub>2</sub> (Calcium Chloride) and Acetate Buffer pH 4) were evaluated for four soils from the state of Rio de Janeiro (Cambissolo, Red Argiloso, Argiloso Amarelo and Planosol). The determination of silicon was performed by spectrophotometry



through the formation of the blue molybdenum complex. The results showed that the choice of an efficient silicon extractor depends on the type of soil. It was observed that for the Cambisol and the Red Argisol the acetate buffer was the best extractor, as for the yellow argisol and the planosol the extractor that presented the highest efficiency was the calcium chloride.

**Keywords:** Extraction, silicon, spectrophotometry, soil.

## INTRODUÇÃO

O Silício (Si) representa cerca de 27% da massa terrestre e é considerado um dos principais constituintes dos argilo-minerais no processo de formação dos solos. O Si pode afetar de forma significativa a nutrição das plantas e os solos brasileiros, devido ao alto grau de intemperismo, apresentam em média cerca de 5 a 40% de Si em suas composições (Ma *et al.*, 2001).

Os solos tropicais e sub-tropicais, principalmente os oxídicos, tendem a apresentar baixos teores de Si trocável na solução do solo, podendo ser de 5 a 10 vezes menores que os encontrados em regiões temperadas (Otsubo & Coutinho 2001). Estudos realizados na década de 80 consideram que solos mais jovens, como os Cambissolos, apresentam maiores teores do elemento; já que aqueles mais intemperizados, como os Latossolos apresentam os teores em menores concentrações (TISDALE *et al.*, 1985).

O Si pode estimular o crescimento e a produção vegetal por várias ações, tais como: formação de folhas mais eretas com a consequente diminuição do auto-sombreamento, redução do acamamento, maior rigidez estrutural dos tecidos, proteção contra estresses abióticos (amenizar a toxidez de Fe, Mn, Al e Na), aumento da tolerância ao estresse hídrico e proteção contra estresses bióticos (redução ao ataque de doenças e pragas) (EPSTEIN, 2005).

Este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência de três extratores de Si (Água, CaCl<sub>2</sub> e tampão de acetato, pH 4) visando estimar a disponibilidade de Si em solos característicos do estado do Rio de Janeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em laboratório com delineamento inteiramente ao acaso. Foram avaliados três extratores e quatro solos com três repetições.

Os extratores avaliados foram: Água, Cloreto de Cálcio e Solução tampão de acetato, pH 4.

Foram coletados horizonte A dos solos representativos do estado do Rio de Janeiro e preparada a terra seca fina ao ar (TFSA). Os solos foram caracterizados conforme o Manual de Métodos de Análise de Solos (Teixeira *et al.*, 2017) e os resultados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Característica dos solos utilizados.

Perfil	Profundidade (cm)	Composição granulométrica da terra fina (g/kg)				pH	
		Areia Grossa	Areia Fina	Argila total	Argila Natural	Água	KCl 1N
Cambissolo	0-13,5	416	148	240	220	5,7	4,5
Argissolo Vermelho	0-11	408	146	280	240	5,9	4,7
Argissolo Amarelo	0-8	418	158	320	280	5,5	4,4
Planossolo	0-14	466	148	260	220	5,0	4,4

Cerca de 10 g do solo foram pesados e adicionados 100 mL dos extratores. A solução foi agitada horizontalmente a 50 rpm por uma hora e na sequência permaneceu em repouso por 12 horas. Os extratos foram filtrados e alíquotas de 10 mL foram submetidas à determinação do Silício pela formação do complexo Azul de Molibdênio. As leituras foram realizadas por espectrofotometria UV-VIS a 660 nm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi calculada a média e o desvio-padrão da concentração de Silício nos diferentes solos e extratores. De acordo com os resultados, o extrator utilizado influenciou nos resultados de silício disponível nos diferentes tipos de solos. Essa variação se deve à capacidade de extração de cada solução extratora.

A água apresentou uma menor capacidade de extração, conforme visto nas Figuras de 1 a 4, pois ela recupera somente o que está solúvel e não retira o que está ligado às cargas do solo. O cloreto de cálcio e a solução tampão de acetato é mais efetiva na extração do silício que está ligado às cargas do solo.

Algumas características dos solos também influenciam diretamente na extração, principalmente a textura e a mineralogia da fração argila. Sugere-se que no Cambissolo, apresentado na Figura 1, o tampão acetato esteja solubilizando o silício da fração areia, principalmente do quartzo e de minerais mais facilmente intemperizados como a mica presente neste tipo de solo.

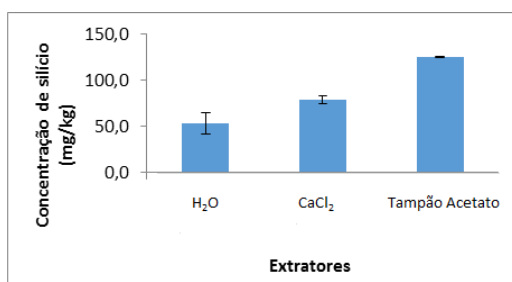


Figura 1. Concentração de Silício no Cambissolo.

Para o Argissolo Vermelho, o tampão acetato pH 4 foi o que extraiu mais silício conforme apresentado na Figura 2, porém pode ser que neste pH ocorra extração do silício da fração areia.

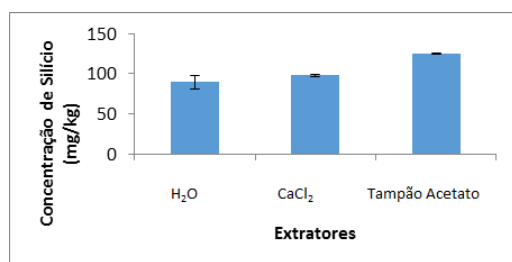


Figura 2. Concentração de Silício no Argissolo Vermelho.

No Argissolo Amarelo (Figura 3) e no Planossolo (Figura 4) o silício está ligado à carga negativa da caulinita e o cálcio que é bivalente apresenta maior capacidade de troca com o silício apresentando assim como o melhor extrator para estes tipos de solo.

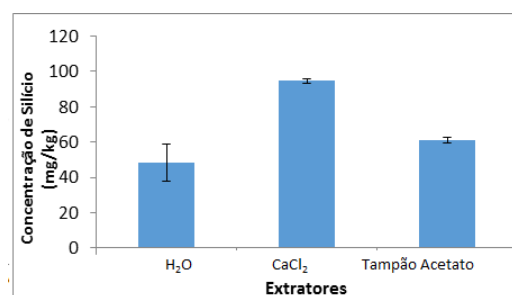


Figura 3. Concentração de Silício no Argissolo Amarelo.



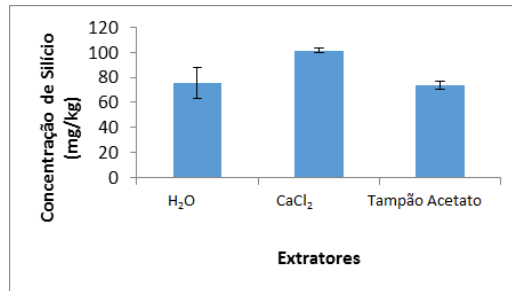


Figura 4. Concentração de Silício no Planossolo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teor de silício disponível varia com o extrator e o extrator mais adequado varia com o tipo de solo. Para o Cambissolo e o Argissolo Vermelho o tampão acetato apresentou-se como o melhor extrator, já para o argissolo amarelo e o planossolo o extrator que apresentou maior eficiência foi o cloreto de cálcio.

A variação do extrator em relação aos tipos de solos está relacionada principalmente com a textura e a mineralogia da fração argila.B

Na avaliação da eficiência há necessidade de comparar o que a planta extrai de silício de cada tipo de solo para validar os extratores e assim indicá-los com maior exatidão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EPSTEIN, E; BLOOM, A.J. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Sunderland: Sinauer Associates, 400 p., 2005.

MA, J.F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon in Agriculture. The Netherland, Elsevier Science, p. 17-39. 2001.

OTSUBO, A. A.; COUTINHO, L. M. Saturação por bases, cálcio e magnésio na produção de massa seca de alfafa (*Medicago sativa* L.). Revista Cerrados, Brasília, DF, v.2, n.1, p. 51-54, 2001.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. 3. Ed. Brasília, DF. Embrapa. 2017.

TISDALE, S.L.; BEATON, J. D.; NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers. 4. Ed. New York: Mac Millan, 1985. 754p.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA TEMPERATURA DO AR EM DIFERENTES BAIRROS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

Daniela Paes da Rocha<sup>1</sup>, Henderson Silva Wanderley<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Florestal, mestranda em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, RJ, daniufrrj@gmail.com

<sup>2</sup> Meteorologista, doutor em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, henderson@ufrj.com

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

As Florestas urbanas são responsáveis por diversos serviços ecossistêmicos que afetam diretamente na qualidade de vida das cidades. O presente estudo teve por objetivo avaliar a temperatura do ar de em diferentes estações meteorológicas no município do Rio de Janeiro. Foram analisadas oito estações meteorológicas, sendo sete da fundação GEO- Rio: Irajá, Riocentro, São Cristóvão, Santa Cruz, Jardim Botânico, Alto da Boa Vista, Guaratiba e uma estação localizada dentro do Parque Nacional da Tijuca- PNT. As análises foram estruturadas no período de 02 de janeiro de 2017 a 31 de janeiro 2017 e os dados foram processados no Xlstat, para cálculo de média, variância, desvio padrão e correlação. Os resultados encontrados demonstram que a floresta natural apresenta menor amplitude térmica quando comparada à outras tipologias de uso do solo. As estação do Alto da Boa Vista apresentou maior amplitude, que os bairros da zona oeste, áreas que possuem elevado índice de área verde, no entanto, sofrem com ações antrópicas, o que permite admitir que áreas degradadas podem trazer prejuízos ainda maiores para o microclima urbano. Portanto, o fomento à áreas verdes e o combate à degradação dessas áreas são um importante instrumento para mitigar o efeitos das variações microclimáticas na cidade do Rio de Janeiro, de forma a proporcionar melhor qualidade de vida e conforto térmico em todas as regiões do município.

**Palavras-chave:** microclima, floresta urbana, amplitude térmica

## **EVALUATION OF THE VARIABILITY OF THE TEMPERATURE OF THE AIR IN DIFFERENT AREAS IN THE MUNICIPAL DISTRICT OF RIO DE JANEIRO**

### **Abstract**

The urban Forests are responsible for several services ecossistêmicos that affect directly in the quality of life of the cities. The present study had for objective to evaluate the temperature of the air of in different meteorological stations in the municipal district of Rio de Janeiro. Eight meteorological stations were analyzed, being seven of the foundation GEO - Rio: Irajá, Riocentro, São Cristóvão, Santa Cruz, Botanical Garden, Loud of Boa Vista, Guaratiba and a located station inside of the National Park of Tijuca - PNT. The analyses were structured in the period of January 02 from 2017 to 31 of January 2017 and the data were processed in Xlstat, for average calculation, variance, standard deviation and correlation. The found results demonstrate that the natural forest presents smaller thermal width when compared to other typologies of use of the soil. Them station of the High of Boa Vista presented larger width, that the neighborhoods of the area west, areas that possessed high index of green area, however, they suffer with actions antrópicas, the one that allows admit that degraded areas can bring damages still larger for the urban microclima. Therefore, the fomentation to the green area and the combat to the degradation of those areas is an important instrument to mitigate the effects of the variations microclimáticas in the city of Rio de Janeiro, in way the proporcionar better life quality and thermal comfort in all of the areas of the municipal district.

**Keywords:** microclimate, forests, thermal amplitude

## INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal em áreas urbanas são de grande importância pelos serviços ecossistêmicos que desempenham. Dentre estes serviços, destacam-se a melhoria microclimática, a amenização cústica, atuação como filtros de partículas que poluem o ar, proteção do solo e sobrevivência da avifauna (BIONDI, 2008). A presença da vegetação nas cidades é essencial para estrutura e dinâmica da paisagem urbana, pois devido às suas características, melhoram a qualidade de vida da população e condição ambiental das cidades (LIMA, 2011).

A paisagem carioca, apresenta extensos fragmentos da Floresta Atlântica sobre os maciços montanhosos, apesar da forte pressão da metrópole circundante (COELHO NETTO, 2005). Destes fragmentos, destaca-se o Parque Nacional da Tijuca, (PNT), que situa-se na cidade do Rio de Janeiro (22° 25' e 23° 01' S e 43° 12' e 43° 19' W), apresenta relevo montanhoso (80 a 1.021m) e clima tropical de altitude (COELHO NETTO, 2005). A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa (VELOSO; RANGEL, FILHO & LIMA, 1991) com trecho em variados estágios sucessionais e porções degradadas cobertas por diferentes espécies heliófilas. Trata-se, portanto de um ecossistema aonde mudanças vêm sendo historicamente induzidas por alterações e intensificações de uso e ocupação de terras na interface florestal-urbana (COELHO NETTO, 2005).

Essas variações microclimáticas estão fortemente relacionadas ao uso e ocupação do solo, pois a impermeabilização do solo, as construções, a ausência de áreas verdes, o excesso de pavimentação e grande fluxo de veículos e pessoas estão contribuindo para a retenção de calor e redução de umidade do ar, ocasionando uma situação ambiental desconfortável para aqueles que habitam ou circulam nessas áreas (GHENO *et al.*, 2012). Por isso, tornam-se necessários os estudos sobre clima urbano, uma vez que o ser humano sempre está em busca de melhor qualidade de vida e conforto ambiental (CRUZ, 2009).

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar as diferentes temperaturas do ar em distintas estações meteorológicas distribuídas nos bairros do município do Rio de Janeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o município do Rio de Janeiro, abrangendo os seguintes bairros, São Cristóvão, Irajá, Alto da Boa Vista, Jardim Botânico, Santa Cruz, Riocentro, Guaratiba e uma estação foi alocada dentro de uma Unidade de Conservação, o Parque Nacional da Tijuca.

O estudo foi realizado no período da estação verão, no intervalo de 02 de janeiro a 31 de janeiro de 2017, com intervalo de medições de 15 min. Foram coletadas dados de temperaturas de sete estações meteorológicas do sítio eletrônico da Fundação Geo-Rio (Rede Alerta Rio), destacadas na Tabela 1 e uma estação foi instalada dentro da Floresta do Parque Nacional da Tijuca.

*Tabela 1. Localização das estações meteorológicas estudadas no município do Rio de Janeiro*

Nº ordem	Estação	Localização	Cota (m)
1	Floresta (PNT)	22°57'S; -43°17'W	360
2	Alto da Boa Vista	-22°98'S; -43°27'W	355
3	Guaratiba	-23°05'S -43°59'W	0
4	Santa Cruz	-22°44'S -43°44'W	15
5	Riocentro	-22°29'S -43°08'W	0
6	Jardim Botânico	-22°78'S -43°89'W	0
7	São Cristóvão	-22°67'S -43°67'W	25
8	Irajá	-22°94'S -43°94'W	20

Em seguida foram copiadas com o auxílio de planilhas eletrônicas, depois processado no Software *XLStat R*, para obter os dados estatísticos: valores máximos ( $t^{\circ}$  máx) e mínimos de temperatura ( $t^{\circ}$  mín), média, mediana, desvio padrão, variância e correlação. As tipologias de cobertura do solo estudadas foram, floresta natural (PNT) e 7 bairros da cidade do Rio de Janeiro, com destaque para a estação localizada no Alto da Boa Vista muito próxima a estação localizada na floresta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as oito estações estudadas (Tabela 2), houve diferença significativa quando comparadas a variabilidade da temperatura do ar na cidade do Rio de Janeiro. Nota-se que a presença de vegetação, expostas aqui com a tipologia: floresta natural e cidade, caracterizada pelos bairros que se encontram as estações, apresentaram resultados importantes para entender essa variação. A estação da floresta natural e do bairro do Alto da Boa Vista, possuem altitudes próximas, porém sua temperatura média, registra mais de  $2^{\circ}$  graus de diferença, em uma distância pequena entre as estações, aproximadamente 1km. A estação do Jardim Botânico apresentou a maior amplitude térmica  $6,26^{\circ}\text{C}$ , no entanto, sua temperatura média foi inferior a bairros da zona oeste e zona norte, como Santa Cruz, Riocentro, Irajá e São Cristóvão.

*Tabela 2. Estatística dos dados das estações meteorológicas da Fundação GEO-Rio (Sistema Alerta Rio).*

	T° Max	T° Min	Amplitude	Mediana	Média	Variância	Coefficiente de Variação	Desvio Padrão
<b>Floresta Natural</b>	26,55	21,55	5	23,89	23,7	1,8488	0,0574	1,3597
<b>Alto da Boa Vista</b>	28,38	22,68	5,7	25,83	25,85	2,3512	0,0593	1,5334
<b>Guaratiba</b>	30,16	24,61	5,55	27,87	27,87	2,1669	0,0528	1,472
<b>Santa Cruz</b>	31,63	26,19	5,44	29,18	29,12	1,8163	0,0463	1,3477
<b>Jardim Botânico</b>	31,45	25,19	6,26	28,53	28,54	2,1521	0,0514	1,467
<b>São Cristóvão</b>	32,02	26,16	5,86	29,68	29,56	2,6926	0,0555	1,6409
<b>Irajá</b>	31,87	25,98	5,89	29,58	29,45	2,6382	0,05151	1,6242
<b>Riocentro</b>	31,82	26,26	5,56	29,75	29,67	2,3465	0,0516	1,5318

A floresta natural, apresentou a menor amplitude registrada no período, o que já era esperado, e pode ser explicada pela processo de evaporação e interceptação da radiação solar pela copa das árvores, que minimiza os efeitos da variação térmica. No Alto da Boa Vista, essa variação foi maior em aproximadamente  $1^{\circ}$ , ainda maior que a amplitude térmica apresentada por 3 bairros da zona Oeste: Guaratiba, Santa Cruz e Riocentro. Em comparação a outros bairros a amplitude foi muito próxima mesmo que esses bairros apresentem maior amplitude, como é o caso de Irajá, São Cristóvão e Jardim Botânico (Figura 1). Essa variação da temperatura da cidade e da área floresta ocupada é um importante instrumento para compreender os desserviços que se produz ao microclima. Uma floresta degradada pode trazer prejuízos ainda maiores, quando comparada a uma área urbanizada, pois a perda de calor é muito mais rápida, bem como sua absorção.

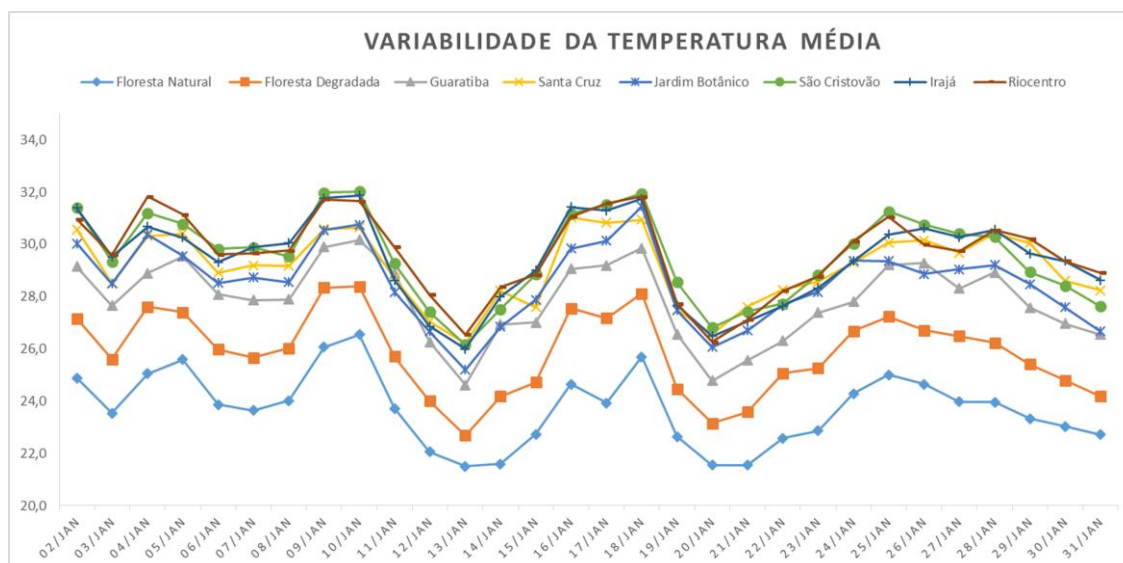


Figura 1. Variação das temperaturas médias das oito estações meteorológicas.

Segundo estudo realizado pelo Instituto Pereira Passos (IPP, 2016), através de imagens de satélites, as áreas mais críticas da cidade do Rio de Janeiro, onde apresentam maiores chances de altas temperaturas foram: Centro, Zona Norte, Zona Oeste e a Baixada de Jacarepaguá. Quando comparamos esses dados aos registrados pelas estações meteorológicas da sistema Alerta Rio é coerente que as maiores temperaturas sejam encontradas nestas áreas. As razões para que essa ocorrência ainda permaneça, pois o dados levantados são de 2017 e do IPP são de 2016, pode ser a falta de uma maior extensão de cobertura vegetal, quando comparada à outras regiões, grande adensamento populacional ou à degradação das áreas verdes dessas regiões.

Outro estudo divulgado pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, em 2017, apresentou os índices de áreas verdes do município, onde revelou que os menores índices de área verde se concentram na zona Norte, regiões que apresentaram uma das maiores amplitudes térmicas Irajá e São Cristóvão. A zona Oeste, no entanto, mesmo com alto índice de área verde, apresentou elevada amplitude térmica e uma das maiores máximas de temperatura, apresentada pela estação metereológica do Riocentro, 31,82 °C. Interessante avaliar que áreas da zona oeste sofreram muitas ações antrópicas com as Olimpíadas de 2016, o que pode sugerir uma intensificação na ocupação dessas áreas, bem como sua degradação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estações estudadas apresentaram grande variabilidade de temperatura, mesmo àquelas próximas, como é o caso da estação na Floresta Natural e do Alto da Boa Vista. Além disso, a mesma estação apresentou amplitude térmica maior do que bairros considerados críticos para altas temperaturas, o que evidencia o grande risco das áreas degradadas para o microclima urbano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Felipe Noronha. Nota Técnica – N ° 37 Índices de Áreas Verdes do Município do Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: < <http://www.data.rio/> > acesso em 18/09/2018.

BIONDI, D. Arborização Urbana: aplicada a educação ambiental nas escolas. Curitiba. 2008.

COELHO NETTO, A. L. A interface florestal-urbana e os desastres naturais relacionados à água no Maciço da Tijuca: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva sócio-ambiental. Revista do Departamento de Geografia, 46-60, 2005.

CRUZ, G.C.F. *Clima Urbano de Ponta Grossa – PR: Uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira*. Tese. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo; São Paulo. 2009.

GHENO, E.L, FRANÇA, M.S. , MAITELLI, S.F., Variações microclimáticas na área urbana de Sinop no final da estação chuvosa. *Revista Educação. Cultura e Scuola* 2012; 2(1): 139-153.

LIMA, E.M. *Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR*. Dissertação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2011.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL FILHO, Antonio Lourença Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves. *Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal*. [s.l.: s.n.], 1991. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81830.pdf> >.





## 4º WORKSHOP DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## INDICAÇÃO DE SOMBREAMENTO ARTIFICIAL PARA O CULTIVO DE CARAPICHEA IPECACUANHA

Lilian Thurler Nogueira<sup>1</sup>, Ramonn D. Barros de Almeida<sup>2</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>3</sup>, Osmar Alves Lameira<sup>4</sup>, Thelma de Barros Machado<sup>5</sup>, Luís Willian Pacheco Arge<sup>6</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói – RJ, lilianthurler@id.uff.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, mestrando em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói – RJ, ramonnbarros@id.uff.br

<sup>3</sup> Agrônomo, Mestre em Meteorologia Agrícola e Doutor em Engenharia Agrícola – UFV, crpereira@vm.uff.br

<sup>4</sup> Agrônomo, Mestre e Doutor em Agronomia – UFRA. Pesquisador Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Laboratório de Biotecnologia, Belém – PA, osmar.lameira@embrapa.br

<sup>5</sup> Farmacêutica, Mestre e Doutora em Química de Produtos Naturais - UFRJ. Professora – UFF, Niterói – RJ, thel34@gmail.com

<sup>6</sup> Curso Superior de Tecnologia em Agropecuária: Fruticultura, Mestre em Fisiologia Vegetal e Doutor em Agronomia - UFPel - RS, Pós-Doutorando Laboratório Nacional de Computação Científica, Laboratório de Bioinformática – Petrópolis – RJ, l.willianpacheco@ya

<sup>7</sup> Bióloga, Mestre e Doutora em Fisiologia Vegetal - UFPel - RS, Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas – UFF, cristinahuther@yahoo.com.br.

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) produz em suas raízes compostos que possuem alto valor econômico para a indústria farmacêutica, a emetina e a cefalina. Com intuito de contornar o processo de extinção que vem ocorrendo com essa espécie, melhores formas de cultivo e reintrodução no habitat natural devem ser encontradas. Para tal, diversos aspectos fisiológicos precisam ser analisados, como por exemplo, a influência da intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento dessa planta. Desta forma, este trabalho tem a finalidade de avaliar como diferentes níveis de sombreamento podem influenciar no crescimento e desenvolvimento da ipeca, em diferentes estações do ano. As plantas foram dispostas em três casas de vegetação com diferentes níveis de sombreamento (50, 70 e 90%), sendo considerado o sombreamento de 70% o controle. Foram realizadas análises de fluorescência transiente da clorofila *a*, de acordo com as estações de 2018 (verão, outono, inverno e primavera). O sombreamento de 90%, para todas as estações do ano, foi o mais adequado para a atividade fotoquímica da fotossíntese. No entanto, o sombreamento de 50% apresentou índice de performance inferior para todas as estações, quando comparados ao controle.

**Palavras-chave:** ipeca, estresse luminoso, fotossíntese, fluorescência transiente da clorofila *a*

## INDICATION OF ARTIFICIAL SHADING FOR THE CULTIVATION OF CARAPICHEA IPECACUANHA

### Abstract

Ipecac (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) produces in its roots compounds that have high economic value for the pharmaceutical industry, emetin and cephalin. In order to circumvent the extinction process that has been occurring with this species, better forms of cultivation and reintroduction in the natural habitat should be found. To this end, several physiological aspects need to be analyzed, for example, the influence of the luminous intensity on the growth and development of this plant. Thus, this study aims to evaluate how different levels of shading can influence the growth and development of ipecac, in different seasons of the year. The plants were arranged in three vegetation houses with different shading levels (50, 70 and 90%), being considered the shading of 70% the control. Transient fluorescence

analysis of chlorophyll *a* was performed, according to the seasons of 2018 (summer, autumn, winter and spring). The shading of 90% for all seasons of the year was the most suitable for photochemical photosynthesis activity. However, the shading of 50% presented lower performance index for all seasons when compared to the control.

**Keywords:** Ipecac, luminous stress, photosynthesis, transient fluorescence of chlorophyll *a*

## INTRODUÇÃO

A diversidade de espécies vegetais conhecida atualmente, permite a constante produção de medicamentos pela indústria farmacêutica a partir de seus compostos. No Brasil existe uma enorme variedade de plantas que são usadas com essa finalidade, sendo a ipeca (*Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson) uma planta pertencente a esse grupo. Ela é caracterizada por ser perene, de pequeno porte e de sub-bosque, apresentando pouca tolerância à altas intensidades de radiação solar (VIEGAS *et al.*, 2014).

A ipeca está presente nos biomas Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Pantanal, principalmente nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, e também em Minas Gerais. Atualmente, ela é caracterizada como espécie vulnerável no país, devido ao extrativismo na natureza que é a principal forma de obtenção para sua comercialização, além do crescente desmatamento de seu habitat natural (GARCIA *et al.*, 2005; MARTINELLI; MORAES, 2013).

Em suas raízes, são produzidos compostos amplamente utilizados pela indústria farmacêutica para o tratamento de diversas enfermidades, como doenças pulmonárias, disenteria, e vermes (LAMEIRA, 2002; AYAZ, 2015; RICARDO *et al.*, 2017). Esses compostos são os metabólitos secundários emetina e cefalina (VIEGAS *et al.*, 2014).

Com intuito de contornar o processo de extinção que vem ocorrendo com essa espécie, melhores formas de cultivo e reintrodução no habitat natural devem ser encontradas. Para tal, diversos aspectos fisiológicos dessa espécie precisam ser analisados, como por exemplo, a influência da intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento dessa planta.

Assim, uma das formas de monitoramento de possíveis fatores estressantes causados à planta, mesmo que ainda não apresente sinais visuais, é a análise da fluorescência da clorofila *a*. Desta forma, este trabalho tem a finalidade de avaliar como diferentes níveis de sombreamento artificial podem influenciar no cultivo ipeca durante as quatro estações do ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Fluminense, Campus Gragoatá. As plantas no início do experimento estavam com três anos, alocadas em vasos de 8 L, contendo solo arenoso, sendo dispostas em três casas de vegetação com diferentes níveis de sombreamento (50, 70 e 90%). O sombreamento de 70% foi considerado o controle, por se tratar ao nível mais próximo em que a espécie encontra em seu habitat natural.

Para as análises de fluorescência transiente da clorofila *a*, essas foram realizadas de acordo com as estações de 2018 (verão, outono, inverno e primavera). Essas análises foram realizadas nos três sombreamentos, em 20 folhas completamente expandidas, não destacadas, previamente adaptadas ao escuro por 30 minutos. Utilizou-se um fluorômetro portátil (Modelo Handy PEA, Hansatech Instruments, King's Lynn, Norfolk, UK) e foram calculados os parâmetros do Teste JIP através da metodologia proposta por STRASSER *et al.*, (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da fluorescência da clorofila *a*, para plantas expostas aos três níveis de sombreamento, 50, 70 e 90%, estão representados na Figura 1. As plantas no sombreamento de 70% foram consideradas como sendo o controle.



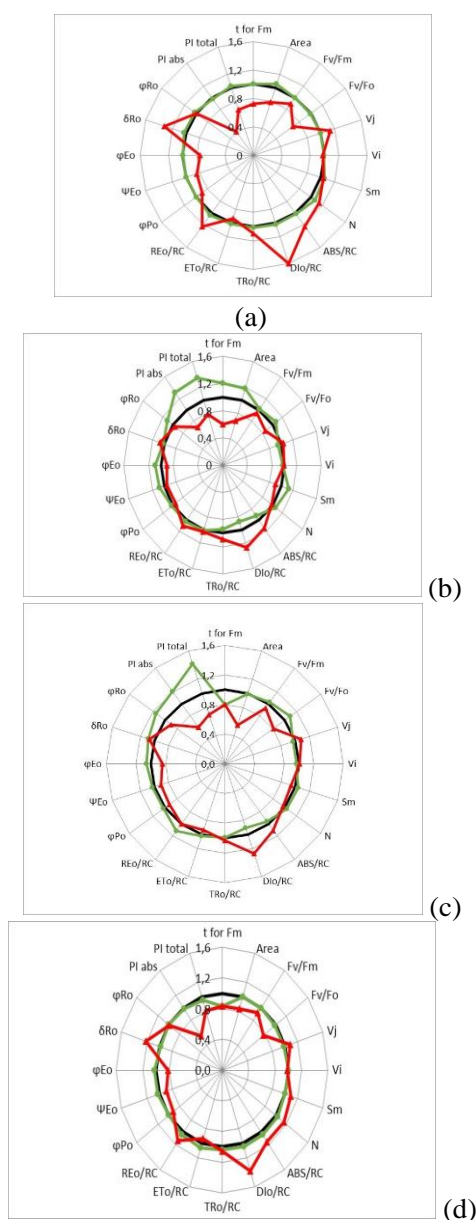


Figura 1. Parâmetros do Teste JIP, em relação ao respectivo controle, obtidos a partir da fluorescência transiente OJIP das clorofilas de plantas de ipeca cultivadas em diferentes sombreamentos, nas estações verão (a), outono (b), inverno (c) e primavera (d), do ano de 2018. Controle (—), nível de sombreamento 50% (-▲-) e 90% (-●-).

As plantas presentes no sombreamento de 50% tiveram diferenças importantes em relação ao controle. Observou-se que a eficiência máxima do fotossistema II (FSII) (Fv/Fm) e o rendimento quântico efetivo de conversão da energia fotoquímica do FSII, representado pelo parâmetro (Fv/Fo), apresentaram valores inferiores ao controle para todas as estações. Outro parâmetro muito influenciado pelo sombreamento de 50% foi o Dio/RC que representa o fluxo de energia dissipada por centro de reação, constatando que grande parte da energia absorvida pela planta estava sendo reemitida na forma de calor, refletindo no parâmetro que demonstra a performance ao longo da cadeia de transporte de elétrons (PItotal).

Entretanto, as plantas no sombreamento de 90%, em todas as estações do ano, obtiveram valores próximos ao controle, muitas vezes superior ao controle, conforme pode-se observar nos parâmetros como o PIabs e o PItotal, que demonstram, respectivamente, o índice de performance na base de absorção do fotossistema II (FSII) e o índice de performance total, medindo a

performance desde os prótons absorvidos pelo FSII até os aceptores de elétrons no fotossistema I (FSI), indicando assim, que esse sombreamento não influenciou no processo fotossintético das plantas de ipeca.

Assim, as plantas no sombreamento de 50% estavam sob estresse luminoso e não estavam realizando o processo fotossintético de forma adequada, principalmente no verão e primavera. O fato de a maior incidência solar ocorrer nesse sombreamento, pode justificar a perda de eficiência e performance inferior das ipecas que estão alocadas nessa casa de vegetação, tendo em vista que pode ser um excesso de luminosidade para essa espécie.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas apresentam melhor desempenho fotoquímico em sombreamento de 90%, em todas as estações do ano, sendo este nível de sombreamento o mais indicado para o cultivo de ipeca em comparação às plantas com o sombreamento de 50%, nas quais apresentam baixo índice de performance fotossintética.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayaz, M. M. 2015. Effect of Natural Treatments Ipechahcuana 6 and Spongia 6 on COPD in Human Patients. *J Pulm Respir Med*, Volume: 5.

Garcia, R. M. A., L. O. de Oliveira, M. A. Moreira and W. S. Barros. 2004. Variation in emetine and cephaeline contents in roots of wild Ipecac (*Psychotria ipecacuanha*). *Biochemical Systematics and Ecology*. Volume: 33. 233-243.

Lameira, O. A. 2002. Cultivo da Ipecacuanha [*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes]. *Embrapa Amazônia Oriental*.

Martinelli, G. and M. A. Moraes. 2013. *Livro vermelho da flora do Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Ricardo, L. M., J. de Paula-Souza, A. Andrade, and M. G. L. Brandão. 2017. Plants from the Brazilian Traditional Medicine: species from the books of the Polish physician Piotr Czerniewicz (Pedro Luiz Napoleão Chernoviz, 1812–1881). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Volume: 27 (3), 388–400.

Strasser, B. J., R. J. Strasser. 1995. *Measuring fast fluorescence transients to address environmental question: The JIP test*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

Viegas, I. D. J. M., J. R. Galvão, M. L. D. S. Junior, N. C. Melo and M. S. de Oliveira. 2014. Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiência nutricional em ipeca. *Revista caatinga*, Volume: 27 (1), 141–147.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **LEVANTAMENTO DE ÁREA PARA AVALIAÇÃO DO COMPONENTE SANEAMENTO NA BACIA DO RIO GUANDU COMO SUBSÍDIO AOS PSAS HÍDRICOS**

Gustavo Cretton Souza<sup>1</sup>, Dirlane de Fátima do Carmo<sup>2</sup>, Rachel Bardy Prado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, gustavocretton@id.uff.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Hidráulica e Saneamento, Professora Associado I – UFF, Niterói-RJ, dirlanefc@gmail.com

<sup>3</sup> Bióloga, Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental - UFSCar, São Carlos -SP, Pesquisadora Nível A – Embrapa Solos-RJ, rachel.prado@embrapa.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Há uma crescente preocupação com a disponibilidade de água potável e o Pagamento por Serviços Ambientais hídricos (PSA) é uma ferramenta de gestão que vem sendo utilizada apresentando resultados relevantes. Entretanto, ações de saneamento básico ainda são incipientes nos PSA hídricos. Considerando que as zonas rurais, onde se localizam a maioria das nascentes, sofrem com a falta de infraestrutura e monitoramento do lançamento de fontes poluentes, o uso de tratamento descentralizado é uma alternativa de baixo custo que poderia estar inserida nos PSA hídricos, mas que precisaria ser validada. A modelagem matemática pode ser utilizada para criar cenários que demonstrem a viabilidade do uso de sistemas descentralizados como as fossas sépticas para o tratamento de esgoto em pequenos municípios. Assim, para avaliar o potencial de inserção do componente saneamento nos projetos de PSA Hídrico, foi proposta neste trabalho a identificação de uma área que permitisse essa avaliação. Foram utilizados como critérios para a definição desta área: estar em bacia em que o PSA é aplicado, ter relevância para o abastecimento público, ter influência do esgoto rural na qualidade das águas e apresentar dados que permitissem a aplicação da modelagem. Assim, verificou-se que o distrito de Lídice no município Rio Claro, bacia do rio Guandu, estado do Rio de Janeiro, atende a todos os critérios, tendo sido selecionado um trecho do rio Piraí a ser modelado no software QUAL-UFGM futuramente. Com estes resultados, espera-se subsidiar a tomada de decisão quanto à inserção do componente saneamento nos PSAs hídricos.

**Palavras-chave:** Fossa séptica; Gestão; Pagamento por serviços ambientais.

## **AREA SURVEY TO EVALUATE THE SANITATION COMPONENT IN THE GUANDU RIVER BASIN AS A SUBSIDY TO THE WATER PESS**

### **Abstract**

There has been increasing concern about the availability of drinking water and the Payment for hydrological environmental services – hydrological (PES) is a management tool that has been used with relevant results. However, basic sanitation actions are still incipient in hydrological PES. Considering that the rural areas, where most of the headwater are located, suffer from the lack of infrastructure and monitoring of pollution sources, the use of decentralized treatment which is a low-cost alternative may be inserted in hydrological PES, but has to be validated. Mathematical Modeling can be used to create scenarios that demonstrate the feasibility of using decentralized systems such as septic tanks to treat sewage in small municipalities. Thus, to evaluate the potential of the sanitation component insertion in the PES projects, it was proposed in this work the identification of an area that would allow the evaluation. The following criteria were used to define this area: be located in a basin where the PES is applied, be relevant for the public supply, have influence of the rural sewage in the water quality, and present data allowing modeling application. Thus, it was verified that the district of Lídice in the municipality of Rio Claro, Rio Guandu basin, RJ, meets all the criteria and

section of Piraí River was selected to be modeled in QUAL-UFMG software in the future. With these results, it is hoped to subsidize the decision making regarding the insertion of the sanitation component in the water PESs.

**Keywords:** Septic tanks, Management, Payment for Environmental Services.

## INTRODUÇÃO

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um mecanismo que pode ser utilizado para estimular a conservação e a manutenção de fontes de recursos naturais, promovendo o pagamento ao responsável por áreas de provisão, estabelecendo o princípio do provedor-recebedor (PAGIOLA et al., 2013). O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) com foco na água, o PSA hídrico, têm obtido êxito na proteção de mananciais em todo mundo.

Neste sentido, um dos caminhos para manter ou alcançar a qualidade de corpos hídricos é o incentivo ao saneamento rural como um exemplo de serviço ambiental de regulação a ser considerado no Pagamento por Serviços Ambientais. Entretanto, para viabilizar essa alternativa, é importante a avaliação e validação de técnicas de tratamento de baixo custo e facilidade de implantação, como é o caso das Fossas Sépticas, as quais segundo Otenio et al. (2014), são um instrumento de saúde pública.

Visando verificar o alcance do uso de fossas sépticas em corpos hídricos, uma ferramenta que pode ser utilizada para simular diferentes cenários é a modelagem matemática da qualidade da água, sendo possível considerar as características do corpo hídrico de interesse, bem como fontes pontuais e difusas de poluição (REIS, 2009). Para isso deve ser escolhido o modelo que representará melhor as condições da área de estudo.

Este trabalho faz parte de um projeto maior que visa avaliar o potencial de inserção do componente saneamento nos projetos de PSA Hídrico e tem por objetivo definir uma área que permita essa avaliação.

## MATERIAL E MÉTODOS

A seleção da área foi feita seguindo os seguintes critérios: 1) ser de relevância para o abastecimento humano; 2) pertencer a uma bacia em que fosse aplicado o PSA hídrico e que estivesse localizada no estado do Rio de Janeiro; 3) possuir dados necessários para aplicação de modelagem matemática considerando a qualidade das águas com enfoque em água residuária, que são: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5), Nitrogênio Orgânico, Amônia, Nitrato, Nitrito, Fósforo Orgânico, Fósforo Total e Coliformes Termotolerantes; 4) não apresentar sistema de tratamento de esgotos sanitários adequado e, 5) considerar a proximidade de áreas rurais potencialmente impactantes para a qualidade da água dos corpos hídricos

Para isso foram consultadas base de dados disponibilizada pelo Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (INEA), relatórios de bacias, análise de imagens no Google Earth e Plano Municipal de Saneamento Básico da área potencial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o levantamento realizado, tendo em vista os critérios apresentados, foi escolhida a bacia do rio Guandu como unidade de estudo visto que é o maior manancial de abastecimento público de água do estado do Rio de Janeiro, abrigando um dos mais antigos Programas de Serviços Ambientais do estado e apresentando vulnerabilidade ambiental em virtude da degradação pela expansão urbana.

A proposta inicial era de que o estudo fosse realizado na microbacia do Alto do Piraí, a qual abrange uma área de 273 km<sup>2</sup> (TECNOGEO, 2015) e está localizada na Região Hidrográfica II

Guandu, inserida no município de Rio Claro, no Rio de Janeiro. O município de Rio Claro é constituído pelos distritos de Rio Claro (sede), Getulândia, Passa Três, São João Marcos e Lídice (IBGE, 2017). Entretanto, os demais critérios também deveriam ser atendidos.

Verificou-se então que o distrito de Lídice possuía pontos amostrais com os dados necessários para a modelagem, tendo sido obtidos a partir do monitoramento da qualidade da água executado pela *Sea Projects*, no período de janeiro a dezembro de 2016, disponibilizados pelo Comitê da Bacia Hidrográfica Guandu por meio da plataforma SIGA-GUANDU (TECNOGEO, 2015). Há disponíveis as concentrações de OD (3,68 a 9,92 mg/L), DBO5 (0,5 a 13,58 mg/L), Nitrogênio total (0,3 a 32,2 mg/L), Nitrogênio amoniacal (0,01 a 1,10 mg/L), Nitrato (0,01 a 0,51 mg/L), Fósforo total (0,01 a 0,063), Fósforo total solúvel (<0,02 mg/L) e de Coliformes Termotolerantes (1 a 16.000 NMP/100mL).

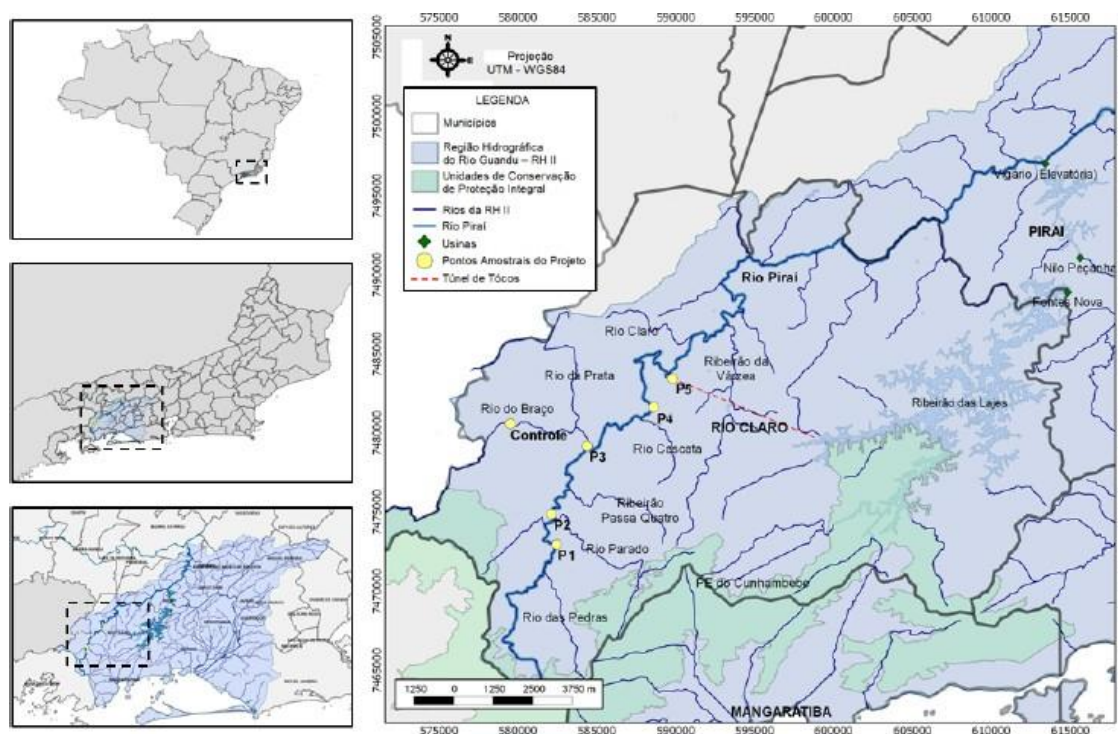


Figura 1 - Mapa com a distribuição dos pontos amostrais ao longo do Rio Pirai.

Fonte: SEA PROJECTS, 2013.

Outro critério atendido pelo distrito de Lídice é a deficiência no tratamento de esgotos sanitários. O sistema da rede coletora no distrito de Lídice é combinado, ou seja, o esgoto é lançado na rede pluvial. Não há um cadastro que identifique a quantidade de ligações de esgoto na rede coletora, mas estima-se que seja de 25%, sendo que o efluente coletado pela rede é direcionado para o Rio Parado, afluente do Rio Pirai (VALLENGE, 2014). Portanto, a maior parte do esgoto sanitário não é coletado, sendo uma parte tratada em sistemas de fossa filtro e fossa simples e a maioria lançada *in natura* nos cursos d'água próximos aos locais de sua geração (VALLENGE, 2014).

E finalmente, atendendo ao último critério, foi verificado que o distrito possui áreas rurais que contribuem com o lançamento de despejos e conseqüente impacto nos corpos hídricos, já que a maior parte do efluente sanitário do município não é tratado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área do distrito de Lídice atendeu a todos os critérios e está apta para a aplicação do modelo Qual-UFGM visando a geração de cenários para análise do potencial de inserção do componente saneamento no PSA hídrico, tendo como enfoque o uso de fossas sépticas.

As próximas etapas então serão o mapeamento das principais fontes de poluição pontuais, visando estimar a carga para determinar a eficiência possível esperada para a remoção da carga orgânica pelas fossas sépticas, como ferramentas de saneamento de baixo custo para áreas rurais. Assim, espera-se gerar cenários a fim de subsidiar a tomada de decisão quanto à inserção do componente saneamento nos PSAs hídricos, fazendo a comparação de diferentes alternativas quanto à eficiência e custo, podendo ser replicado para outras áreas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2017. Rio Claro. Disponível em: . Acesso em: 07 jul. 2018.

Otenio, M. H.; Souza, F. de F. C. de; Ligório, P. P. L.; Fazza, E.; Soares, G.; Bernardo, W. F.; Magalhaes, V. M. A. de. *Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa*. Brasília: Embrapa, 2014.

Pagiola, S.; Von Glehn, H. C.; Taffarello, D. *Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil*. São Paulo: SMA/CBRN, 2013.

Reis, J. S. A. dos; *Modelagem matemática da qualidade de água para o Alto Rio das Velhas/ MG*, 2009. 182p. Dissertação Mestrado - Universidade Federal de Ouro Preto. Mestrado em Engenharia Ambiental.

SEA Projects. *Monitoramento da Qualidade da Água do Rio Pirai à Montante de Tócos, na Região Hidrográfica II - Guandu, em Conformidade com o Plano da Bacia*. Diagnóstico e Soluções Hierarquizadas. Relatório Consolidado. Novembro 2011 a Outubro de 2012. Relatório SP 400/2013, rev. 01. Seropédica, 2013.

Tecnogeo Informática Ltda. *Produtor de Água e Floresta no Município de Rio Claro – RJ e Ampliação do Programa aos Municípios da Área de Abrangência do Comitê Guandu*. Diagnóstico das Microbacias do Alto e Médio Curso do Rio Pirai e Ribeirão das Lajes. Rio de Janeiro, 2015.

Vallenge Consultoria, Projetos e Obras Ltda. *Plano Municipal de Saneamento Básico: Rio Claro - RJ*. Rio Claro, 2014.





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **DESENVOLVIMENTO DA BRACHIARIA DECUMBENS EM RESPOSTA À LÂMINAS CRESCENTES DE ÁGUA DE CAVAS DE EXTRAÇÃO DE AREIA DO DISTRITO AREEIRO SEROPÉDICA-ITAGUAÍ**

Fernanda Figueiredo Granja Dorilêo Leite<sup>1</sup>, Guilherme Kangussu Donagemma<sup>2</sup>, Fabiano de Carvalho Balieiro<sup>2</sup>, Ademir Fontana<sup>2</sup>, Raquel Andrade Donagemma<sup>3</sup>, Leonardo Duarte Batista da Silva<sup>4</sup>, Ana Carolina Barbosa do Canto<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ

<sup>2</sup> Pesquisador, Dr., Embrapa Solos, Rio de Janeiro - RJ

<sup>3</sup> Profa. Dra., Instituto de Química - UFF, Niterói - RJ

<sup>4</sup> Prof. Dr., Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica- RJ

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFF, Niterói - RJ

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Lagoas ácidas formadas pela extração de areia ocupam extensas áreas, assim constituem um passivo ambiental, podendo comprometer as águas subterrâneas. Buscou-se avaliar o efeito de lâminas de irrigação com água das lagoas de mineração de areia de Seropédica, no crescimento e desenvolvimento da gramínea *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk. Para tanto, foi montado um experimento com colunas de lixiviação confeccionadas com tubos de PVC de 150 mm, preenchidas com 50 cm do solo (classe Planossolo) do entorno do Distrito Areeiro, corrigido com adubo e calcário. Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 7 tratamentos, lâminas diárias de irrigação (5 mm com água da torneira, 5 mm com solo sem correção, 5 mm, 7 mm, 9 mm, 11 mm, e 13 mm com água dos areais), e 4 repetições, totalizando 28 unidades experimentais. Foram medidos a altura, matéria seca e fresca da parte aérea e radicular das plantas semeadas nas colunas de cada tratamento. O efeito das lâminas da água das lagoas nas variáveis medidas foram avaliados por meio de regressão, e foi verificada uma forte relação entre elas ( $R^2 > 86\%$ ). A lâmina de 7 mm foi a que apresentou maior altura, massa fresca e seca, e as lâminas acima disso reduziram estes parâmetros, mostrando que a acidez e a concentração dos elementos contidos nesta água reduzem o desenvolvimento das plantas. A água da lagoa ácida da extração de areia pode ser aplicada até a lâmina de 7 mm para o *Brachiaria decumbens*, sem comprometimento do desenvolvimento da planta.

**Palavras-chave:** mineração de areia; água residuária; destinação final; pastagem.

## **DEVELOPMENT OF BRACHIARIA DECUMBENS IN RESPONSE TO BLADES OF WATER FROM SAND EXTRACTION LAGOONS OF THE SAND DISTRICT SEROPÉDICA-ITAGUAÍ**

### **Abstract**

Acidic lagoons formed by the extraction of sand occupy extensive areas, thus constitute an environmental liability, which may compromise groundwater. The objective of this study was to evaluate the effect of irrigation slides with water from Seropédica sand mining lagoons on the growth and development of the grass *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk. For this, an experiment was set up with leach columns made with PVC pipes of 150 mm, filled with 50 cm of the soil (class Planossolo), corrected with fertilizer and limestone. It was used a completely randomized design (DIC)

with 7 treatments, daily irrigation slides (5 mm with tap water, 5 mm with soil without correction, 5 mm, 7 mm, 9 mm, 11 mm and 13 mm with water of the sandstones), and 4 replicates, totaling 28 experimental units. The height, dry and fresh matter of the shoot and root of the plants sown in the columns of each treatment were measured. The effect of the water slides of the ponds on the measured variables was evaluated through regression, and a strong relation between them ( $R^2 > 86\%$ ) was verified. The 7 mm blade presented the highest height, fresh and dry mass, and the blades above reduced these parameters, showing that the acidity and the concentration of the elements contained in this water reduce the development of the plants. Acid lagoon water from the sand extraction can be applied up to the 7 mm blade to the *Brachiaria decumbens*, without compromising the development of the plant.

**Keywords:** sand mining; wastewater; final destination; pasture.

## INTRODUÇÃO

A mineração é uma atividade essencialmente causadora de impactos ambientais adversos, por isso é necessário a implantação de medidas mitigadoras capazes de reduzir ao mínimo os impactos negativos gerados pela mineração ao ambiente em cada fase do empreendimento. Portanto ao final da lavra é necessário dar um correto destino ao resíduo gerado pela atividade minerária (NOBRE FILHO et al., 2011).

A região de Seropédica-RJ é conhecida por ser um polo areeiro, e possui mais de 80 cavas de extração de areia em atividade, que podem atingir mais de 30 metros de profundidade. A área total ocupada pelas cavas é de 40 km<sup>2</sup>, e o volume calculado para as todas as cavas seria de aproximadamente 540 km<sup>3</sup> (MARQUES et al., 2012). O processo da atividade de extração de areia desencadeia mudanças na química da água das cavas, pois promove a redução do pH e solubilização de elementos como Al, Fe, Mn, SO<sub>4</sub> e Na, Si com conseqüente aumento de sua condutividade elétrica (CE) (TUBBS et al., 2011).

Além da possibilidade das águas das cavas comprometer as águas subterrâneas, elas não possuem nenhum uso efetivo para a sociedade, representando um resíduo (passivo ambiental) que precisa de uma destinação final correta. A utilização desta água para irrigação de pastagens pode fornecer um recurso hídrico extra para épocas de escassez para as plantas, tornando-se útil para a população. Portanto, este trabalho avaliou o efeito de lâminas de irrigação com água das lagoas de mineração de areia no crescimento e desenvolvimento da gramínea *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de colunas foi conduzido na casa de vegetação localizada na Universidade Federal Fluminense, campus do Gragoatá, na cidade de Niterói – RJ. Utilizou-se amostra superficial (0-20 cm) de um Planossolo Háptico de textura areia, da região de Seropédica-RJ. A água de reuso utilizada para irrigação do experimento foi coletada na lagoa do Areal Nova União de Seropédica LTDA, localizada na cidade de Seropédica. O experimento foi montado com tubos de PVC de 150 mm, que ficavam suspensos e apoiados em um suporte de madeira que estava a 30 cm do chão, onde a cultura *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk era irrigada com a água do areal (Figura 1). As colunas tinham 55 cm de altura e foram preenchidas com solo até 5 cm da borda superior, onde os 20 cm superiores da coluna o solo recebeu calcário e adubo, e os 30 cm restantes o solo não foi corrigido. Foram definidos 7 tratamentos, onde 5 deles diferiram-se por volumes diários crescentes de irrigação com água das cavas (5 mm, 7 mm, 9 mm, 11 mm, e 13 mm) e 2 tratamentos-controles utilizando água da torneira com lâmina diária de 5 mm (lâmina padrão para irrigação de pastagem). Cada tratamento conteve quatro repetições, com um delineamento inteiramente ao acaso. O experimento durou 6 semanas (45 dias) e ao fim do experimento obteve-se a altura, massa fresca e seca das plantas. O efeito das lâminas da água das lagoas na altura, massa fresca e seca da parte aérea e raízes das plantas foram avaliados por meio de regressão.





Figura 1: Colunas de PVC suspensas à 30 cm do chão, cultivadas com *Brachiaria decumbens*.

A água das cavas usadas para irrigação das colunas apresentou a composição química descrita na Tabela 1. Foram analisados  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , e  $\text{Mn}$  por Espectrometria de emissão atômica (ICP-OES). Os elementos  $\text{K}^{+}$  e  $\text{Na}^{+}$  por espectrofotometria de chama. A determinação do P ocorreu por espectrofotometria (colorimetria). O pH e CE foram lidos em Phmetro e condutivímetro de leitura direta respectivamente. Os íons  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  foram determinados pelo método de Injeção de Fluxo Contínuo (FIA). O Sulfato foi analisado por espectrofotometria, método turbidimétrico.

Tabela 1: Composição química da água aplicada na irrigação do experimento

$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{K}^{+}$	$\text{Na}^{+}$	P	pH	CE
mg L <sup>-1</sup>											mS cm <sup>-1</sup>
*	0,676	6,95	4,24	*	*	2,39	3,8	27	*	4,4	0,87

\* Abaixo do limite de detecção do método

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas variou de 53,75 a 73,75 cm, sendo maiores que 60,50 cm nos tratamentos de 5 a 9 mm e do controle (Figura 2). A massa fresca entre 14,69 a 37,42 g e maiores que 24,47 g para 5 a 7 mm e para o controle (Figura 3) e, seguindo mesmo padrão para a massa seca, porém com valores 1,91 a 5,18 g e maiores que 3,14 g (Figura 4).

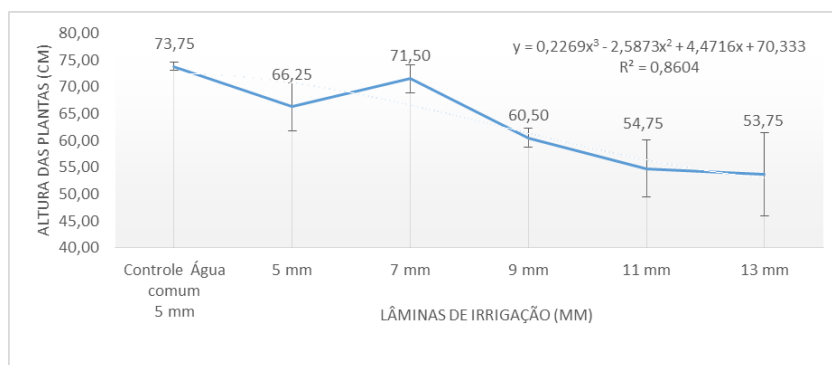


Figura 2: Médias e erro padrão das alturas das plantas em resposta às lâminas de irrigação.

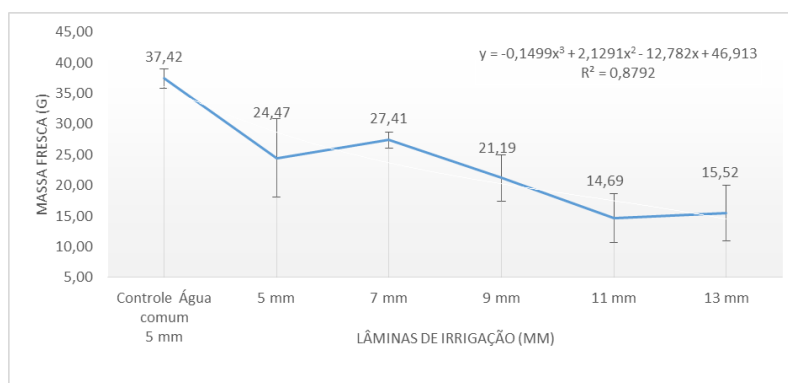


Figura 3: Média e erro padrão da massa fresca da parte aérea em resposta às lâminas de irrigação

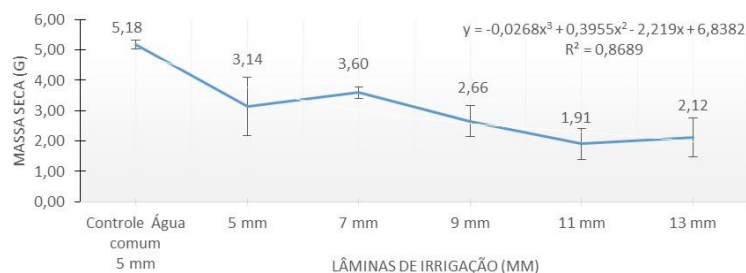


Figura 4: Média e erro padrão da massa seca da parte aérea em resposta às lâminas de irrigação.

Analisando as figuras 2, 3 e 4, observa-se que o tratamento-controle que recebeu água comum foi o que obteve a maior altura, massa fresca e seca, e entre os tratamentos que receberam água do areal foi a lâmina de 7 mm que obteve os maiores valores destas variáveis, tendo apresentado um comportamento polinomial cúbico para todas. Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das regressões foram superiores a 86%, portanto constata-se uma forte relação entre as variáveis medidas e as lâminas de irrigação, visto que o modelo descreve um fenômeno ambiental. Com os resultados da concentração dos elementos na água das cavas é possível estimar a quantidade diária de elementos que foram adicionados no solo. Com a aplicação da maior lâmina (13 mm), ocorreu a adição diária de 6,21 mg de  $\text{Na}^+$  e 0,155 mg de  $\text{Mn}^{2+}$  no solo. Este fato juntamente com a acidez elevada da água podem ter levado à redução do desenvolvimento das plantas com a aplicação de lâminas de irrigação mais elevadas. O desequilíbrio nutricional e o excesso de íons tóxicos podem levar a uma redução na capacidade de crescimento das plantas (YASMEEN et al., 2014). Recomenda-se a realização de estudos à longo prazo para verificar se o aumento de Na trocável poderá afetar as características físicas do solo (SILVA et al., 2011).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A altura e a matéria seca e fresca da *Brachiaria decumbens* cultivar Basilisk foi influenciada pela aplicação da água da lagoa de extração de areia de Seropédica-RJ, sendo a lâmina de 7 mm diários a que proporcionou maior desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NOBRE FILHO, P. A.; SABADIA, J. A. B.; DUARTE, C. R.; MAGINI, C.; NOGUEIRA NETO, J. DE A.; SILVA FILHO, W. F. Sustentabilidade ambiental da extração de áridos: A lavra de areia no canal ativo do rio Canindé - Paramoti - Ceará. **Revista de Geologia**, v. 24, n. 2, p. 126–135, 2011.
- MARQUES, E. D., TUBBS D., GOMES O.V.O., SILVA-FILHO E.V. Influence of acid sand pit lakes in surrounding groundwater chemistry, Sepetiba sedimentary basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 112, p. 306–321, 2012.
- SILVA, G. B.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; BEBÉ, F. V.; SILVA, E. F. F. Efeito da aplicação de água residuária da lavagem dos frutos de café sobre as propriedades químicas do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 1, p. 158–166, 2011.
- TUBBS, D.; MARQUES, E. Impacto da mineração de areia sobre a química das águas subterrâneas, distrito areeiro da Piranema, municípios de Itaguaí e Seropédica, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 41, n. 3, p. 472–485, 2011.
- YASMEEN, T.; ALI, Q.; ISLAM, F.; NOMAN, A.; AKRAM, M. S.; JAVED, M. T. Biologically treated wastewater fertigation induced growth and yield enhancement effects in *Vigna radiata* L. **Agricultural Water Management**, v. 146, p. 124–130, 2014.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **IMPACTOS DO ENFRAQUECIMENTO DO TRANSPORTE DE CALOR DA CIRCULAÇÃO TERMOHALINA GLOBAL NA TEMPERATURA MÉDIA ANUAL DO BRASIL**

Tamiris Xavier Amorim<sup>1</sup>, Mônica Carneiro Alves Senna<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cientista Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, tamiris\_xavier@id.uff.br

<sup>2</sup> Prof.ª Dra. em Meteorologia Agrícola, Departamento de Análise Geoambiental, UFF, Niterói-RJ, monicasenna@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A Circulação Termohalina Global (CTG) é um importante mecanismo de transporte de águas oceânicas que funciona em função da diferença de densidade da água do mar, influenciada pelas propriedades físicas de temperatura e salinidade, integrando os oceanos através de correntes superficiais e profundas. Assim, os oceanos são responsáveis pelo armazenamento e distribuição de grande parte do calor da Terra, desempenhando a função de regulador do clima do planeta, sendo a CTG um importante mecanismo de redução das diferenças de temperatura dos Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, redistribuindo o calor entre os Hemisférios Norte e Sul. As mudanças climáticas ocorridas no Antropoceno podem contribuir de forma significativa para o colapso da CTG, tornando os oceanos vulneráveis às variações de temperatura e salinidade. Este estudo avaliou os efeitos de longo prazo do enfraquecimento do transporte de calor da CTG sobre a temperatura média anual do Brasil, através do CCM3-IBIS, um modelo climático global acoplado a um modelo de vegetação dinâmica. Com esta finalidade foram simulados dois cenários distintos, um considerando a Temperatura de Superfície do Mar (TSM) fixa de acordo com a média dos anos 1990 e o outro considerando a TSM fixa de acordo com a anomalia obtida por Manabe e Stouffer (2000). Os resultados produzidos mostraram a predominância de anomalias negativas de temperatura média anual do ar ocorridas principalmente sobre as Regiões Norte e Nordeste, além de pontos isolados de anomalias positivas em todas as Regiões do país, devido ao enfraquecimento do transporte de calor da CTG.

**Palavras-chave:** Modelagem, mudanças climáticas, CCM3-IBIS

## **IMPACTS OF HEAT TRANSPORTATION OF HEAT TRANSPORTATION OF GLOBAL THERMOHALINE CIRCULATION AT THE AVERAGE ANNUAL TEMPERATURE OF BRAZIL**

### **Abstract**

The Global Thermohaline Circulation (THC) is an important ocean water transport mechanism that works in function of the sea density difference, influenced by the physical properties of temperature and salinity, integrating the oceans through deep and superficial currents. Thus, the oceans are responsible for storing and distributing much of the Earth's heat, playing the role of regulator of the planet's climate, THC being an important mechanism for reducing temperature differences in the Atlantic, Pacific and Indian Oceans, redistributing the between the Northern and Southern Hemispheres. Climatic changes in the Anthropocene can contribute significantly to the collapse of the THC, making the oceans vulnerable to temperature and salinity variations. This study evaluated the long-term effects of the weakening of THC heat transport on the annual mean temperature of Brazil, through CCM3-IBIS, a global climate model coupled with a dynamic vegetation model. For this purpose, two distinct scenarios were simulated, one considering the Sea Surface

Temperature (SST) fixed according to the average of the 1990s and the other considering the fixed SST according to the anomaly obtained by Manabe and Stouffer (2000). The results showed the predominance of negative anomalies of annual average air temperature mainly in the North and Northeast Regions, as well as isolated points of positive anomalies in all Regions of the country, due to the weakening of heat transport from THC.

**Keywords:** Modeling, climate change, CCM3-IBIS

## INTRODUÇÃO

A Circulação Termohalina Global (CTG) é um importante mecanismo de transporte de águas oceânicas que funciona em função da diferença de densidade da água do mar, sendo esta caracterizada pelas propriedades físicas de temperatura e salinidade (MACHADO, 2009), integrando os oceanos através de correntes superficiais e profundas.

As águas quentes e salinas do Oceano Atlântico fluem em direção norte fornecendo calor para a atmosfera até chegarem à região da Groenlândia, Islândia e Noruega, onde perdem calor e devido à variação de densidade, submergem para regiões oceânicas mais profundas e seguem para o sul misturando-se com outra massa de água profunda produzida na Antártica. Essas massas avançam em profundidade para os Oceanos Índico e Pacífico e, nesse percurso aquecem novamente, retornando a superfície nas regiões norte dos Oceanos Índico e Pacífico (MACHADO, 2009).

Assim, os oceanos são responsáveis pelo armazenamento e distribuição de grande parte do calor da Terra, desempenhando a função de regulador do clima do planeta, sendo a CTG um importante mecanismo de redução das diferenças de temperatura dos Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, redistribuindo o calor entre os Hemisférios Norte e Sul (PEREIRA, 2011).

Este estudo teve como objetivo principal avaliar os efeitos de longo prazo do enfraquecimento do transporte de calor realizado pela CTG sobre a temperatura média anual do Brasil, através de um experimento numérico com o Community Climate Model, version 3 – Integrated Biosphere Simulator (CCM3-IBIS), um modelo climático global acoplado a um modelo de vegetação dinâmica.

## MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida através do modelo climático CCM3-IBIS, que funciona com dois modelos acoplados. O CCM3 é um modelo de circulação geral da atmosfera que simula a física em grande escala (transferência radiativa, ciclo hidrológico, desenvolvimento de nuvens, termodinâmica) e a dinâmica da atmosfera (SENNA et al., 2009).

Já o IBIS é um modelo da vegetação global que abrange processos dinâmicos da biosfera terrestre. Representa processos biofísicos, fisiológicos e ecológicos da vegetação e do solo, simulando as trocas de energia, água, carbono e momentum no sistema solo-vegetação-atmosfera, considerando assim, as mudanças na estrutura e composição da vegetação, causadas pelas condições ambientais (SENNA et al., 2009).

Os dois sistemas acoplados permitem a simulação das interações atmosfera-biosfera, simulando as interações biofísicas de curto prazo entre a superfície e a atmosfera através das trocas de energia, água, carbono e momentum; e as retroalimentações de longo prazo entre a vegetação e o clima, gerando mudanças na cobertura vegetal e nos reservatórios de carbono (PEREIRA, 2006).

Neste estudo o CCM3-IBIS foi utilizado com resolução espectral T42 (~2,8° x 2,8°), vegetação dinâmica e duração de 50 anos por simulação. Inicialmente foi realizada a simulação controle considerando a concentração atmosférica de gás carbônico constante em 404,5 partes por milhão por volume (ppmv) de acordo com a média do ano de 2017 e a TSM fixa de acordo com a média dos anos 1990. Posteriormente foi realizada a simulação de um novo cenário, com a TSM fixa, porém cada mês foi alterado de acordo com a anomalia encontrada por Manabe e Stouffer (2000), reproduzindo o enfraquecimento da CTG (Figura 1).

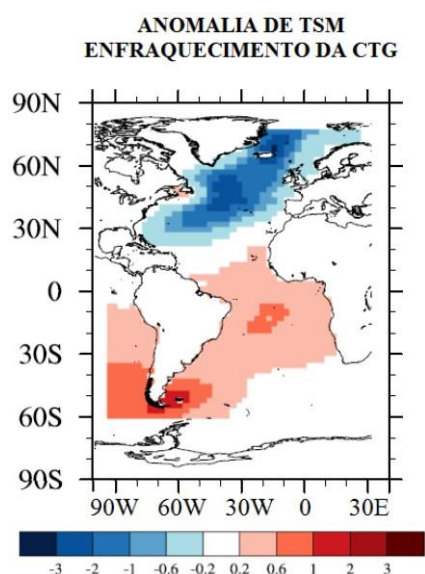


Figura 1 - Anomalias de TSM (°C).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar a simulação controle considerando a TSM fixa de acordo com a média dos anos 1990 e a simulação do novo cenário, com a TSM fixa de acordo com as anomalias encontradas por Manabe e Stouffer (2000), foi possível simular as anomalias de temperatura do ar para um cenário de enfraquecimento da CTG durante 50 anos, conforme representado na Figura 2.

Observa-se que no território brasileiro as anomalias negativas são mais predominantes, atingindo principalmente as Regiões Norte e Nordeste. Nota-se um resfriamento médio de até  $-1,51^{\circ}\text{C}$  no extremo norte do Pará e oeste do Amapá. Somado a isso, observa-se um resfriamento médio variando de  $-0,28^{\circ}\text{C}$  a  $-0,80^{\circ}\text{C}$  em grande parte do Pará, na divisa com os Estados do Mato Grosso, Roraima, sudeste do Amazonas, Tocantins, centro-oeste do Maranhão, atingindo o extremo centro-oeste do Piauí, sul do Ceará, extremo oeste do Rio Grande do Norte, Paraíba e noroeste de Pernambuco, centro-norte-sul da Bahia, extremo nordeste de Minas Gerais, além de pontos isolados no leste do Acre e centro-sul do Rio Grande do Sul.

Já as anomalias positivas de temperatura do ar estiveram presentes em pontos isolados em todas as Regiões do Brasil, variando de  $0,20^{\circ}\text{C}$  a  $0,40^{\circ}\text{C}$  no extremo oeste de Rondônia e oeste de Rio Grande do Sul, na divisa entre os Estados do Espírito Santo e Bahia, além do nordeste da Bahia, grande parte de Sergipe e Alagoas e sudeste de Pernambuco.

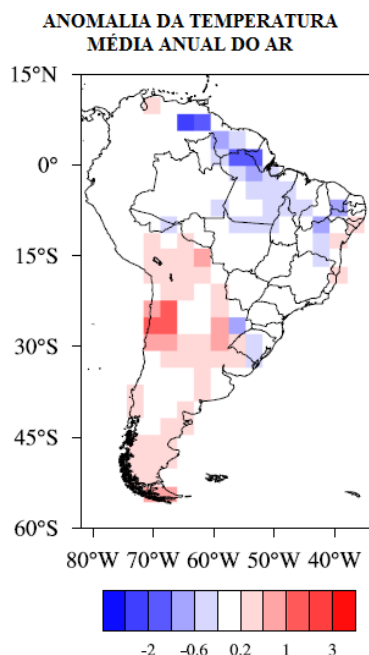


Figura 2 - Anomalia de temperatura média anual do ar (°C), durante 50 anos de simulação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo principal avaliar os efeitos de longo prazo do enfraquecimento do transporte de calor da CTG sobre a temperatura média anual do Brasil, através do CCM3-IBIS, um modelo climático global acoplado a um modelo de vegetação dinâmica. Com esta finalidade foram simulados dois cenários distintos, um considerando a TSM fixa de acordo com a média dos anos 1990 e o outro considerando a TSM fixa de acordo com a anomalia obtida por Manabe e Stouffer (2000).

Os resultados produzidos mostraram a predominância de anomalias negativas de temperatura média anual do ar ocorridas principalmente sobre as Regiões Norte e Nordeste, mostrando um resfriamento médio entre  $-0,28$  °C e  $-1,51$  °C. Além disso, observaram-se pontos isolados de anomalias positivas em todas as Regiões do país, representando um aquecimento médio entre  $0,20$  °C a  $0,40$  °C.

Posteriormente poderão ser analisadas diversas outras variáveis climatológicas como, precipitação, nebulosidade, escoamento horizontal, evaporação da água e cobertura vegetal, a fim de obter uma melhor avaliação da resposta climática e ecossistêmica dos impactos causados pelo enfraquecimento do transporte de calor da CTG sobre o território brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Machado, J. P. 2009. Resposta das circulações oceânica e atmosférica associada ao enfraquecimento da Circulação Termohalina Global. Dissertação de Mestrado em Meteorologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Manabe, S. and Stouffer, R. J. 2000. Study of abrupt climate change by a coupled ocean-atmosphere model. *Quaternary Science Reviews*, 19: 285-299.
- Pereira, A. A. 2011. Projeções futuras do oceano Atlântico Sudoeste em dois cenários de aquecimento global. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Física. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pereira, M. P. S. 2006. Interação entre ecossistemas terrestres e a atmosfera na Amazônia:

conexões biogeofísicas e biogeoquímicas. Dissertação de Mestrado em Meteorologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Senna, M. C. A., Costa, M. H., Pinto, L. I. C., Imbuzeiro, H. M. A., DINIZ, L. M. F. and PIRES, G. F. 2009. Challenges to reproduce vegetation structure and dynamics in Amazonia using a coupled climate-biosphere model. *Earth Interactions*, 13: 1-28.





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE POR MEIO DO BALANÇO HÍDRICO NO CULTIVO DE MANDIOCA SOB MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS RPCS 4.5 E 8.5 EM GUAPIMIRIM, RIO DE JANEIRO, BRASIL**

Carlos Alberto Maciel Santos <sup>1</sup>, Daniel Andrés Rodriguez <sup>2</sup>, Gustavo Bastos Lyra <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Especialização - MBA / Logística, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, carlos\_maciel@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia em Recursos Hídricos pela UNL-Argentina, mestrado em Meteorologia pelo INPE, doutorado em Meteorologia pelo INPE

<sup>3</sup> Graduação em Meteorologia pela UFA (2000), mestrado em Agronomia (Meteorologia Agrícola) pela UFV (2002) e doutorado em Agronomia (Física do Ambiente Agrícola) pela USP (2005)

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Alterações climáticas podem levar à vulnerabilidade nos ecossistemas. Este estudo avalia as implicações das mudanças climáticas na agricultura. Foram utilizadas neste estudo as saídas de precipitação (P) e a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) geradas pelo modelo climático regional Eta-20km do CPTEC/INPE, acoplado ao modelo climático global HadGEM2-ES, nos cenários RCP 4.5 e 8.5 do IPCC. Os dados da evapotranspiração diária obtidos foram validados e comparados com o método de *Penman-Monteith* correlacionado com dados de estações micrometeorológicas. O armazenamento de água no solo foi avaliado pelo balanço hídrico sequencial (BHS) de *Thornwaite e Mather* para a cultura da mandioca em uma propriedade no município de Guapimirim, estado do Rio de Janeiro, por meio da ferramenta *OpenModel*© de modelagem matemática. As mudanças climáticas futuras foram projetadas até o final do século XXI nos tridecênios 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2099. Para analisar a cultura durante a estação de crescimento e recomendar a época para o plantio, foi utilizado o índice de satisfação de necessidade de água (WRSI) da FAO que monitora o progresso no desenvolvimento pela relação entre o estresse hídrico e o rendimento. O aumento dos totais pluviométricos e as mudanças na evapotranspiração observadas para os cenários futuros indicaram déficits hídricos consideráveis. O objetivo desse trabalho foi avaliar o rendimento da cultura por meio do déficit hídrico causado pelas mudanças climáticas e como a produtividade da cultura pode ser afetada. Espera-se que as informações projetadas pela metodologia apoiem pesquisadores e agricultores na tomada de decisões para o binômio lucratividade-sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas; Balanço hídrico; Produtividade

## **PRODUCTIVITY ESTIMATED BY WATER BALANCE ON CASSAVA CULTIVATION UNDER CLIMATE CHANGE IN RPCS 4.5 AND 8.5 IN GUAPIMIRIM, RIO DE JANEIRO, BRAZIL**

### **Abstract**

Climate change concerns vulnerability in Earth ecosystems. This study assesses the implications of climate change for agriculture. Precipitation (P) and reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) generated by the Eta-20km regional climate model of CPTEC/INPE, nested to the global climate model HadGEM2-ES, were used in the IPCC scenarios 4.5 and 8.5. Daily evapotranspiration data obtained were validated and compared with the Penman-Monteith method correlated with data from micrometeorological stations. Soil water storage was evaluated by the Thornwaite and Mather sequential water balance (BHS) for the cassava crop in a property in Guapimirim, state of Rio de Janeiro, using the OpenModel © tool for mathematical modeling. Future climate change was projected until the end of the 21st century in thirty-year time slices 2011-2040, 2041-2070 and 2071-2099. In order to analyze the crop during the growing season and to



recommend the planting season, the FAO Water Need Satisfaction Index (WRSI) was used to monitor progress in development by the relationship between water stress and yield. The increase in rainfall and observed changes in evapotranspiration for future scenarios indicated considerable water deficits. The objective of this work was to evaluate the yield of the crop through the water deficit caused by the climatic changes and how crop productivity will be affected. The expectation is that the information projected by the methodology will support researchers and farmers in decision making for the binomial profitability-sustainability.

**Keywords:** Climate change; Water balance; Productivity

## INTRODUÇÃO

A agricultura é responsável por um terço da economia no Brasil. O PIB agropecuário cresceu 13,0% em 2017, enquanto o PIB da economia foi de 1,0%. (MAPA, 2018). O plantio de mandioca nas regiões brasileiras ao longo dos anos apresenta um quadro estabilizado. No município de Guapimirim, estado do Rio de Janeiro, a mandioca é a principal cultura produzida, chegando a cinco mil toneladas com faturamento de R\$ 6,9 milhões, segundo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (Emater-Rio).

As estimativas em estudos de mudanças climáticas de longo prazo podem servir de alerta para políticas de estado relacionadas ao desenvolvimento sustentável das nações. O aquecimento é projetado em maior amplitude pelo Eta acoplado ao HadGEM2-ES no RPC 8.5, ou seja, com uma forçante radioativa de 8,5 W/m<sup>2</sup> (CHOU et al., 2014).

O balanço hídrico sequencial de *Thornwaite & Mather* (BHS-TM) se apresenta como ferramenta prática em atividades agrícolas, principalmente no manejo de culturas. Necessita apenas do armazenamento máximo de água do solo (CAD ou capacidade de água disponível), da chuva total e estimativas da evapotranspiração potencial ou de referência (LYRA et al., (2010).

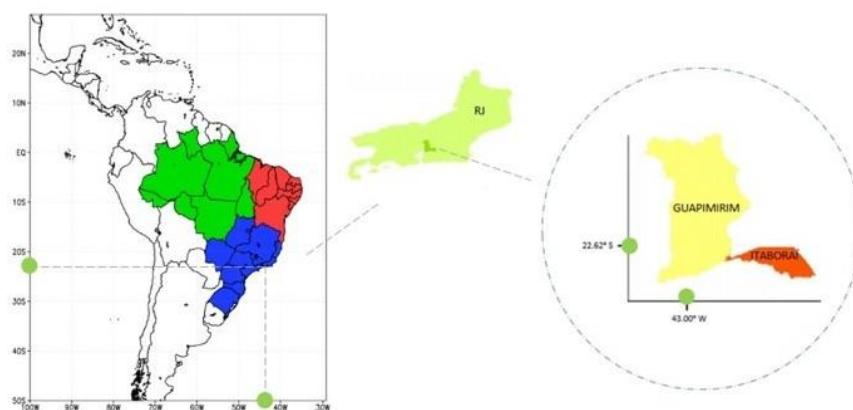
O índice de satisfação de necessidade de água (WRSI-FAO) é um indicador que serve para monitorar o desenvolvimento e a análise da cultura durante a estação de crescimento, podendo-se recomendar a época para o plantio por meio da relação entre o estresse hídrico e o rendimento.

O objetivo deste trabalho é usar dados agrometeorológicos da região de Guapimirim-RJ para estimar o armazenamento de água nos cenários RPCs 4.5 e 8.5, por meio do BHS-TM na cultura da mandioca e, avaliar o índice WRSI-FAO na relação déficit hídrico x rendimento. Espera-se contribuir na tomada de decisão quanto à estação de plantio mais favorável para o desenvolvimento e manejo da cultura, além de medir o ganho de produtividade em cenários futuros.

## MATERIAL E MÉTODOS

A referência geográfica para as análises foi balizada no ponto de coordenadas de uma propriedade rural de latitude 22,62° S e longitude 43,00° W (Figura I). A elevação na entrada da propriedade é de 11.0 metros em relação ao nível do mar.

Figura I – Localização da Área de Estudo

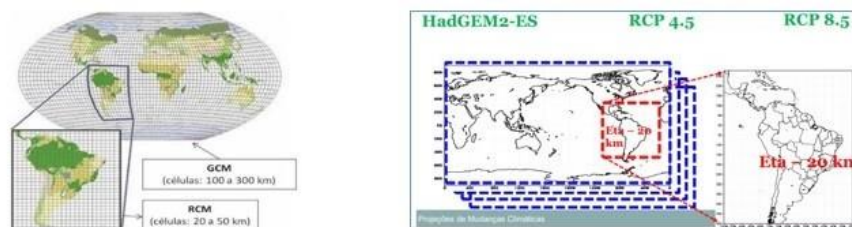


Fonte: Chou et al. (2014) adaptado pelo autor.

As normais climatológicas publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período 1961-1990 foram consideradas neste estudo. As condições edafoclimáticas que relacionam a influência do solo ao estímulo no crescimento da mandioca são variáveis usadas para avaliar o BHS-TM nas projeções climáticas, obtidas com o modelo Eta- HadGEM2-ES, considerando os RPCs 4.5 e 8.5 nos tridecênios (2011-2040, 2041-2070, 2071-2099).

A regionalização para os blocos de grade reduzidos do HadGem2-ES (Figura II) constituem as coordenadas geográficas do local do estudo. Compara-se então as médias anuais de precipitação e os máximos e mínimos anuais do índice de precipitação antecedente.

Figura II - Modelos climáticos acoplados GCM/RCM e a Projeção de mudanças climáticas Eta – 20km



Fonte: CPTEC-INPE / Adaptado de BETTS et al. (2006)

Para o cálculo da pegada hídrica na agricultura são requeridos dois parâmetros meteorológicos básicos: A precipitação (P) e a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). Esta última, calculada de forma diária pelo método *Penman-Monteith* (PM) da FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (ALLEN et al., 1998). Conforme destacado por Gali (2017), a FAO simplificou a fórmula final de PM (Equação (1), incluindo fatores físicos e fisiológicos, assumindo alguns parâmetros constantes para uma cultura de referência de grama definida.

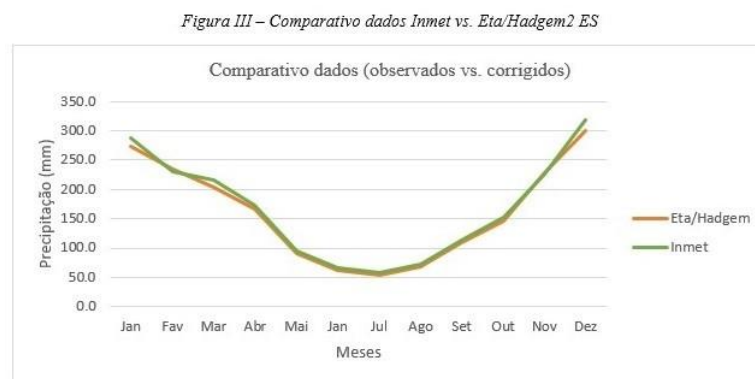
$$ET_o = \left( 0.408\Delta(Rn - G) + \gamma \left( \frac{900}{T+273} \right) u_2 (e_s - e_a) \right) * (\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2))^{-1} \quad (1)$$

O BHS-TM da mandioca utilizou os dados agrometeorológicos e os dados da cultura como *input*. É adaptado para cultivos agrícolas usando o método do Kc simples, conforme boletim FAO 56 (ALLEN et al., 1998) para estimar o conteúdo volumétrico de água no solo (Θ). O armazenamento de água no solo foi avaliado pelo BHS-TM por meio da ferramenta *OpenModel*® versão 2.4.1 cujas variáveis principais são a fração média da água disponível na zona radicular (f), coeficiente da cultura (Kc), água facilmente disponível (AFD) e profundidade efetiva da zona radicular (zr). A análise estatística baseia-se no coeficiente de determinação (r<sup>2</sup>) entre o estimado e o observado.

O índice WRSI serviu para determinar a estação de cultivo, seguindo o boletim da FAO original pela relação entre a precipitação (P) e a evapotranspiração (ET<sub>o</sub>). Baseia-se no balanço hídrico cumulativo estabelecido durante toda a estação de cultivo para a cultura em questão por períodos sucessivos de 10 dias (decêndios).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados em conjunto os dados históricos de precipitação corrigidos pelo Eta/Hadgem2-ES e os dados simulados para os períodos futuros nos RPCs 4.5 e 8.5. Para validar os dados climatológicos comparou-se os valores médios diários de precipitação da série histórica corrigida (1961-2005) versus a série de dados observados pelo INMET (1970-1990) na região (Figura III).

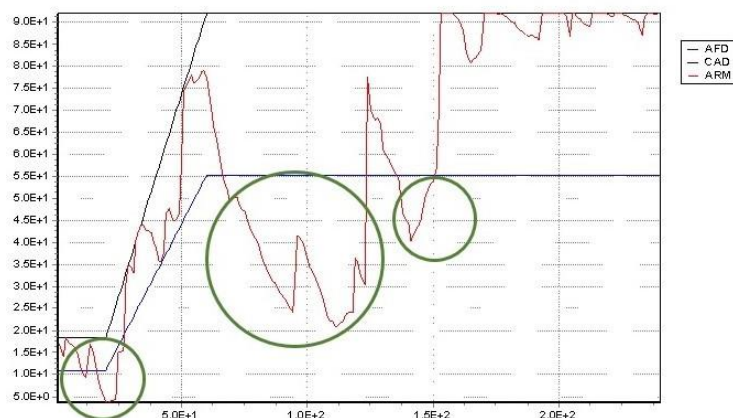


Pode-se constatar a correlação na comparação mês a mês entre os dados simulados pelo modelo e os dados observados, independente da defasagem dos períodos. Essa constatação indica que a região reproduz fielmente a caracterização do clima tipo Aw por Köppen, com estação seca (inverno) e bem úmida (verão) quanto à oferta de recursos hídricos e em função da variabilidade das suas precipitações, conforme observado por Marengo (2007).

Estudos em outras regiões do Brasil como a de Groppo et al. (2005) apresentaram tendências positivas na precipitação em algumas bacias hidrográficas distribuídas no estado de São Paulo entre os anos de 1947-1997. As análises de Gondim (2012) preveem um aumento na ET<sub>o</sub> pelas mudanças climáticas em 8,0 e 6,5% para dois cenários diferentes, respectivamente 7,9 e 9,1% na Bacia do Jaguaribe, localizada em uma região semiárida tropical. Isto representa aumentos médios de 321 e 342 mm anuais em 2025-2055 para os cenários respectivos ao período de referência.

As simulações do BHS realizadas com base nos dados projetados para os cenários futuros, apresentaram períodos de deficits hídricos em todas as fases de desenvolvimento da mandioca. Na Figura IV, por exemplo, observamos as projeções para o ano de 2035 no cenário RPC 8.5.

Figura IV – Exemplo do Balanço Hídrico para o Ano 2035 \_ Cenário RPC 8.5



Pode-se observar que na projeção há ocorrência de três períodos de deficits hídricos, identificados no gráfico com círculos. O primeiro déficit surge na fase inicial e os outros dois na fase intermediária de crescimento da mandioca. Simultaneamente, está sendo investigado um conjunto de simulações de BHS-TM e cálculo dos índices WRSI para a conclusão das avaliações de variações na produtividade. Ao conjunto serão aplicados métodos de análise estatística visando identificar os padrões e as tendências nos futuros tridecênios e cenários de mudanças.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A projeção de potenciais impactos na demanda de água para a agricultura, importante no contexto socioeconômico e ambiental, é parte do processo de previsão da escassez de água na estação seca e serve para a adoção de medidas de mitigação.

Os valores corrigidos seguiram corretamente os dados simulados, sendo viável na análise dos períodos futuros e no uso da metodologia nas estimativas agrometeorológicas modeladas pelos modelos climáticos (RCM-GCM) que se mostraram capazes de capturar a mudança no clima.

Através do BHS-TM pode-se avaliar o armazenamento de água e o indicador WIRS atendeu as expectativas na medição da produtividade.

Olhando para futuros trabalhos com base nos resultados apresentados, é provável que outras variáveis meteorológicas oferecidas por modelos ajudarão a melhorar os prognósticos em estudos mais aprofundado. É importante registrar a necessidade na continuidade na pesquisa sob a ótica dos impactos para a agricultura, para o ciclo hidrológico, e consequentemente para a sociedade.

O método apresentado aqui não substitui outras formas de avaliação baseados principalmente em amostragem estatística. Não obstante, se apresenta como complemento para uma avaliação do plantio da mandioca sob possíveis modificações no clima que leve a descontinuidade e perdas de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. **FAO 56**, p. 1–15, 1998.
- CHOU, S. C. et al. Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. **American Journal of Climate Change**, v. 03, n. 05, p. 512–527, 2014a.
- CHOU, S. C. et al. Evaluation of the Eta Simulations Nested in Three Global Climate Models. **American Journal of Climate Change**, v. 03, n. 05, p. 438–454, 2014b.

GALÍ, M. Evapotranspiration projections in Austria under different climate change scenarios. n. December, 2017.

GROPPO ET AL. Análise de séries temporais de vazão e precipitação em algumas bacias do estado de São Paulo com diferentes graus de intervenções antrópicas. **São Paulo, UNESP, Geociências**, v. v. 24, n. 2, p. 181–193, 2005.

IPCC. **Climate Change 2014**. [s.l: s.n.]. v. I

LYRA, G. B.; LYRA, G. B.; SOUZA, J. L. DE. Balanço Seqüencial de Água no Solo para o Manejo da Irrigação de Baixa Freqüência e Alta Intensidade na Cana-de-Açúcar. v. 28, 2010.

MAPA. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo**. [s.l: s.n.].

MARENGO, J. A. **Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade Caracterização**. [s.l: s.n.].



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **USO DE EM4 EM COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DE FEIRAS E RESTAURANTE**

Luan Alves de Souza<sup>1</sup>, Dirlane de Fátima do Carmo<sup>2</sup>, Flávio Castro Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, mestrando em Engenharia de Biossistemas - UFF, Niterói-RJ, luan\_souza@id.uff.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Docente do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental e Meio Ambiente e do PGEB, UFF, Niterói-RJ, dirlanefc@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Docente do Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente e do PGEB, UFF, Niterói-RJ, flaviocastro@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O objetivo neste trabalho foi avaliar a utilização de microrganismos eficazes (EM4) para acelerar o processo de compostagem de resíduos de feira livre e de restaurante. Os tratamentos foram realizados em triplicata variando-se a concentração de EM4. O substrato adotado foi o mesmo em todos os tratamentos, apenas variando a concentração da solução de EM4 utilizada. O substrato foi composto por resíduos de poda (30%), resíduos de restaurante (10%), resíduos de feira (50%) e cama de frango (10%). Durante a condução deste trabalho foram observados altos teores de umidade no material, chegando a valores superiores a 90%, o que influenciou negativamente outros parâmetros, como a temperatura, por exemplo, que não alcançou os valores indicados pela literatura. Todos os tratamentos apresentaram comportamentos muito semelhantes em todos os parâmetros analisados. Não foi possível avaliar a eficiência das diferentes concentrações de EM4 em relação ao tempo de compostagem devido, provavelmente, à aeração deficiente e à interferência da alta umidade causada pelo confinamento do composto, que pode ter feito com que a atividade dos microrganismos se processasse de forma mais lenta, proporcionando um aumento no tempo de compostagem devido à condição de anaerobiose.

**Palavras-chave:** Tratamento; Microrganismos Eficientes; Resíduos Orgânicos

## **USE OF EM4 IN COMPOSTING OF ORGANIC SOLID RESIDUE OF MARKET- PLACE AND RESTAURANT**

### **Abstract**

In this work was assed the use the effective microorganisms (EM4) to accelerate the process of compos ting residues from the market-place and restaurant. The treatments were performed in triplicate by varying the EM4 concentration. The substrate used was the same in all treatments, only varying the concentration of the EM4 solution used. The substrate was composed of pruning residues (30%), restaurant residues (10%), fair residues (50%) and chicken litter (10%). During the conduction of this work, high moisture content was observed in the material, reaching values higher than 90%, which negatively influenced other parameters, such as temperature, for example, that did not reach the values indicated in the literature. It is possible to notice that all the treatments presented very similar behaviors in all the analyzed parameters. It was not possible to evaluate the efficiency of the different concentrations of EM4 in relation to composting time, probably due to poor aeration and high humidity interference caused by the confinement of the compound, which may have caused the microorganism activity to proceed slower, resulting in an increase in the composting time due to the anaerobic condition.

**Keywords:** Treatment; Efficient Microorganisms; Organic Residue

## INTRODUÇÃO

A preocupação quanto à geração acelerada de resíduos é crescente tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. Devido ao crescimento industrial e ao crescimento populacional das últimas décadas, o volume de resíduos gerados tem constituído um problema de ordem social, econômica e ambiental.

Entre os métodos de reaproveitamento/reciclagem pode-se citar a compostagem, que é uma técnica adequada para tratamento de resíduos orgânicos e que pode reduzir a pressão sobre os aterros, além de gerar o composto orgânico que pode ser aproveitado na área agrícola.

A produção do composto tradicional é demorada, podendo ultrapassar os 120 dias. A inoculação do composto com microrganismos eficazes (EM4) pode acelerar o processo, reduzindo sua duração. O EM4 é o conjunto de microrganismos anaeróbios, aeróbios e de outras dezenas de microrganismos de diferentes atuações, sendo os principais as bactérias produtoras de ácido láctico, as leveduras, as bactérias fotossintéticas, fungos e actinomicetos. Esses microrganismos eficientes decompõem a matéria orgânica de modo equilibrado utilizando menos energia e tempo, e podem ser encontrados em matas fechadas e em terras não alteradas pelo homem (BONFIM et al, 2011).

Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do uso de diferentes concentrações de solução de microrganismos eficazes (EM4) em compostagens realizadas com resíduos de feira e restaurante em ambiente confinado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos de feira foram recolhidos após a feira que é realizada ao lado do Campus da Praia Vermelha. A cama de frango foi doada por uma criadora de frangos do município de São Gonçalo (Rio de Janeiro). Os resíduos de poda foram cedidos pela MARPA, empresa responsável pelo serviço de poda dos Campi da Universidade Federal Fluminense. Os resíduos de restaurante foram obtidos em um restaurante *self-service* localizado no Campus da Praia Vermelha. O EM4 foi preparado conforme metodologia proposta por Bonfim et al. (2011).

O substrato adotado foi o mesmo em todos os tratamentos, sendo composto por resíduos de poda (30%), resíduos de restaurante (10%), resíduos de feira (50%) e cama de frango (10%). Os tratamentos foram realizados em triplicata variando-se a concentração do EM4 aplicado. Os tratamentos eram irrigados com 100 ml do EM4, de acordo com as concentrações da tabela 1.

*Tabela 1 - Tratamentos utilizados no experimento*

Testemunha	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
Sem EM4	0,05% EM4	0,1% EM4	EM4 sem diluição

Para promover areação, o composto foi revolvido manualmente a cada dois dias e o chorume foi coletado através de pequenos orifícios no fundo dos recipientes. A temperatura foi monitorada utilizando-se um termômetro de haste. O potencial hidrogeniônico (pH) de cada tratamento foi medido segundo a metodologia proposta pela Embrapa (1997). A umidade foi determinada seguindo o princípio de secagem de alimentos, de acordo com Celestino (2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade do composto nos primeiros 40 dias foi elevada, alcançando 92%, provavelmente devido aos resíduos da feira e do restaurante que são materiais que apresentam alto teor de água em sua constituição (Figura 1). Buscando controlar a umidade do composto, foi necessário trocar as tampas dos recipientes e utilizar telas, visando a evaporação da água. Pôde-se observar então,



valores dentro dos padrões da literatura, entre 40% e 60%, como citado por Cooper et. al. (2010).

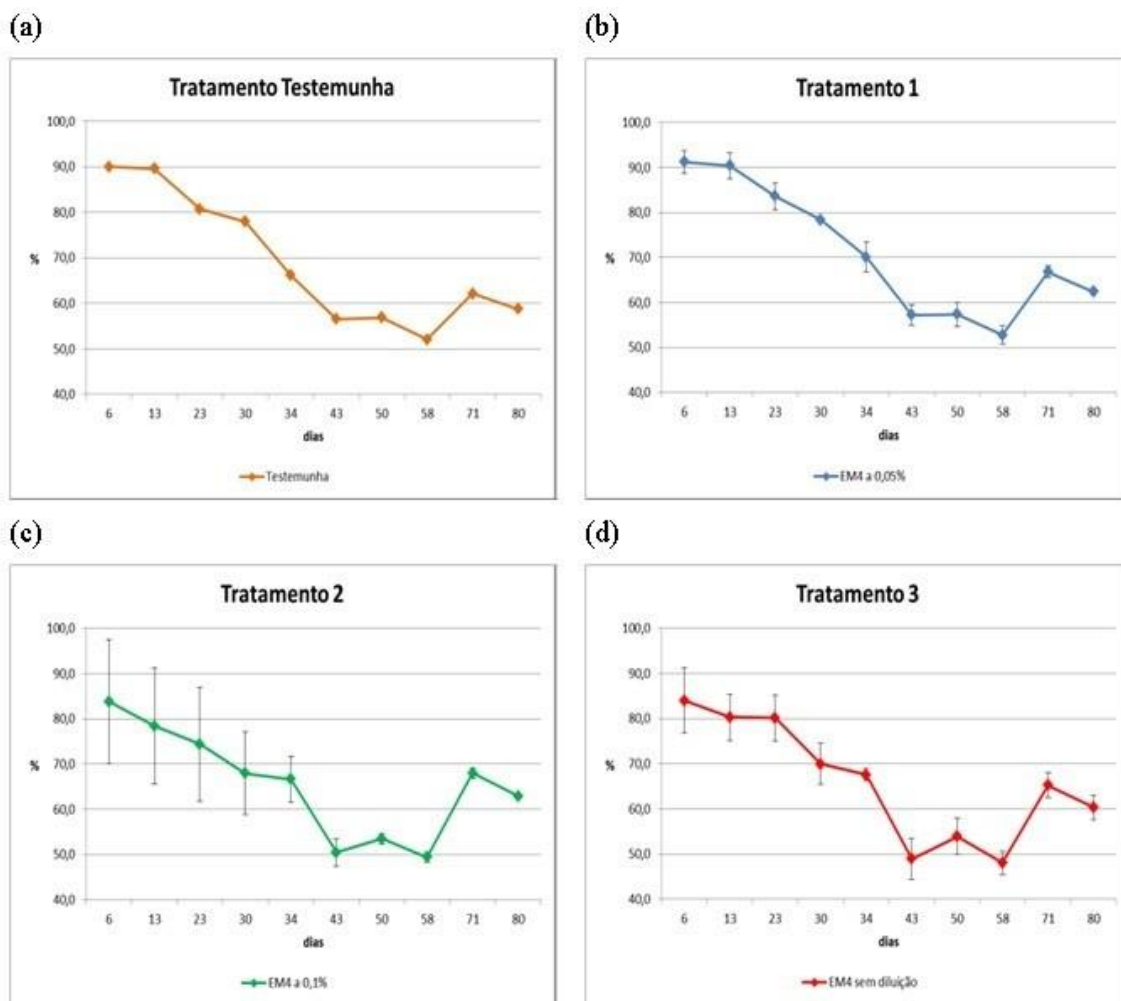


Figura 1 - Monitoramento da umidade durante o experimento sendo apresentados os valores encontrados para testemunha (a), tratamento 1 (b), tratamento 2 (c) e tratamento 3 (d).

A temperatura não alcançou valores ideais durante a fase termofílica devido à alta umidade inicial, que ocupou os poros e reduziu a aeração. Durante todo monitoramento a temperatura variou entre 24° e 40°C o que dificultou a distinção entre as fases termofílica e mesofílica.

O pH do composto apresentou comportamento condizente com a literatura, variando entre 6,0 e 8,0 (EPSTEIN, 1997).

Foi possível perceber que houve uma redução no tempo de compostagem quando comparado ao que a literatura estipula (120 dias). Desta forma, é provável que a compostagem pudesse ser realizada em período inferior a 80 dias, porém, devido aos fatores já mencionados, que influenciaram negativamente, isso não ocorreu.

Desta forma, a inoculação de diferentes concentrações de EM4 em ambiente confinado não reduziu o tempo de compostagem em relação à testemunha sem inóculo. Quando a compostagem se processa em meio anaeróbico, a velocidade do processo é reduzida, contrabalanceando a ação dos microrganismos inoculados.

Apesar das adversidades encontradas durante o desenvolvimento deste trabalho foi possível promover o tratamento adequado dos resíduos. Pôde-se estimar que a redução do volume do composto foi de um terço de seu volume inicial.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de recipientes com tampa para a compostagem não funcionou de forma satisfatória, pois proporcionou um ambiente com excesso de umidade, tornando o composto anaeróbio ao dificultar a circulação de oxigênio pelo mesmo.

O excesso de umidade, por sua vez, teve influência negativa sobre a velocidade de compostagem, e, portanto, sobre a velocidade de decomposição da matéria orgânica por parte dos microrganismos.

Não foi possível avaliar a eficiência das diferentes concentrações de EM4 em relação ao tempo de compostagem devido, provavelmente, à aeração deficiente e à interferência da alta umidade causada pelo confinamento do composto, que pode ter feito com que a atividade dos microrganismos se processasse de forma mais lenta, proporcionando um aumento no tempo de compostagem pela condição de anaerobiose.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONFIM, F.P.G.; HONORIO, I.C.G.; REIS, I.L.; PEREIRA, A. de J.; SOUZA, D.B. de. **Caderno dos Microrganismos Eficientes (EM)**. Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. 2ª Edição, 2011.

CELESTINO, S.M.C. **Princípios de secagem de alimentos**. EMBRAPA Cerrados. Planaltina, DF. 2010. Documentos, 276. 51 p.

COOPER, M.; ZANON, A.R.; REIA, M.Y.; MORATO, R.W. **Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático**. Piracicaba: ESALQ – Divisão de biblioteca, 2010. 35p : il. (Série Produtor Rural, Edição Especial).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p. : il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos ; 1)

EPSTEIN, E. **The science of composting**. Lancaster: Tschonomic Publishing, 1997.



4<sup>o</sup> WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## COMPORTAMENTO MECÂNICO DE PAINÉIS CIMENTO-MADEIRA FEITOS COM RESÍDUOS DE EUCALYPTUS GRANDIS

Victor Rezende Cavralho <sup>1</sup>, Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz <sup>2</sup>, Rafael Farinassi Mendes <sup>3</sup>, Tony Matheus Carvalho Eugênio <sup>4</sup>, Matheus da Rocha Coutinho Avelino <sup>5</sup>, Isabela Moreira Albano da Silva <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil, bolsista PIBIC/FAPEMIG, UFLA, Lavras-MG, vrcar@engenharia.ufla.br

<sup>2</sup> Zootecnista, doutora em Eng. Agrícola, UFLA, Lavras-MG, patricia.ponciano@deg.ufla.br

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, doutor em Ciência e Tec. da Madeira, UFLA, Lavras-MG, rafael.mendes@deg.ufla.br <sup>4</sup>

Engenheiro Florestal, doutorando em Eng. de Biomateriais, UFLA, Lavras-MG, tony.matheus@hotmail.com <sup>5</sup>

Graduando em Engenharia Civil, bolsista PIBIC/CNPq, UFLA, Lavras-MG, matheus-avelino@hotmail.com <sup>6</sup>

Graduanda em Engenharia Civil, bolsista PIBIC/UFLA, UFLA, Lavras-MG, silvaisabela567@gmail.com

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Desenvolveu-se neste trabalho a análise do comportamento mecânico de painéis de cimento-madeira confeccionados com resíduos de *Eucalyptus grandis*. No estudo foram utilizados resíduos agrícolas originados do plantio de eucalipto no campus da Universidade Federal de Lavras-UFLA e os materiais utilizados foram: cimento Portland CP-V ARI como aglutinante mineral, Cloreto de Cálcio (CaCl<sub>2</sub>) como acelerador da cura do cimento e as partículas de madeira sem tratamento. Os painéis foram produzidos com densidade nominal de 1,4 g/cm<sup>3</sup> e dimensões de 48 x 48 x 1,5 cm, com relação água:cimento de 1:2,5 e relação madeira:cimento de 1:2,75. A análise dos resultados obtidos permite afirmar que o painel possui boa resistência com relação ao ensaio de ligação interna e de compressão paralela (0,55 e 8,53 MPa, respectivamente), entretanto, para os resultados de módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) o painel apresentou valores abaixo dos indicados por norma (1637,91 e 6,23 MPa, respectivamente). Indica-se a continuação dos estudos relacionados ao tema, com o objetivo de otimizar as propriedades mecânicas dos painéis e atender à todos os valores mínimos exigidos pelas normas.

**Palavras-chave:** Construção civil; Ensaio mecânicos; Eucalipto; Resíduos lignocelulósicos.

## MECHANICAL BEHAVIOR OF WOOD-CEMENT PANELS MADE WITH RESIDUES FROM EUCALYPTUS GRANDIS

### Abstract

The objective of this study is to evaluate the mechanical behavior of wood-cement panels made with residues from of *Eucalyptus grandis* and to analyse the potential of using the panels in civil construction. In the study it were used agricultural residues from the eucalyptus plantations on the campus of the Federal University of Lavras -UFLA. For the manufacturing of the panels it was used Portland Cement CP-V ARI to mineral binder and calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) as accelerator for the cement curing. The panels was made with nominal density of 1.4 g/cm<sup>3</sup>, dimensions of 48 x 48 x 1,5 cm, relation water:cement of 1:2,5 and relation water:cement of 1:2,75. The analysis of the results shows that the panels has good resistance in relation to the traction and parallel compression tests (0,55 e 8,53 MPa, respectively). However, for the results of modulus of elasticity (MOE) and modulus of rupture (MOR) none of the panels presented values compatible to the specifications (1637,91 e 6,23 MPa, respectively). It is indicated the continuation of the studies, including the manipulation of variables of production, aiming to make compatible all the minimum values required by

the standards.

**Keywords:** Civil Construction; Lignocellulosic residues; Mechanical testing.

## INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos mais importantes setores da economia, atuando tanto na melhoria da infraestrutura quanto na disponibilização de serviços à sociedade. Entretanto, o setor oferece uma grande ameaça ao meio ambiente, consumindo diversos recursos naturais e sendo responsável pelo descarte de milhares de toneladas de resíduos ao ano.

Os painéis de cimento-madeira são constituídos, sobretudo, de partículas de madeira e um aglutinante de origem mineral, sendo o cimento Portland predominantemente utilizado. Mesmo tendo grande aceitação em mercados como a Europa e a Ásia, esse tipo de painel ainda não está inserido comercialmente no mercado brasileiro, e de acordo com Savastano Jr. (2000), tal fato pode ser explicado pelo alto consumo de energia e transporte e pelo monopólio do setor produtivo de materiais básicos

A utilização dos painéis cimento-madeira é voltada principalmente para a construção civil, e segundo Moslemi *et al.*(1998) o material apresenta diversas vantagens quanto à sua aplicação, por ser incombustível, bom isolante térmico e acústico. Entretanto, um fator importante a se considerar são os extrativos presentes na composição química da madeira, que são grandes contribuintes na inibição da cura do concreto. Para minimizar esse efeito, Moslemi *et al.*(1998) sugerem três procedimentos de tratamento: imersão em água fria por 24 horas, imersão em água quente por 6 horas e imersão em solução de NaOH (1%).

Nesse contexto, buscou-se, com este trabalho, verificar o comportamento mecânico de painéis cimento-madeira produzidos com *Eucalyptus grandis* sem tratamento, e a posterior avaliação do potencial de utilização dos painéis na construção civil.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste experimento foram usados clones de *Eucalyptus grandis* com origem na Universidade Federal de Lavras, UFLA, oriundos de plantios experimentais. Na fabricação dos painéis foi utilizado o Cimento CPV-ARI como aglutinante mineral e o cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) como acelerador do processo de cura do cimento.

Após o corte, as toras de eucalipto foram aquecidas em tanque com água na temperatura de 80°C, durante um período de 18 horas, e depois cortadas em lâminas de 2 mm. O material foi passado no moinho martelo, sendo as partículas submetidas posteriormente ao peneiramento manual. No processo de peneiramento, foram coletadas as partículas que passaram na peneira de 1,8 mm e que ficaram retidas na peneira de 0,5 mm.

Para a produção dos painéis, inicialmente foi feita a relação da proporção de cada material na mistura. As relações utilizadas foram: água-cimento de 1:2,5 e madeira-cimento de 1:2,75. Os cálculos se basearam na densidade nominal do painel de 1,4g/cm<sup>2</sup>, com dimensões de 48cmx48cmx1,5cm.

Os materiais foram misturados em uma betoneira para homogeneização e a massa resultante foi distribuída em três moldes, posteriormente levados até a prensa fria, onde foram submetidos a uma pressão de 40 kgf/cm<sup>2</sup>. Após 24 horas, os painéis foram retirados dos moldes e permaneceram por 28 dias em uma câmara fria, de forma a garantir a secagem uniforme do material até a cura final. Após a secagem foi medida a densidade real de cada painel com o auxílio de um paquímetro digital e uma balança analítica.

Na realização dos ensaios mecânicos, fez-se necessário os cortes dos corpos de prova nos painéis

fabricados, com dimensões especificadas de acordo com as normas ASTM (1982) e DIN (1982). Para a caracterização mecânica dos painéis foram avaliadas as propriedades de ligação interna e compressão paralela à superfície do painel, de acordo com a norma ASTM – D1037 (2006) e para as propriedades de módulo de ruptura e módulo de elasticidade na flexão foi empregada a norma DIN 52362 (1982). Também foi calculada a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação de todos os valores encontrados para cada amostra, de cada painel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, são apresentados os valores médios para módulo de elasticidade (MOE), módulo de ruptura (MOR), ligação interna e compressão paralela à superfície dos painéis. São apresentados também os valores máximos e mínimos obtidos e o coeficiente de variação dos resultados para cada ensaio realizado.

Tabela 1. Valores em g/cm<sup>3</sup> para densidade e Mpa para MOE, MOR, ligação interna e compressão paralela.

	Densidade dos Painéis	MOE	MOR	Ligação interna	Compressão Paralela
Média	1,18 ± 0,78	1637,91 ± 529,14	6,23 ± 1,12	0,55 ± 0,11	8,53 ± 1,35
Valor máx.	1,28	2179,56	8,52	0,67	10,92
Valor mín.	1,06	830,26	4,21	0,49	7,03
CV%	6,64	31,31	18,01	19,81	14,67

Os valores obtidos no ensaio de ligação interna mostraram variação entre 0,49 a 0,67 Mpa. Pomarico (2013), utilizando *Eucalyptus urophylla*, obteve valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho, entre 0,36 e 0,54 Mpa. Iwakiri e Prata (2008) encontraram resultados variando de 0,24 e 0,47 Mpa. De acordo com o Bison Wood-Cement Board (1978), o valor mínimo para o ensaio de ligação interna é de 0,39 Mpa, portanto, os painéis apresentaram valores satisfatórios em relação aos encontrados na literatura.

Para compressão paralela, o valor médio encontrado neste trabalho foi de 8,53 Mpa, e pode ser comparado aos valores obtidos por Pomarico (2013) (7,43 a 12,01 Mpa) e por Mendes *et al.* (2011) (7,42 a 11,26 Mpa), ambos utilizando *Eucalyptus urophylla* na produção de painéis cimento-madeira. Podemos observar também que este trabalho obteve valores superiores para compressão paralela aos encontrados por Latorraca (2000), que variaram de 3,74 a 6,56 Mpa.

Com relação ao MOR, os resultados obtidos (4,21 a 8,52 Mpa) podem ser comparados aos encontrados por Iwakiri e Prata (2008), (3,52 e 9,90 Mpa) utilizando *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunni*, e aos de Mendes *et al.* (2011) (3,49 e 4,55 Mpa), utilizando madeira de *Eucalyptus urophylla* na produção de painéis cimento-madeira. O valor mínimo estipulado pelo processo Bison Wood-Cement board (1978) é de 8,92 Mpa, dessa forma, todos os painéis obtiveram resultados inferiores aos especificados.

Para os valores de MOE, o processo Bison Wood-Cement board (1978) estabelece um mínimo em torno de 3000 Mpa. Os valor médio encontrado neste estudo foi de 1637,91 Mpa e pode ser comparado aos resultados de Latorraca (2000) (1838,71 a 3397,15 Mpa), utilizando *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus urophylla*, respectivamente, e Mendes *et al.* (2011) (1665,73 e 1196,71 Mpa) utilizando *Eucalyptus urophylla*. Nesse contexto, observa-se que os painéis produzidos com *Eucalyptus* mostraram novamente um desempenho inferior ao estipulado pela literatura.

Nota-se que os valores obtidos neste estudo mostraram-se baixos com relação ao MOE e MOR. De acordo com Beraldo *et al.* (2002), o desempenho ineficaz pode ser atribuído ao processo de iteração química entre o cimento e os extrativos presentes nas partículas de madeira, que podem retardar ou até mesmo impedir a pega do cimento, influenciando negativamente nas propriedades mecânicas do material.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os painéis cimento-madeira desenvolvidos com *Eucalyptus grandis* mostraram valores satisfatórios para as propriedades de compressão paralela, sendo superiores aos resultados obtidos em outros trabalhos usados como referência.
- Com relação à ligação interna, os painéis apresentaram bom desempenho, com valores de resistência adequados.
- Para MOE e MOR os painéis produzidos neste estudo não obtiveram valores de resistência aceitáveis.

Indica-se a continuação do estudo, visando um detalhamento da composição química de *Eucalyptus grandis* e um posterior tratamento do material, para que os painéis cimento-madeira possam atender às propriedades mecânicas exigidas, possibilitando sua utilização no mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and Material. Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. In *Anual Book os ASTM standard: ASTM D1037-06a*. 2006.
- Beraldo, A. L.; Arruda, A. C. de; Stancato, A. C.; Sampaio, C. A. P.; Fernandes Filho, O. P.; Leonel, V. M. Compósitos à base de resíduos vegetais e cimento Portland. In *Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira*. 2002, Uberlândia.
- Bison Wood-Cement Board. Bison-report. [S.l.], 1978. 10.
- Deutsches Institut Fur Normung. Testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength: DIN 52362. 1982. 40.
- Iwakiri, S.; Prata, J. G. 2008. Utilização da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* na produção de painéis cimento-madeira. *Cerne*. 14: 68-74.
- Latorraca, J. V. F. 2000. *Eucalyptus* spp. na produção de painéis de cimento-madeira. 191 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Mendes, L. M.; Loschi, F. A. P.; Paula, L. E. R.; Mendes, R. F.; Guimarães Jr, J. B.; Mori, F. A. 2011. Potencial de utilização da madeira de clones de *Eucalyptus urophylla* na produção de painéis cimento-madeira. *Cerne*. 17: 69-75..
- Moslemi, A. A. 1998. Emerging technologies in mineralbonded wood and fiber composites. In *Seminário Internacional Sobre Produtos Sólidos De Madeira De Alta Tecnologia*, 144-156. 1998, Belo Horizonte.
- Pomarico, F. A. 2013. Potencial de utilização da madeira de Clones de Eucalipto na Produção de Painéis Cimento-Madeira. Dissertação (Mestrado). UFLA, Lavras.
- Savastano Jr, H. 2000. Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo. Tese de livre-docencia. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **SISTEMA DE MEDIÇÃO DE AR EM PONTOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS**

William Alves Tavares <sup>1</sup>, Elson Antônio do Nascimento<sup>2</sup>, Gabriel de Carvalho Nascimento<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, mestrando em Engenharia Civil – UFF, Niterói-RJ, william\_tavares18@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Eng. Civil, professor do Depto. de Eng. Civil da UFF, Niterói-RJ, elsonn@id.uff.br

<sup>3</sup> Doutor em Eng. Civil, professor do Depto. de Eng. Agrícola e Meio Ambiente da UFF, Niterói-RJ, gabrielcn@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A presença de ar em redes de abastecimento de água pode ocorrer por diversos motivos, inclusive propositalmente, visando equilibrar ou corrigir pressões negativas em trechos das tubulações. Quando estes volumes de ar não são devidamente eliminados dos troncos principais da rede, a expulsão do ar pode ocorrer nas ligações ou pontos de abastecimento, representando risco de o volume de ar ser registrado pelos hidrômetros, juntamente com o volume de água fornecido. Diante disso, um trabalho de campo realizado teve por objetivo verificar a ocorrência de ar num ponto de consumo de água, através da instalação de um sistema formado por hidrômetros e válvula ventosa. Mediante as medições realizadas nesse ponto, foi possível constatar que um volume de aproximadamente 40,0 m<sup>3</sup> (40 mil litros) de ar esteve presente no fornecimento de água para o local. De modo a possibilitar a utilização desse sistema de medição em maior escala, atrelado a um baixo custo, incrementou-se a tecnologia Arduíno através da integração entre os hidrômetros do sistema e uma placa eletrônica, de maneira que sejam possíveis procedimentos como armazenamento e envio de dados coletados. Considerando-se que o sistema testado apresentou resultados satisfatórios quanto aos testes com escoamento de água e com escoamento de ar, conclui-se que ele se mostra adequado para a quantificação de eventuais volumes de ar durante o fornecimento de água em ligações residenciais.

**Palavras-chave:** hidrômetros, ar em tubulações, micromedição

## **AIR MEASUREMENT SYSTEM IN WATER SUPPLY POINTS**

### **Abstract**

The presence of air in water supply networks can occur for a variety of reasons, including deliberately, to balance or correct negative pressures in stretches of pipelines. When these volumes of air are not properly disposed of from the main trunks of the network, the expulsion of air can occur at the connections or supply points, representing a risk of the volume of air being registered by the water meters along with the volume of water supplied. Therefore, an accomplished fieldwork had the objective of verifying the occurrence of air at a point of water consumption, through the installation of an apparatus formed by water meters and air valve. Through the measurements made at this point, it was possible to verify that a volume of approximately 40.0 m<sup>3</sup> (40 thousand liters) of air was present in the water supply to the place. In order to enable the use of this large-scale, low-cost metering system, Arduino technology has been increased by integrating the system water meters with an electronic board so that procedures such as storage and shipping collected are possible. Considering that the tested system presented satisfactory results regarding the tests with water flow and with air flow, it is concluded that it is suitable for the quantification of possible air volumes during the water supply in residential connections.

**Keywords:** water meters, air in pipes, micro measurement.

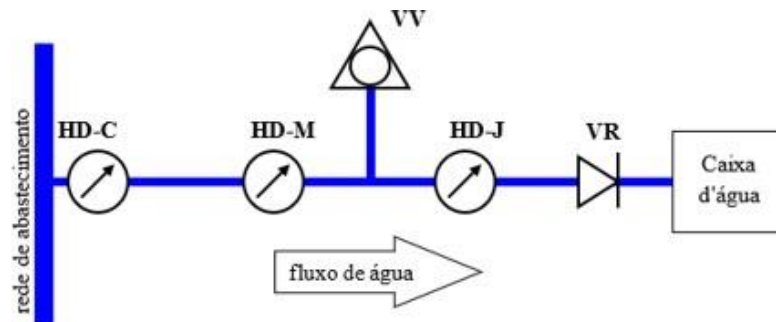
## INTRODUÇÃO

Já é conhecido o fato de que é possível a entrada de ar nas tubulações de água. Sua ocorrência pode se dar por diversos motivos, sendo os principais: enchimento e esvaziamento das adutoras, parada de bombas, manobra de válvulas e baixo nível de água nos reservatórios (TSUTIYA, 2005, p. 176). Outra causa de entrada de ar na rede de distribuição de água é a utilização de válvulas ventosas, que são instrumentos que permitem a entrada e a eliminação de ar da rede de abastecimento, e cuja instalação nas redes pode ser necessária para corrigir pressões negativas em trechos das tubulações (AZEVEDO NETTO, 1998). Portanto, é possível que uma quantidade significativa de ar chegue aos pontos de consumo, principalmente em regiões elevadas da rede, quando as características da rede favorecem este cenário e não há dispositivos apropriados para evitar que isto ocorra.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma medição feita em campo para identificar e quantificar a presença de ar em ponto de abastecimento de água. Havia, por parte de um proprietário de imóvel, localizado na Rua Dom José Pereira Alves, bairro São Lourenço do município de Niterói/RJ, com ligação de fornecimento de água, a suspeita de que ocorria o registro de volumes de ar em seu hidrômetro. Essa desconfiança foi motivada por um aumento súbito na cobrança de sua conta de água e pelo fato de que o ponto de consumo se situava em local elevado e próximo a um tronco principal da rede de distribuição de água.

## MATERIAL E MÉTODOS

Por não haver um procedimento consolidado na literatura nem nas normas atuais para a medição de eventuais volumes de ar presentes na tubulação de fornecimento de água, uma metodologia apropriada foi desenvolvida com base no comportamento dos fluidos (ar e água) e aplicada através de um sistema de medição (Figura 1) montado no local.



Desta forma, a proposta foi medir o volume de fluido (água, ar ou água/ar) que efetivamente é registrado em cada hidrômetro, sabendo-se que o hidrômetro de jusante (HD-J) irá medir somente o volume de água fornecida, dada a atuação da ventosa. A medição do volume de ar, eventualmente incluído na contabilização da concessionária, foi feita através do “Método A”, que consiste na diferença dos volumes registrados no hidrômetro da concessionária (HD-C) e no hidrômetro de jusante (HD-J). O “Método B” compreende a diferença entre os volumes contabilizados pelos hidrômetros de montante (HD-M) e de jusante (HD-J), tendo somente a função de confirmar os valores obtidos no Método A.

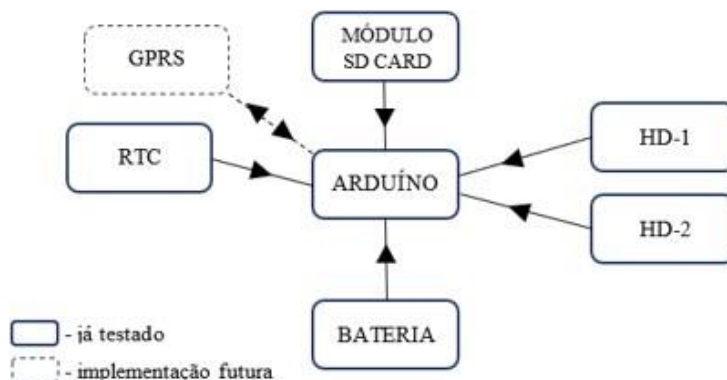
A válvula de retenção (VR) tem como objetivo impedir o retorno de volumes de água pelo sistema. Além disso, favorece a eliminação dos eventuais volumes de ar pela ventosa, dado que fornece maior resistência ao escoamento do ar no sentido para a caixa d'água.

O período de medição foi de 29/09/2014 a 13/11/2014, dividido em sete intervalos de aproximadamente uma semana. Os hidrômetros apresentam vazão nominal de 1.500 L/h e foram aferidos de acordo com os procedimentos especificados pela NBR NM 212:1999 e a Portaria nº

246 do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). O sistema foi instalado no local (Figura 2) de maneira acessível às medições.



De modo a possibilitar a utilização do sistema de medição de ar num grande número de residências em trabalhos futuros, foi desenvolvido e testado em laboratório um protótipo do sistema com base na plataforma Arduino. Para isso, os dois hidrômetros do sistema devem possuir saída de sinal pulsado, a fim de viabilizar a comunicação com uma placa eletrônica (Figura 3). A placa Arduino é ligada a um Módulo SD Card, que possibilita a inserção de um cartão de memória com o objetivo de armazenar as medições. Além disso, a placa é conectada ao Real Time Clock (RTC), um componente eletrônico que fornece a data e a hora no momento da medição. O sistema permite ainda a transmissão dos dados obtidos pelo sistema de medição de ar, utilizando tecnologias GPRS.



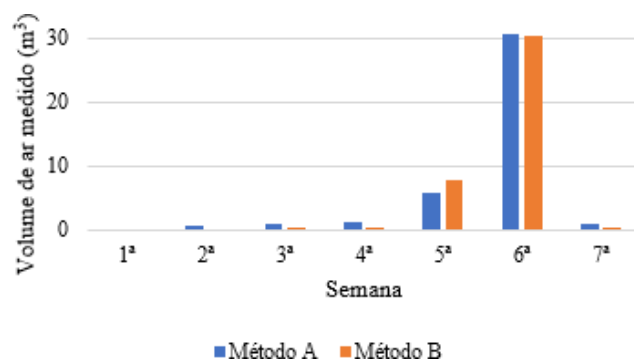
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume total de ar calculado durante todo o período de observação foi de 40,23 m<sup>3</sup>, pelo Método A e de 37,85 m<sup>3</sup>, pelo Método B (Figura 4).

Em apenas dois dos sete períodos de observação houve ocorrência de diferença relevante através do Método A, representando volume significativo de ar passando pelo hidrômetro. Ou seja, na 5ª e 6ª semana, os volumes de ar identificados foram de 5,94 m<sup>3</sup> e 30,51 m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura 4). Quando considerado o Método B, os volumes de ar calculados, com base nas medições realizadas nos dois referidos períodos, foram de 7,68 m<sup>3</sup> e 30,38m<sup>3</sup>, respectivamente, demonstrando consistência nos resultados (Figura 4).

Além disso, foi observado durante a execução das medições que a válvula ventosa não apresentou problemas de funcionamento, ou seja, não houve saída de qualquer volume de água por ela, demonstrando confiabilidade do aparato utilizado e dos resultados obtidos.





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cálculos desenvolvidos a partir das medições realizadas indicam um volume de ar de aproximadamente 40,0 m<sup>3</sup> presentes no fornecimento de água para o endereço observado no período de 45 dias.

No cálculo feito com base na medição da 6ª semana, o volume de ar foi de 30,51 m<sup>3</sup>, o que pode ser explicado por um eventual esvaziamento da rede, provocado por manobras de operação.

Uma vez verificado a presença de ar no ponto de abastecimento de água apresentado neste trabalho, fica evidenciada a possibilidade de volumes significativos de ar em outros locais e sugere-se a instalação do sistema de medição de ar em outros pontos. Para facilitar a viabilização dessa iniciativa (e.g. projeto de extensão da faculdade), sugere-se a utilização do sistema de baixo custo com base na plataforma de prototipagem Arduíno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 212: Medidores velocimétricos de água potável fria até 15 m<sup>3</sup>/h. Rio de Janeiro, 1999. 19p.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de et al. Manual de Hidráulica. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 627p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Regulamento Técnico Metrológico. Portaria n° 246 de 17 de outubro de 2000.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 4. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014. 643p.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **SISTEMATIZAÇÃO DE INSTRUMENTOS POLÍTICOS PARA SEGURANÇA HÍDRICA, ALIMENTAR E ENERGÉTICA NA BACIA DO RIO GUANDU, RIO DE JANEIRO**

Marcos Caldeira de Barros<sup>1</sup>, Rachel Bardy Prado<sup>2</sup>, Joyce Maria Guimarães Monteiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, discente de Engenharia Hídrica, UFVJM, Teófilo Otoni-MG, marcos\_cbarros@hotmail.com

<sup>2</sup> Pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, rachel.prado@embrapa.br

<sup>3</sup> Pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, joyce.monteiro@embrapa.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A lacuna deixada pela exploração excessiva e pela má administração dos recursos naturais aponta para escassez desses recursos, se tornando um grande obstáculo da atualidade devido a incerteza de um futuro capaz de atender a necessidade frente ao crescimento populacional. O homem depende das seguranças hídrica, energética e alimentar, que estão intrinsecamente ligadas a um ecossistema equilibrado, este, explorado de forma sustentável, é capaz suprir os bens e serviços necessários. As políticas públicas assumem um papel relevante na construção de uma administração ambiental eficiente. O objetivo desse trabalho é realizar um levantamento e sistematização de instrumentos políticos relacionados aos três pilares (segurança hídrica, energética e alimentar), para identificar os gargalos e virtudes capazes de exercer pressão sobre eles avaliando a influência dos instrumentos políticos na bacia hidrográfica do Guandu, Rio de Janeiro. A metodologia adotada inclui a análise e síntese de dados secundários de publicações científicas, plataformas do governo e instituições não governamentais. O método desenvolvido atribui pontos para critérios de classificação pré-estabelecidos a fim de pontuar as políticas pelas características mais relevantes para o objetivo do trabalho. Foi quantificado as políticas, separados de acordo com as seguranças, nível de atuação (federal, estadual e municipal), e quanto ao atendimento aos critérios pré-estabelecidos. Foram reunidos 71 instrumentos políticos sendo a maioria relacionados à segurança hídrica em nível nacional.

**Palavras-chave:** água, alimento, energia

## **SYSTEMATIZATION OF POLICY TOOLS FOR WATER, FOOD AND ENERGY SECURITY IN THE GUANDU WATERSHED, RIO DE JANEIRO**

### **Abstract**

The gap left by over-exploitation and maladministration of natural resources points to scarcity of these resources, becoming a major obstacle nowadays due to the uncertainty of a future able to meet the need in the face of population growth. Man relies on water, energy and food security, which are intrinsically linked to a balanced ecosystem, which is exploited in a sustainable way, is capable of supplying the necessary goods and services. Public policies play a relevant role in building an efficient environmental management. The objective of this work is to carry out a survey and systematization of political instruments related to the three pillars (water, energy and food security), to identify the bottlenecks and virtues capable of exerting pressure on them by evaluating the influence of the political instruments in the Guandu watershed, Rio de Janeiro. The methodology adopted includes the analysis and synthesis of secondary data from scientific publications, government platforms and non-governmental institutions. The developed method assigns points to pre-established classification criteria in order to punctuate the policies by the characteristics most relevant to the purpose of the work. Policies were quantified, separated according to security, level of performance (federal, state

and municipal), and regarding the fulfillment of pre-established criteria. Seventy- one political instruments were assembled, most of them related to water security at the national level.

**Keywords:** water, food, energy

## INTRODUÇÃO

Segundo a Global Footprint Network (2018), a demanda humana por recursos naturais e sua degradação superou a capacidade de regeneração da Terra, levando a escassez e acentuando-se no futuro.

Percebe-se uma relação muito grande entre os três pilares: segurança hídrica, energética e alimentar, o que em termos de gestão e políticas públicas é negligenciado. Assim surgiu a abordagem Nexus visando justamente suprir esta lacuna. A abordagem NEXUS busca promover o diálogo intersetorial e colaboração entre os setores de água, energia, agricultura e meio ambiente nos processos de tomada de decisão (NRD, 2018).

O rio Guandu drena uma bacia com área de 1.385 Km<sup>2</sup> (BHRG). Parte de suas águas vem do rio Paraíba do Sul através de transposição hídrica, abastecendo principalmente a região metropolitana do Rio de Janeiro (Comitê Guandu-RJ, 2018). Devido sua importância ecológica, social e econômica, a região carece de atenção especial ao discutir o tema dos três pilares. Tié Lenzi (2018) define política pública como ações e programas que são desenvolvidos pelo Estado para garantir e colocar em prática direitos previstos na Constituição Federal e em outras leis. A política pública de segurança visa assegurar a autonomia, desenvolvimento e defesa de uma nação. Portanto, é importante considerar as seguranças, hídrica, alimentar, energética neste contexto, buscando formas de alimentar e garantir o acesso da água e energia à sociedade. Visando contribuir para o entendimento e aplicação da abordagem Nexus na BHRG este trabalho realizou um levantamento e sistematização de informações relacionadas aos principais instrumentos políticos relacionados aos três pilares (segurança hídrica, energética e alimentar), para identificar os gargalos e pontos positivos capazes de exercer pressão sobre os três pilares. Espera-se fornecer subsídios à gestão destes recursos na BHRG com vistas à sustentabilidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

A primeira etapa do trabalho consistiu no levantamento de dados secundários em fontes confiáveis como publicações científicas, plataformas e sítios eletrônicos do governo (federal, estadual e municipal), e de instituições não governamentais (Comitê de Bacias, ONG's e centros de pesquisa). Para a busca foram utilizadas palavras-chave relacionadas aos três pilares (segurança hídrica, alimentar e energética) sendo elas: segurança, hídrica, alimentar, energética, preservação, sustentabilidade, capital natural, água, recursos hídricos, nascente, rios, lagos, alimento, comida, nutrição, desnutrição, agricultura, pecuária, agropecuária, energia, bioenergia, biocombustível, eletricidade, bioma, mata atlântica, Rio de Janeiro, RJ, Guandu, Lajes, Pirai, Rio Claro, Paracambi, Itaguaí, Seropédica, Japeri, Queimados, Nova Iguaçu, Nilópolis, Duque de Caxias, Beford Roxo, São João do Mereti, Mesquita. Adotou-se quatro níveis de escala – internacional, nacional, estadual e local. Buscou-se então, selecionar os instrumentos políticos que apresentavam trechos com conteúdo de interesse. Esta etapa exigiu sensibilidade para identificar a relevância do instrumento político no contexto NEXUS e sua interferência nas três seguranças. Desta forma, para ter mais objetividade foram elencados alguns critérios para a seleção, sendo eles:

**Alinhamento com as seguranças hídrica, alimentar e energética** - O instrumento político deve contemplar os objetivos das seguranças e buscar garantir seu acesso a todos.

**Aplicabilidade na área** - Contemplar a bacia do rio Guandu.

**Estar vigente** - Os instrumentos políticos devem estar atuantes e em vigor.

**Manancial provedor de água** – Os instrumentos políticos devem contemplar os municípios que possuem abastecimento público a partir do reservatório Ribeirão das Lajes ou do rio Guandu.

Em uma segunda etapa os instrumentos políticos selecionados foram sistematizados em uma planilha Excel, organizando em colunas as informações relativas aos critérios adotados. Uma terceira etapa foi a classificação dos instrumentos políticos selecionados quanto ao seu nível de alinhamento aos três pilares da abordagem NEXUS. O método consistiu em atribuir uma pontuação aos diversos critérios fazendo-se ao final um somatório de pontos, ao final.

A pontuação foi:

**1 ponto:** Alinhamento com as seguranças hídrica, alimentar e energética; Contempla mais de um pilar; Aplicabilidade na área de estudo; Contempla cidades abastecidas pelo rio Guandu e reservatório de Lajes; Possui termos relacionados à sustentabilidade; Está vigente; Contempla ações educativas.

**2 pontos:** Contempla agregação de renda;

Considerou-se para todos os critérios: **1 = pouco alinhado; 2 = muito alinhado.**

A partir da sistematização e classificação dos instrumentos políticos relacionados aos três pilares foi feita uma análise utilizando-se o Excel 2010, extraíndo-se os resultados a serem apresentados a seguir.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram reunidos 71 instrumentos políticos, podemos perceber que a maior quantidade está relacionada a segurança hídrica (Figura 1) e que a maior parte deles pertence a nível nacional (Figura 2).

A Figura 1 apresenta o número de instrumentos políticos de acordo com a sua afinidade nos três pilares na BHRG. A Figura 2 apresenta o nível de atuação dos instrumentos políticos encontrados.

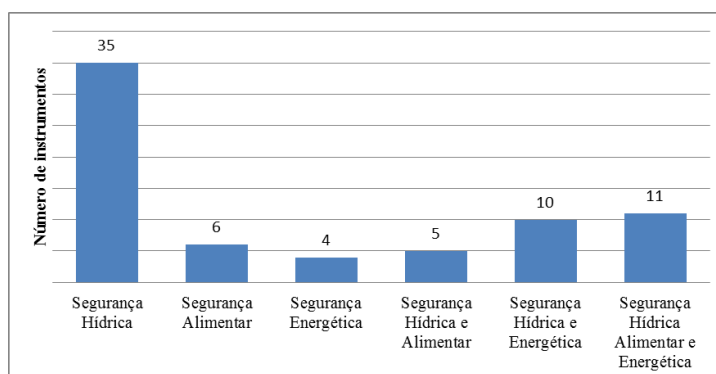


Figura 1: Número de instrumentos políticos de acordo com afinidade aos pilares na BHRG.

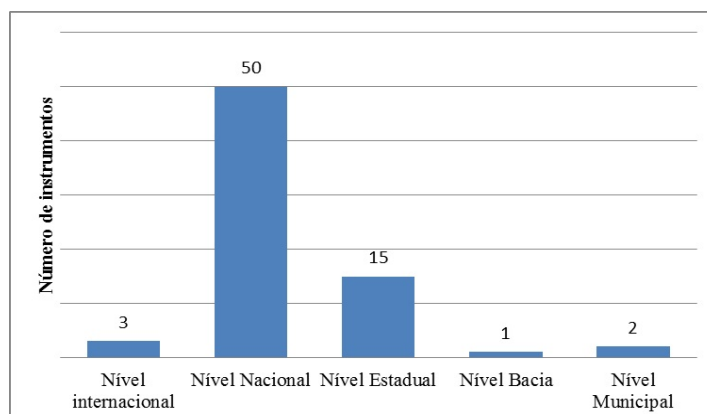


Figura 2: Nível de atuação do instrumento político.

A partir da classificação dos instrumentos políticos foi possível obter um ranking em relação à pontuação (Figura 3).

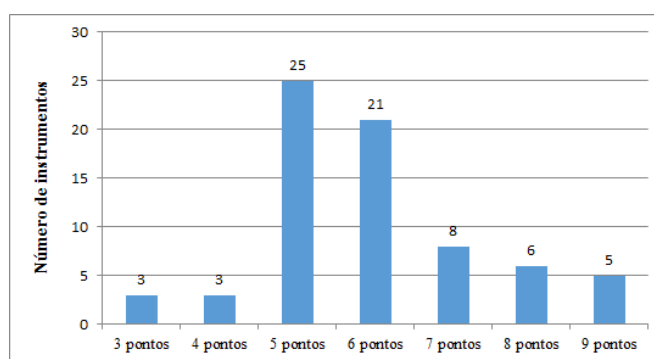


Figura 3: Ranking da classificação dos instrumentos políticos.

Foram obtidas cinco ferramentas políticas que melhor atenderam aos critérios de classificação utilizados, sendo elas:

Programa Bolsa Verde (nível nacional, afinidade com as seguranças hídrica e alimentar); Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 - Distribuição mensal da compensação financeira (nível nacional, afinidade com as seguranças hídrica e energética); Política Estadual de Serviços Ambientais (nível estadual, afinidade com a segurança hídrica); Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais e Política Estadual de Recursos Hídricos (nível estadual, afinidade com a segurança hídrica); Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas – Rio Rural (nível estadual, afinidade com a segurança hídrica e alimentar).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de análise utilizado foi capaz de diferenciar o grau de alinhamento dos instrumentos políticos sistematizados aos três pilares (segurança hídrica, energética e alimentar). Foi observada uma carência de instrumentos políticos com maior alinhamento ao tema central da pesquisa no nível municipal e de bacia hidrográfica, principalmente para o pilar da segurança energética. Estes resultados subsidiarão uma nova etapa do projeto que consistirá na identificação das lacunas e pontos positivos presentes nos instrumentos políticos com maior alinhamento segundo os critérios aplicados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMITÊ GUANDU-RJ. Comitê da bacia hidrográfica do Rio Guandu. Disponível em: . Acesso

em 20 de setembro de 2018.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Dia de superação da Terra. Disponível em: . Acesso em 11 de outubro de 2018.

NEXUS REGIONAL DIALOGUE PROGRAMME (NRD). 2018. NEXUS Water-Energy-Food Dialogues Training Material. Training Unit 01: Introduction to the Water-Energy-Food Security (WEF) NEXUS. 142p.

TIÉ LENZI. 2018. O que são políticas públicas? Disponível em: . Acesso em 27 de setembro de 2018.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE SENSORES DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DE PARÂMETROS HÍDRICOS**

Daniella Gdanski<sup>1</sup>, Marcio Cataldi<sup>2</sup>, Daniel Henrique Nogueira Dias<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, dgdanski@id.uff.br

<sup>2</sup> Meteorologista, Professor Adjunto do curso Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente-UFF, Niterói-RJ, mcataldi@id.uff.br

<sup>3</sup> Engenheiro Elétricista, Professor Adjunto Engenharia Elétrica - UFF, Niterói-RJ, dhndias@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A água como recurso natural é substancial para a existência de vida na Terra. Atua positivamente nos âmbitos do abastecimento humano, além do lazer, turismo e paisagismo. A contaminação dos recursos hídricos, em contrapartida, impacta negativamente, comprometendo a biodiversidade marinha e transmitindo inúmeras doenças. Ignorando a prestação de serviços ecossistêmicos dos corpos hídricos no perímetro urbano, ações antrópicas como a destinação irregular de resíduos e efluentes industriais têm deteriorado consideravelmente a sua qualidade. Devido à sua relevância, é de extrema importância que os parâmetros de qualidade desse recurso sejam monitorados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade de utilização de sensores de baixo custo no monitoramento de parâmetros hídricos, em comparação aos equipamentos portáteis já reconhecidos no mercado e que são de custo elevado. Foram utilizados sensores de temperatura e pH conectados ao microcontrolador arduino. O sensor de temperatura teve como maior desvio absoluto, o valor de 0,68 °C em uma faixa de temperaturas medidas, ao passo que o de pH respondeu, a partir da curva de calibração encontrada, um desvio absoluto de 0,16 em relação ao valor médio de referência do vinagre de vinho branco. O sensor de turbidez ainda precisa de mais testes para avaliar a precisão de suas medições. Desse modo, pode-se dizer que a utilização desses sensores para avaliar e monitorar continuamente variáveis indicativas da qualidade da água em um estudo futuro será de grande valia.

**Palavras-chave:** Monitoramento ambiental, qualidade da água, arduino

## **EVALUATION OF FEASIBILITY OF USE OF LOW COST SENSORS FOR MONITORING WATER PARAMETERS**

### **Abstract**

Water as a natural resource is substantial for the existence of life on Earth. It acts positively in the ambits of the human supply, besides the leisure, tourism and landscaping. Contamination of water resources, on the other hand, has a negative impact, jeopardizing marine biodiversity and transmitting numerous diseases. Ignoring the provision of ecosystem services of water bodies in the urban perimeter, anthropic actions such as irregular waste disposal and industrial effluents have deteriorated considerably its quality. Due to its relevance, it is extremely important that the quality parameters of this resource be monitored. The objective of this work was to evaluate the feasibility of using low cost sensors in the monitoring of water parameters, in comparison to the portable equipment already recognized in the market and that are high cost. Temperature, turbidity and pH sensors connected to the Arduino microcontroller were used. The temperature sensor had the highest absolute deviation, the value of 0.68 over a measured temperature range, while the pH response, from the calibration curve found, showed an absolute deviation of 0.16 in relation to the value reference medium for white wine vinegar. The turbidity sensor still needs more tests to evaluate the accuracy of its

measurements. Thus, it can be said that the use of these sensors to continuously evaluate and monitor variables indicative of water quality in a future study will be of great value.

**Keywords:** Environmental monitoring, water quality, arduino

## INTRODUÇÃO

A crescente urbanização e a concentração demográfica nos grandes centros populacionais têm contribuído para um aumento da tensão entre oferta e demanda de água urbana, sobretudo na questão da deterioração da qualidade hídrica (WU & TAN, 2012). Tendo em vista a necessidade de equilíbrio sustentável entre desenvolvimento econômico, aumento demográfico e a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade, é fundamental o monitoramento de parâmetros como oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, pH e temperatura, por exemplo, para a eficaz tomada de decisões associada ao gerenciamento dos recursos hídricos.

Atualmente, o monitoramento ambiental dos recursos hídricos é realizado através de coleta de amostras e análise laboratorial, sendo demorado, dispendioso e realizado com baixa frequência. Alternativamente, existe a possibilidade de utilização de equipamentos digitais portáteis. Embora existam muitos que são comercializados para esse fim, os mesmos costumam ser caros e de acesso restrito.

Por isso, estão surgindo projetos acadêmicos e empresariais com a utilização de sensores de baixo custo. Por serem leves, portáteis e de programação simples, permitem aplicações diversificadas se comparados aos instrumentos convencionais. Aplicações como monitoramento automático de parâmetros de qualidade da água para tanques de piscicultura estão sendo muito estudados, como em Santos et al. (2017).

Com o objetivo futuro de projetar um sistema embarcado capaz de realizar monitoramento ambiental automático, e assim poder mapear uma área e ter maior conhecimento de seus parâmetros qualitativos, o presente estudo buscou avaliar e validar a coerência e precisão das leituras dos parâmetros realizadas pelos sensores de baixo custo, utilizando-se de comparação com equipamentos portáteis já existentes no mercado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados sensores de baixo custo para medidas da temperatura e pH da água. Estes sensores são controlados pelo Arduino, que é um microcontrolador de baixo custo, versátil e de fácil implementação, podendo também ser chamado de plataforma de computação física ou embarcada (MCROBERTS, 2011).

O sensor DS18B20 é um termômetro digital que garante precisão de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  de  $-10^{\circ}\text{C}$  até  $85^{\circ}\text{C}$ . Para acessar os valores do sensor, é necessário um resistor de  $4,7\text{ k}\Omega$  pois a corrente elétrica de trabalho desse é baixa. Essa corrente é enviada através de sinais para o microcontrolador, o qual as transforma em valores de temperatura em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Durante a captura dos dados, foram realizadas simulações de variação de temperatura, adicionando gelo na amostra, ou então água fervida. As medições foram realizadas com termômetro de mercúrio portátil e com o sensor, simultaneamente. A comparação desse sensor também foi efetuada em uma parte da baía de Guanabara, utilizando um termômetro digital infravermelho portátil da marca B-Max.

Para aferição do pH utilizou-se o sensor ELT-BNC-110 da marca HOUST. A saída do eletrodo de pH é em voltagem, existindo relação linear inversa entre essas duas variáveis, dada a escala potenciométrica de pH (BUGNOLLI *et al.*, 1997). Sabendo dessa relação, utilizou-se duas soluções tampão de pH 4 e 7 e assim, foi traçada uma reta com os valores de voltagem obtidos na leitura do sensor e os valores de pH conhecidos. Para conferir a validade da equação da reta encontrada, foi realizado teste com vinagre de vinho branco.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O custo de equipamentos portáteis usualmente utilizados para o monitoramento da qualidade da água é da ordem de R\$7.500,00. A utilização de sensores de baixo custo, para o Arduíno custou R\$375,00, praticamente uma redução de 95% do custo total exclusivamente para aquisição de instrumentos (Tabela 1). Como exemplo, Camelo et. al (2017), apresentou custo total do seu medidor de pH, incluindo componentes utilizados em sua calibração, de 10% em relação ao custo de um pHmetro comercial.

Tabela 1. Tabela comparativa de custos entre sensores de baixo custo e equipamentos portáteis comerciais

Parâmetro	Sensor baixo custo	Valor	Equipamento portátil	Valor
pH	Marca arduo eletro	R\$ 149,45	Medidor portátil de ph Termômetro portátil à	R\$ 1.160,00
Temperatura	Modelo DS18B20	R\$ 18,90	prova d'água com sensor PT-100	R\$ 1.799,00
Turbidez	Modelo LGZD Sensor V1.1	R\$ 204,06	Turbidímetro portátil - Hach 2100Q01 2100Q	R\$ 4.840,00

O funcionamento dos sensores de baixo custo de temperatura e pH foram testados em comparação com medidores convencionais. Para o sensor de temperatura, foi feita uma comparação entre as leituras obtidas com o sensor/Arduíno e um termômetro comercial. Esta comparação foi realizada utilizando água fervida e gelo. Verificou-se que a leitura do sensor é consistente com a do termômetro comercial, com desvios menores que 0,7 °C (Tabela 2). Posteriormente pretende-se avaliar a exatidão e precisão do sensor. Também foi realizado uma leitura da temperatura da água na Baía de Guanabara com o sensor e um termômetro infravermelho. Os valores lidos foram 23,25°C e 23,5°C, respectivamente, e indicam a reprodutibilidade da leitura de temperatura com o sensor. Para Santos et al. (2017), os valores de temperatura encontrados para o sensor e para o termômetro não foram divergentes.

Tabela 2: Comparação entre valores obtidos para temperatura da água pelo termômetro de referência e pelo sensor/Arduíno.

$T_{ref}(^{\circ}C)$	$T_{sensor}(^{\circ}C)$	Desvio absoluto	Desvio relativo (%)
52,5	52,56	0,06	0,11
42,25	41,68	0,57	1,35
23,5	23,25	0,25	1,06
11,0	11,43	0,43	3,91
2,5	3,18	0,68	27,20

Com relação ao sensor de pH, foram utilizadas as soluções tampão de pH = 4,00±0,02 e pH = 7,00±0,02 para a calibração assumindo um comportamento linear nessa faixa (Figura 1). A curva de calibração encontrada foi testada para além destes valores, utilizando solução sabidamente ácida, como vinagre de vinho branco comercial. O valor lido para pH foi de 2,6. Isso demonstra a consistência da extrapolação do comportamento linear da calibração do sensor, já que, segundo a Embrapa, o valor médio do vinagre de vinho branco é de 2,76. Camelo et. al (2017) concluíram que o sensor de baixo custo de pH mostrou-se viável, por ter seus resultados compatíveis com os encontrados pelo medidor comercial que foi tomado como referência metrológica. Segundo os autores, o desvio relativo das medidas tomadas foi inferior a 1%. Já para Santos et al. (2017), o desvio relativo encontrado entre as medições foi de 1,37%.

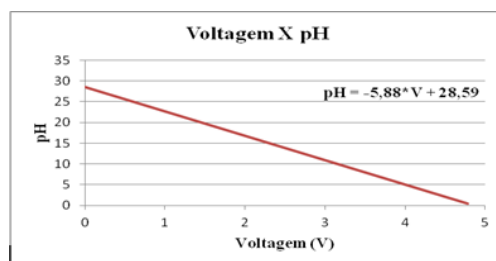


Figura 1: Curva de calibração gerada a partir das leituras obtidas pelo sensor de pH em voltagem e as soluções tampão de valores de pH conhecidos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados foram promissores, pois os sensores funcionaram dentro da margem esperada e suas leituras foram de acordo com as dadas por equipamentos portáteis comerciais. O custo total com os sensores de baixo custo foi realmente bem menor em relação aos equipamentos portáteis comerciais, cerca de 95% de economia, e abre a possibilidade de se produzir um sistema automatizado eficiente, o qual é capaz de enviar dados como armazená-los em cartão de memória SD.

Além desses sensores, também será utilizado o de turbidez. A programação deste já foi realizada e testes com respostas analógicas também.

Futuramente, o protótipo pronto dos sensores soldados ao módulo arduino em um barco será posto em corpo hídrico abrigado para realização das leituras dos parâmetros. Os dados coletados serão enviados simultaneamente para uma plataforma e assim, poderão ser avaliados de modo sistemático. Algo que deve ser considerado é o fato de que, embora o sensor de pH seja indicado para medição na água, somente sua ponta de prova, parte que realiza a leitura, deve entrar em contato com a mesma. Por isso, abrigos serão desenhados e produzidos em impressora 3D, justamente para protegerem esses sensores quando estiverem atuando na água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bugnolli, A. L.; Lasso, P. R. O.; Rabello, L. M.: Cuidados básicos com peagômetros. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. Recomendação Técnica n. 6.
- Camelo, L. F., De Freitas, F. R., De Andrade, V. S. 2017. Desenvolvimento e Calibração de Sensor de Medida de pH com Plataforma Arduino para Emprego em Estação de Tratamento de Esgoto. In *VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, 1-5. 27 a 30/11/2017, Campo Grande/MS.
- Mcroberts, M. 2011. Arduino Básico. [tradução. Rafael Zanolli]. 1a ed. São Paulo: Editora Novatec.BÁSICO, Novatec Arduino.
- Santos, M. V. B., Borges, L. C., Santos, R. T., Lima, C. J. B., Rocha, F. G. 2017. Monitoramento Automático da Qualidade de Água para Pisciculturas. *Anais SULCOMP*, v. 8, n. 0.
- Wu, P., Tan, M. 2012. Challenges for sustainable urbanization: a case study of water shortage and water environment changes in Shandong, China. *Procedia Environmental Sciences*.13.919–927.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **APLICAÇÃO DE INIBIDOR DE INCRUSTAÇÃO BIODEGRADÁVEL NA PREVENÇÃO DA PRECIPITAÇÃO DE CASO4 EM UNIDADES DE REMOÇÃO DE SULFATO**

Matheus Campos Duarte<sup>1</sup>, Raquel Andrade Donagemma<sup>4</sup>, Anderson Araújo Rocha<sup>2</sup>, Alice B. Machado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Químico, mestrando em Engenharia de Biosistemas e Núcleo de Gerenciamento de Água e Biomassa – UFF, Niterói-RJ

<sup>2</sup> Departamento de Química analítica e Núcleo de Gerenciamento de Água e Biomassa – UFF, Niterói-RJ

<sup>3</sup> Engenheira Química, mestrando em Engenharia Química e Núcleo de Gerenciamento de Água e Biomassa – UFF, Niterói-RJ

<sup>4</sup> Departamento de Química analítica e Programa de Pós-graduação em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Existem classes químicas de moléculas capazes de atuarem inibindo ou evitando o crescimento de cristais em soluções salinas saturadas. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de um composto biodegradável (carboximetil inulina), considerado um inibidor de incrustação “verde”, aplicado em solução salina com potencial para precipitação de sulfato de cálcio. Os conceitos abordados incluem a avaliação da cinética precipitação e eficiência de inibição em duas diferentes temperaturas, considerando duas diferentes concentrações de inibidor. Os ensaios foram realizados de forma estática. Na temperatura ambiente, o inibidor resultou em eficiências superior a 80% para todos os tempos estudados.

**Palavras-chave:** carboximetil inulina, sulfato de cálcio, inibidor de incrustação

## **APPLICATION OF BIODEGRADABLE SCALE INHIBITOR TO PREVENT PRECIPITATION OF CASO4 IN SULPHATE REMOVAL UNITS**

### **Abstract**

There are chemical classes of molecules capable of acting to inhibit or prevent the growth of crystals in saturated brine solutions. The objective of this work is to evaluate the performance of a biodegradable compound (carboxymethyl inulin), considered a "green" scale inhibitor applied in brine solution with potential for precipitation of calcium sulfate. The concepts addressed in this paper include the evaluation of kinetic precipitation and inhibition efficiency at two different temperatures, considering two different concentrations of inhibitor. The tests were performed statically. At room temperature, the inhibitor resulted an efficiency of more than 80% for all times studied.

**Keywords:** carboxymethyl inulin, calcium sulphate, scale inhibitor

### **INTRODUÇÃO**

Muitos processos industriais utilizam água em suas plantas com as mais diversas finalidades, seja como fluido de troca térmica ou como reagente em alguma transformação química. No entanto, o transporte de águas contendo altas concentrações de íons dissolvidos pode gerar efeitos colaterais

como corrosão de peças metálicas e obstruções de tubulações por meio de incrustações. A fim de evitar ou diminuir os problemas associados às águas salinas, certos produtos químicos são utilizados como inibidores de incrustação (ZHANG *et al.*, 2016).

Um eficaz método de controle de incrustações é uso de substâncias com a capacidade de inibir a precipitação de sais de baixo produto de solubilidade (ZHANG *et al.*, 2016). Para casos envolvendo unidades de remoção de sulfato (URS) da água do mar usualmente aplica-se inibidores fosforados por apresentarem uma boa eficiência. No entanto, a água rejeitada, além de apresentar uma supersaturação de sulfato de cálcio (cuja cinética depende das condições termodinâmicas do meio), contém moléculas possivelmente poluentes, pois podem contribuir para o aumento do fósforo total, induzindo a eutrofização (BOELS *et al.*, 2011).

O metabólito mais comum destes inibidores é o ácido aminometilfosfônico (AMPA), substância potencialmente tóxica. No entanto, a falta de estudos dos efeitos destes poluentes no ambiente marítimo resulta na falta de regulamentações específicas para disposições em oceanos (GRANDCOIN, 2017; MERCURIO *et al.*, 2014). Uma promissora alternativa ao uso de moléculas potencialmente poluentes é a carboximetil inulina (CMI). Este composto biodegradável é obtido a partir da inulina, um composto extraído das raízes da planta chicória (*Cichorium intybus*).

O objetivo deste trabalho é avaliar a potencial eficiência deste inibidor de incrustação atuando na inibição da formação de sulfato de cálcio. Esta molécula será testada sob condições operacionais que simule uma unidade de remoção de sulfato, incluindo variações de temperatura que podem ocorrer nesta operação, dentro da logística do laboratório.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de avaliação da eficiência da CMI foram realizados a partir de adaptação da norma NACE 0190-2001, que versa o teste de eficiência estática. A incrustação com potencial de ocorrência é do sulfato de cálcio. A cinética de precipitação do sulfato de cálcio, na matriz da água que simula o rejeito da água de alimentação da URS, foi determinada à pressão ambiente nas temperaturas de 9°C e 25°C.

A fim de obter-se uma água representativa de uma URS, uma mistura salina sintética foi preparada, a partir de adaptação de dados publicados por SANTOS, 2007. Os sais utilizados foram: NaCl, KCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> e Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, todos grau PA e suas massas foram medidas em balança analítica, com precisão de 0,1 mg. A Tabela 1 resume a composição de uma mistura salina simulando a água de rejeito de uma URS, com potencial para precipitação de CaSO<sub>4</sub>.

Tabela 1 – Concentração de água representativa uma URS

Íon	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Concentração (mg L <sup>-1</sup> )	10.500	637	4.328	5.000	-	-	6.500	14.000

Os ensaios foram realizados em triplicata, utilizando-se 100 mL da solução salina, na qual foi adicionada a carboximetil inulina, em concentrações finais de 1mg L<sup>-1</sup> e 10 mg L<sup>-1</sup> (matéria ativa). Ensaios na ausência da CMI foram realizados para avaliar a cinética de precipitação do sulfato de cálcio e servirem como referência de máxima precipitação do sistema. A cinética foi acompanhada em diferentes tempos (2, 6, 24, 30 e 48h).

O cálculo do percentual de eficiência foi feito a partir da determinação do cálcio residual em solução, em função do tempo. A determinação do Ca<sup>2+</sup> foi realizada por Espectroscopia de Emissão Iônica com Plasma de Nitrogênio Induzido por Micro-ondas (MP-AES 4200 Agilent Technologies) em amostras com um fator de diluição de 200 (duzentas) vezes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a cinética de precipitação do sulfato de cálcio (ensaio em branco), a partir do cálcio residual em função do tempo, para as duas temperaturas avaliadas. Pode ser constatado que a temperatura exerce uma significativa influência na formação do precipitado. Na temperatura mais baixa (9°C), a cinética praticamente não se altera até 6 horas de reação, enquanto que, à 25°C, a precipitação já é evidente até este mesmo período de tempo. Mesmo após 48 h, a cinética em temperatura baixa indica não ter atingido o equilíbrio termodinâmico.

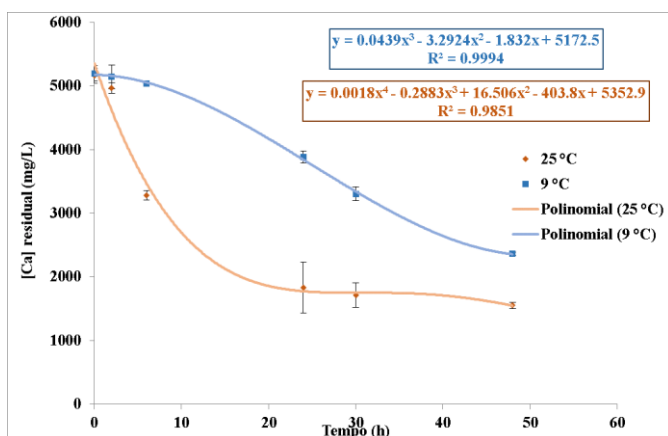


Figura 1: Cinética de precipitação do  $\text{CaSO}_4$  em matriz que simula água de rejeição da URS, à 9 e 25°C, ( $n = 3$ ; nível de confiança 95%).

A partir da determinação do cálcio remanescente em solução, quando se utilizou 1 mg L<sup>-1</sup> e 10 mg L<sup>-1</sup>, foi possível calcular as eficiências de inibição a 9 e 25°C. A figura 2 resume os valores de eficiência resultantes para 1, 6 e 24 h, considerando a temperatura mais alta.

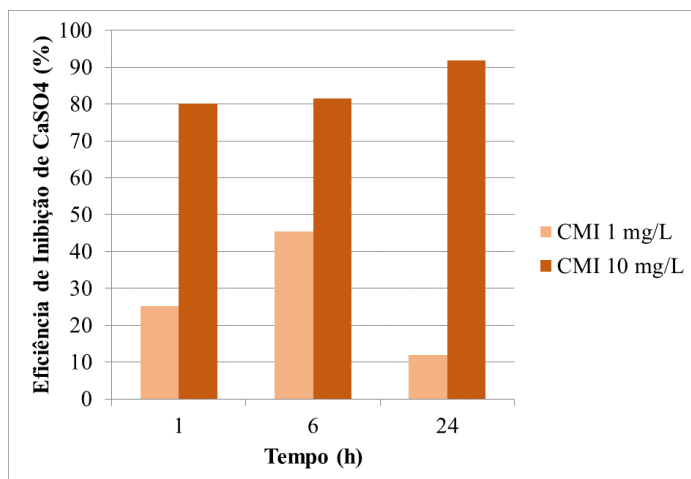


Figura 2: Eficiência de Inibição do  $\text{CaSO}_4$  para a molécula CMI em duas concentrações ( 25°C)

É possível observar que, para a condição avaliada, a concentração de 10 mg L<sup>-1</sup> de CMI, em termos de matéria ativa, foi adequada para evitar a precipitação de  $\text{CaSO}_4$  (%E > 80%), durante todo o ensaio. O período de 24h foi escolhido de forma preliminar para avaliar o comportamento do inibidor em uma janela de um dia. Futuramente esta janela será expandida assim como serão incluídos ensaios em temperaturas maiores.

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos na temperatura mais baixa (9°C). O fato da cinética de precipitação nas primeiras 6 horas praticamente ficar inalterado, não foi possível definir a eficiência.

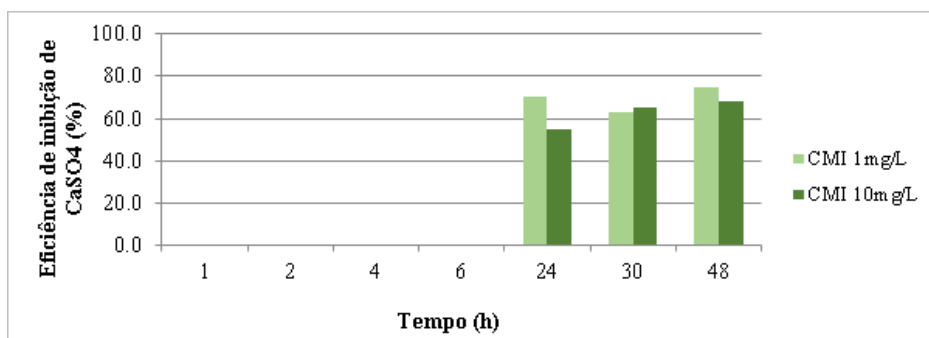


Figura 3: Eficiência de Inibição do  $\text{CaSO}_4$  para a molécula CMI em duas concentrações ( $9^\circ\text{C}$ )

No caso desta temperatura mais baixa, não foi observado um destaque de eficiência para a concentração mais alta, como visto para  $25^\circ\text{C}$  (Figura 2). A eficiência em 1 mg/L apresentou-se maior. Desta forma, o fator temperatura poderá estar afetando não somente a cinética de sulfato de cálcio, mas também a atuação da molécula CMI. Estudos adicionais em outras temperaturas e concentrações do inibidor são necessários para ajudar na compreensão do fenômeno.

Os resultados encontrados corroboram a ação inibidora da CMI como foi reportado por SETTA (2011) e KIBORGA (2012), aplicado à precipitação de carbonato de cálcio.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho avaliou uma proposta ambientalmente amigável, que foi o uso da carboximetil inulina (CMI) para minimizar ou evitar problemas de incrustação nas águas de rejeito em unidades de remoção de sulfato (URS).

Muitos autores consideram a CMI uma promissora biomassa que pode ser aplicada em diversas áreas. Na área de incrustação, os testes preliminares mostraram que esta molécula tem potencial para inibir a formação de cristais de  $\text{CaSO}_4$  em condições de uma unidade removedora de sulfato URS, apresentando uma eficiência de cerca de 80%. No entanto, outros estudos investigando as limitações e os benefícios do uso da CMI, bem como seu comportamento em casos com temperaturas acima da ambiente ainda são necessários.

Contudo, com as atividades antrópicas alterando cada vez mais o meio ambiente, propostas que tenham um menor impacto ambiental e não dispõem de poluentes são, de forma geral, auspiciosas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOELS, L.; WITKAMP, G. 2011. *Carboxymethyl Inulin Biopolymers: A Green Alternative for Phosphonate Calcium Carbonate Growth Inhibitors*. Crystal Growth and design. V.11, p.4155-4165.

GRANDCOIN, A.; PIEL, A.; BAURÈS, E. 2017. *AminoMethylPhosphonic acid (AMPA) in natural waters: Its sources, behavior and environmental fate*. Water Research. V.117, p.187-197.

KIBORGA, S.; ONER, M. *The inhibitory effects of carboxymethyl inulin on the seeded growth of calcium carbonate*. 2012. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. V.91, p.18-25.

ERCURIO, P.; FLORES, F.; MUELLER, J.; CARTER, S. 2014. *Glyphosate persistence in seawater*. Marine Pollution Bulletin. V.85, p.385-390.

SANTOS, T.; *Avaliação de inibidores de incrustação em unidades removedora de sulfato*. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola de Química.

SETTA, F-A.; NEVILLEI, A. *Efficiency assessment of inhibitors on CaCO<sub>3</sub> precipitation kinetics in the bulk and deposition on a stainless steel surface (316 L)*. 2011. Desalination. V.281, p.340-347,

ZHANG, H.; LOU, X.; LIN, X.; TANG, P.; LU, X.; YANG, M.; TANG, Y. *Biodegradable carboxymethyl inulin as a scale inhibitor for calcite crystal growth: Molecular level understanding*. 2016. Desalination V.381, p.1-7.



4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE MANGUE EM DIFERENTES SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA A HERBIVORIA DE CARANGUEJOS

Luiz Gonzaga Allochio Zucolotto<sup>1</sup>, Sávio Freire Bruno<sup>2</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biólogo, Mestrando em Engenharia de Biosistemas

<sup>2</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Os manguezais são considerados os berçários do mar por serem locais de nascimento e desenvolvimento de inúmeras espécies de peixes, moluscos e crustáceos, como também, importantes para a segurança alimentar do Homem, especialmente, das comunidades de pescadores artesanais tradicionais, já que 80% das espécies de peixes comerciais dependem dos manguezais. Apesar de sua grande importância, estudos que analisam os mecanismos envolvidos no sistema planta-solo, tal como índice de desenvolvimento das mudas em seus estágios iniciais de desenvolvimento são pouco realizados. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o crescimento inicial das mudas de mangue em função dos sistemas de proteção utilizados. O experimento foi conduzido nas proximidades da Lagoa de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro, no período de junho de 2017 a setembro de 2018. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com 3 espécies nativas: *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* em 5 tratamentos que consistia no controle e mais 4 tipos de proteções: garrafa PET, tubo de PVC, bambu e coco. Observou-se que o crescimento das mudas influenciou negativamente o crescimento das espécies *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* e que influenciou positivamente o crescimento da *Avicennia schaueriana*. Dentre as espécies analisadas, a *Laguncularia racemosa* foi a que apresentou menor crescimento e a *Avicennia schaueriana* foi a que menos sofreu influência, e inclusive teve seu maior crescimento registrado quando protegida com garrafa PET. De forma geral as proteções necessárias para as mudas contra a herbivoria por caranguejos influenciaram negativamente no desenvolvimento das espécies, especialmente em *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*.

**Palavras-chave:** Propágulos. Proteções. Ambientes costeiros.

## DEVELOPMENT OF MANGROVE IN DIFFERENT SYSTEMS OF PROTECTION AGAINST CRABS

### Abstract

Mangroves are considered the nurseries of the sea because they are birth and development sites for numerous fish, molluscs and crustaceans, as well as important for human food security, especially for traditional artisanal fishing communities, since 80% of species of commercial fish species depend on mangroves. Despite their great importance, studies that analyze the mechanisms involved in the plant-soil system, such as seedling development index in the early stages of development, are poorly performed. Thus, the main objective of this work was to analyze the initial growth of mangrove saplings as a function of the protection systems used. The experiment was conducted in the vicinity of Itaipu Lagoon, Niterói, Rio de Janeiro, from June 2017 to September 2018. A completely randomized design was used with three native species: *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* and *Rhizophora mangle* in 5 treatments that consisted of the group control and more 4 types of protections: PET bottle, PVC pipe, bamboo and coconut. It was observed that the growth of the seedlings negatively influenced the growth of the species *Laguncularia racemosa* and



*Rhizophora mangle* and that positively influenced the growth of *Avicennia schaueriana*. Among the species analyzed, *Laguncularia racemosa* presented the lowest growth and *Avicennia schaueriana* was the one that had the least influence, and even had its highest growth when protected with PET bottle. In general, the protections needed to protect the seedlings against herbivory by crabs had a negative influence on the development of the species, especially in *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa*.

**Keywords:** Propagules. Protections. Coastal environments.

## INTRODUÇÃO

O ecossistema manguezal é um dos mais importantes ambientes costeiros das regiões tropicais, caracterizado por uma vegetação lenhosa típica (angiospermas) associada a outros componentes da flora e fauna adaptados às condições limitantes de salinidade, substrato inconsolidado, pouco oxigenado e com frequente submersão pelas marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). De transição entre os ambientes terrestres e marinhos, sujeito às ações das marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995), o manguezal, na maioria das vezes, encontra-se associado às regiões de baías, lagunas, estuários e barras, ou seja, onde há uma mistura de águas doce e marinha. Importantíssimo para a produtividade pesqueira já que funcionam como berçários do mar. Ao longo do tempo, em todo o mundo, os manguezais têm sofrido diminuição das suas florestas devido à retirada de madeira, carvão, ou mesmo, pelos acidentes ambientais provocados por derramamento de petróleo. Estima-se que na época do descobrimento, a área de manguezais na Baía da Guanabara chegava a 300 km<sup>2</sup>, atualmente não passa de 60km<sup>2</sup> (KAPA, 2015).

Os manguezais são, ainda, particularmente, sensíveis à poluição por petróleo, infligindo severos danos às árvores e aos organismos que vivem no solo ou que deles dependem. Esses danos são causados pela toxicidade dos hidrocarbonetos. Casasco, Santos e Quiñones (2014), trabalhando com recuperação de área de manguezal, verificaram em algumas parcelas, um percentual muito baixo de sobrevivência de mudas, os quais variaram de 2 a 20% ao final de dois anos de monitoramento.

As causas para esse índice baixo podem ser várias, tais como, granulometria do solo, influência das marés, incidência de luz solar, tamanho dos indivíduos replantados, sistema radicular das espécies utilizadas, etc. Um fator que pode, também, influenciar é a ação dos caranguejos que atacam os propágulos e as plantas jovens, impedindo ou retardando a formação de um novo manguezal. Watson (1928) comentou sobre o papel dos caranguejos como consumidores de propágulos de mangue, especialmente, nas florestas geridas no oeste da Malásia.

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o crescimento das mudas (propágulos) de três espécies de plantas de mangue, a saber, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, em função do tipo de proteção contra o ataque de caranguejos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Parque Estadual da Serra da Tiririca (PSET), no entorno da Lagoa de Itaipu, no Município de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil na Latitude de 22°37'22"S e Longitude 043°02'09"W, no período de junho de 2017 a setembro de 2018. O local do experimento localizado na região entre marés, onde ora é coberta e ora descoberta pelas marés e inicialmente se encontrava totalmente desprovido de vegetação.

Foram utilizadas mudas, das três espécies de plantas de mangue que ocorrem na Lagoa de Itaipu, a saber: *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, que foram plantadas em copos de 200 ml e transplantadas com idade de dois meses e meio em um delineamento inteiramente casualizado, onde cada parcela continha 147 covas, sendo 49 para cada espécie, distribuídas por sorteio em cada cova de plantio.

Assim cada muda teve a mesma chance de ocupar o mesmo lugar na parcela. Foram plantadas 5 parcelas onde cada uma recebeu um tipo de tratamento: coco, bambu, garrafa PET, Tubo de PVC

de 100 mm e o Grupo Controle. Todos os tratamentos tinham cerca de 20 centímetros de altura e o grupo controle não recebeu nenhum tipo de proteção. O espaçamento entre as mudas foi de 1 metro de forma que uma muda não interferiu no crescimento da outra nos 15 meses de estudo. Durante o experimento, foram coletados dados trimestralmente indicando o tamanho das plantas a fim de verificar a influência da proteção artificial no crescimento das mudas das 3 espécies. Na análise estatística foi utilizado o teste de "F" e de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos resultados verificou-se a influência das proteções no crescimento das espécies *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* já que no tratamento controle onde não havia proteção houve o maior crescimento para as duas espécies (Figuras 1 e 3). Já na espécie *Avicennia schaueriana* parece não ter havido influência negativa e sim positiva das proteções para o crescimento, já que na proteção de garrafa PET ocorreu o melhor crescimento (Figura 2).

A área do experimento, uma área junto ao mangue do entorno da Lagoa de Itaipu, as mudas de mangue são predadas de maneira muito forte por caranguejos, então se torna imperativo o uso de proteções artificiais contra a predação das mudas, pois em um processo de recuperação de áreas degradadas onde há investimentos e para que este não se perca e assim haja sucesso no plantio de mudas há então a necessidade do uso da proteção artificial que garantirá o sucesso da empreitada.

Nos resultados do experimento há uma influência negativa no desenvolvimento das mudas nos primeiros 15 meses para as espécies *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* (Figuras 1 e 3).

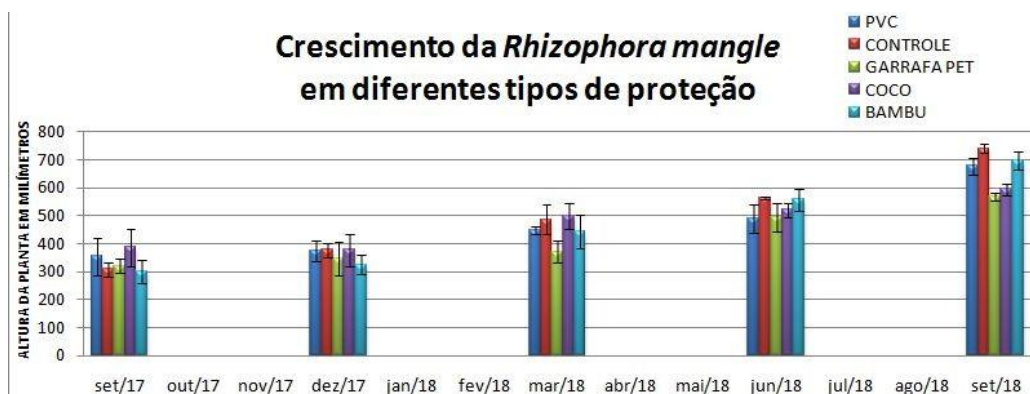


Figura 1: Evolução da altura das plantas de *Rhizophora mangle* em diferentes tipos de proteção.

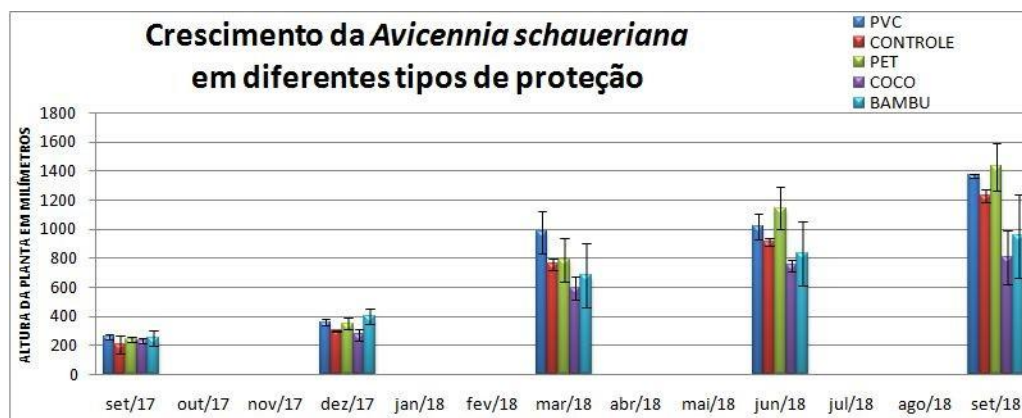


Figura 2: Evolução da altura das plantas de *Avicennia schaueriana* em diferentes tipos de proteção.

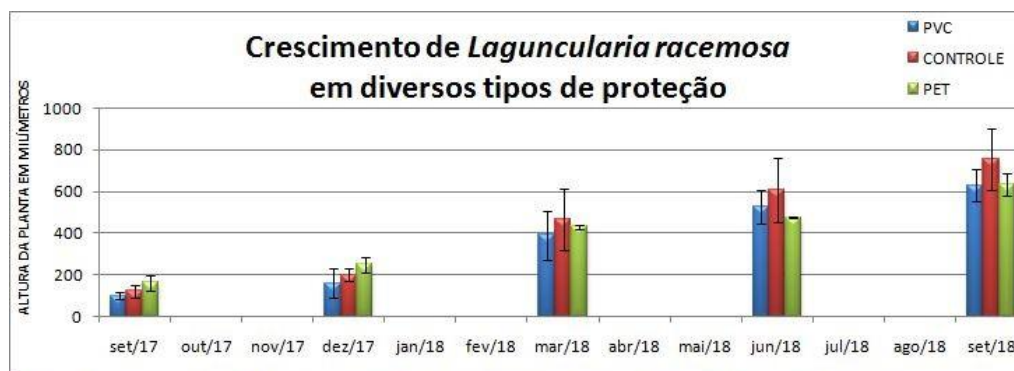


Figura 3: Evolução da altura das plantas de *Laguncularia racemosa* em diferentes tipos de proteção.

Já para a espécie *Avicennia schaueriana* os resultados demonstram que não houve influência no desenvolvimento nos tratamentos PVC e PET porque ali as mudas cresceram até mais do que no controle, já nos tratamentos coco e bambu que cresceram menos que o controle houve sim um retardo no crescimento. Em *Laguncularia racemosa* os tratamentos PVC e PET influenciaram negativamente e o Controle foi onde ocorreu maior crescimento (Figura 3). Observou-se que para as espécies *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* apresentaram problemas de crescimento com as proteções utilizadas. A que mais se mostrou sensível a esse fator foi a *Laguncularia racemosa* (Figura 3) e aquela que mais tolerância apresentou foi a *Avicennia schaueriana* (Figura 2) com valores médios acima da do tratamento controle e superiores às outras duas espécies em estudo.

Em uma análise mais detalhada pode-se afirmar que para as espécies *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* (Figura 2 e 3) a proteção mais adequada foi a garrafa PET e para *Rhizophora mangle* a proteção que melhor se ajustou a espécie foi o tubo de PVC (Figura 1). Entretanto, quando se faz uma análise estatística do experimento que foi um delineamento inteiramente causalizado, com 5 tratamentos e 3 repetições para *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle*; e 3 tratamentos com 3 repetições para a *Laguncularia racemosa*, onde as comparações de médias foram feitas utilizando o teste de F e o teste de Tukey temos os seguintes resultados: para *Avicennia schaueriana*, dentre os tratamentos controle, PVC, PET, coco e bambu, não houveram diferenças significativas nas coletas de setembro de 2017 e março de 2018, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Em dezembro de 2017, foram iguais, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, os tratamentos bambu, PVC e PET; PVC, PET e controle; e PET, controle e coco. Em junho de 2018, foram iguais, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, os tratamentos PET, PVC, controle e bambu; PVC, controle; e bambu e coco. Em setembro de 2018, foram iguais, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, os tratamentos PET, PVC e controle; e bambu e coco. Para *Rhizophora mangle*, dentre os tratamentos controle, PVC, PET, coco e bambu, não houveram diferenças significativas nas coletas de setembro de 2017, dezembro de 2017 e junho de 2018, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Em março de 2018, foram iguais, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, os tratamentos coco, controle, PVC e bambu; que diferiram do tratamento PET. Em setembro de 2018, foram iguais, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, os tratamentos controle e bambu; bambu e PVC; e coco e PET. Para *Laguncularia racemosa*, dentre os tratamentos controle, PVC e PET, não houveram diferenças significativas em nenhuma das coletas ao longo do experimento, pelo teste de F e o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade."

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento diminuiu em todos os tratamentos, exceto em *Avicennia schaueriana*, sendo a mais sensível as proteções a espécie *Laguncularia racemosa* e a menos sensível a *Avicennia*

*schaueriana*. E a proteção que menos interferiu no crescimento da *Rhizophora mangle* foi o tubo de PVC e em *Laguncularia racemosa* foi a Garrafa PET.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CASASCO, B. S.; SANTOS, C. L.; QUIÑONES, E. M, Recuperação de manguezais brasileiros. **Revista Ceciliansa**, 6(1): 1-5, 2014. Disponível em:.Acesso em 20/11/2017.

KAPA, R. Enquanto uma Cidade Nascia, Uma Baía Adoecia. Rio de Janeiro: **Jornal O Globo**, 27p. 2015.

MENEZES, GISELA VIANNA; SCHAEFFER-NOVELLI, YARA; POFFO, I.R.F.; EYSINK, **G.G.J.** Recuperação de manguezais: um estudo de caso na Baixada Santista de São Paulo, **Brasil**. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v.9, n.1, p.67-74. 2005.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal** - ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 64p.1995

SMITH, T. J. **Forest structure**. Pp. 101-136. In A. I. Robertson and D. M. Alongi (eds.), *Tropical Mangrove Ecosystems*. Washington, D.C.: American Geophysical Union, 1992.

WATSON, J. O. **Mangrove Forests of the Malay Peninsula**. Malay: Malayan Forest Records, 6: p1-275.1928.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO PINTINHOS VENDÁVEIS DE MATRIZES DE FRANGO DE CORTE ALTERNATIVO**

Letícia Ramos Lucena de Souza<sup>1</sup>, Isabella Couto Carlos<sup>2</sup>, Rodolpho de Almeida Torres Filho<sup>3</sup>,  
João Carlos Correia Baptista Soares de Mello<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, leticia.rlucena@gmail.com

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia de Produção - UFF, Niterói-RJ, isbellaccarlos@gmail.com

<sup>3</sup> Faculdade de Veterinária - UFF, Niterói, RJ, ratfilho@id.uff.br

<sup>4</sup> Escola de Engenharia - UFF, Niterói, RJ, jccbsmello@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O setor avícola é de extrema importância no Brasil, que ocupa a liderança em exportação de carne de frango desde 2011. O setor possui dois segmentos: produção de carne e produção de ovos e independente do segmento, a organização produtiva é feita por diferentes estratos: seleção de material genético, multiplicação do material genético e produto comercial. As matrizes encontram-se no estrato de multiplicação e tem como produto ovos fértil que irão gerar o produto comercial, com isso a redução do consumo de ração e o aumento do número de pintinhos vendáveis são importantes para aumentar a eficiência da produção. Uma alternativa para avaliar a eficiência da produção é a utilização de Análise Envoltória de Dados, que calcula a relação entre a soma ponderada dos produtos (*outputs*) e dos insumos (*inputs*) de cada unidade produtiva (DMU). Porém se o conjunto das DMUs em análise for pequeno, é necessário utilizar modelagens avançadas, como Li & Reeves, para solucionar algumas limitações do DEA clássico, aumentando a discriminação das DMUs em análise. Neste trabalho, avaliou-se 8 lotes de matrizes de frango de corte alternativo, usando como inputs quantidade de reprodutoras fêmeas, quantidade de reprodutores machos, quantidade de ração consumida e como output quantidade de pintinhos vendáveis. No DEA clássico foram encontrados dois lotes eficientes, porém diversas variáveis receberam peso zero. Já na modelagem proposta por Le & Reeves, apenas uma DMU foi considerada eficiente. O modelo aplicado alcançou o objetivo de aumentar a discriminação das DMUs e melhorar a distribuição dos pesos.

**Palavras-chave:** avicultura; DEA; reprodutoras;

## **EFFICIENCY EVALUATION OF ONE DAY OLD CHICKENS' PRODUCTION OF ALTERNATIVE BROILER BREEDERS**

### **Abstract**

The poultry sector is extremely important in Brazil, which has been the leader in exportation of broiler meat since 2011. The sector has two segments: meat production and egg production and in both, the production organization is made by different levels: genetic selection, multiplication of genetic material and commercial product. The breeders are in the multiplication level and have fertile egg as its commercial product, and with that the reduction of feed consumption and the increase in the number of salable chicks can increase the efficiency of the production. An alternative to evaluate the efficiency of the production is the use Data Envelopment Analysis, which efficiency is calculated by the relation between the weighted sum of the outputs and the inputs of each productive unit (DMU). However, if the set of DMUs under analysis is small, it is necessary to use advanced modeling, such as Li & Reeves, to solve some classical DEA limitations, increasing the discrimination of the DMUs under analysis. In this work, we evaluated 8 batches of

alternative broiler chicken breeders, using as inputs the number of female, the number of male, the quantity of feed consumed and as output the quantity of salable chicks. In the classic DEA, it was found two efficient batches, but several variables received zero weight. In the model proposed by Le & Reeves, only one DMU was considered efficient. The applied model reached the objective of increasing the discrimination of the DMUs and to improve the distribution of the weights.

**Keywords:** breeders; DEA; poultry

## INTRODUÇÃO

O setor avícola assume papel fundamental na economia brasileira, desde a produção de alimentos, geração de empregos e de fronteiras e, desde 2011, ocupa a liderança mundial na exportação de carne de frango (ABPA, 2018). O setor possui dois segmentos extremamente especializados: um para produção de carne e outro para produção de ovos e independente do segmento, a organização da estrutura produtiva é a mesma e pode ser exemplificada por uma pirâmide com diferentes estratos, cada um com sua especialização.

No topo da pirâmide há o estrato de seleção genética (linhas puras), abaixo há o estrato de multiplicação do material genético (bisavós, avós e matrizes) e na base os produtos comerciais. O estrato de matrizes é o que tem o maior número de reprodutoras e tem como produto ovos férteis. A redução do consumo de ração e o aumento do número de pintinhos vendáveis por fêmea são aspectos fundamentais para a lucratividade do setor (Macari & Mendes, 2005).

Uma alternativa para avaliar a eficiência de lotes de aves é a utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*), que é uma técnica desenvolvida por Charnes *et al.* (1978), que utiliza programação linear para avaliar a eficiência de unidades produtivas denominadas DMUs (*Decision Making Units* ou unidades tomadoras de decisão).

A utilização de DEA com modelagem clássica já vem sendo discutida e utilizada em trabalhos envolvendo avicultura como: Begum *et al.* (2012); Jatto *et al.* (2012); Cunha (2014); Hassan *et al.* (2016). Porém, o DEA clássico possui algumas limitações que podem ser solucionadas utilizando modelagens mais avançadas de DEA, por exemplo, o modelo Li & Reeves (1999), que permitem aumentar a discriminação da análise. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a eficiência de 12 lotes de matrizes de frango de corte alternativo da linhagem colonial utilizando modelagens avançadas e por haver um número pequeno de DMUs o modelo de Li & Reeves (1999) é adequado para este problema.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 12 lotes de matrizes de frango de corte alternativo da linhagem RedBro, todos com 315 dias de produção. Os dados foram disponibilizados pela empresa Globoaves. O modelo DEA clássico utilizado foi o modelo dos multiplicadores para o CCR com orientação a output. Como inputs foram utilizados a quantidade de fêmeas, quantidade de machos e o total de ração consumida, e como output foi utilizada a quantidade de pintinhos vendáveis.

No DEA, a eficiência é calculada pela relação entre a soma ponderada dos produtos (*outputs*) e dos insumos (*inputs*) de cada unidade produtiva, comparando cada DMU, individualmente, com todas as outras do conjunto, por meio de um Problema de Programação Linear (PPL) de modo a maximizar a eficiência da DMU.

Para o cálculo da eficiência no DEA o próprio modelo determina os pesos de forma a otimizar a eficiência de cada DMU e por isso, o DEA é considerado benevolente. Quando há atribuição de pesos zeros a alguma variável significa que essa variável não está sendo utilizada da melhor forma e é melhor para a DMU desconsiderá-la.

Porém, a estrutura benevolente compromete a capacidade de discriminação. Uma solução

encontrada é a utilização do modelo MCDEA, de Li e Reeves (1999), que utiliza programação linear multiobjetivo a fim de resolver os problemas de discriminação das DMUs e promover uma melhor distribuição dos multiplicadores para as variáveis, incluindo duas outras funções objetivo, além da função objetivo clássica do modelo DEA, cada uma representando um novo critério para a medida de eficiência (desvio máximo e soma dos desvios). Tais critérios, por propiciarem menor flexibilidade para a otimização, tendem a restringir a liberdade das DMUs na busca pela eficiência.

No modelo DEA tradicional, os *benchmarks* são definidos através do dual do modelo dos multiplicadores. Em seu estudo, Chaves et al. (2016) obtiveram a formulação dual do modelo de Li e Reeves, sendo essa formulação dividida em dois modelos duais parciais: o MCDEA R12 e o MCDEA R13. A partir da utilização desses modelos foi possível identificar os lotes que são *benchmarks* no modelo em estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar as DMUs utilizando DEA clássico, foram encontradas dois lotes eficientes (lote 4 e lote 8), porém 14 variáveis receberam peso 0 (Tabela 1). O lote 8, por exemplo, tornou-se eficiente por ter atribuído peso zero aos *inputs* fêmea e ração.

Tabela 1. Resultado da Análise Envoltória de Dados de oito lotes de matrizes de frango de corte alternativo

DMU	Eficiência	Peso <i>Input</i> fêmea	Peso <i>Input</i> macho	Peso <i>Input</i> ração	Peso <i>output</i> pintinhos
Lote 1	0,952732000	0,000000000	0,000615790	0,000003380	0,000001140
Lote 2	0,994806000	0,000140200	0,000000000	0,000000000	0,000000810
Lote 3	0,943762000	0,000000000	0,000000000	0,000003140	0,000000730
Lote 4	1,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000002410	0,000000560
Lote 5	0,917303000	0,000127590	0,000000000	0,000000000	0,000000740
Lote 6	0,944929000	0,000160740	0,001911000	0,000000000	0,000002040
Lote 7	0,881312000	0,000264920	0,000000000	0,000000000	0,000001530
Lote 8	1,000000000	0,000000000	0,002577320	0,000000000	0,000001400

Na utilização do modelo MCDEA proposto por Li e Reeves (1999), para a DMU ser considerada eficiente, ela deve ser eficiente no MCDEA R12 (minisoma) e MCDEA R13 (minimax), que pode ser observado na tabela 2.



Tabela 2- Resultado da Análise Envolvória de Dados de oito lotes de matrizes de frango de corte alternativo utilizando a modelagem proposta por Li & Reeves (1999)

DMU	Eficiência Padrão	Eficiência MCDEA R12	Minisoma Eficiente	Eficiência MCDEA R13	Minimax Eficiente
Lote 1	0,952732	0,927900		0,926402	
Lote 2	0,994806	0,992493		0,975178	
Lote 3	0,943762	0,928540		0,927071	
Lote 4	1,000000	1,000000	Sim	1,000000	Sim
Lote 5	0,917303	0,915811		0,919190	
Lote 6	0,944929	0,941295		0,941076	
Lote 7	0,890670	0,850809		0,870467	
Lote 8	1,000000	0,926735		0,899729	

Com base nessa premissa, apenas o lote 4 foi considerada minisoma eficiente e minimax eficiente. Além disso, apenas esse lote foi eficiente tanto no DEA clássico quanto nos modelo proposto por Li e Reeves (1999). O lote 4 foi o que teve maior produção de pintinho vendável em relação a quantidade de fêmea alojada e também em relação a quantidade de ração consumida, o que explica sua eficiência.

O lote 8, por sua vez, que havia sido eficiente no modelo tradicional, não foi eficiente nos demais modelos. Esses resultados devem-se à característica desses modelos de promover o aumento da distribuição entre os *inputs* e *outputs* e de melhorar e aumentar a discriminação da análise.

Além disso, de acordo com Chaves *et al.* (2016) era esperado que as eficiências em MCDEA fossem menores ou iguais à eficiência padrão, o que foi observado na análise.

Ao utilizar o modelo proposto por Chaves *et al.* (2016), foi possível verificar as DMUs *benchmarks* (Tabelas 3 e 4), ou seja, as DMUs que são referência para as ineficientes.

Tabela 3- *Benchmarks* encontrados na Análise Envolvória de Dados MCDEA R12 de oito lotes de matrizes de frango de corte alternativos usando modelagem proposta por Chaves *et al.* (2016)

MCDEA R12												
DMU	$\psi$	FO	h	$\theta$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$
Lote 1	0,497525	0,927900	0,174782	1,513729	0,000000	0,000000	0,000000	7,683063	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 2	0,377988	0,992493	0,000000	2,625727	0,000000	0,000000	0,000000	13,166782	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 3	0,317978	0,928540	0,838270	0,283887	0,000000	0,000000	0,000000	2,117151	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 4	0,263098	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 5	0,311838	0,915811	0,406974	1,631735	0,000000	1,942318	0,000000	7,170347	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 6	0,900394	0,941295	0,571705	0,410475	0,000000	0,000000	0,000000	2,225393	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 7	0,615940	0,850809	-0,129574	1,591685	0,000000	0,000000	0,000000	7,928365	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 8	0,606630	0,926735	0,069611	1,412928	0,000000	0,000000	0,000000	7,115359	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000



Tabela 4- *Benchmarks* encontrados na Análise Envolvória de Dados MCDEA R13 de oito lotes de matrizes de frango de corte alternativos usando modelagem proposta por Chaves *et al.* (2016)

MCDEA												
R13												
DMU	$\phi$	FO	h	$\theta$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$	$\lambda_7$	$\lambda_8$
Lote 1	0,125991	0,926402	0,855385	0,563673	0,000000	0,062604	0,000000	0,875308	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 2	0,096600	0,975178	0,000000	0,095012	0,000000	0,000000	0,000000	0,353683	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 3	0,080526	0,927071	0,872840	0,673462	0,000000	0,000000	0,000000	0,279490	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 4	0,066734	1,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 5	0,080810	0,919190	0,919190	0,000000	0,000000	0,432855	0,000000	0,460047	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 6	0,229766	0,941076	0,929758	0,049261	0,000000	0,000000	0,000000	0,312442	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 7	0,162939	0,870467	0,000000	0,342288	0,000000	0,000000	0,000000	0,420775	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lote 8	0,153187	0,899729	0,000000	0,873393	0,000000	0,000000	0,000000	0,860268	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

No modelo MCDEA R12 o lote 2 apareceu uma vez como *benchmark* enquanto o lote 4 foi *benchmark* de todas as DMUs do conjunto. No modelo MCDEA R13 o lote 2 apareceu duas vezes como *benchmark* enquanto o lote 4 foi, mais uma vez, *benchmark* de todas os lotes do conjunto.

Embora o lote 2 não tenha sido eficiente, a sua eficiência foi muito próxima de 1, o que explica sua posição como *benchmark*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo aplicado alcançou o objetivo de aumentar a discriminação das DMUs e melhorar a distribuição dos pesos.

No modelo DEA clássico, duas DMUs (lote 4 e Lote 8) foram consideradas eficientes, porém o lote 8 só alcançou a eficiência pois atribuiu peso zero para duas variáveis.

No modelo MCDEA proposto por Li e Reeves (1999) apenas uma DMU foi considerada eficiente (Lote 4), que obteve maior quantidade de pintinhos viáveis produzidos por fêmea alojada e maior quantidade de pintinhos viáveis por grama de ração consumida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína animal. 2018. **Relatório anual ABPA 2018**. Acesso em 16 de setembro de 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>

BEGUM, I. A.; ALAM M. J.; Buysse J.; FRIJA, A.; HUYLENBROECK, G. V. . Contract farmer and poultry farm efficiency in Bangladesh: a data envelopment analysis. **Applied Economics**, v. 44, n. 28, p. 3737–3747, out. 2012.

CHAVES, M. C. C.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B. E L. ANGULO MEZA. Studies of some duality properties in the Li and Reeves model. **Journal of the Operational Research Society**, v. 67, n. 3, p. 474-482, 2016

CUNHA, C. C. D. Avaliação de desempenho da produção de frangos de corte no Brasil utilizando a Análise Envoltória de Dados e o Índice de Malmquist. Dissertação de mestrado—Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária: Universidade de Brasília, 2014.

HASSAN, A. A.; AHMADU, J. H.; YOUSUF, O.; DAWANG, N. C.; RAHMAN, S. A.; ABDULSALAM. Z.; OMOKORE, D. F. EVALUATION OF PRODUCTION EFFICIENCY OF POULTRY EGG FARMS IN KADUNA STATE, NIGERIA: AN APPLICATION OF DATA ENVELOPMENT, **Journal of Animal Science Research** v. 28(1), p. 179–188, 2016.

JATTO, N.; MAIKASUWA, M. A; JABO, M. S. M; GUNU, U. I. ASSESSING THE TECHNICAL EFFICIENCY LEVEL OF POULTRY EGG PRODUCERS IN ILORIN, KWARA STATE: A DATA ENVELOPMENT ANALYSIS APPROACH. **European Scientific Journal**, v. 8, n.27. p. 110-117, 2012.

LI, X. B. E G. R. REEVES A multiple criteria approach to data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 115, n. 3, p. 507–517, 1999

MACARI, M.; MENDES, A. A. Manejo de matrizes de corte. 1 ed. Campinas: FACTA, 2005.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO COMBINADOS APLICADOS NA CHUVA EM UMA REGIÃO MONTANHOSA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Orlindo Gomes de Farias<sup>1</sup>, José Francisco de Oliveira Júnior<sup>2</sup>, Cristiane Nunes Francisco<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geógrafo, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói - RJ.

<sup>2</sup> Prof. Dr., Instituto de Ciências Atmosféricas - UFAL, Maceió - AL

<sup>3</sup> Profª Drª, Departamento de Análise Geoambiental - UFF, Niterói - RJ.

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O uso dos métodos de interpolação é de suma importância para os estudos sobre o comportamento anual e sazonal da precipitação pluviométrica. Um interpolador se baseia em valores amostrais conhecidos (dados de estações pluviométricas, por exemplo) para estimar valores em regiões desprovidas ou com distribuição irregular de amostras. Na estimativa da chuva, diversos métodos são empregados de acordo com a sua aplicação e complexidade da área estudada. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de interpoladores combinados na representação da chuva em uma região montanhosa do Estado do Rio de Janeiro. No presente estudo, dois algoritmos de interpolação espacial que associam chuva e elevação são apresentados e aplicados a 18 estações pluviométricas da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (RHBIG) e no seu entorno. A interpolação é uma alternativa para a representação de chuvas em áreas com distribuição irregular e baixa densidade de estações. Conclui-se, portanto, que os resultados gerados pelos algoritmos usados revelam que em regiões de relevo abrupto, a interpolação pode ser problemática.

**Palavras-chave:** Interpolação, estações pluviométricas, algoritmos

## **COMBINED INTERPOLATION METHODS APPLIED IN THE RAINFALL IN A MOUNTAIN REGION OF THE RIO DE JANEIRO STATE**

### **Abstract**

The use of interpolation methods is of paramount importance for studies on the annual and seasonal behavior of rainfall. An interpolator is based on known sample values (rainfall data, for example) to estimate values in regions with no or irregular distribution of samples. In the estimation of rainfall, several methods are employed according to their application and complexity of the studied area. The objective of this work was to evaluate the performance of combined interpolators in rainfall representation in a mountainous region of the Rio de Janeiro State. In the present study, two spatial interpolation algorithms that associate rainfall and elevation are presented and applied to 18 rainfall stations in the Ilha Grande Bay Hydrographic Region (RHBIG) and its surroundings. The interpolation is an alternative for the representation of rainfall in areas with irregular distribution and low density of seasons. It is concluded, therefore, that the results generated by the algorithms used show that in regions of abrupt relief, the interpolation can be problematic.

**Keywords:** Interpolation, rainfall stations, algorithms

## INTRODUÇÃO

A chuva é a variável climática mais importante para os estudos de Hidrologia em regiões tropicais (Lyra, *et al.*, 2016). Para a realização de um estudo aprofundado, recomenda-se possuir uma fonte completa e confiável de dados pluviométricos. Uma série histórica consistente a partir de leituras diárias e contínuas é um requisito imprescindível para a modelagem numérica e entendimento da variabilidade espacial e temporal da chuva (Mair *et al.*, 2011). Nos locais com menor densidade de estações pluviométricas, seguido de uma distribuição irregular de postos e difícil acesso, a técnica da interpolação surge como alternativa visando inferir valores de chuvas a partir dos dados observados de estações circundantes. A seleção do método de interpolação adequado dependerá do conhecimento da rugosidade do local e das características climáticas. Portanto, a interpolação é definida como uma técnica de previsão dos valores de uma variável primária (chuva, por exemplo) em pontos dentro da mesma região dos locais amostrados (Burrough *et al.*, 1998). Li *et al.*, (2008) apontaram 38 métodos de interpolação espacial existentes classificados em três grupos: 1) Métodos geoestatísticos; 2) Métodos determinísticos e; 3) Métodos combinados ou híbridos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho dos métodos de interpolação combinados na representação da chuva no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro por meio da validação numérica, associando os dados pluviométricos estimados pelos algoritmos com a topografia complexa da região.

## MATERIAL E MÉTODOS

A região situada-se entre as latitudes 22° 41' 11''S e 22° 23' 04''S e longitudes 43° 53' 04''W e 44° 53' 18''W, a Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (RHBIG) é o foco do estudo deste trabalho. Nesse local, Köppen (1948) identificou dois tipos climáticos mais comuns: Am (Clima tropical úmido ou subúmido) e Aw (Clima tropical com inverno seco) (Peel, *et al.*, 2007). O período chuvoso no litoral sul fluminense é semelhante ao semestre úmido observado na Região Sudeste do Brasil (RSEB), concentrando-se entre os meses de outubro a março, quando ocorrem cerca de 70% do total anual pluviométrico (Alves *et al.*, 2005; Soares *et al.*, 2014; Farias *et al.*, 2017).

Foram utilizadas séries históricas de 18 estações pluviométricas da RHBIG e do seu entorno compreendendo o período de observação entre 1983 e 2012. As séries foram obtidas por meio do banco de dados hidrológicos HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA) ([www.snirh.gov.br/hidroweb/](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/)) e do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP) (<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>). Para a análise de consistência dos dados, usou-se o método da média acumulada que permite a identificação de erros sistemáticos das séries (Bertoni *et al.*, 1993) e, em sequência, foi realizada a correção das falhas e o preenchimento dos meses sem dados.

Com base nas séries consistidas, os dados de chuva foram georreferenciados e classificados de acordo com a extensão dos períodos existentes, considerando o período de 1983 até 2012. A partir dos valores observados, foram gerados os modelos digitais de distribuição da chuva com o uso dos algoritmos Krigagem Regressão e Análise da Regressão, disponíveis na extensão Spatial and Geostatistic do programa SAGA GIS 2.3.2.

Na etapa de pré-processamento, realizou-se a contagem do número de postos até uma distância de 30 km através do buffer. No início dos testes, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) ASTER. Contudo, devido a complexidade do relevo, o MDE TOPODATA foi introduzido nas análises. Nas tentativas de geração dos modelos de distribuição de chuva, foi observado que o terreno acidentado da RHBIG está imprimindo forte influência nas análises da precipitação. Em função da topografia, uma reamostragem do TOPODATA foi feita modificando a resolução espacial.

Em seguida, foram testados os interpoladores Krigagem Regressão e Análise da Regressão. Para o

interpolador Krigagem Regressão, houve o ajuste da reta para três funções matemáticas (linear, logarítmica e da raiz quadrada), visando o alcance do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) mais próximo ou igual ao valor de um (100 %). Além do arquivo vetorial das estações, foi usado como dado de entrada o MDE de 30 m de resolução espacial, reamostrado depois para 100 e 500 m de resolução com a finalidade de construir modelos com menor rugosidade. Para modelar a precipitação em nível local, os métodos de interpolação selecionados combinam dois tipos de informações: dados observados de precipitação com MDE (Li *et al.*, 2014). O modelo de elevação funciona como uma variável explicativa possibilitando aumento do nível de confiança na predição da chuva.

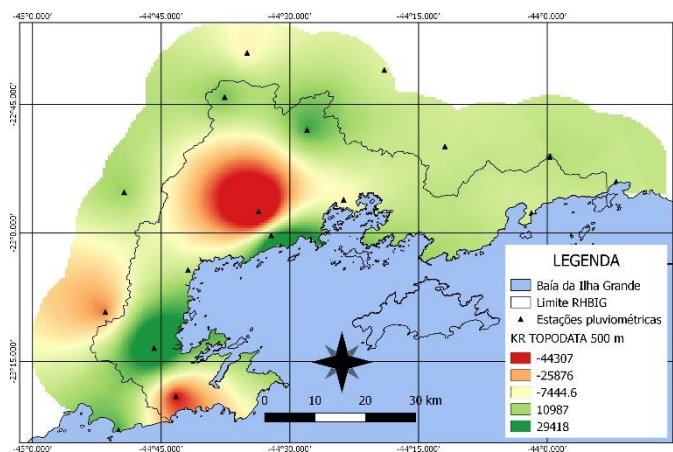
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da evolução nos resultados, percebe-se que a topografia acidentada impõe forte controle sobre a precipitação e que o MDE influencia na construção dos modelos de chuva. Ao rodar os algoritmos Krigagem Regressão e Análise de Regressão, os resultados satisfatórios foram alcançados após testar a função linear com o TOPODATA de resolução de 500 m.

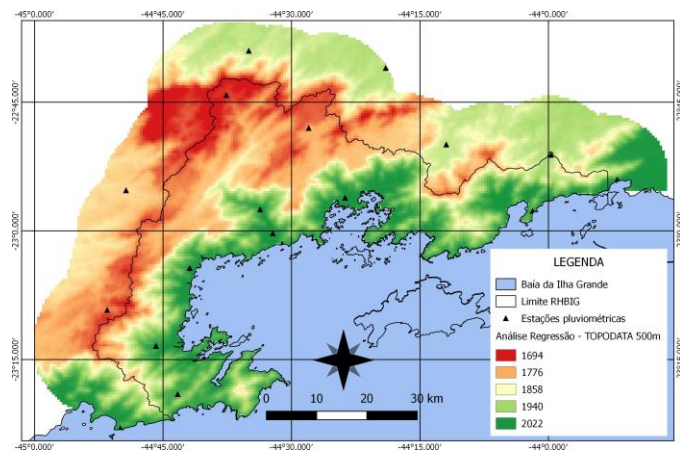
Os testes apontam valores de predição da chuva discrepantes em relação aos dados observados na região. A Krigagem Regressão apresentou valores de predição negativos (-44307 mm, -25876 mm e -7444.6 mm) e superestimados (10987 mm e 29418 mm) de chuva (Figura 1). Por sua vez, a Análise Regressão gerou valores preditos não condizentes com o valor mínimo (1694 mm) e o valor máximo (2022 mm) de precipitação anual acumulada na área estudada (entre 1300 mm e 2600 mm) (Figura 2).

O relevo influi no comportamento e na distribuição espacial e temporal da precipitação da RHBIG. Na vertente oceânica da escarpa da Serra do Mar, são registrados os maiores índices pluviométricos em comparação com o reverso.

É possível observar também que o modelo da Krigagem Regressão gerou alguns vórtices, representando a ponderação da distância no entorno dos postos. No modelo da Análise da Regressão, os menores valores pluviométricos (1694 mm) seguem o padrão do relevo e os valores máximos de chuva (2022 mm) acompanham à orientação da linha de costa (SO-NE).



**Figura 1.** Modelo de distribuição de chuva gerado pelo método da Krigagem regressão gerado com TOPODATA reamostrado para 500 m de resolução.



**Figura 2.** Modelo de distribuição de chuva gerado pelo método da Análise da regressão gerado com TOPODATA reamostrado para 500 m de resolução.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram realizados testes com dois métodos de interpolação combinados para a estimativa da distribuição espacial da chuva anual no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro. A interpolação é uma alternativa para a estimativa da pluviosidade em áreas com densidade pequena e distribuição irregular de postos pluviométricos. Contudo, em áreas de topografia complexa, como as escarpas da Serra do Mar, a aplicação da técnica é mais problemática.

A resolução espacial fina do MDE TOPODATA aparece como um dos fatores determinantes nos resultados obtidos. Com a diminuição na resolução do MDE, ocorre uma perda de informação da elevação do terreno. Dessa forma, um novo modelo reamostrado para 1000 m de resolução será avaliado com os algoritmos. Funções matemáticas estão sendo revisadas visando um ajuste eficiente dos valores amostrados e maior coerência com os dados pluviométricos observados. Serão trabalhadas ainda outras variáveis explicativas, como declividade, orientação das vertentes e distância em relação ao litoral. Por fim, os dados estimados e medidos serão validados por meio de indicadores de desempenho a serem definidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAMARGO JR., H.; CASTRO, C. 2005. Início da estação chuvosa na região Sudeste do Brasil: Parte 1 – Estudos observacionais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, n.3: p. 385-394.
- BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. 1993. Precipitação. In TUCCI, C. E. M. (Org.). *Hidrologia: ciência e aplicação*, Ed. UFRGS, v. 2, p. 177-242. Porto Alegre: ABRH/Ed. UFRGS.
- BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. *Principles of GIS*. Oxford University Press: London, UK, 1998.
- FARIAS, O. G.; FRANCISCO, C. N.; SENNA, M. C. A. 2017. Avaliação de Métodos de Interpolação Espacial Aplicados à Pluviosidade em Região Montanhosa no Litoral Sul do Estado de Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 21: p. 172-185.
- LI, J.; HEAP, A. D. 2014. Spatial interpolation methods applied in the environmental sciences: A review. *Environmental Modelling & Software*, v. 53: p. 173-189.
- LYRA, G. B.; CORREIA, T. P. OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; ZERI, M. 2017. Evaluation of methods of spatial interpolation for monthly rainfall data over the state of Rio de Janeiro, Brazil.

*Theoretical and Applied Climatology*, v. 133: p. 1-11.

MAIR, A.; FARES, A. 2011. Comparison of Rainfall Interpolation Methods in a Mountainous Region of a Tropical Island. *Journal of Hydrologic Engineering*, v. 16: 371–383. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000330](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000330)

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, v.11: p.1633-1644. <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.pdf>

SOARES, F. S.; FRANCISCO, C. N.; CARVALHO, C. N. 2005. Análise dos fatores que influenciam a distribuição espacial da precipitação no litoral sul fluminense. In: *Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento*, 12, 2005, Goiânia. Anais. São José dos Campos: INPE, v. 1: p. 3365-3369.





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **VARIABILIDADE DA SECA MENSAL NA REGIÃO DO MÉDIO PARAÍBA RIO DE JANEIRO VIA ÍNDICE SPI**

Givanildo de Gois<sup>1</sup>, José Francisco de Oliveira Júnior<sup>2</sup>, Welington Kiffer de Freitas<sup>3</sup>, Roberta Fernanda da Paz de Souza Paiva<sup>5</sup>, Anderson Silva de Sousa<sup>5</sup>, Bruno Serafini Sobral<sup>6</sup>, Indira Sueline Silva Aleluia<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Meteorologista, Pós-Doutorado em Tecnologia Ambiental – UFF, Volta Redonda – RJ. E-mail: givanildogois@gmail.com

<sup>2</sup> Meteorologista, Prof<sup>o</sup>. do Instituto de Ciências Atmosféricas – UFAL, Maceió – AL. E-mail: jose.junior@icat.ufal.br

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, Prof<sup>o</sup>. do Dep. de Engenharia de Produção – UFF, Volta Redonda – RJ. E-mail: wkifferpgtauff@gmail.com

<sup>4</sup> Economista, Prof<sup>o</sup>. do Dep. de Engenharia de Agronegócios – UFF, Volta Redonda – RJ, Brasil. E-mail: robertapaz2003@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Engenheiro de Produção, Mestrando em Tecnologia Ambiental – UFF, Volta Redonda – RJ. E-mail: andersonengenharia6@gmail.com

<sup>6</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, Mestrado em Engenharia de Biossistemas (Recursos Hídricos) – UFF, Niterói – RJ. E-mail: brunossobral@gmail.com

<sup>7</sup> Matemática, Estudante de Graduação, UFAL, - Maceió – AL. E-mail: indiraaleluia@hotmail.com

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Entre os desastres naturais que mais afetam as populações urbanas e rurais, a seca é o fenômeno natural que mais causa prejuízos econômicos e sociais as mais diversas regiões do mundo. Sendo os objetivos deste estudo, avaliar o percentual de falha de uma série temporal de 47 anos de dados de chuva de vinte e sete estações meteorológicas e a severidade da seca nas décadas de 60, 70, 80, 90, 2000, e no período de 2010- 2013 via Índice de Precipitação Padronizada-SPI na escala mensal na região do Médio Paraíba – Rio de Janeiro. Os maiores percentuais de falha nos dados foram registrados nas estações Fazenda Santa Rosa (19,35%); Ipê (36,41%); Itatiaia (19,82%); Nossa Senhora do Amparo (19,82%); Resende (89,86%); Sítio das Palmeiras (12,90%); Fazenda São Francisco (20,74%) e Taboas (22,58%). Um total de 93 episódios de seca foi observado nas décadas de 60, 70, 80, 90, 2000 e no período de 2010 a 2013. As maiores frequências de seca foram registradas na década de 80, com 21 episódios, seguida das décadas de 70 (19 episódios), 90 (15 episódios), 2000 (18 episódios) e o período de 2010/2013 (13 episódios). Já o menor percentual de frequência de seca ocorreu na década de 60 (7 episódios). A análise temporal mostrou uma alta variabilidade do SPI-1 mês na região, prevalecendo à categoria próxima ao normal. Com isso destaca-se a importância de estudos relacionados ao fenômeno seca no sentido de permitir avanços na tomada de decisão das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento socioeconômico.

**Palavras-chave:** percentuais, episódios, seca, décadas

## **DRY VARIABILITY IN THE MIDDLE PARÍBA REGION STATE OF RIO DE JANEIRO BY STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX - SPI**

### **Abstract**

Among the natural disasters that most affect urban and rural populations, drought is the natural phenomenon that causes most economic and social damages in the most diverse regions of the world. The objective of this study was to evaluate the percentage of failure of a 47-year time series of twenty-seven rainfall data and the severity of drought in the 60's, 70's, 80's, 90's, 2000's and in the 2010- 2013 via the Standardized Precipitation Index-SPI in the monthly scale in the region of the Middle Paraíba - Rio de Janeiro. The highest percentages of data failure were recorded at Fazenda Santa Rosa stations (19.35%); Ipê (36.41%); Itatiaia (19.82%); Nossa Senhora do Amparo (19.82%); Resende (89.86%); Sítio



das Palmeiras (12.90%); Fazenda São Francisco (20.74%) and Taboas (22.58%). A total of 93 drought episodes were observed in the 60's, 70's, 80's, 90's, 2000's and in the period from 2010 to 2013. The highest drought frequencies were recorded in the 80's with 21 episodes, followed by the 70's (19 episodes), 90 (15 episodes), 2000 (18 episodes) and the period of 2010/2013 (13 episodes). The lowest percentage of drought frequency occurred in the 1960s (7 episodes). The temporal analysis showed a high variability of the SPI-1 month in the region, prevailing in the next to normal category. This highlights the importance of studies related to the dry phenomenon in order to allow advances in the decision-making of public policies aimed at the socioeconomic.

**Keywords:** percentages; episodes, dry; decades.

## INTRODUÇÃO

Entre os desastres naturais, a seca é um fenômeno que mais afeta as pessoas em várias regiões do planeta e, causa impactos ambientais e socioeconômicos. A seca é definida como um déficit de chuva abaixo da média climatológica de uma região (World Meteorological Organization – WMO, 1986; Macedo et al., 2009). Segundo McKee et al. (1993), a seca difere dos demais desastres naturais, no que se refere ao seu início e fim. Tsakiris e Vangelis (2004) destacam que não se deve confundir seca com aridez, visto que aridez é uma característica permanente do clima de uma região, resultante de níveis pluviométricos baixos.

As secas podem ser identificadas com base em séries históricas e por índices estatísticos (Fernandes et al., 2009). Nas últimas décadas diversas metodologias foram desenvolvidas com o objetivo de quantificar e identificar o início, o fim e a sua duração, entre as quais se destacam os índices que se baseiam em variáveis climáticas e hidrológicas (Barra et al., 2002). Dentre eles, destacam-se: o Palmer Drought Severity Index - PDSI (Palmer, 1965) e o Standardized Precipitation Index - SPI (McKee et al., 1993). Os índices citados, auxiliam os agricultores e gestores públicos no que se refere à avaliação temporal e espacial da seca (Nkemdiring & Weber, 1999), em sistemas de monitoramento (Lohani & Loganathan, 1997), e previsão de produtividade das culturas (Kumar & Panu, 1997). Desta forma, os objetivos deste trabalho são: (i) avaliar o percentual de falha na série temporal de 47 anos da região do Médio Paraíba – Rio de Janeiro, (ii): avaliar a severidade da seca na escala temporal (décadas de 60, 70, 80, 90, 2000, e no período de 2010-2013) via SPI na escala mensal.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para calcular o Índice de Precipitação Padronizada (SPI), na escala mensal (SPI-1) foram utilizados dados pluviométricos mensais (1967 a 2013) de 27 estações meteorológicas convencionais e automáticas distribuídas na região do Médio Paraíba do Rio de Janeiro (Tabela 1), obtidos da ANA (Agência Nacional de Águas), CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), SERLA (Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas) e LIGHT (Light Serviços de Eletricidade S/A).

O índice SPI foi desenvolvido por McKee et al. (1993 e 1995) e sua principal característica é quantificar o déficit ou o excesso de chuva em diferentes escalas de tempo. A distribuição de probabilidade Gama, de acordo com a metodologia proposta por McKee et al. (1993), foi aplicada a série temporal de 47 anos de dados. O SPI tem o valor zero para sua média e variância unitária para cada estação e período avaliado. A distribuição gama é definida pela função de densidade de probabilidade a seguir:

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)} \quad (1) \quad \text{e} \quad \Gamma(\alpha) = \int_0^\infty x^{\alpha-1} e^{-x} dx \quad (2)$$

em que,  $\alpha > 0$  parâmetro de forma (adimensional)  $(\alpha) > (\beta)$  parâmetro de escala ( $\beta$ );  $x > 0$  Total de chuva (mm);  $\Gamma(\alpha)$  Função gama. Maiores detalhes da formulação matemática usada neste estudo encontram-se em McKee et al. (1993), Gois et al. (2013) e Sobral et al. (2018). Após o cálculo do

SPI, determinou-se a frequência das categorias de seca conforme Tabela 2, segundo McKee et al. (1993).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se os percentuais das falhas de dados. Todas as estações totalizaram 29,63% de falhas. Os maiores percentuais de falhas ocorreram nas estações Fazenda Santa Rosa (19,35%); Ipê (36,41%); Itatiaia (19,82%); Nossa Senhora do Amparo (19,82%); Resende (89,86%); Sítio das Palmeiras (12,90%); Fazenda São Francisco (20,74%) e Taboas (22,58%), respectivamente. Os menores registros de falhas foram identificados em 70,37% das estações, com valores entre 0 a 6,91%.

A classificação da seca Tabela 2 e os resultados obtidos para análise temporal mensal da seca encontra-se na Tabela 3. Na série temporal de 47 anos constatou-se um total de 93 episódios de seca. A maior frequência de seca foi registrada na década de 80, com 21 episódios (22,58%), nos anos de 1982 (El Niño muito forte), 1983 e 1984 (La Niña fraca), 1986 e 1987 (El Niño moderado), sendo contabilizados seis episódios de seca moderada em 1982, 1984, 1987, 1988 e 1989, e nove episódios categorizados como Muito seco 1981 (Neutro), 1983, 1984, 1985 (Neutro), 1987 e 1988 (La Niña forte) (NOAA, 2018).

A década de 70 foi caracterizada pelo aumento na frequência de seca, 19 episódios (20,43%), sendo duas secas extremas nos anos de 1971 (La Niña fraca) e 1976 (El Niño fraco), seguido dez episódios de seca moderada e sete categorizados como muito seco. A década de 60 (7 episódios, 7,53%) apresentou o menor percentual de secas mensais, sendo dois de seca extrema 1967 (La Niña fraca), seguidos de quatro de seca moderada 1968, e um muito seco 1969 (La Niña fraca) e 1969 (El Niño fraco) (NOAA, 2018).

A década de 90 apresentou 15 episódios (16,13%), sendo sete de seca moderada nos anos de 1990 (Neutro), 1991 (El Niño moderado), 1993 (Neutro), 1995 (La Niña fraca) e 1998 (La Niña moderada), seguidos por sete episódios muito seco 1991 (El Niño moderado), 1992 (Neutro), 1994 (El Niño fraco), 1996 (Neutro), 1997 (El Niño muito forte), 1998 (La Niña moderada) e 1999 (La Niña moderada) e apenas um episódio de seca extrema em 1994 (El Niño fraco).

A exceção é a década de 2000 (19,35%) que não registrou nenhum episódio de seca extrema na região, sendo identificados doze episódios de seca moderada e seis na categoria muito seca, nos anos de 2000 (La Niña fraca), 2001 (Neutro), 2002 (El Niño moderado), 2003 (Neutro), 2004 (El Niño fraco), 2008 (Neutro) e 2009 (El Niño moderado). Ainda na década de 2000 episódios Muito seco também foram observados nos anos de 2004 (El Niño fraco), 2005 (Neutro), 2006 (El Niño fraco), 2007 (La Niña moderada) e 2008 (Neutro). O período de 2010/2013 registrou um total de 13 episódios (13,98%), sendo oito eventos de seca moderada, segundo o NOAA (2018) foram categorizados como anos de La Niña moderada, fraca e anos Neutro, seguidos por quatro episódios classificados como Muito seco em 2010 (La Niña moderada), 2012 e 2013 (Neutro). E, por fim, apenas um caso de seca extrema em 2012 (Neutro).

**Tabela 1** – Identificação (ID) das estações e falhas (%) nos registros de chuva no Médio Paraíba estado do Rio de Janeiro entre 1967 a 2013.

ID	Estações	Falhas (%)	ID	Estações	Falhas (%)
1	Barra Mansa	3.23	15	Usina Elevatório de Vigário	0.00
2	Fazenda Agulhas Negras	0.00	16	Vargem - Ralo Coletor	0.46
3	Fazenda Santa Rosa	19.35	17	Visconde de Mauá	7.37
4	Fumaça	0.46	18	Pirai	0.46
5	Glicério	2.30	19	Volta Redonda	1.84
6	Ipê	36.41	20	Conservatória	1.38
7	Itatiaia	19.82	21	Elevatório Santa Cecília	0.92
8	Lídice	0.00	22	Fazenda São Francisco	20.74
9	Nhangapi	2.76	23	Manuel Duarte	6.91
10	Nossa Senhora do Amparo	19.82	24	Pentagna	5.53
11	Ponte do Souza	0.00	25	Santa Isabel do Rio Preto	0.92
12	Resende	89.86	26	Taboas	22.58
13	Ribeirão de São Joaquim	3.69	27	Valença	0.92
14	Sítio das Palmeiras	12.90			

**Tabela 2.** Classificação dos períodos secos e úmidos do SPI, segundo McKee et al. (1993).

Escala do SPI	Categorias	Escala do SPI	Categorias
≥ 2,00	Extremamente úmido	-1,00 a -1,49	Moderadamente seco
1,50 a 1,99	Muito úmido	-1,50 a -1,99	Muito seco
1,00 a 1,49	Moderadamente úmido	≤ -2,00	Extremamente seco
0,99 a -0,99	Próximo ao normal		

Tabela 3. Frequência (%) e valores absolutos por década e período (2010-2013) das categorias de seca na região Médio Paraíba com base no índice SPI – 1 para a série temporal de 47 anos.

**Tabela 3.** Frequência (%) e valores absolutos por década e período (2010-2013).

Categorias (Absoluto/Percentual)	DÉCADAS/ANOS						TOTAL
	60	70	80	90	2000	2010-2013	
Mod. Seco	4	10	6	7	12	8	47
Muito Seco	1	7	9	7	6	4	34
Ext. Seco	2	2	6	1	0	1	12
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>93</b>
Mod. Seco (%)	8,51	21,28	12,77	14,89	25,53	17,02	50,54
Muito Seco (%)	2,94	20,59	26,47	20,59	17,65	11,76	36,56
Ext. Seco (%)	16,67	16,67	50,00	8,33	0,00	8,33	12,90
<b>TOTAL (%)</b>	<b>7,53</b>	<b>20,43</b>	<b>22,58</b>	<b>16,13</b>	<b>19,35</b>	<b>13,98</b>	<b>100</b>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os maiores registros percentuais de falhas nos dados de chuva na região do Médio Paraíba, foram observados em oito estações meteorológicas das vinte e sete, seguidos dos menores registros de falhas em 70,37% das estações, com valores entre o intervalo de 0 a 6,91%. Na região do Médio Paraíba foi registrado 93 episódios secas segundo SPI-mensal. A década de 80 se sobressai em relação às demais décadas e o período de 2010/2013. Com isso destaca-se a importância de estudos relacionados ao fenômeno seca no sentido de permitir avanços na tomada de decisão das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento socioeconômico da região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barra, T. S.; Costa, J. M. N.; Rao, T. U. R.; Sediya G.C.; Ferreira, W. P. M. & Dantas Neto, F. S. Caracterização climatológica da severidade de secas do estado do Ceará-Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n. 1, p.266-272, 2002.

Fernandes, D.S.; Heinemann, A.B.; Paz, R.L.; Amorim, A.O.; Cardoso, A.S. *Índices para a Quantificação da Seca*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 48p. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, ISSN 1678-9644; 244)

Gois, G.; Oliveira-Júnior, J. F.; Delgado, R. C.; Moraes, M. Severidade da seca no Estado do Tocantins e suas relações com os eventos de El Niño. *Revista Enciclopédia Biosfera*, v. 9, p. 1973 – 1989, 2013.

Kumar, V., Panu, U. *Predictive assessment of severity of agricultural droughts based on agro-climatic factors*. J. Am. Water Resour. Assoc. v.33, n.6, p.1255–1264, 1997. DOI: doi.org/10.1111/j.1752-1688.1997.tb03550.x

Lohani, V.K. & Loganathan, G.V. *An early warning system for drought management using the Palmer Drought Index*. J. Am. Water Resour. Assoc. v.33, n.6, p.1375–1386, 1997. DOI: doi.org/10.1111/j.1752-1688.1997.tb03560.x

MACEDO, M.J.H.; GUEDES, R.V.S.; SOUSA, F.A.S.; DANTAS, F.R.C. Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. *Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 5, n. 1, p.205-214, 2010.

McKEE, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. AMS, Boston, MA, p. 179–184, 1993.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2018. Disponível em: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml). Acesso em 17 de setembro de 2018.

SOBRAL, B. S.; OLIVEIRA JUNIOR, J. F.; GOIS, G. Caracterização da Seca no Rio de Janeiro entre 1979 e 2009, *Riga: nea-Edicoes*, n. 1, 2018.

TSAKIRIS, G; VANGELIS, H. Towards a drought watch system based on Spatial SPI.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **EXTRAÇÃO DE BATIMETRIA ATRAVÉS DE IMAGENS ORBITAIS DO CANAL DO ITAJURU, RJ, BRASIL**

Ruan Vargas<sup>1</sup>, Fabio Ferreira Dias<sup>2</sup>, Paulo Roberto Alves dos Santos<sup>2</sup>, Rodrigo da Silveira Pereira<sup>3</sup>, Anderson dos Santos Passos<sup>4</sup>, Camila Américo dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cientista Ambiental, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, ruanvargas@id.uff.br

<sup>2</sup> Doutor em geologia (UFRJ) - UFF, Niterói-RJ, fabioferreiradias@id.uff.br

<sup>3</sup> Doutorando em Geociências (Geoquímica Ambiental) – UFF, Niterói-RJ, rodrigosp@id.uff.br

<sup>4</sup> Doutorando em biologia marinha e ambientes costeiros – UFF, Niterói-RJ, andersonpassos@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O conhecimento do assoalho oceânico é a base da ciência hidrográfica e geralmente essas informações são obtidas pelo uso de um ecobatímetro a partir de uma embarcação. Ao longo do século XX, o desenvolvimento das tecnologias de sensoriamento remoto por satélites e de suas técnicas de interpretação se tornaram aliados para os estudos batimétricos e ambientais. Dentre as metodologias existentes, o Índice da Diferença Normalizada da Água – NDWI vem sendo utilizado por pesquisadores para a geração de modelos batimétricos em ambientes costeiros de águas rasas. O canal do Itajuru, localizado no município de Cabo Frio (RJ), é um canal de maré natural navegável que liga a laguna de Araruama ao oceano Atlântico. Imagens orbitais do satélite Sentinel-2 foram obtidas para a área de estudo e utilizadas para o cálculo do NDWI. A partir das imagens de satélite e de dados observados em campo, será feita uma análise de correlação e regressão estatística de ambos para geração de um modelo batimétrico.

**Palavras-chave:** Sensoriamento remoto, NDWI, ecobatímetro, ambientes costeiros

## **BATHYMETRY EXTRACTION THROUGH ORBITAL IMAGES OF THE ITAJURU CHANNEL, RJ, BRAZIL**

### **Abstract**

The knowledge about the ocean floor is the basis of hydrographic science and generally these informations are obtained by the use of an echo sounding from a vessel. Throughout the 20th century, the development of remote sensing technologies and its techniques have become allies for bathymetric and environmental studies. Among the existing methodologies, the Normalized Difference Water Index (NDWI) has been used by researchers to generate bathymetric models in shallow water coastal environments. The Itajuru channel, located in the municipality of Cabo Frio (RJ), is a navigable natural tidal inlet that connect the Araruama lagoon to Atlantic Ocean. Images of the Sentinel-2 satellite were obtained to the study area and used to calculate the NDWI. From the satellite images and data observed in the field, a correlation analysis and statistical regression of both will be made to generate a bathymetric model.

**Keywords:** Remote sensing, NDWI, echo sounding, coastal environments

### **INTRODUÇÃO**

O conhecimento do assoalho oceânico é a base da ciência hidrográfica, e geralmente essas informações são obtidas pelo uso de um ecobatímetro a partir de uma embarcação (NOAA, 2018; SMITH e SANDWELL, 2004). Avanços tecnológicos como o GPS (*Global Positioning System*), desenvolvimento de aplicativos de GIS (*Geographic Information System*) e técnicas de mapeamento nas últimas décadas, aprimoraram ainda mais as pesquisas hidrográficas, facilitando e fornecendo mais precisão aos levantamentos batimétricos (SIMÕES, 2007).

Em ambientes costeiros, mapear a topografia submersa é uma tarefa desafiadora, devido à necessidade de um levantamento de campo, equipamentos específicos, e condições climáticas e/ou oceanográficas favoráveis (SMITH e SANDWELL, 2004).

Ao longo do século XX, o desenvolvimento das tecnologias de sensoriamento remoto por satélites e de suas técnicas de interpretação se tornaram aliados para os estudos batimétricos e ambientais. Diversas metodologias têm sido desenvolvidas nas últimas décadas para se determinar a profundidade de um corpo hídrico mediante imagens orbitais, visando reduzir custos e possibilitar o mapeamento de águas rasas (STUMPF *et al.*, 2003; LYZENGA, 1978).

O Índice da Diferença Normalizada da Água – NDWI, criado por McFeeters (1996), vem sendo utilizado por pesquisadores para a geração de modelos batimétricos em ambientes costeiros, consistindo em um relacionamento entre dados observados em campo e valores radiométricos de imagens de satélites (PEREIRA *et al.*, 2017). O mapeamento desses ambientes são importantes para estudos geomorfológicos; gerenciamento costeiro, de recursos naturais, portuários e operações de dragagem (JAGALINGAM *et al.*, 2015).

O canal do Itajuru, localizado no município de Cabo Frio (RJ), é um canal de maré natural navegável que liga a laguna de Araruama ao oceano Atlântico. Lessa (1991) relata que este canal sofre com a formação de deltas sedimentares e com pequenas profundidades em alguns trechos, comprometendo a sua navegabilidade e impactando diretamente as indústrias náuticas, turísticas locais e o meio ambiente.

Destarte, o objetivo do presente estudo é a geração de um modelo batimétrico do canal do Itajuru a partir de imagens de satélite, visando comparar diferentes modelos batimétricos para a área de estudo, assim como avaliar o uso de imagens orbitais para extração de batimetria.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é o canal do Itajuru, localizado no município de Cabo Frio do estado do Rio de Janeiro. Primeiramente, imagens do satélite Sentinel-2 foram obtidas através do sítio do *United States Geological Survey* - USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), onde são disponibilizadas gratuitamente. As imagens são ofertadas no nível de processamento 1C (L1C), sendo já ortoretificadas (correção de curvatura da Terra), georreferenciadas no sistema WGS84, em coordenadas planas UTM, e em medidas radiométricas de reflectância (ESA, 2015).

O satélite Sentinel-2 gera imagens em treze bandas espectrais, variando em uma resolução espacial de 10 metros nas bandas do visível e infravermelho próximo e, 20 e 60 metros nas outras bandas. Possui resolução radiométrica de 12 bits e temporal de 10 dias (ESA, 2015). Após a obtenção das imagens, as mesmas serão pré-processadas e aplicada a equação do NDWI para gerar uma nova banda.

O NDWI é um índice espectral para realçar feições de água em uma imagem orbital e é dado pela Equação (1):

$$NDWI = (\rho_{\lambda G} - \rho_{\lambda NIR}) / (\rho_{\lambda G} + \rho_{\lambda NIR}) \quad (1)$$

onde  $\rho_{\lambda G}$  é o valor de reflectância do comprimento de onda do verde; e  $\rho_{\lambda NIR}$  é o valor de



reflectância do comprimento de onda do infravermelho próximo. O índice varia entre um valor de -1 a +1, onde os valores positivos são água (McFEETERS, 1996).

O método de geração de um modelo batimétrico consiste em uma análise de correlação e regressão estatística entre o NDWI e pontos de profundidades conhecidas. Serão utilizados dados batimétricos levantados por sondagem acústica por uma equipe de professores da UFF (Universidade Federal Fluminense) entre 31 de agosto e 9 de setembro de 2016, devidamente processados com coordenadas geográficas obtidas com DGPS. Assim, a partir da equação gerada da linha de tendência, pode-se estimar a batimetria para a região de estudo. Após a extração da batimetria através das imagens, é necessário realizar uma análise de discrepância entre esta e os dados observados em campo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se imagens do satélite Sentinel-2 para o dia 18 de setembro de 2016, originada às 12 horas e 58 minutos, com 0% de cobertura de nuvem, no datum WGS84 e com coordenadas de centro 23°03'52,04"S e 41°32'13,04"W. A partir das bandas referentes ao comprimento de onda do verde e infravermelho próximo calculou-se, inicialmente sem pré-processamento, o NDWI.

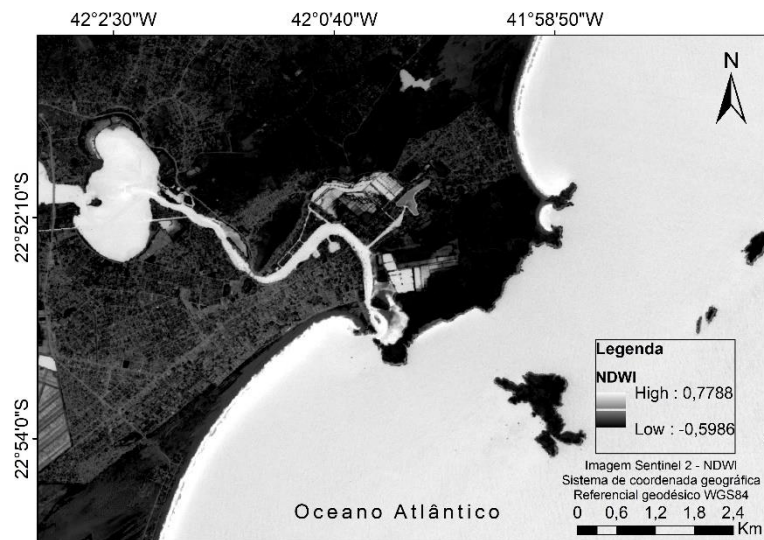


Figura 1. Canal do Itajuru e corpos hídricos realçados pelo NDWI em imagem Sentinel 2

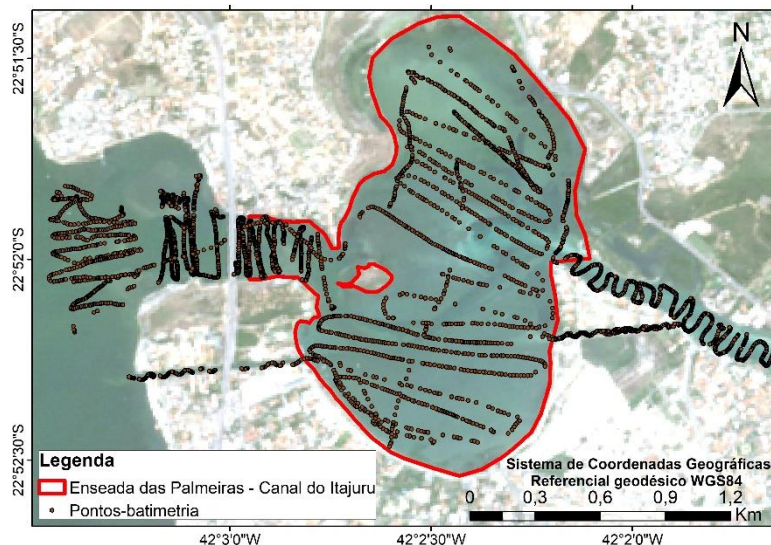


Figura 2. Pontos batimétricos do Canal do Itajuru

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, o NDWI gerado sem pré-processamento da imagem, se apresentou eficaz para realce de corpos hídricos. Os pontos de profundidades conhecidas se mostraram uma fonte plausível a serem utilizados para elaboração de um modelo de extração batimétrica por imagens de satélite. É necessário ainda aplicar os devidos pré-processamentos nas imagens, corrigir a maré dos pontos de profundidade e realizar análises estatísticas dos dados. Espera-se gerar um modelo ajustado de batimetria para a área de estudo ao longo do desenvolvimento do estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

European Space Agency – ESA. 2015. Sentinel-2 user handbook. Disponível em: Acesso em: 15 set. 2018.

Jagalingam, P., B. J. Akshaya and A. V. Hedge. 2015. Bathymetry mapping using landsat 8 satellite imagery. *Procedia Engineering*, 116: 560-566.

Lessa, G. C. 1991. Dinâmica de maré e transporte de sedimentos no canal de Itajuru – laguna de Araruama (RJ). *Revista Brasileira de Geociências*, 21: 378-386.

Lyzenga, D. R. Passive remote sensing techniques for mapping water depth and bottom features. *Applied Optics*, 17: 379-383.

McFeeters, S. K. 1996. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17: 1425-1432.

National Ocean and Atmospheric Administration – NOAA. 2018. What is bathymetry? Disponível em: Acesso em: 15 set. 2018.

Pereira, R. S., A. S. Souza e P. R. A. Santos. 2017. Índice de diferença normalizada da água – NDWI para a obtenção da morfologia do canal de acesso e bacia de evolução portuária – Porto de Niterói (RJ). In *Anais do xviii Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBRS*, 1700-1707. 28-31 Maio, Santos-SP.

Simões, I. C. V. P. 2007. Aplicação da batimetria multifeixe para definição da morfologia detalhada do fundo marinho ao largo da laguna de Araruama e Arraial do Cabo – RJ. Mestrado. Dissertação. Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Smith, W. H. F. and D. T. Sandwell. 2004. Conventional bathymetry, bathymetry from space, and geodetic altimetry. *Oceanography*, 17: 08-23.

Stumpf, R. P., K. Holderied and M. Sinclair. 2003. Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types. *Limnology and Oceanography*, 48: 547-556.





4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## SELETIVIDADE DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES A CULTURA DO TOMATEIRO

Rubiana Pereira Borges <sup>1</sup>, Rafael Agostinho Ferreira <sup>2</sup>, Ramonn Diego Barros de Almeida <sup>3</sup>, Junior Borella <sup>4</sup>, Luis Willian Pacheco Arge <sup>5</sup>, Camila Ferreira de Pinho <sup>6</sup>, Cristina Moll Huther <sup>7</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma UNICERP, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, e-mail: rubianapb@gmail.com

<sup>2</sup> Biólogo, doutorando em Fisiologia Vegetal- UFLA, Lavras-MG, e-mail: agostinhorafael@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, e-mail: ramonnbarros@id.uff.br

<sup>4</sup> Biólogo, doutor em Fisiologia Vegetal, Pós Doutorando no Programa de Fitotecnia –UFRRJ, Seropédica-RJ, e-mail: borellaj@gmail.com

<sup>5</sup> Tecnólogo em Agropecuária, Doutor em Agronomia, Pós Doutorando no Laboratório Nacional de Computação Científica, Laboratório de Bioinformática, LNCC, Petrópolis-RJ, e-mail: l.willianpacheco@yahoo.com

<sup>6</sup> Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Fisiologia Vegetal- UFPel- Professora Departamento de Engenharia Agrícola e do Instituto de Agronomia-UFRRJ, Seropédica- RJ, e-mail: camilafepi@hotmail.com

<sup>7</sup> Bióloga, Mestre e Doutora em Fisiologia Vegetal - UFPel - RS, Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas-UFF, Niterói-RJ e-mail: cristinahuther@yahoo.com.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0

06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O tomateiro é muito sensível à competição com plantas daninhas, sendo o controle químico uma alternativa para o produtor. Assim, avaliou-se os sintomas de fitotoxicidade de herbicidas pós-emergentes a diferentes variedades do tomateiro. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, com delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2x5, sendo A duas variedades (Debora Pto® e Ivety®); B cinco doses (0; 0,5; 1; 1,5 e 2X a dose comercial). As unidades amostrais foram compostas com quatro repetições, cada repetição com duas plantas. Os herbicidas foram aplicados 21 dias após transplante e os sintomas de fitotoxicidade foram avaliados aos 7 dias após aplicação (DAA). Para a classificação dos sintomas utilizou-se uma escala de notas de zero a cem, conforme Dequech *et al.*, (2008), sendo que 0% representa a ausência de injúrias (sem efeito visual) e 100% compreendendo senescência da planta (efeito total). Os sintomas resultantes da aplicação de Oxyfluorfen apareceram já no segundo dia após aplicação (DAA), caracterizado pela clorose total das plantas e senescência em todas as doses. O Metribuzin resultou em enrugamento da gema apical e manchas cloróticas no limbo foliar, os efeitos atribuídos as médias foram para dose 0,5; 1; 1,5 e 2 com efeito leve, moderado e severos, respectivamente. No tratamento com Haloxyfop observou-se apenas sintomas leves. Sendo assim, Oxyfluorfen causa a morte de todas as plantas independente da dose, o Metribuzin causa sintomas dependendo da dose, em ambos não há diferença entre variedades. O herbicida Haloxyfop causa sintomas leves em todas as doses e apresenta diferença entre variedades.

**Palavras-chave:** Haloxyfop, Metribuzin, Oxyfluorfen, escala de notas

## SELECTIVITY OF POST-EMERGING HERBICIDES TO TOMATO CULTURE

### Abstract

The tomato is very sensitive to competition with weeds, and chemical control is an alternative for the producer. Thus, the phytotoxicity symptoms of post-emergent herbicides to different tomato varieties were evaluated. The experiments were conducted in a greenhouse, with a completely randomized design, in a 2x5 factorial scheme, with two varieties (Debora Pto® and Ivety®); B five doses (0, 0.5, 1, 1.5 and 2X the commercial dose). The sample units were composed of four replicates, each replicate with two plants. The herbicides were applied 21 days after transplant and phytotoxicity symptoms were evaluated at 7 days after application (DAA). A score scale of zero to one hundred was used to classify

the symptoms, according to Dequech et al., (2008), with 0% representing the absence of injuries (without visual effect) and 100% comprising plant senescence total). The symptoms resulting from the application of Oxyfluorfen appeared on the second day after application (DAA), characterized by total chlorosis of the plants and senescence at all doses. The Metribuzin resulted in wrinkling of the apical yolk and chlorotic spots in the leaf limb, the effects attributed the means were for dose 0.5; 1; 1.5 and 2 with mild, moderate and severe effects, respectively. Only mild symptoms were observed with Haloxyfop. Therefore, Oxyfluorfen causes the death of all plants regardless of dose, Metribuzin causes symptoms depending on the dose, in both there is no difference between varieties. The herbicide Haloxyfop causes mild symptoms at all doses and presents a difference between varieties.

**Keywords:** Haloxyfop, Metribuzin, Oxyfluorfen, scale of notes

## INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) é uma das hortaliças mais produzidas e mais consumidas pelos brasileiros. Em que o estado do Rio de Janeiro em 2017 produziu 2.165 hectares, tendo cerca de 140 mil toneladas de tomate, com o maior faturamento do estado na produção de hortifruticulturas, perfazendo mais de 190 milhões de reais. (TREICHEL, 2016; EMATER RJ, 2017).

Na cultura do tomateiro, principalmente o industrial, o uso de herbicidas é uma alternativa viável. No Brasil há cerca de 8 moléculas registradas para a cultura do tomateiro, porém nem todas essas moléculas são seletivos a todas as variedades. (LORENZI, 2006; MONQUERO, 2014;).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os sintomas de fitotoxicidade causados pelos herbicidas: Haloxyfop, Metribuzin e Oxyfluorfen em duas variedades de tomate.

## MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento dos experimentos foi inteiramente casualizado com fatorial 2x5 (2 variedades de tomateiro x 5 doses de herbicidas), totalizando 10 tratamentos por herbicida. As variedades de tomateiro do tipo salada, Debora Pto® e Ivety®, ambas da empresa Sakata Seeds® e os herbicidas de cada experimento: Haloxyfop, Metribuzin e Oxyfluorfen. As doses utilizadas para cada herbicida foram a dose comercial; 0,5; 1,5 e 2 vezes a dose comercial de cada herbicida e para o controle não ocorreu aplicação.

Os sintomas visuais de fitotoxicidade causados pelos herbicidas foram avaliados aos sete dias após aplicação (DAA). Para isso, utilizou-se uma escala de notas de zero a cem, conforme Dequech *et al.*, (2008), sendo que 0% representa a ausência de injúrias (sem efeito visual) e 100% compreendendo senescência da planta (efeito total).

As unidades experimentais foram compostas por quatro repetições, com duas plantas por vaso, e a aplicação foi feita aos 21 dias após transplante das mudas. Todos os dados gerados no experimento foram submetidos a análise de variância ANOVA e comparadas por um teste de médias, Teste de Tukey a 5%. Para analisar os dados, utilizou-se o software Rbio (BHERING, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise visual dos sintomas de fitotoxicidade foi possível observar a morte de todas as plantas submetidas a todas as doses de Oxyfluorfen, independente das variedades de tomateiro (Ivety e Debora®). Os sintomas de fitotoxicidade resultantes da aplicação de Oxyfluorfen apareceram já no primeiro dia após aplicação (DAA) com murcha das plantas, que evoluíram pra clorose total das folhas e do caule. A fitotoxicidade resultou na morte das plantas aos 5 DAA em todas as doses, recebendo a nota de 100% (efeito total). Isso se deve principalmente à ação deste herbicida, pois este afeta a rota de biossíntese da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) o que condiz com os resultados encontrados por Nosratti *et al.* (2016), quando aplicado em plantas de

abóbora, pós emergência, houve um decréscimo de 73% na massa seca, afetando o seu crescimento.

As plantas submetidas à aplicação de Metribuzin apresentaram sintomas de atrofia, clorose nas folhas e com pouca probabilidade de recuperação. Ocorreram perdas de plantas nas doses 1; 1,5 e 2. Os efeitos atribuídos as médias foram para dose 0,5; 1; 1,5 e 2 com efeito leve, moderado e severos, respetivamente (Tabela1). As duas variedades Debora Pto® e Ivety® não apresentaram diferenças estatísticas em relação as doses de Metribuzin.

Tabela 1: Médias da notas para sintomas visuais de fitotoxicidade em variedade de tomateiro Yvety® e Debora Pto® submetidas à aplicação de Haloxyfop e Metribuzin.

	Haloxyfop		Metribuzin	
<b>Variedades</b>	<b>Médias</b>			
Ivety®	13,5 a		56,5 a	
Debora Pto®	9 b		51 a	
Doses	Médias	Efeito	Médias	Efeito
0	0 c	Sem efeito	0 d	Sem efeito
0,5	10 b	Efeito leve	43,75 c	Efeito leve
1	18,75 a	Efeito leve	56,25 bc	Efeito moderado
1,5	13,75 ab	Efeito leve	92,5 a	Efeito severo
2	13,75 ab	Efeito leve	76,25 ab	Efeito severo
CV(%)	50,67		26,8	

\*As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de injúrias nas folhas caudados pelo herbicida Metribuzin foram semelhantes aos que Castro *et al.*, (2017), observou que em plantas de cártamo o respetivo herbicida foi responsável por injúrias na folha, diminuição da altura de plantas e consequentemente diminuição de produtividade e na cultura de feijão caupi, Mesquita *et al.* (2017), observou o efeito severo onde o processo de intoxicação das plantas, causou a morte da cultura.

No tratamento com o herbicida Haloxyfop observou-se atrofia de gemas apicais nos primeiros 5 dias, porém essa não foi permanente. Houve uma diferença entre variedades somente na aplicação deste herbicida, no entanto as médias de cada variedade compreenderam efeitos leves.

Os resultados encontrados por Castro *et al.*, (2017), em trabalho de seletividade com diversos herbicidas em plantas de cártamo, em que a cultura não apresentou injúrias nas folhas e apresentaram uma maior produtividade no tratamento com Haloxyfop, resultado semelhante foi encontrado por Usman *et al.*, (2013) em trabalho de seletividade na cultura do algodão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variedades Debora Pto® e Ivety® não apresentam diferença entre si quanto aos sintomas de fitotoxicidade para os herbicidas testados para os herbicidas Oxyfluorfen e Metribuzim.

O herbicida Oxyfluorfen causa a morte de todas as plantas em todas as doses testadas, porém para o herbicida Metribuzin a fitotoxicidade depende da dose aplicada.

Os danos causados nas folhas de tomateiro pelo herbicida Haloxyfop são leves em todas as doses testadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bhering, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.17: 187-190p, 2017.

Castro, E. B. de; Belapart, D.; Carbonari, C. A.; Zanotto, M. D.; Bem, R.; Macedo, G. de C.; Simões, P. S. Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência da cultura do cártamo. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.16, n.3, p.230-237, jul./set. 2017.

Dequech, S. T. B.; Ribeiro, L. do P.; Sausen, C. D.; Egewarth, R.; Kruse, N. D. Fitotoxicidade causada por inseticidas botânicos em feijão-de-vagem (*phaseolus vulgaris* l.) cultivado em estufa plástica. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, v.15, n.1, p. 71-80, 2008.

Emater RJ 2017, *Relatório por cultura do sistema ASPA/AGROGEO- Ano 2017*. Disponível em: <http://www.emater.rj.gov.br/images/cul2017.htm>. Acessado em 10 de junho de 2018.

Lorenzi, H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 339 p.

Mesquita, H. C. de; Freitas, F. C. L. de; Freire Filho, F. R.; Silva, M. G. O. da; Cunha, J. L. X. L.; Rodrigues, A. P. M. dos S. Eficácia e seletividade de herbicidas em cultivares de feijão-caupi. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.16, n.1, p.50-59, jan./mar. 2017

Monquero, P. A. *Manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas*. Viçosa: Rima, 2016. 320p.

Nosratti, I.; Mahdavi-Rad, S.; Heidari, H.; Saeidi, M. Differential tolerance of pumpkin species to bentazon, metribuzin, trifluralin, and Oxyfluorfen, *Planta Daninha*, v. 35, 2017.

Treichel, m. *Anuário brasileiro do tomate*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 84p.

Usman, K.; Khan, N.; Khan, M. U.; Rehman, A. U.; Ghulam, S. Impact of Tillage and Herbicides on Weed Density, Yield and Quality of Cotton in Wheat Based Cropping System, *Journal of Integrative Agriculture*, v. 12, n. 9, p.1568-1579, Sep. 2013.



4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## CARACTERIZAÇÃO DO SOLO E FERTILIZANTES A BASE DE ESCÓRIA DE SIDERURGIA PARA SUBSIDIAR A CORREÇÃO DO SOLO E DESENVOLVIMENTO DO CAPIM COLONIAÇÃO BR ZURI

Mariana Guedes Guimarães<sup>1</sup>, Maria Fernanda Alvarenga Pontes<sup>2</sup>, Guilherme Kangussú Donagemma<sup>3</sup>, Raquel Andrade Donagemma<sup>4</sup>, Eliane de Paula Clemente<sup>5</sup>, Paulo Cesar Teixeira<sup>6</sup>, Silvio Roberto de Lucena Tavares<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, marigguima@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, mfpontes@id.uff.br

<sup>3</sup> Pesquisador Dr., Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, guilherme.donagemma@embrapa.br

<sup>4</sup> Química Industrial. Docente do Instituto de Química UFF, Niterói-RJ, raquelandrade@id.uff.br

<sup>5</sup> Pesquisadora Dra., Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, eliane.clemente@embrapa.br<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Pesquisador Dr., Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, paulo.c.teixeira@embrapa.br<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Pesquisador Dr., Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, silvio.tavares@embrapa.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A escória de siderurgia, considerada um passivo ambiental, apresenta-se como uma alternativa viável ao uso do calcário como corretivo de acidez do solo, uma vez que possui compostos neutralizantes da acidez do solo e elementos químicos importantes para a nutrição das plantas. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar quimicamente um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, argiloso e duas escórias de siderurgia (tratadas) quanto ao potencial de fertilizantes e sua eficiência na correção da acidez do solo, bem como a disponibilidade de fornecer as plantas silício e magnésio, para subsidiar o desenvolvimento de cultivadas *Panicum maximum* BRS Zuri. O solo foi coletado em Coronel Pacheco, região da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. Realizou-se a caracterização química do solo e a disponibilidade de cádmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni) e chumbo (Pb) nos fertilizantes. O solo apresentou uma acidez elevada e deficiência de alguns nutrientes. Em relação aos fertilizantes 1 e 2, percebe-se diferença na concentração de silício, o que pode acarretar em maiores incrementos de pH, silício e magnésio, quando aplicados. Portanto, por se tratar de solo com baixo pH, que necessita de insumos para se tornar produtivo, espera-se comprovar o efeito corretivo dos fertilizantes na correção da acidez do solo, semelhante à do calcário, bem como sua comprovação quanto a disponibilidade de fornecer silício e magnésio.

**Palavras-chave:** Escória de siderurgia; Solo; Fertilidade do solo; Corretivo de acidez

## CHARACTERIZATION OF SOIL AND FERTILIZERS BASED ON STEEL SLAG TO SUBSIDATE CORRECTION OF THE SOIL AND DEVELOPMENT OF CAPIM COLONION BR ZURI

### Abstract

Steel slag, considered an environmental liability, is a viable alternative to the use of limestone as a corrective of soil acidity, since it has neutralizing compounds of soil acidity and chemical elements important for plant nutrition. The objective of the present work is to characterize a Red Clay Oxisol and two slags (treated) regarding the potential of fertilizers and their efficiency in the correction of soil acidity, as well as the availability of silicon and magnesium plants, to subsidize the development of cultivated *Panicum maximum* BRS Zuri. The soil was collected in Coronel Pacheco, in

the Zona da Mata area of the State of Minas Gerais. The chemical characterization of the soil and the availability of cadmium (Cd), chromium (Cr), nickel (Ni) and lead (Pb) in the fertilizers were carried out. The soil showed a high acidity and deficiency of some nutrients. Regarding fertilizers 1 and 2, it is possible to notice a difference in the silicon concentration, which can lead to higher pH, silicon and magnesium increases when applied. Therefore, because it is a soil with low pH, which requires inputs to become productive, it is expected to prove the corrective effect of fertilizers on the correction of soil acidity, similar to that of limestone, as well as its proof of the availability of fecal matter silicon and magnesium.

**Keywords:** Steel slag; Soil; Soil fertility; Correction of acidity

## INTRODUÇÃO

As pastagens constituem a base dos sistemas agropecuários, o que evidencia sua importância e a necessidade de se buscarem técnicas de manejo que resultem em maior eficiência desses sistemas. Uma das práticas, ainda pouco utilizadas, é a correção de acidez do solo (SANTANA *et al.*, 2010). Sendo uma etapa primordial para o sucesso na agricultura.

A maioria dos solos agricultáveis brasileiros originalmente possuem pH menor que 5,5, o que contribui para a baixa produtividade. Em geral, os solos tropicais são ácidos devido à lixiviação das bases trocáveis, resultante dos altos índices de pluviosidade (MALAVOLTA, 1984). Para aumentar a produção é necessária a correção da acidez do solo e adubação adequada, de modo que eleve o pH e diminua a acidez potencial (H+Al), fornecendo as plantas bases trocáveis essenciais para o seu desenvolvimento.

No Brasil, o calcário é o material mais utilizado como corretivo de acidez do solo. No entanto, a redução das reservas naturais de nutrientes e o alto custo das etapas de exploração das jazidas, produção, armazenamento e transporte têm despertado interesse na busca de soluções alternativas. Segundo Prezotti e Martins (2012), as escórias de siderurgia podem ser consideradas importantes opções, uma vez que apresentam compostos neutralizantes da acidez do solo, como os silicatos de cálcio e magnésio, que se comportam semelhantemente ao calcário.

A escória de siderurgia é um subproduto gerado no processo siderúrgico, que tem como etapa inicial a obtenção do ferro bruto (ferro-gusa) através da redução do minério de ferro. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2016). Grande parte deste resíduo acumula-se no pátio das siderurgias sem um uso específico, portanto, a utilização deste material na agricultura contribui para a redução de custos de produção, minimiza os impactos ambientais gerados pela estocagem desse material e ainda torna-se fonte de renda para a indústria siderúrgica.

Com base no exposto, objetivou-se com este trabalho caracterizar um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, argiloso e avaliar o potencial de fertilizantes, a base de escórias de siderurgia, quanto à eficiência na correção da acidez do solo, bem como a disponibilidade de fornecer às plantas silício e magnésio, sobre a produtividade do capim colônia Br zuri.

## MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado na experimentação foi coletado em Coronel Pacheco, região da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. A principal atividade econômica do município é a agropecuária. O solo refere-se a um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, argiloso, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos descrito pela EMBRAPA (2018).

As amostras de solo foram coletadas da camada superficial de 0-20 cm. Foi realizada a análise química para fins de fertilidade, conforme metodologia descrita por Teixeira *et al.* (2017), em solo seco ao ar e passado na peneira de 2 mm.

Foi realizada a análise de nutrientes e metais pesados nos fertilizantes conforme a metodologia do MAPA (Manual de Métodos Analíticos Oficiais para fertilizantes e Corretivos, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises feitas, o solo coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade, possui as seguintes características: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 3,9; MO = 24 g/dm<sup>3</sup>; P (resina) = 7 mg/dm<sup>3</sup>; K = 0,8 mmolc/dm<sup>3</sup>; Ca = 4 mmolc/dm<sup>3</sup>; Mg = 2 mmolc/dm<sup>3</sup>; Na = 0,2 mmolc/dm<sup>3</sup>; H+Al = 63 mmolc/dm<sup>3</sup>; SB (soma de bases) = 7,0 mmolc/dm<sup>3</sup>; CTC ao pH 7,0 (capacidade de troca de cátions) = 70,5 mmolc/dm<sup>3</sup>; V (saturação por bases) = 10% e Si (CaCl<sub>2</sub>) = 4,32 mg/dm<sup>3</sup>.

O resultado da análise química do solo mostrou tratar-se de um solo com acidez muito elevada, sendo assim necessário a aplicação de corretivo para elevar o pH e aumentar a eficiência da adubação quando incorporada, para que a forrageira atinja seu potencial máximo de produção.

Quando se trata do uso agrícola de resíduos industriais, surgem os questionamentos da presença de metais pesados potencialmente fitotóxicos, nos fertilizantes a base de escória. Contudo, foram feitas análises químicas para avaliar o risco de contaminação, sendo determinada as seguintes concentrações Cd = < LQ, Cr = 1612,87 mg kg<sup>-1</sup>, Ni = 257,05 mg kg<sup>-1</sup> e Pb = 3,16 mg kg<sup>-1</sup>.

O resultado das análises químicas tanto dos fertilizantes, como do solo que será utilizado, é de extrema importância, pois é em função dessa análise que será feita a recomendação de calagem e adubação para o solo.

Na tabela 1 são apresentados os resultados dos atributos químicos dos fertilizantes que serão utilizados no experimento.

*Tabela 1. Caracterização química das fertilizantes a base escórias de siderurgia.*

Escória	N	P	k	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Al	S	Na	B	MO
	%			ppm					%					
Fertilizante 1	0,06	0,56	0,11	22,6	4,79	41,8	15,2	4,1	0,64	1,06	1,43	0,06	0,02	8,26
Fertilizante 2	0,10	1,12	0,14	15,60	4,81	52,42	23,3	5,49	0,68	0,85	2,75	0,09	0,02	12,05

Ambos os fertilizantes são produtos a base de escória, constituídos principalmente de silicatos podendo conter, em pequenas concentrações, outros nutrientes, como no caso o fertilizante 2 é enriquecido de magnésio. Segundo Korndorfer *et al.* (2004), os elementos silicatados comportam-se no solo de maneira similar aos carbonatos e são capazes de elevar o pH, neutralizando o Al trocável e outros elementos tóxicos.

Portanto, trata-se de um solo potencial para ser corrigido quanto à acidez e espera-se comprovar o efeito de ambos os fertilizantes no fornecimento de silício e magnésio, tornando-se benéfico para o desenvolvimento das plantas.

Em função disso, ainda se faz necessário realizar uma avaliação mais ampla desse produto sob variadas condições de solo, clima e sistemas de produção para que se possa desmistificar sua utilização e aumentar a demanda de consumo por produtores rurais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos resultados obtidos, espera-se comprovar o efeito corretivo da acidez do solo, semelhante à do calcário, bem como sua aplicação como fertilizante, disponibilizando as plantas nutrientes como silício e magnésio. E ainda, recomendar a dose de aplicação do fertilizante enriquecido de magnésio, que garanta a maior produção do capim colonião BR Zuri.

Ainda são escassos os trabalhos com aplicação de fertilizante a base de escória para gramíneas de alta produtividade, especialmente para zona da mata mineira. Com base na literatura, os fertilizantes têm se demonstrado uma alternativa viável ao uso do calcário e respondido de forma positiva, proporcionando aumento do pH e refletindo no aumento da produtividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Métodos Analíticos Oficiais para fertilizantes e Corretivos. Brasília : MAPA, 2017. 240 p.

CARMO, C.A.F. de S.; ARAUJO, W.S. de; BERNARDI, A.C. de C.; SALDANHA, M.F.C. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p. (Circular Técnica, 6).

INSTITUTO AÇO BRASIL. Estatística preliminar. Rio de Janeiro, n.22, 2016.

KORNDÖRFER, G. H., PEREIRA, H. S., NOLLA, A. Análise de silício no solo, planta e fertilizante. Uberlândia: GPSi, 2004. 50p. (Boletim Técnico n° 02).

MALAVOLTA, E. Reação do solo e crescimento das plantas. In: Seminário sobre corretivos agrícolas, Piracicaba, 1984, Anais... Piracicaba, Cargill, 1984. p. 03-57.

PREZOTTI, L.C.; MARTINS, A.G. Efeito da escória de siderurgia na química do solo e na absorção de nutrientes e metais pesados pela cana-de-açúcar. *Revista Ceres*, v. 59, n.4, p. 530-536, 2012.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação*. Viçosa, MG, P 359.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. 2018. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa.

TEIXEIRA, P.C; DONAGEMMA, G.K; FONTANA, A; TEIXEIRA, W.G. Manual de Métodos de Análise de Solos. 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE BODIESEIS ORIUNDOS DE MISTURAS DE ÓLEOS VEGETAIS**

Ricardo Cromack de Barros Correia<sup>1</sup>, Flávio Castro da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, ricardocromack@gmail.com

<sup>2</sup> D.Sc. em Engenharia Agrícola, Professor do Dep. Engenharia Agrícola - Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói-RJ.

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O presente trabalho buscou apresentar respostas para o questionamento sobre a eficiência produtiva e as vantagens e diferenças entre as características físicas de biodieseis produzidos a partir de diferentes misturas de óleos vegetais. Utilizou-se dois óleos vegetais diferentes (soja e algodão) e foi realizada as misturas entre eles, antes do processo de transesterificação e após o mesmo, para que então fosse determinada as características físicas de cada biodiesel e o seu rendimento de produção. Os biodieseis foram produzidos através de transesterificação por rota metílica, na proporção de 1 mol de óleo vegetal para 6 mols de álcool metílico e 1% do catalizador NaOH (hidróxido de sódio) com o auxílio de agitação magnética. O estudo buscou produzir um total de quatro biodieseis puros, sem adição de diesel, a partir dos dois óleos previamente escolhidos a fim de se obter um total de 16 amostras de biodiesel após a mistura com o diesel em proporções de B8, B10, B20 e B30. Com os dados encontrados foi possível determinar que o biodiesel derivado da mistura prévia dos óleos apresentou um rendimento superior se comparado aos demais. Além disso, foi possível verificar que as características físicas analisadas de todas as 16 amostras de biodieseis produzidas estavam de acordo com a Resolução da ANP N° 30 de 24/06/2016, podendo assim garantir a viabilidade de produção, perante as normas técnicas para comercialização de biodiesel no Brasil.

**Palavras-chave:** Biocombustível. Misturas. Energia renovável. Biomassa.

## **PRODUCTIVE EFFICIENCY OF BODIESELS FROM VEGETABLE OIL MIXTURES**

### **Abstract**

The present work aimed to present answers to the question about the productive efficiency and the advantages and differences between the physical characteristics of biodiesel produced from different vegetable oil mixtures. Two different vegetable oils (soybean and cotton) were used and the mixtures were made between them, before and after the transesterification process, so that the physical characteristics of each biodiesel and its yield of production were determined. Biodiesel was produced by transesterification by a methyl route in the ratio of 1 mol of vegetable oil to 6 mol of methyl alcohol and 1% of the catalyst NaOH (sodium hydroxide) with the aid of magnetic stirring. The study sought to produce a total of four pure biodiesel without diesel addition from the two previously selected oils in order to obtain a total of 16 biodiesel samples after mixing with the diesel in proportions of B8, B10, B20 and B30. With the data found, it was possible to determine that the biodiesel derived from the previous mixture of the oils presented a superior yield when compared to the others. In addition, it was possible to verify that the analyzed physical characteristics of all the 16 biodiesel samples produced were in accordance with ANP Resolution N°. 30 of 06/24/2016, thus guaranteeing the viability of production, in accordance with the technical norms for commercialization of biodiesel

in Brazil.

**Keywords:** Biofuel. Blends. Renewable energy. Biomass.

## INTRODUÇÃO

O biodiesel é um combustível alternativo para os derivados do petróleo, vindo de óleos vegetais, gorduras animais e óleos de frituras. Sua fabricação consiste em uma reação química entre estes triglicerídeos, um álcool e um catalisador, chamada de transesterificação e largamente utilizada (MME, 2011). A crise do petróleo e o aumento da preocupação com os efeitos causados pelos gases de combustão impulsionaram a pesquisa de se substituir os combustíveis oriundos do petróleo por biocombustíveis (BALAT; BALAT, 2008). A mistura de óleo diesel com biodiesel é uma alternativa para reduzir os níveis de emissão de poluentes gasosos e de particulados. (MAZIERO et al., 2006).

Regulamentado no Brasil pela ANP, o diesel S10 deve atender as características técnicas apresentadas na Resolução ANP N° 46 de 25 de agosto de 2012 (ANP, 2012) e os biodieseis misturados com o diesel, na proporção entre B0 a B30, devem atender as especificações apresentadas na Resolução N° 30 de 24 de julho de 2016 (ANP, 2016) para que possam ser comercializados no Brasil. A caracterização física dos biodieseis é uma etapa fundamental no processo de produção e visa avaliar se estão de acordo com as características técnicas estabelecidas pela ANP, podendo se destacar a massa específica e a viscosidade cinemática como as mais estudadas a nível laboratorial (MACHADO, 2008).

O presente trabalho teve como objetivo a produção, caracterização e análise de 16 amostras de biodieseis produzidos a partir dos óleos de soja e algodão e em proporções de B8, B10, B20 e B30 com o diesel S10. Buscou-se assim, avaliar as vantagens de se fazer a mistura prévia dos óleos, antes do processo de transesterificação, ou a mistura dos biodieseis, após este processo, para a produção do biodiesel final em comparação aos biodieseis unitários, provenientes de apenas um óleo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os biodieseis puros foram produzidos pelo método da transesterificação através de rota metálica na proporção de 1 mol de óleo vegetal para 6 mols de álcool metílico e 1% do catalizador NaOH (hidróxido de sódio), segundo estabelece Tomasevic e Marinknov (2003). Inicialmente foram produzidos 4 tipos de biocombustíveis puros sendo eles Bsoja, Balgodão, Bsoja + algodão (resultado da mistura em mesma proporção dos óleos antes do processo de transesterificação) e Bsoja + Balgodão (mistura dos biodieseis em mesma proporção previamente produzidos de soja e algodão), utilizando-se um agitador magnético para acelerar a reação de transesterificação em temperatura de 45°C. Os biocombustíveis foram colocados em balões de decantação, por um período de vinte e quatro horas, para que houvesse a total separação entre estes e a glicerina produzida durante o processo. Após essa etapa foi feita a lavagem de cada biodiesel com o uso de ácido clorídrico e água destilada (previamente aquecida a 50°C) e por último a sua secagem por um período de duas horas à 105°C em estufa de circulação forçada.

Após esta etapa foi feita a mistura de cada um dos 4 tipos de biocombustíveis puros com o diesel S10, considerado o B0, em proporções de B8, B10, B20 e B30, totalizando 16 amostras de biodieseis produzidas. Em uma segunda etapa foi realizada a caracterização física das amostras produzidas através da determinação da massa específica a 20°C, utilizando-se o picnômetro com base na norma ASTM D 4052, a viscosidade cinemática através do viscosímetro de capilar a 40°C conforme a norma ASTM D 445 e a viscosidade dinâmica através de reologia utilizando o reomêtro RS 50 RheoStress da Precitech Instrumental LTDA. Também foi calculada a viscosidade cinemática através da divisão da viscosidade dinâmica pela massa específica em mesma temperatura, considerado este o método direto de aferição. Todos os métodos foram repetidos por cinco vezes para a minimização dos erros e as médias dos resultados encontrados foram tabeladas e dispostas graficamente. Para a análise de variância (ANAVA) foi utilizado o teste de Tukey a 5%

de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise dos rendimentos gerais dos biodieseis puros produzidos, como mostrado na Tabela 1, pode-se notar que a produção do biodiesel proveniente da mistura dos óleos de soja e algodão, antes do processo de transesterificação (Bsoja + Balgodão) foi o que apresentou o maior rendimento geral, com um valor de 65,497%, se comparado aos demais. A diferença entre o rendimento geral dos dois biodieseis que apresentaram maiores valores foi de apenas 0,2%, indicando que na produção do biodiesel proveniente da mistura dos óleos de soja e algodão, houve uma maior influência do próprio óleo de soja.

*Tabela 1: Resultados do rendimento*

<b>Óleos</b>	<b>Rendimento</b>
<b>Algodão</b>	<b>64.537333 a</b>
<b>Soja</b>	<b>65.367167 a</b>
<b>Algodão + Soja</b>	<b>65.497667 a</b>

A análise do teste estatístico de Tukey a 5% dos rendimento obtidos, indica que não houve variação significativa entre os resultados e todas as médias obtidas foram seguidas por mesma letra após aplicação do teste. O rendimento do biodiesel proveniente das misturas entre os biodieseis unitários de soja e algodão (Bsoja + Balgodão) apresentou um valor de média entre os rendimentos dos biodieseis unitários utilizados para sua produção, com isso ficando com o terceiro maior rendimento se comparado ao demais, um valor de 64,95%.

*Tabela 2: Resultado da caracterização física*

<b>Biodiesel</b>	<b>Massa específica</b>	<b>Massa específica</b>	<b>Viscosidade cinemática</b>	<b>Viscosidade dinâmica</b>
	<b>(kg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>(kg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>)</b>	<b>(mm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>)</b>
	<b>20°C</b>	<b>40°C</b>	<b>40°C</b>	<b>40°C</b>
B8 Soja	832.786333 a	820.341667 g	3.436667 d	0.002819 d
B8 Soja + Algodão	833.438000 b	819.350667 f	3.540667 g	0.002901 i
B8 B Soja + B Algodão	833.644333 b	806.507333 a	3.501000 f	0.002824 e
B8 Algodão	833.917000 c	806.753000 a	3.547000 h	0.002862 f
B10 Soja	833.564333 b	820.953333 g	3.408000 b	0.002798 b
B10 Soja + Algodão	834.914667 d	820.647667 g	3.417667 c	0.002805 c
B10 B Soja + B Algodão	834.083667 c	808.376333 b	3.582333 i	0.002896 h
B10 Algodão	834.708667 d	808.941333 b	3.402000 a	0.002752 a
B20 Soja	838.639333 e	826.600667 i	3.479000 e	0.002876 g
B20 Soja + Algodão	839.617333 f	825.330333 h	3.906000 n	0.003224 p
B20 B Soja + B Algodão	838.852333 e	812.633000 c	3.642266 k	0.002960 k
B20 Algodão	839.398000 f	813.570667 d	3.666667 l	0.002983 l
B30 Soja	843.481667 h	830.471667 j	3.543667 g	0.002943 j
B30 Soja + Algodão	844.166667 i	830.624667 j	3.611333 j	0.003000 m
B30 B Soja + B Algodão	841.858667 g	817.847333 e	3.936333 o	0.003220 o
B30 Algodão	844.519000 i	818.552333 e	3.717667 m	0.003043 n

Ao se analisar a massa específica calculada a 20°C (Tabela 2), foi verificado que todos os valores estavam de acordo com a Resolução da ANP N° 30 de 24/06/2016. Segundo a resolução, o valor calculado deve ser entre 817,80 e 865,00 kg.m<sup>-3</sup> quando for utilizado o diesel S10 nas misturas como foi feito neste trabalho. A massa específica encontrada para o B0 foi de 830,28 kg.m<sup>-3</sup> e ficou entre os limites estabelecidos de 820 a 850 kg.m<sup>-3</sup> segundo a Resolução No 46 da ANP que regulamenta as características do diesel S10. Os valores de massa específica a 20°C aferidos seguiram uma tendência de aumento conforme a proporção de biodiesel aumentava na mistura,

sendo a diferença entre o B8 de soja, que apresentou o menor valor dentre os demais, e o B30 de algodão, que apresentou o maior, de 1,41%.

Analisando os valores obtidos para viscosidade cinemática a 40°C (Tabela 2), constatamos que o B30 de B Soja + B algodão apresentou o maior valor e o B20 de Soja + Algodão o segundo maior entre todos os biodieseis produzidos, indicando que caso fossem utilizados em um motor a combustão, estes apresentariam um maior ponto de entupimento de filtro a frio. Apesar da diferença de apenas 0,17% entre as viscosidades cinemáticas do B10 de Soja e do B10 de Algodão, e a diferença de 0,78% entre os valores do B30 do B Soja + B Algodão e B20 de Soja + Algodão, ambas foram significativas pelo teste de Tukey a 5%. A viscosidade cinemática do diesel S10, o B0, aferida com o uso do viscosímetro capilar foi de 2,851 mm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>, e permaneceu entre os limites inferior e superior de 2,0 a 4,5 mm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup> estabelecidos pela Resolução N° 46 de 2012 da ANP.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mistura dos óleos vegetais de soja e algodão antes do processo de transesterificação apresentou o maior rendimento se comparado com os demais biodieseis produzidos, com uma diferença de 1,49% se comparado ao biodiesel unitário de algodão que apresentou o menor rendimento.

Os biodieseis produzidos estavam de acordo com os limites estabelecidos pela Resolução da ANP, garantindo a viabilidade de produção perante as normas técnicas para comercialização de biodiesel no Brasil, nas formas apresentadas neste trabalho e com a determinação da viscosidade cinemática por método direto. A massa específica a 20°C aumentou conforme a porcentagem de biodiesel na mistura com o diesel aumentava, tendo maiores valores para as misturas B30 e os menores para B8, sendo a diferença entre o menor, B8 soja, e o maior, B30 algodão, de 1,41%.

Nas misturas B8, B20 e B30 o biodiesel unitário de soja apresentou os menores valores de viscosidade cinemática, apresentando um melhor escoamento na maioria das proporções de misturas com o B0, tornando-o uma primordial opção de utilização em motores de ciclo diesel quando se há a preocupação com o ponto de entupimento de filtro a frio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALAT, M.; BALAT, H. *A critical review of bio-diesel as a vehicular fuel*. Energy Conversion and Management, v. 49, n. 10, p. 2727–2741, 2008.

BRASIL. Resolução ANP N° 30, de 24 de junho de 2016. Especificação de óleo diesel BX a B30, em caráter autorizativo, nos termos dos incisos I, II e III do art. 1° da Resolução CNPE n° 03, de 21 de setembro de 2015. 2016.

BRASIL. Resolução ANP No 46, de 20 de dezembro de 2012. Especificações do óleo diesel de uso rodoviário no art. 6o. 2012.

MACHADO, P. R. M. *Ésteres combustíveis em motor de ciclo diesel sob condições de pré-aquecimento e variação no avanço de injeção*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. 2008.

MAZIERO, J. V. G. et al. *Avaliação de emissões poluentes de um motor diesel utilizando biodiesel de girassol como combustível*. Engenharia na Agricultura, v. 14, p. 287–292, 2006.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. *Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel*. 2011.

TOMASEVIC, A. V., MARINKOVIC, S. S. *Methanolysis of used frying oils*. Fuel Process Technol. 81st ed. 2003. 1-6 p.



4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## MÉTODO COMPUTACIONAL SEM MALHA APLICADO A UM MECANISMO DE TRANSPOSIÇÃO DE PEIXES DO TIPO RANHURA VERTICAL

Daniela dos Santos da Mata Gomes<sup>1</sup>, Gabriel de Carvalho Nascimento<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, dmata@id.uff.br

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, gabrielcn@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A construção de barragens interrompe a conectividade longitudinal de um rio, modificando o seu ecossistema. Com isto, as barragens são obstáculos que impedem a migração dos peixes para a montante do rio, interrompendo o seu ciclo de vida. Os mecanismos de transposição de peixes tornaram-se elementos-chave para permitir a migração ascendente dos peixes. O objetivo deste trabalho é aplicar um método computacional sem malha, *Smoothed Particle Hydrodynamics*, para simular o escoamento com superfície livre de um mecanismo de transposição de peixes do tipo ranhura vertical. A precisão do método é investigada por meio de comparações do campo de velocidades em um modelo reduzido, ensaiado em literatura anterior, e a simulação tridimensional realizada neste trabalho, conduzida com o software de código aberto *DualSPHysics*. Os resultados do campo de velocidades no modelo computacional foram compatíveis com os resultados dos ensaios com o modelo reduzido. O estudo apresenta um modelo promissor para simulação de mecanismos de transposição de peixes em barragens.

**Palavras-chave:** SPH, DualSPHysics, barragens, mecanismos de transposição de peixes, escadas de peixes

## APPLICATION OF A MESHLESS COMPUTACIONAL FLUID DYNAMICS METHOD FOR A VERTICAL SLOT FISH PASS

### Abstract

Constructing a dam disrupts longitudinal connectivity of a river, changing its ecosystem. Thus, the dams are obstacles which fish are not able to get over and migrate to a successful life cycle. Fish passes become key elements to allow that journey upstream. The aim of this work is to evaluate a meshless *Computational Fluid Dynamics* method, *Smoothed Particle Hydrodynamics*, to simulate the free surface flow in a vertical slot fish pass. Its accuracy is investigated by comparing the velocity field in a scale model test, done in a previous literature, to a three-dimensional simulation conducted with the open source software *DualSPHysics*. As a result, velocity field of the scale model test compares well with the result of the numerical simulation. This work presents a promising model for free surface flow simulation in a fish pass.

**Keywords:** SPH, DualSPHysics, dams, fish passes, fish ladder

## INTRODUÇÃO

Um dos impactos mais severos das barragens de hidrelétricas é a interrupção das migrações de peixes, o que reduz a população das espécies, com a possibilidade de levá-las à extinção. Por esta razão, é necessária a implantação de mecanismos de transposição de peixes (MTPs) eficientes para restaurar a migração ascendente de peixes (FAO/DVWK, 2002). Os MTPs do tipo ranhura vertical (VSF) são os mais adequados para espécies neotropicais, uma vez que é considerado um mecanismo multiespécies e adaptável às variações nos níveis de água. O VSF consiste em um canal inclinado, dividido em tanques por defletores. Portanto, a água flui entre os defletores, gerando um jato, enquanto a energia é dissipada no próximo tanque (KATOPODIS, 1992).

Para otimizar o dimensionamento de MTPs, os principais manuais recomendam analisar o campo de velocidades dentro dos tanques para que o mecanismo seja eficiente na atração de peixes para a entrada do MTP (CLAY, 1995; FAO/DVWK, 2002; U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE, 2017). As análises do campo de velocidades são geralmente conduzidas por meio de simulações computacionais CFD (*Computational Fluid Dynamics*). O objetivo deste trabalho é utilizar um método CFD sem malha, *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) para prever numericamente o campo de velocidades em um MTP.

O método SPH consiste em um conjunto de partículas com massa e densidade que são utilizadas para simular a água e, ao contrário dos métodos com malhas, o SPH interage bem com a interface água e ar (TAFUNI e colab., 2017; VIOLEAU, 2012). Além disso, existem poucos trabalhos publicados que utilizam simulações com o método SPH em MTPs, entre eles GOMES e NASCIMENTO (2018), MARIVELA (2009), VIOLEAU (2012). O método SPH será descrito brevemente nas próximas seções com um detalhamento do escoamento no modelo computacional e então é feita a comparação com os resultados do estudo de caso: O modelo reduzido da PCH Paranatinga II (JUNHO, 2008).

## MATERIAL E MÉTODOS

O *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) é um método sem malha (lagrangiano) desenvolvido a partir de 1977 para resolver problemas astrofísicos em que os métodos com malha eram difíceis de serem aplicados (LUCY, 1977). O método SPH divide o domínio do problema em pequenos conjuntos de partículas. As equações de Navier-Stokes são discretizadas e integradas para cada uma dessas partículas por uma função de interpolação, convergindo a forma integral em soma finita, o que fornece valores estimados em um ponto específico (DOMÍNGUEZ, 2014; DONG e colab., 2017). A grande vantagem do SPH é sua facilidade de representar a interação com outras fases, como em superfícies livres e contato com sólidos móveis (VIOLEAU, 2012).

Para o estudo de caso, foi escolhido o modelo reduzido desenvolvido pelo laboratório FCTH-USP (Fig. 1a). O modelo representa o MTP da PCH Paranatinga II, localizada no Rio Culuene, Mato Grosso. Possui escala 1:7, 10 tanques, 4,5% de declividade e vazão fixa em 2,61 m<sup>3</sup>/s (escala de protótipo). O modelo reduzido inclui 9 tanques, um reservatório de transição e um reservatório principal. Dentre os tanques, têm-se os tanques de montante (tanque 1 e 2) e os tanques típicos (demais tanques). Mais detalhes do ensaio com o modelo reduzido podem ser encontrados em JUNHO (2008).

A geometria do modelo computacional conduzido neste trabalho contém 6 tanques, um reservatório de transição e um reservatório principal (Fig. 1b). A análise dos resultados é realizada no tanque 6, considerado o tanque mais representativo do modelo, uma vez que o modelo possui tanques suficientes para que o escoamento seja considerado periódico (VIOLEAU, 2012). A simulação numérica é conduzida pelo software de código aberto, *DualSPHysics*, desenvolvido por pesquisadores da *Johns Hopkins University* (EUA), *University of Vigo* (Espanha) e *University Of Manchester* (Reino Unido). O código numérico é baseado no método SPH e consiste em um conjunto de C++, CUDA e Java. O domínio (água) foi discretizado por 670.534 partículas e a



simulação utilizou tanto recursos da CPU (Central Processing Unit) quanto da GPU (Graphics Processing Unit), com o intuito de aumento de performance. A formulação do SPH é detalhada em (FOURTAKAS e ROGERS, 2016).

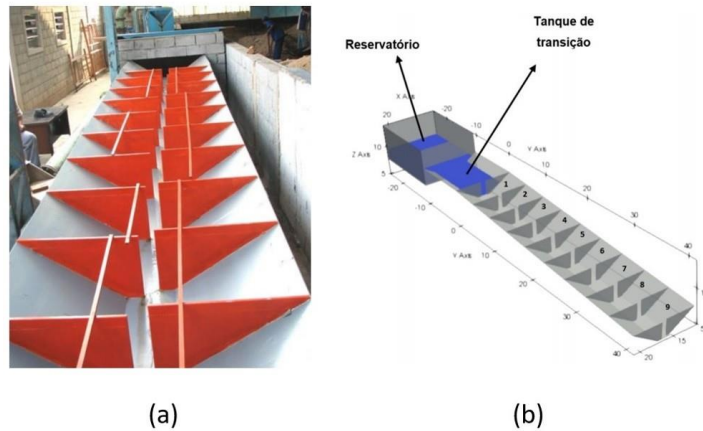


Figura 1 - Geometria do modelo (a) Modelo reduzido da PCH Paranatinga II elaborado pela FCTH/USP (Fonte: JUNHO, 2008) (b) Modelo computacional

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para visualizar os resultados, foi utilizado o software Paraview, o qual gerou imagens do pós-processamento baseadas nos resultados importados do código DualSPHysics após a etapa de processamento, que durou cerca de 25 minutos. O escoamento nos tanques de montante não é investigado, uma vez que a estabilização do escoamento ocorre somente nos tanques típicos (Fig. 2), começando no tanque 3 e alcançado nos tanques 5 e 6. O mesmo ocorreu no modelo reduzido reproduzido no presente estudo, onde o tanque 6 é considerado um tanque representativo do sistema.

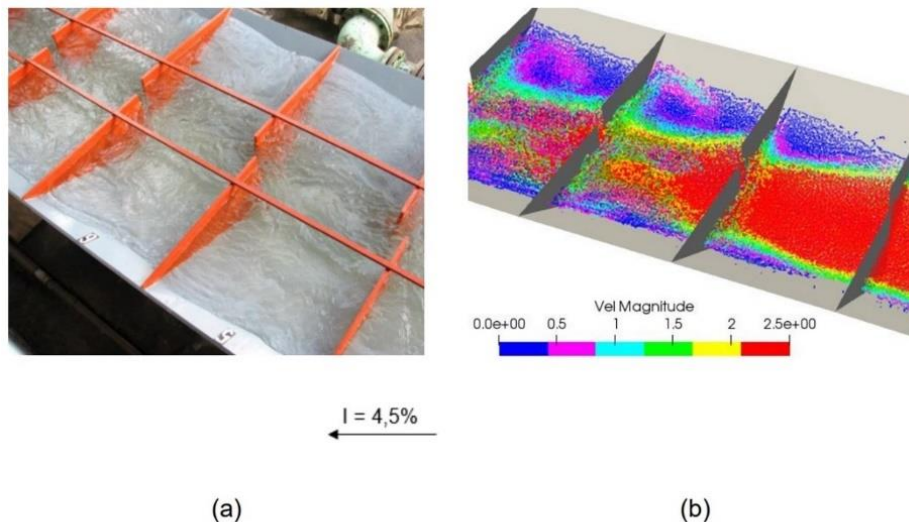


Figura 2 - Tanques típicos: (a) Modelo Reduzido (Fonte: JUNHO, 2008) e (b) Modelo Numérico

Os resultados mostram o campo de velocidades do escoamento, com zonas de recirculação com baixas velocidades e a zona principal com alta velocidade. As zonas de recirculação no modelo SPH são muito semelhantes às zonas do modelo reduzido (Fig.3). Notavelmente, os pontos 9, 10 e 11 correspondem à zona principal, onde o escoamento é claramente visto (Fig. 3). Além disso, a zona de recirculação superior foi mais compatível com o modelo reduzido do que a zona inferior. No que diz respeito às zonas de recirculação superior e zona principal, os mesmos padrões de escoamento são observados no modelo reduzido e computacional. Porém, os padrões variam na

zona de recirculação inferior.

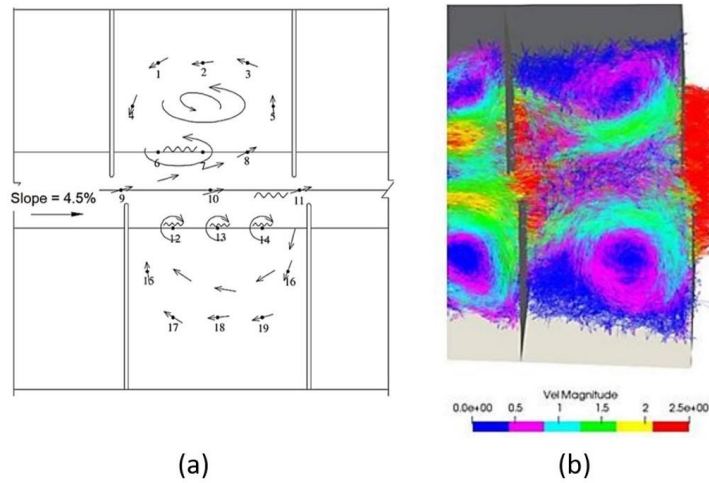


Figura 3 - Campo de velocidades: (a) Modelo Reduzido (Fonte: JUNHO, 2008) e (b) Modelo Numérico

A medição da velocidade realizada em 19 pontos no estudo de caso, foi reproduzida no modelo computacional. Os valores do campo de velocidades são comparados em cada um dos pontos (Fig. 4).

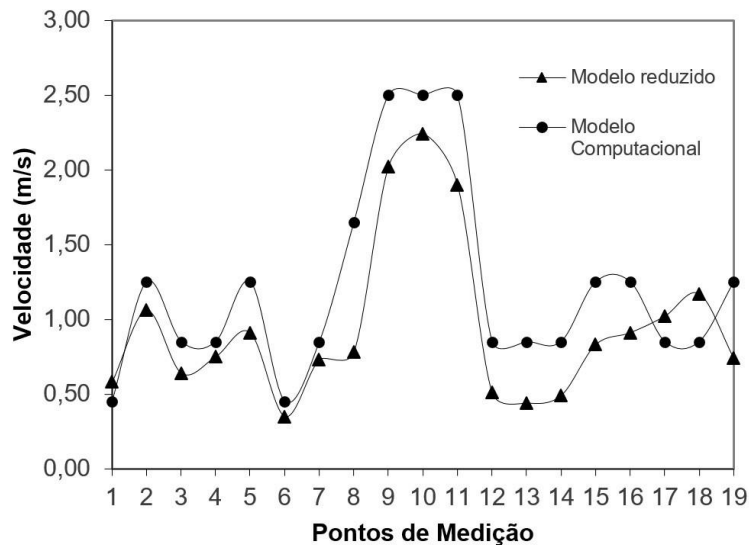


Figura 4 - Gráfico comparativo do campo de velocidades

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método SPH reproduziu as condições fluidodinâmicas do MTP com um custo computacional relativamente pequeno (1.522 segundos). Os resultados da simulação numérica realizada no presente estudo são compatíveis com os resultados dos ensaios com modelo reduzido. O padrão de escoamento foi o mesmo na zona de recirculação superior e no eixo principal, com uma pequena variação no padrão de escoamento na zona de recirculação inferior.

Portanto, o modelo numérico figura-se como uma ferramenta complementar ao modelo reduzido, uma vez que o comportamento de diferentes espécies está associado às variáveis hidráulicas, as quais podem ser estimadas pelo método SPH, economizando tempo e recursos financeiros.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLAY, Charles H. *Design of Fishways and other Fish Facilities*. 2nd. ed.: CRC Press, 1995.
- DOMÍNGUEZ, Jose M. *DualSPHysics: Towards High Performance Computing using SPH technique*. 176 f. Universidad de Vigo, 2014.
- DONG, Xiangwei e colab. *Smoothed particle hydrodynamics (SPH) modeling of shot peening process*. Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering, n. October, p. 1–27, 2017.
- FAO/DVWK. *Fish Passes: Design, Dimensions and Monitoring*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002.
- FOURTAKAS, G. e ROGERS, B. D. *Modelling multi-phase liquid-sediment scour and resuspension induced by rapid flows using Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) accelerated with a Graphics Processing Unit (GPU)*. Advances in Water Resources, v. 92, p. 186–199, 2016.
- GOMES, D., NASCIMENTO, G. *Application of a Meshless CFD Method for a Vertical Slot Fish Pass via 3D Simulation*. International Journal of Science and Engineering Investigations, v. 7, n. 72, p. 147–151, 2018.
- JUNHO, Ricardo. *Migrações ascendentes de peixes neotropicais e hidrelétricas: Proteção a jusante de turbinas e vertedouros e sistemas de transposição*. 2008. 216 f. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.
- KATOPODIS, C. *Introduction to fishway design*. Oceans. Winnipeg, Manitoba, 1992.
- LUCY, L. B. *A numerical approach to the testing of the fission hypothesis*. The Astronomical Journal, v. 82, n. 12, p. 1013–1024, 1977.
- MARIVELA, Roberto. *Applications of the SPH Model to the Design of Fishways*. 33rd IAHR Congress, 2009.
- TAFUNI, A e colab. *Accurate and efficient SPH open boundary conditions for real 3-D engineering problems*. n. March, p. 3–4, 2017.
- U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE. *Fish Passage Engineering Design Criteria*. . Northeast Region R5, Hadley, Massachusetts, 2017.
- VIOLEAU, Damien. *Fluid Mechanics and the SPH Method*. 1. ed. Oxford: Oxford University Press, 2012.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ESTADO DA ARTE DOS DADOS E METADADOS EXISTENTES PARA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUANDU RELACIONADOS À PERDA DE SOLOS E CONTROLE À EROSÃO HÍDRICA**

Marllus Henrique Ribeiro de Paiva<sup>1</sup>, Dirlane de Fátima do Carmo<sup>2</sup>, Rachel Bardy Prado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, Mestre em engenharia de Biosistemas -UFF, Niterói-RJ, marllushenrique.paiva@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Doutora em Hidráulica e Saneamento - UFSCar, São Carlos -SP, Professora Adjunto IV – UFF, Niterói-RJ dirlanefc@gmail.com

<sup>3</sup> Bióloga, Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental - UFSCar, São Carlos -SP, Pesquisadora Nível A – Embrapa Solos-RJ, rachel.prado@embrapa.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A estimativa da erosão hídrica é de fundamental importância tanto em termos de planejamento ambiental quanto de controle dos processos de degradação do solo e da água. No entanto, diversas lacunas e/ou ausência de informações necessárias à avaliação da erosão hídrica em escala adequada representam um grande desafio para a ciência e para a tomada de decisão. Desta forma, neste trabalho, buscou-se identificar o estado da arte dos dados e metadados disponíveis nas bases de dados de algumas instituições atuantes na Bacia Hidrográfica do rio Guandu (BHRG) no Estado do Rio de Janeiro (RJ). Observou-se que para a área de estudo, os dados prospectados não apresentaram representatividade, qualidade e consistência, devido ora pela carências e lacunas dos dados ora pela diferença de escalas espaciais. A proposta criada permite aos tomadores de decisão entender o panorama geral da problemática da qualidade e consistência dos dados para direcionar esforços necessários que garantam a provisão dos serviços ecossistêmicos e o correto delineamento do planejamento ambiental.

**Palavras-chave:** Processo erosivo, Base de Dados, indicadores de paisagem.

## **STATE OF THE ART OF DATA AND METADATA EXISTING TO HYDROGRAPHIC BOWL OF GUANDU RIVER RELATED TO SOIL LOSS AND CONTROL TO HYDROUS EROSION**

### **Abstract**

The estimation of water erosion is of fundamental importance both in terms of environmental planning and control of soil and water degradation processes. However, several gaps and / or lack of information needed to assess water erosion on an adequate scale represent a major challenge for science and decision-making. In this work, we sought to identify the state of the art of data and metadata available in the databases of some institutions operating in the Guandu River Basin (BHRG) in the State of Rio de Janeiro (RJ). It was observed that for the study area, the prospectato data did not present representativeness, quality and consistency, due either to data gaps and gaps or to differences in spatial scales. The proposal created enables decision makers to understand the general picture of data quality and consistency in order to direct the necessary efforts to ensure the provision of ecosystem services and the correct design of environmental planning.

**Keywords:** Erosive process, Database, landscape indicators.

## INTRODUÇÃO

De acordo com a Agenda 21, instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis elaborada na Rio-92, pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMD, 1992), a degradação de terras é um dos mais graves problemas ambientais e o processo erosivo pode ser considerado como uma de suas principais causas. Como consequências, têm-se a perda de fertilidade e estrutura dos solos bem como a redução da qualidade da água, com reflexos não somente ambientais, mas também econômicos e sociais.

Assim, o conhecimento das relações entre os fatores que causam as perdas de solo e os que permitem reduzi-las é de fundamental importância para o planejamento conservacionista da propriedade agrícola. (ROQUE et al., 2001).

No entanto, apesar de inúmeras proposições metodológicas e modelos matemáticos empregados na literatura mundial usadas para prever as perdas de solo e subsidiar a tomada de decisão no planejamento conservacionista, a carência de dados e informações consistentes de entrada referentes aos recursos hídricos, solos, cartografia, vegetação, uso e cobertura da terra e hidrometeorológicos representam um verdadeiro desafio no sentido de gerar resultados mais representativos.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo identificar o estado da arte dos parâmetros monitorados por diversas instituições atuantes na BHRG, voltadas à avaliação do impacto de iniciativas conservacionistas nos serviços ecossistêmicos de perda de solos e controle à erosão hídrica.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa buscou levantar, sistematizar e mapear o dados e metadados em bases de dados disponíveis nos sítios eletrônicos de instituições de pesquisa, empresas públicas e privadas e organizações não governamentais que atuam na BHRG, através de 3 (três) passos metodológicos, a saber:

**Passo 1:** levantamento e mapeamento de dados hidrometeorológicos disponíveis na base de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) – HIDROWEB;

**Passo 2:** prospecção da disponibilidade dos metadados de mapas temáticos espaciais existentes da BHRG em sítios eletrônicos das seguintes instituições: Comitê Guandu, Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM), Departamento de Recursos Minerais (DRM), Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), EMBRAPA Solos, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), *The Nature Conservancy* (TNC) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); e,

**Passo 3:** levantamento dos parâmetros ou aspectos fisiográficos tal como índices físicos do solo em função da sua geomorfologia e tipologia existente em base de dados EMBRAPA Solos e CPRM.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o produto dos metadados e dados existentes prospectados em função das fontes institucionais utilizadas e da disponibilidade para *download*. Informa-se que com exceção das informações obtidas do Comitê Guandu que são exclusivas para a BHRG, advindas de recortes de mapas temáticos disponibilizados por instituições parceiras ou de pesquisas direcionadas exclusivamente para a área, todos os outros metadados listados de outras instituições abrangeram informações sobre a área do Estado do RJ e do Brasil.

Tabela 1: Compilação de Metadados - BHRG

Compilação de Metadados - BHRG						
Instituição	Recursos Hídricos	Solo	Cartografia	Biodiversidade e Áreas Protegidas	Usos e Cobertura da terra	Dados Hidrometeorológicos
ANA - HIDROWEB	Sim	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	Sim
COMITÊ GUANDU	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
CPRM	s.d.	Sim	s.d.	s.d.	Sim	s.d.
DRM	s.d.	Sim	s.d.	s.d.	Sim	s.d.
INEA	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	s.d.
INDE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	s.d.
EMBRAPA SOLOS	s.d.	Sim	s.d.	Sim	Sim	s.d.
IBGE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	s.d.
TNC	Sim	Sim	s.d.	s.d.	s.d.	Sim
INMET	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.

Os campos da tabela marcados com “Sim” indicam que há informação referente a variável analisada e os marcados com “s.d.” indicam que há ausência da informação nas bases de dados existentes nos sítios eletrônicos das instituições analisadas nesse estudo. De forma geral, em relação aos dados disponíveis para a região de estudo, BHRG, percebe-se que, muitos são incompletos, insuficientes e/ou não possuem sequência temporal até a atualidade, ou uma escala que permita um planejamento e gestão adequada na grandeza de bacia hidrográfica, dificultando resultados mais precisos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da singularidade dos resultados obtidos, verificou-se que para a BHRG havia dados e metadados temáticos levantados de diversas fontes com potencial utilização. No entanto, os mesmos apresentavam lacunas e não possuíam continuidade, consistência, representatividade e conectividade, prejudicando a obtenção de resultados mais precisos que subsidiassem de forma considerável as etapas de planejamento ambiental com enfoque nos serviços ecossistêmicos de controle à erosão hídrica e sedimentação, inviabilizando tomadas de decisões coerentes, quando empregados nos modelos de estimativa de erosão hídrica. Destaca-se a importância da obtenção, organização e disponibilização de bases de dados integradas, consistentes, em grandeza adequada para a tomada de decisão em escala de bacias e microbacias hidrográficas, no que os comitês de bacias têm contribuído e no que a INDE já vem realizando, por meio do compartilhamento e acesso de dados e informações geoespaciais. Concomitantemente, pontua-se a necessidade de aquisição e compilação de dados mais atuais e realização de análise de consistência antes da sua disponibilização, para que possam representar melhor a área de estudo e evitar falhas de interpretação ou propagação de erros dentro de um sistema de gerenciamento ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNUMD, *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Agenda 21 Brasileira*. p.156. 1992 Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/resultcons.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/resultcons.pdf)> Acesso em: 15 de outubro de 2017.

COMITÊ GUANDU – SIGA GUANDU- Sistema de informações geográficas e geoambientais das bacias hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim Disponível em: <<http://www.sigaguandu.org.br/map>>, 2018.

CPRM, Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Projeto-Rio-de-Janeiro-3498.html>>, 2018.

DRM, Departamento de Recursos Minerais (DRM). Disponível em: <<http://www.drm.rj.gov.br/index.php/downloads>>, 2018.

EMBRAPA SOLOS, GEOPORTAL. Disponível em: <<http://mapoteca.cnps.embrapa.br>>, 2018.

EMBRAPA SOLOS, GEOINFO. Disponível em: <<http://geoinfo.cnpm.embrapa.br/>>, 2018.

EMBRAPA SOLOS, Sistema de informação de solos brasileiros. Disponível em: <[www.sisolos.cnptia.embrapa.br](http://www.sisolos.cnptia.embrapa.br)>, 2018.

HYBRAS, Banco de dados hidrofísicos de solos no Brasil, HYBRAS, CPRM. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/HYBRAS-4930.html>>, 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>, 2018

INDE, Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br>>, 2018.

INEA, Instituto Estadual do Ambiente. GEOINEA. Disponível em: <<https://inea.maps.arcgis.com>>, 2018.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para o Ensino e Pesquisa (BDMEP). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>, 2018.

HIDROWEB. Rede Hidrometeorológica Nacional. ANA Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>>, 2018.

ROQUE, C.G.; CARVALHO, M.P. & PRADO, R.M. *Fator erosividade da chuva de Piraju (SP): distribuição, probabilidade de ocorrência, período de retorno e correlação com o coeficiente de chuva*. R. Bras. Ci. Solo, 25:147-156, 2001.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA CONVENÇÃO DE PARIS: O CASO DO RENOVABIO**

Rafael Alves Moraes<sup>1</sup>, Bernardo Vitor de Souza Marins<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Mecânico, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói

<sup>2</sup> Engenheiro de petróleo, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Este trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória que analisou publicações acerca das aplicações do Acordo de Paris, além de informações disponibilizadas em fontes abertas de origens nacional e internacional. Após a COP21, algumas questões surgiram sobre quais foram os compromissos e estratégias de mitigação climáticas assumidos pelas nações, em especial pelo Brasil, e quais são as reais perspectivas de atingimento das metas traçadas pela convenção a nível global. O estudo demonstrou que qualquer análise pressupõe o conhecimento das NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinadas), onde os países apresentaram seus compromissos de redução dos gases de efeito estufa (GEEs). Neste cenário, o setor de transportes é identificado como um forte gargalo no que tange às emissões de GEEs a nível mundial, o que no Brasil levou a criação da Política Nacional de Biocombustíveis, o RenovaBio, que introduz ferramentas que induzem o fortalecimento de alternativas de produção de energia limpa. Objetivou-se com o estudo identificar o cenário atual para o atingimento das metas da COP21, e apontar estratégias para seu atingimento. Assim, é apresentado um cenário desfavorável ao atingimento das metas a nível mundial, ao passo que são apontadas medidas necessárias ao seu cumprimento.

**Palavras-chave:** COP21, Acordo de Paris, meio ambiente e RenovaBio

## **ANALYSIS OF THE APPLICATION OF THE PARIS CONVENTION: THE CASE OF RENOVABIO**

### **Abstract**

This work is an exploratory research that analyzed publications about the applications of the Paris Agreement, as well as information available from open sources of national and international origins. After COP21, some issues emerged about what the climate mitigation commitments and strategies assumed by the nations, in particular Brazil, were, and what are the real prospects of achieving the goals set by the convention at a global level. The study demonstrated that any analysis presupposes knowledge of the NDCs (Nationally Determined Contributions), where countries have made their commitments to reduce greenhouse gases (GHGs). In this scenario, the transportation sector is identified as a strong bottleneck with regard to global GHG emissions, which in Brazil led to the creation of the National Biofuels Policy, the RenovaBio, which introduces tools that induce the production. This study aims to reveal the current scenario for reaching the goals of COP21, and to point out strategies for achieving them. Thus, a scenario unfavorable to the attainment of the goals at world level is presented, whereas the necessary measures are pointed out to fulfill them.

**Keywords:** COP21, Paris Agreement, Environment and RenovaBio

## INTRODUÇÃO

O incremento energético gerado pela dinâmica populacional e o seu mecanismo social de aquisição de bens de consumo tornam cada vez mais complexo o problema ambiental. Com este sentido de urgência, a COP21 (Conferência de Paris) serviu para delimitar um acordo para envidar os recursos necessários no sentido de limitar o aumento da temperatura global.

O Acordo de Paris entrou em vigor em 04 de novembro de 2016, quando foi atendido o quórum mínimo de países signatários correspondendo cumulativamente a 55% do total global de emissões de gases efeito estufa (GEEs), os quais depositaram seus instrumentos de ratificação.

Passado mais de um ano do início da vigência do Acordo, exsurtem questões sobre quais compromissos foram assumidos pelos países signatários e quais as estratégias de mitigação climáticas escolhidas, em especial pelo Brasil, assim como quais as reais perspectivas de atingimento das metas de aquecimento a nível global.

Adicionalmente, no caso do Brasil, serão analisadas ferramentas criadas pelo Renovabio, apelido conferido pela Lei 13.576 de 26 de Dezembro de 2017 à Política Nacional de Biocombustíveis, com o objetivo de induzir ao aproveitamento cada vez mais intensivo do potencial de bioenergia, levando em consideração o impacto integral da produção de biocombustíveis, utilizando-se para tanto o conceito de ciclo de vida ou do “poço ou do campo-a-roda”. (Brasil, 2017).

O destaque dado ao Renovabio e, por consequência aos biocombustíveis, se baseou no fato da energia para transportes ter impacto significativo nas emissões de gases de efeito estufa (GHG, sigla em inglês) a nível mundial, ao passo que no do Brasil corresponderem a cerca de 46%. (SEEG, 2016).

Dentro deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho identificar o cenário atual do cumprimento das metas do Acordo de Paris e indicar fatores que possam contribuir para o atingimento dessas metas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória, cuja trajetória metodológica se apoiou na leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa sobre a implementação do Acordo de Paris.

A fonte utilizada para o levantamento bibliográfico da pesquisa foi a base de dados SCOPUS (acessada no período de 02 a 11 de maio de 2018), através do Portal de Periódicos CAPES. A pesquisa na base de dados SCOPUS foi realizada no dia 04 de maio de 2018 e utilizou os termos “COP21” e “*implementation*”, e a frase utilizada para a pesquisa foi: TITLE-ABS-KEY ( ( "COP21" ) AND ( "*implementation*" ) ). Com a utilização desses critérios, a busca retornou 39 registros entre os anos de 2015 e 2018.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A redução na emissão de gases de efeito estufa tem sido o foco das ações de mitigação climáticas. Entretanto, para Kameyama e Kawamoto (2016) a maior parte das políticas de mitigação são direcionadas a objetivos intermediários, tais como: substituição por fontes de energia menos intensivas em carbono (energia descarbonizante, principalmente no setor de transporte), aumento da eficiência energética ou redução do consumo final de energia, as quais no final contribuem todas para o mesmo objetivo.

A comparação entre as estratégias de mitigação dos diferentes países é uma tarefa complexa, em razão de suas particularidades, do tipo de política adotada e principalmente da falta de um critério uno de monitoramento e contabilização dos resultados. Nesse sentido, Fragkos et al (2017) e

Marsden e Groer (2016) criticam a falta de um sistema de monitoramento do acordo que vá além da União Europeia e que possa ser replicado a outros países do acordo, falha essa que as partes do Acordo de Paris em 2015 não tiveram êxito em corrigir.

Do mesmo modo, Kameyama e Kawamoto (2016), consideram que era esperado que as partes seguissem um processo circular que envolvesse a preparação das já citadas NDCs, a implantação das políticas e métricas necessárias a sua execução, a revisão e avaliação periódicas da suficiência dos progressos no atingimento dos seus objetivos, tudo com o fim específico de longo prazo de atingir um balanceamento entre as emissões antropogênicas de gases de efeito estufa e os sumidouros destes, respectivamente.

Já para Peñuelas et al.(2017), em sua análise sobre cumprimento da COP21, pontuam que em nenhum dos cenários por eles estudados os objetivos seriam alcançados, a menos que houvesse uma implementação rápida de energias renováveis, associadas ao uso de novas técnicas de captura e sequestro de carbono capazes de absorver 80% do CO<sub>2</sub> de todas as plantas geradoras de energia em escala global.

Ainda segundo Peñuelas et al.(2017), a implantação dos objetivos do Acordo é de responsabilidade dos próprios países partes, o que conduz a sua falta de concretização. Sua afirmação é coerente com o fato de se tratar de um acordo fruto do direito internacional público onde a soberania dos estados nacionais está envolvida. Some-se a isso a já comentada falta de critérios únicos de medição e contabilização de emissões.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Conferência de Paris delimitou métodos necessários para frear o aumento da temperatura global. Após a assinatura do acordo por parte dos países envolvidos, cada parte assumiu um compromisso para ajudar o planeta e ao mesmo tempo iniciar uma reformulação no modo de pensar das pessoas e do setor industrial, tais contribuições, independentes de cada país foram chamadas de NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinadas), demonstrando as preocupações e as estratégias internas a serem aplicadas.

Avaliações em um período de 5 anos serão realizadas por parte dos países envolvidos, visando monitorar se as ações discutidas no Acordo de Paris foram atendidas e estão dentro das expectativas, pois se torna de extrema importância que cada país faça sua parte, ampliando sempre que necessário seus compromissos frente as demais partes do Acordo.

A pesquisa revela um cenário desfavorável ao cumprimento das metas estabelecidas pelo Acordo de Paris, apontando as seguintes estratégias como possíveis chaves para a correção dessa trajetória: a) políticas de fiscalização e repressão para a obtenção dos resultados esperados no longo prazo e b) desenvolvimento de novas tecnologias combinadas com métodos que permitam a mensuração dos resultados das ações tomadas, a níveis local e global.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Brasil. Lei n. 13,576, de 26 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências, Brasília, DF, dez 2017. Disponível em: . Acesso em: 19 outubro de 2018.

Fragkos, P., Tasios, N., Paroussos, L., Capros, P., & Tsani, S. (2017). Energy system impacts and policy implications of the European Intended Nationally Determined Contribution and low-carbon pathway to 2050. *Energy Policy*, 100, 216–226.

Marsden, G., e Groer, S. 2016. Do institutional structures matter? A comparative analysis of urban carbon management policies in the UK and Germany. *Journal of Transport Geography*, 51, 170–179.



SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa. 2016. Relatório Síntese - Análise das Emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas Implicações para Políticas Públicas e a Contribuição Brasileira para o Acordo de Paris. Disponível em: Acesso em: 10 maio de 2018.

Peñuelas, J, J Sardans, B Walsh, P Ciais, I.A Janssens, K Riahi, F Rydzkak, D Vuuren, e M Obsersteiner. 2017. “Posibles escenarios energéticos con vistas al cumplimiento del Acuerdo de París”. *Ecosistemas* 26 (3): 103–105. doi:10.7818/ECOS.2017.26-3.12.

Kameyama, Y. and Kawamoto, A. 2018. Four intermediate goals: a methodology for evaluation of climate mitigation policy packages. *Climate Policy*, 18(2), 210–220.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **O EFEITO DO TRANSPORTE DE CALOR EM SUBSUPERFÍCIE NO ATLÂNTICO SUL SOBRE EVENTOS MILENARES**

Eric Miguel Ribeiro<sup>1</sup>, Márcio Cataldi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biólogo marinho, mestrando em engenharia de biosistemas

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal Fluminense

<sup>3</sup> Professora Titular do Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A Célula de Revolvimento Meridional do Atlântico (do inglês, *Atlantic Meridional Overturning Circulation*, AMOC) é um peça central no sistema climático global. Acredita-se que o Vazamento das Agulhas pode estabilizar a AMOC em um cenário de aquecimento planetário, enquanto que a entrada de água doce, vinda do derretimento de geleiras, é predita como um fator que a poderia resfriar o planeta. Em um contexto paleoambiental, por sua vez, existe a hipótese de que a reativação do vazamento durante terminações glaciais contribuiria para a reativação da AMOC. No entanto, 13 mil anos separam o fortalecimento do Vazamento das Agulhas e a efetiva reintensificação da AMOC. Acredita-se que outras variáveis, além do próprio Vazamento das Agulhas, sejam responsáveis por controlar esse transporte inter-oceano de calor e massa, afetando o clima a nível global. Espera-se, com a execução deste trabalho, contribuir para a melhor compreensão dos fenômenos oceanográficos e atmosféricos envolvidos na regulação e dinâmica da transferência de massa e calor do Atlântico Sul para o Norte, em cenários paleoambientais. A execução das rodadas de modelo em diferentes resoluções poderão evidenciar potenciais divergências de representação física. A melhor compreensão desses fenômenos possui notável relevância para aprimorar previsões sobre o estado futuro do planeta, em um cenário de mudanças climáticas globais, auxiliando na tomada de decisões e potenciais ações mitigatórias.

**Palavras-chave:** vazamento das agulhas, bifurcação da corrente sul equatorial, modelagem oceânica

## **THE EFFECT OF SUBSUPERFICIAL HEAT TRANSPORT IN SOUTH ATLANTIC ON THE MILLENIAL EVENTS**

### **Abstract**

The Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) is a centerpiece in the global climate system. Agulhas Leakage is believed to stabilize AMOC in a global warming scenario, while freshwater inflow from melting glaciers is predicted to be a factor that could cool the planet. In a paleoenvironmental context, there is a hypothesis on the reactivation of the leakage during glacial terminations would contribute to the reactivation of AMOC. However, 13,000 years separate the strengthening of the Agulhas Leakage and the effective re-intensification of the AMOC. It is believed that other variables besides the Leakage itself are responsible for controlling this inter-ocean transport of heat and mass, affecting the climate at a global level. The aim of this work is to contribute to a better understanding of the oceanographic and atmospheric phenomena involved in the regulation and dynamics of mass and heat transfer from the South Atlantic to the North in paleoenvironmental scenarios. The execution of the model runs in different resolutions may reveal potential differences of physical representation. A better understanding of these phenomena is of considerable relevance in improving predictions about the future state of the planet in a scenario of global climate change, assisting in decision-making and potential mitigation actions.

**Keywords:** agulhas leakage, south equatorial current bifurcation, oceanic modelling

## INTRODUÇÃO

A Célula de Revolvimento Meridional do Atlântico (do inglês, *Atlantic Meridional Overturning Circulation*, AMOC) é uma peça central no sistema climático global, caracterizada pelo transporte de águas quentes e salinas em direção ao norte, seguido pelo retorno dessas águas em altas profundidades ao Atlântico Sul, assim constituindo um transporte de massa e energia ao longo de todas as latitudes do Oceano Atlântico (1–3). Nesse sistema o balanço energético é mantido em equilíbrio graças a entrada de aproximadamente 15 Sv de água no Atlântico Sul, a partir do Oceano Índico. Dessa forma, um componente fundamental da célula é o fluxo de águas a partir do Vazamento das Agulhas (*Agulhas Leakage*, AL) (4,5).

Numerosos trabalhos apontam o importante papel da transferência de águas do oceano Índico para o Atlântico Sul, através do vazamento das Agulhas, em determinar a variabilidade da Célula de Revolvimento Meridional do Atlântico, ao exercer influência sobre suas propriedades termohalinas 6–14. Acredita-se que o AL pode estabilizar a AMOC em um cenário de aquecimento planetário (12,15,16), enquanto que a entrada de água doce, vinda do derretimento de geleiras, é predita como um fator que a poderia resfriar o planeta (17,18).

Em um contexto paleoambiental, por sua vez, existe a hipótese de que a reativação do vazamento durante terminações glaciais contribuiria para a reativação da AMOC, ao intensificar a entrada de sal no braço superior da AMOC, amenizando assim a forte estratificação que limita a circulação profunda nas altas latitudes durante condições frias (14,19–21). Essa hipótese, porém, sofre de duas fraquezas: escassos registros marinhos para demonstrar a progressão do sinal do AL em direção ao Atlântico Norte e uma separação de aproximadamente 13 mil anos entre início do fortalecimento do Vazamento das Agulhas - 142 mil anos 21 - e a efetiva reintensificação da AMOC - 129 mil anos 22. Essa separação temporal indica que as águas oriundas do AL não foram diretamente transferidas para as regiões de formação de água profunda, evidenciando também a existência de outros mecanismos envolvidos na conexão entre os oceanos norte e sul e a reativação da AMOC no início do interglacial.

## MATERIAL E MÉTODOS

CESM é o modelo do sistema terrestre desenvolvido pelo National Center for Atmospheric Research (NCAR). Trata-se de um modelo inteiramente acoplado, de clima global. É composto por módulos que tratam dos processos atmosféricos, oceânicos, de terra, terra-gelo, gelo marinho e um módulo de acoplamento. Em relação ao seu antecessor, CCSM, houveram melhorias na física do modelo e nas parametrizações usadas, além do acréscimo de ciclos biogeoquímicos ao processamento do modelo. Assim, o CESM provê simulações a nível de estado da arte para o passado, presente e futuro do clima.

As simulações transientes serão executadas buscando mimetizar as condições planetárias reconhecidas para os períodos de intensificação (142 mil anos antes do presente) e enfraquecimento do Vazamento das Agulhas (129 mil anos antes do presente), afim de compreender os mecanismos envolvidos na conexão entre os oceanos norte e sul e na reativação da AMOC durante o início do período interglacial. As rodadas serão executadas nas resoluções de 1° e 3°, afim de também elucidar potenciais divergências de representação atmosférica e oceânica presentes no modelo sobre a dinâmica oceano-atmosfera e os mecanismos físicos envolvidos nos processos de transferência de massa e calor do Hemisfério Sul para o Norte.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Muitas das hipóteses paleoceanográficas é feita com esporços registros marinhos (testemunhos

sedimentares) e através de medidas indiretas de características ambientais. Em contrapartida, as conclusões obtidas a partir de modelos paleoambientais são frequentemente feitas com simulações de baixíssima resolução temporal e espacial. Espera-se, com a execução deste trabalho, contribuir para a melhor compreensão dos fenômenos oceanográficos e atmosféricos envolvidos na regulação e dinâmica da transferência de massa e calor do Atlântico Sul para o Norte, em cenários paleoambientais. A execução das rodadas de modelo em diferentes resoluções poderão evidenciar potenciais divergências de representação física. A melhor compreensão desses fenômenos possui notável relevância para aprimorar previsões sobre o estado futuro do planeta, em um cenário de mudanças climáticas globais, auxiliando na tomada de decisões e potenciais ações mitigatórias.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Muitas das hipóteses paleoceanográficas são feitas com esparsos registros marinhos e através de medidas indiretas de características ambientais. Em contrapartida, as conclusões obtidas a partir de modelos paleoambientais são frequentemente feitas com simulações de baixíssima resolução temporal e espacial. Espera-se, com a execução deste trabalho, contribuir para a melhor compreensão dos fenômenos oceanográficos e atmosféricos envolvidos na regulação e dinâmica da transferência de massa e calor do Atlântico Sul para o Norte, em cenários de glaciação e interglaciais. A melhor compreensão desses fenômenos possui notável relevância para aprimorar previsões sobre o estado futuro do planeta, em um cenário de mudanças climáticas globais, auxiliando na tomada de decisões e potenciais ações mitigatórias.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Srokosz, M. A. & Bryden, H. L. Observing the Atlantic Meridional Overturning Circulation yields a decade of inevitable surprises. *Science* (80- ). .348, (2015).
- Kuhlbrodt, T. et al. On the driving processes of the Atlantic meridional overturning circulation. *Atlantic* 45, RG2001 (2007).
- Trenberth, K. E. & Solomon, A. The global heat balance: heat transports in the atmosphere and ocean. *Clim. Dyn.* 10, 107–134 (1994).
- Gordon, A. L. Indian-Atlantic Transfer of Thermocline Water at the Agulhas Retroflexion. *Science* (80- ). 227, 1030–1033 (1985).
- Weijer, W. & van Sebille, E. Impact of Agulhas leakage on the Atlantic overturning circulation in the CCSM4. *J. Clim.* 27, 101–110 (2014).
- Biastoch, A., Böning, C. W. & Lutjeharms, J. R. E. Agulhas leakage dynamics affects decadal variability in Atlantic overturning circulation. *Nature* 456, 489–492 (2008).
- Weijer, W., De Ruijter, W. P. M. & Dijkstra, H. A. Stability of the Atlantic Overturning Circulation: Competition between Bering Strait freshwater flux and Agulhas heat and salt sources. *J. Phys. Oceanogr.* 31, 2385–2402 (2001).
- Van Sebille, E. et al. Ocean currents generate large footprints in marine palaeoclimate proxies. *Nat. Commun.* 6, 1–8 (2015).
- van Sebille, E. & van Leeuwen, P. J. Fast Northward Energy Transfer in the Atlantic due to Agulhas Rings. *J. Phys. Oceanogr.* 37, 2305–2315 (2007).
- Weijer, W., de Ruijter, W. P. M., Dijkstra, H. a. & van Leeuwen, P. J. Impact of Interbasin Exchange on the Atlantic Overturning Circulation. *J. Phys. Oceanogr.* 29, 2266–2284 (1999).
- Weijer, W., De Ruijter, W. P. M., Sterl, A. & Drijfhout, S. S. Response of the Atlantic overturning

- circulation to South Atlantic sources of buoyancy. *Glob. Planet. Change* 34, 293–311 (2002).
- Biastoch, A. & Böning, C. W. Anthropogenic impact on Agulhas leakage. *Geophys. Res. Lett.* 40, 1138–1143 (2013).
- Gordon, A. L. Interocean exchange of thermocline water. *J. Geophys. Res.* 91, 5037 (1986).
- Beal, L. M. et al. On the role of the Agulhas system in ocean circulation and climate. *Nature* 472, 429–436 (2011).
- Biastoch, A., Böning, C. W., Schwarzkopf, F. U. & Lutjeharms, J. R. E. Increase in Agulhas leakage due to poleward shift of Southern Hemisphere westerlies. *Nature* 462, 495–498 (2009).
- Rouault, M., Penven, P. & Pohl, B. Warming in the Agulhas Current system since the 1980's. *Geophys. Res. Lett.* 36, 2–6 (2009).
- Gregory, J. M. et al. A model intercomparison of changes in the Atlantic thermohaline circulation in response to increasing atmospheric CO<sub>2</sub> concentration. *Geophys. Res. Lett.* 32, 1–5 (2005).
- Cheng, W., Chiang, J. C. H. & Zhang, D. Atlantic meridional overturning circulation (AMOC) in CMIP5 Models: RCP and historical simulations. *J. Clim.* 26, 7187–7197 (2013).
- Knorr, G. & Lohmann, G. Southern Ocean Origin for the resumption of Atlantic thermohaline circulation during deglaciation. *Nature* 424, 532–536 (2003).
- Peeters, F. J. C. et al. Vigorous exchange between the Indian and Atlantic oceans at the end of the past five glacial periods. *Nature* 430, 661–665 (2004).
- Scussolini, P., Marino, G., Brummer, G. J. A. & Peeters, F. J. C. Saline Indian Ocean waters invaded the South Atlantic thermocline during glacial termination II. *Geology* 43, 139–142 (2015).
- Deaney, E. L., Barker, S. & Van De Flierdt, T. Timing and nature of AMOC recovery across Termination 2 and magnitude of deglacial CO<sub>2</sub> change. *Nat. Commun.* 8, 1–10 (2017).



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **CORRELAÇÕES ENTRE PLUVIOSIDADE E MOVIMENTOS DE MASSA NO BAIRRO DO ENGENHO PEQUENO - SG / RJ**

Filipe Brito da Rosa <sup>1</sup>, Felipe Machado Freire <sup>2</sup>, Enzo Merlin Delazeri <sup>3</sup>, Ana Carolina Barbosa Delazeri <sup>4</sup>, Marcelo Werlinger Aguiar <sup>5</sup>, Daiane Cecchin <sup>6</sup>, Ana Valéria Freire Allemão Bertolino <sup>7</sup>

<sup>1</sup> Geógrafo, mestrando de Engenharia Biosistemas, UFF, Niterói, RJ, filipe-fbr@hotmail.com

<sup>2</sup> Desenhista industrial, mestrando de Engenharia Biosistemas, UFF, Niterói, RJ, fellipe.freire.uff@gmail.com

<sup>3</sup> Geógrafo, UERJ, São Gonçalo, RJ, enzomerlim@gmail.com

<sup>4</sup> Geógrafa, UERJ - UFFP, São Gonçalo, RJ, geocarolbarbosa@gmail.com

<sup>5</sup> Geógrafo, Mestre em Geografia, UFF, Niterói, RJ, marcelowlemas@hotmail.com

<sup>6</sup> Engenheira agrícola, Professora do Mestrado em Engenharia Biosistemas, UFF, Niterói, RJ, daianececchin@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Geógrafa, Doutorado em Geografia, UFRJ, Professora adjunta da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, São Gonçalo, RJ, anabertolino@uol.com.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0

06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O bairro do Engenho Pequeno possui características geológicas e geomorfológicas propícias a ocorrências de deslizamento de massa, sendo a precipitação um dos principais agentes deflagradores desses fenômenos. Diante da fragilidade desse bairro, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência pluviométrica nos eventos de movimentos de massa no bairro do Engenho Pequeno - SG no período de 2004 a 2014. Para a análise de pluviosidade, a pesquisa considerou os dados da altura das chuvas, sua distribuição ao longo do tempo e os dados de intensidade. Para a o levantamento e análise dos movimentos de massa, os dados caracterizados foram obtidos por meio dos Boletins de Ocorrência da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de São Gonçalo (COMDEC/SG). O estudo constatou que no período de 2004 a 2014, a estação climatológica registrou um total de 3208 eventos de chuva e uma média pluviométrica anual nesse período de 1037,92 mm e a ocorrência de 63 movimentos de massa. A maior incidência desses eventos ocorreu no ano 2010, com 373 eventos de chuva representando um e total anual de 1386,9 mm de chuvas e 33 ocorrências de movimentos de massa. No entanto pode-se afirmar a partir da análise deste monitoramento, que as ocorrências de movimentos de massa no bairro estavam fortemente influenciadas pela umidade antecedente, uma vez que em sua maioria, haviam registros pluviométricos não somente no dia da ocorrência, mas acumulados de chuva nos dois dias anteriores evidenciando a correlação entre a pluviosidade e a ocorrência de movimentos de massa nesse período.

**Palavras-chave:** precipitação, infiltração, escorregamento, suscetibilidade

## **CORRELATIONS BETWEEN PLUVIOSITY AND MASS MOVEMENTS IN THE DISTRICT OF ENGENHO PEQUENO - SG / RJ**

### **Abstract**

The neighborhood of Engenho Pequeno has geological and geomorphological characteristics propitious to occurrence of mass sliding, with precipitation being one of the main triggers of these phenomena. In view of the fragility of this neighborhood, the objective of the present study was to evaluate the pluviometric influence on mass movement events in the neighborhood of Engenho Pequeno - SG from 2004 to 2014. For the analysis of rainfall, the survey considered the height data rainfall, its distribution over time and intensity data. For the survey and analysis of the mass movements, the

data were obtained through the Municipality of São Gonçalo (COMDEC / SG). The study found that in the period from 2004 to 2014, the climatological station registered a total of 3208 rainfall events and an annual rainfall of 1037.92 mm in this period and the occurrence of 63 mass movements. The highest incidence of these events occurred in the year 2010, with 373 rainfall events representing an annual total of 1386.9 mm of rainfall and 33 occurrences of mass movements. However, it can be affirmed from the analysis of this monitoring that the occurrences of mass movements in the neighborhood were strongly influenced by the antecedent humidity, since in the majority, there were pluviometric records not only on the day of the occurrence, but accumulated rainfall in the previous two days, evidencing the correlation between rainfall and the occurrence of mass movements in this period.

**Keywords:** precipitation, infiltration, slippage, susceptibility

## INTRODUÇÃO

Os movimentos de massa no estado do Rio de Janeiro são considerados um dos principais eventos naturais responsáveis por gerar diversos impactos de ordem física, econômica e social (GALDERISI et al., 2010).

O desencadeamento de movimentos de massa são reflexo dos aspectos geológicos e geomorfológicos (BISPO et al., 2011) aliado a ações pretéritas e atuais de ocupação e expansão urbana desordenada e irregulares (SPINK, 2014; KOBAYAMA, 2006; FELL et al., 2008).

Os movimentos de massa tendem em alguns casos a alcançar grandes magnitude, e são responsáveis pela mobilização de grande quantidade de material, causando assim alterações significativas no ambiente e no local de entorno onde ocorrem (CHRISTOPHERSON, 2012).

Estes fenômenos estão relacionados à fatores condicionantes tais como o índice pluviométrico, morfologia do relevo, tipos de solo/rochas, vegetação e ação antrópica. Apesar dos movimentos de massa serem fenômenos naturais, a ação humana tem acelerado seu processo de desencadeamento por meio de ocupações irregulares nas encostas, desmatamento, manejo do solo de forma errônea, despejo irregular de águas servidas, dentre outros (CASTRO, 2003).

Diante da variedade de agentes que podem influenciar esses eventos, a organização das informações, análises, identificações e classificações podem contribuir tanto para o entendimento dos eventos naturais de uma determinada área (FREITAS e XIMENES, 2012), além de poder ser utilizado como um importante instrumento econômico para o município gerando subsídios científicos e operacionais de prevenção em casos de desastres naturais (GUIDICINI e NIEBLE, 1983).

Objetivou-se com presente trabalho avaliar a influência pluviométrica nos eventos de movimentos de massa no bairro do Engenho Pequeno – SG no período de 2004 a 2014.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de São Gonçalo, que compreende a porção sudeste do Brasil e sudoeste do Estado do Rio de Janeiro, com extensão territorial total de 251,3 km<sup>2</sup> (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GONÇALO, 2008).

O município encontra-se em uma altitude média de 19 metros acima do nível do mar e possui áreas limítrofes com o município de Niterói ao Sul, a Norte e a Leste o município de Itaboraí e a Sudeste o município de Maricá e a oeste com a Baía de Guanabara, pertencendo ao conjunto de cidades que compõem a Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Sua área é drenada pelas bacias dos rios Alcântara, Aldeia e Imboçu, todos tributários da Baía de Guanabara, a área de interesse específico é o bairro Engenho Pequeno, localizado no 5º distrito.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw ou seja, clima tropical. A

temperatura média anual é de 23.3°C. e pluviosidade média anual de 1257 mm.

Os dados meteorológicos foram obtidos por meio da Estação Meteorológica Urbana de São Gonçalo, localizada na UERJ/FFP, localizada nas coordenadas 22°49'55,97''S e 43°4'25,52''W.

A intensidade de chuva foi analisada segundo os parâmetros da Fundação Geo-Rio, que classifica as chuvas em: insignificante (< 1,0 mm/h), leve (1,1 a 5,0 mm/h), moderada (5,1 a 25 mm/h), forte (25,1 a 50 mm/h) e muito forte (> 50 mm/h). Os dados referentes aos movimentos de massa foram obtidos por meio de boletins da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de São Gonçalo (COMDEC/SG), que registram, caracterizam e georreferenciam os dados do evento. O recorte espacial utilizado para a realização do presente trabalho, leva em conta o período de 2004 a 2014.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo os dados dos Boletins de Ocorrência da COMDEC/SG, ocorreu no bairro Engenho Pequeno, no período de 2004 a 2014 um total de 50 movimentos de massa. Os dados foram caracterizados e distribuídos ao longo dos anos (Figura 1) e espacializados por meio do georreferenciamento (Figura 2).



Figura 1: Distribuição de deslizamentos de encosta e blocos no período entre os anos de 2004 a 2014.

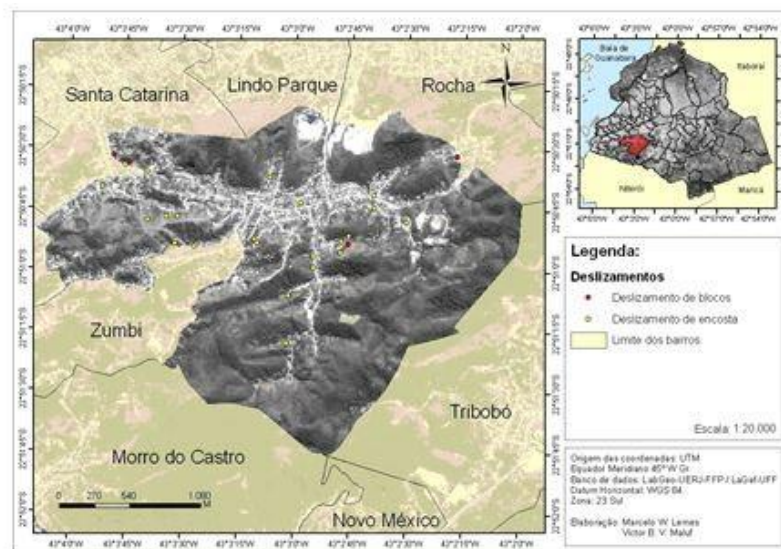


Figura 2: Espacialização dos movimentos de massa ocorridos no bairro Engenho Pequeno entre os anos de 2004 a 2014.

Os movimentos de massa podem ocorrer devido a suscetibilidade em concomitância com a vulnerabilidade (predisposição de pessoas ou construções a serem afetadas por ocasião de um



desastre) (SPINK, 2014), sendo necessário respostas para a prevenção e mitigação desses eventos (FREITAS e XIMENES, 2012).

Confrontando todos os dados pluviométrico e de movimento de massa do período de 2004 a 2014, os meses com o maior índice pluviométrico foram os meses de janeiro com 396 eventos de chuva, uma média pluviométrica de 178,8 mm e 10 registros de movimento de massa, seguidos dos meses de março com 307 eventos de chuva, uma média pluviométrica de 118,6 mm e 2 registros de movimento de massa, e os meses de abril com 289 eventos de chuva, uma média pluviométrica de 104,1 mm e 24 registros de movimento de massa.

Em 2010, foram registrados 11 eventos de movimento de massa, sendo 10 caracterizados como deslizamento de encosta e 1 como deslizamento de bloco (Figura 3). Nota-se que com o valor mínimo de precipitação de 0,2 mm e um acumulado de 246,4 mm no dia da solicitação e nos dois dias anteriores ocorreu 11 movimentos de massa no bairro do Engenho Pequeno (Tabela 1).

MOVIMENTOS DE MASSA E CHUVA NO ENG. PEQUENO EM 2010				
B.O.	DATA DA OCORRÊNCIA	PRECIPITAÇÃO		
		DIA DA OCORRÊNCIA	1º DIA ANTERIOR	2º ANTERIOR
101	18/01/2010	0,2mm	0,0mm	37,5mm
435	06/04/2010	48,5mm	177,9mm	6,4mm
520	06/04/2010	48,5mm	177,9mm	6,4mm
612	06/04/2010	48,5mm	177,9mm	6,4mm
859	06/04/2010	48,5mm	177,9mm	6,4mm
542	07/04/2010	20,0mm	48,5mm	177,9mm
603	07/04/2010	20,0mm	48,5mm	177,9mm
606	07/04/2010	20,0mm	48,5mm	177,9mm
3098	14/05/2010	0,0mm	0,4mm	0,0mm
935	06/04/2010	48,5mm	177,9mm	6,4mm
3212/10	18/08/2010	0,0mm	0,0mm	0,0mm

Tabela 1 - Monitoramento da pluviometria no dia da ocorrência e nos dois dias anteriores do ano de 2010.

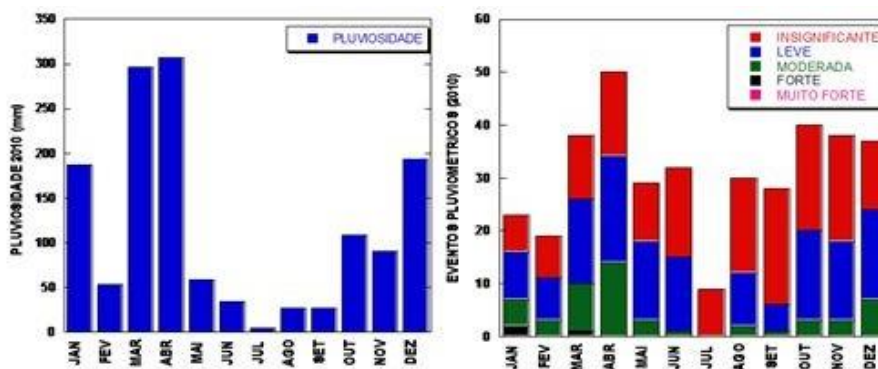


Figura 3: Total pluviométrico e média da intensidade de chuva do município de São Gonçalo no ano de 2010.

Os eventos chuvosos de 2010 que ocorreram entre o dia 5 e 6 de abril, com a soma dos 2 dias uma precipitação de 223,7 mm, configuraram-se como o principal agente deflagrador dos movimentos de massa que ocorreram no bairro do Engenho Pequeno. Foram registrados 9 movimentos de massa, sendo 8 deslizamentos de encosta e 1 deslizamento de blocos.

Sobre o regime pluviométrico, observa-se em 2010 que houve um total de 373 chuvas que representam um total anual de 1386,9 mm. O mês de abril, registrou 50 eventos de chuvas e um total de 307,4 mm, seguidos de março com 38 chuvas com total pluviométrico de 296,3 mm e janeiro com 23 chuvas e um total pluviométrico mensal de 187,4mm. As chuvas de intensidade insignificante representaram 31,5% do total, seguido pelas chuvas de intensidade moderada com 16,3% e pelas chuvas de intensidade forte, que representaram 0,8% do total anual (figura 3). Este ano destacou-se por apresentar um regime pluviométrico diferente dos outros anos apresentados nesta pesquisa. Ocorreu um evento chuvoso de expressividade nos dias 6 e 7 de abril,

desencadeando um número expressivo de movimentos de massa no bairro. Entretanto constata-se também que, nos meses anteriores houve acumulados de chuvas que possivelmente interferiram na saturação do solo e a sua coesão.

Durante o período de 2004 a 2014, levou-se em consideração para análise dos movimentos de massa e pluviosidade, os acumulados com intervalo entre 0,0 mm a 50 mm, 51,0 mm a 150,0 mm e 151,0 mm até 280,0 mm. Observou-se que houve um maior número de ocorrências no primeiro intervalo, totalizando 17 ocorrências.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante da análise das ocorrências constatou-se que tais fenômenos estavam fortemente influenciados pela umidade antecedente, uma vez que em sua maioria, havia registros pluviométricos não somente no dia da ocorrência, mas acumulados de chuva nos dois dias anteriores. As chuvas foram caracterizadas em sua maioria como sendo de intensidade insignificante e leve com poucas ocorrências ao longo do ano de chuvas moderadas, fortes e muito fortes. Dentre estes acumulados, o valor de 50 mm reflete uma maior incidência de movimentos de massa, sendo um importante indicador para as ações de prevenção e alerta deste tipo de evento. O conhecimento destas especificidades do bairro contribui para a tomada de decisão do poder público, aumentando a capacidade de resiliência do bairro.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BISPO, P. C.; ALMEIDA C. M.; VALERIANO, M.; MEDEIROS, J. S.; CREPANI, E. Análise da susceptibilidade aos movimentos de massa em São Sebastião (SP) com uso de métodos de inferência espacial. São Paulo: UNESP/ Geociências, 2011. 100 p.

CASTRO, J. F. M. Mapa Morfodinâmico: Uma Abordagem Metodológica de Uso de Sistema de Informação Geográfica. Revista Geociências, UNESP, Rio Claro, v. 17, p.161-185, 2003.

CHRISTOPHERSON, Robert. Geossistemas: uma introdução à geografia física. 7ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

FELL, R. et al. Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land-use planning. *Engineering Geology*, v. 102, p. 83-111, 2008.

FREITAS, C. M; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública - uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. *Cien Saude Colet* 2012; 17(6):1601-1616.

GALDERISI, A., CEUDECH, A., FERRARA, F. F., PROFICE, A. S. *Integration of different vulnerabilities vs. Natural and Na-tech Hazards*, 2010: Social Vulnerability and Natural Hazards. CapHaz-Net WP4 Report, Flood Hazard Research Centre – FHRC, Middlesex University, London.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. *Estabilidade de Taludes*. Editora: Edgard Blucher, 2ª Ed., 196 p., 2016.

KOBYAMA, M. *Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos*. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109 p.

SPINK, M. J.; *Produção de sentidos no cotidiano: uma abordagem teórico metodológica para análise das práticas discursivas*. In: SPINK. (Org.). *Práticas discursivas e produção de sentidos no cotidiano: aproximações teóricas e metodológicas*. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2014.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **PADRÃO DE CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE GOIABEIRA E JABUTICABEIRA AJUSTADO AO MODELO EXPOLINEAR**

Lidia Satiko Koseki Uesu<sup>1</sup>, Luiz Gonzaga Allochio Zucolotto<sup>2</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>3</sup>, Daiane Cecchin<sup>4</sup>, Thelma de Barros Machado<sup>5</sup>, Nathan Pereira da Costa Correa<sup>6</sup>, Carlos Rodrigues Pereira

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola, Mestranda em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ.

<sup>2</sup> Biólogo, Mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ.

<sup>3</sup> Bióloga, Pós-Doutoranda em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ.

<sup>4</sup> Engenheira Agrícola, Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ.

<sup>5</sup> Farmacêutica, Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ.

<sup>6</sup> Aluno de Engenharia Agrícola e Ambiental.

<sup>7</sup> Engenheiro Agrônomo. Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ.

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A utilização de mudas de frutíferas com adequado estado nutricional é um fator determinante do sucesso na implantação de um pomar. O desempenho do crescimento das mudas pode ser avaliado com o uso de modelos de crescimento de plantas que possam representar bem a saúde fisiológica das plantas de interesse. A adequação do modelo expolinear de crescimento de culturas foi avaliada para prever as modificações de crescimento de mudas de goiabeira (conduzido em Jaboticabal SP) e de jabuticabeira (conduzido em Sete Lagoas MG) crescendo em solução nutritiva. O modelo expolinear foi ajustado aos dados de fitomassa seca obtidos de cada tratamento. O valor de  $C_m$ , taxa de crescimento máximo da planta, foi maior para a cultura da goiabeira, a qual apresentou também um menor tempo perdido. A análise dos resultados mostrou claramente a capacidade do modelo expolinear para simular as diferentes taxas de crescimento sendo mais preciso para as mudas de jabuticabeira.

**Palavras-chave:** Fotossíntese. Mudas Fruticultura

## **INITIAL GROWTH PATTERN OF GOIABEIRA AND JABUTICABEIRA PLANTS ADJUSTED TO THE EXPOLINEAR MODEL**

### **Abstract**

The use of fruit tree seedlings with adequate nutritional status is a determinant of success in orchard implantation. The growth performance of the seedlings can be evaluated with the use of plant growth models that can represent well the physiological health of the plants of interest. The adequacy of the expolinear model of crop growth was evaluated to predict the growth modifications of guava seedlings (conducted in Jaboticabal SP) and jabuticabeira (conducted in Sete Lagoas MG) growing in nutrient solution. The expolinear model was adjusted to the dried phytomass data obtained from each treatment. The value of  $C_m$  was higher for the guava crop, which also presented less lost time. The analysis of the results clearly showed the capacity of the model to simulate the different growth rates being more accurate for the jabuticabeira seedlings.

**Keywords:** Photosynthesis. Seedlings Fruticulture.

## INTRODUÇÃO

A muda é o insumo mais importante para a estruturação de um pomar com bases comerciais. Assim, torna-se imprescindível disponibilizar mudas de qualidade e adequadamente manejadas aos produtores, especialmente do ponto de vista nutricional, visando obter pomares produtivos e rentáveis (Pasqual et al., 2001; Chalfun e Pio, 2002).

A construção da curva de crescimento de plantas consiste na medição destrutiva de plantas, obtendo a massa seca dos órgãos da planta (BLEASDALE, 1977; HUNT, 1990), além da análise química, essencial em estudos de nutrição e adubação. Desse modo, uma adubação equilibrada, proporciona nutrição adequada, contribuindo assim para a máxima expressão do potencial da espécie, além de fornecer dados para a construção de modelos matemáticos descritores do crescimento (AUGOSTINHO et al., 2008).

Muitas tentativas foram feitas para descrever o crescimento e rendimento das plantas como consequência das condições ambientais. No início, os modelos eram um mero ajuste de matéria seca x tempo. Mais tarde, o conhecimento estatístico avançou e aumentou a capacidade computacional. Essas facilidades levaram ao desenvolvimento de métodos mais complexos. Esses estudos contribuíram para entender melhor a conexão entre crescimento e desenvolvimento das plantas e variáveis ambientais, tais como temperatura do ar; precipitação e radiação solar (CONFALONE et al., 2010).

O modelo expolinear é simples e mecanicista, permitindo monitorar a evolução do peso da matéria seca de uma planta ao longo do tempo. Esse modelo foi derivado de uma base de relações funcionais de expansão da área foliar, interceptação de radiação solar e produção de matéria seca:  $W(t) = (C_m/R_m) * \ln(1 + \exp(R_m * (T_b - t)))$ , onde,  $W(t)$  = matéria seca total (g m<sup>-2</sup>);  $C_m$  = taxa de crescimento máxima da planta (g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>);  $R_m$  = taxa máxima de crescimento relativo da planta (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>);  $t$  = tempo (dia) após o início do crescimento contabilizado (DAP);  $T_b$  = tempo perdido (dia), momento em que a cultura muda para a fase de crescimento linear.

Assim, o objetivou-se com esse trabalho testar como modelo expolinear se ajustaria ao crescimento inicial de mudas de duas diferentes espécies, ou seja, goiabeira e jabuticabeira, em condições ambientais semelhantes

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal (SP), com temperatura média mensal de fevereiro a maio/2006, respectivamente, de 35,7; 36,0; 34,5; 31,6 °C, no caso da goiabeira, e conduzido em vasos, numa casa de vegetação localizada na latitude 19°28'S, longitude 44°11'W e altitude de 800m, Sete Lagoas (MG), com mudas de jabuticabeira. Os dados gerados nas referidas condições, obtidos por Augustinho et al. (2008) para goiabeira, e por Ramos (2016) pra jabuticabeira, foram retirados das referidas publicações, para serem utilizados no presente estudo. Os dados foram inseridos no programa Curve Expert 1.1, e o modelo expolinear ( $W(t) = (C_m/R_m) * \ln(1 + \exp(R_m * (T_b - t)))$ ), ajustado, com iteração, para ajuste dos parâmetros.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo expolinear foi adequado para representar o crescimento inicial tanto da goiabeira 'Pedro Sato' quanto da jabuticabeira 'Sabará' (Figura 1 e Figura 2). Os valores de R<sup>2</sup> foram elevados, ou seja, para a goiabeira o ajuste apresentou valor de R<sup>2</sup> igual a 98 e para a jabuticabeira valor de R<sup>2</sup> igual a 99. Os valores de  $C_m$  foram baixos, se comparados a crescimentos de culturas agrícolas (CONFALONE et al., 2010). A goiabeira apresentou valor de  $C_m$  igual a 0,200 e a jabuticabeira

valor de  $C_m$  igual a 0,15. Isso pode ter sido devido ao fato de que na fase inicial as taxas de crescimento são lentas devido a morfologia ainda em formação. As taxas máximas de crescimento relativo da planta ( $R_m$ ) foram também baixas, de 0,027 para a goiabeira e de 0,037 para a jabuticabeira. O tempo perdido, ou tempo em que as plantas ficam na fase lag, foi bem diferente entre as duas espécies, ou seja, de 30 dias para a goiabeira e de 126 para a jabuticabeira (Quadro 1). Isso reflete o resultado da menor taxa de crescimento máxima da planta, observado na jabuticabeira.

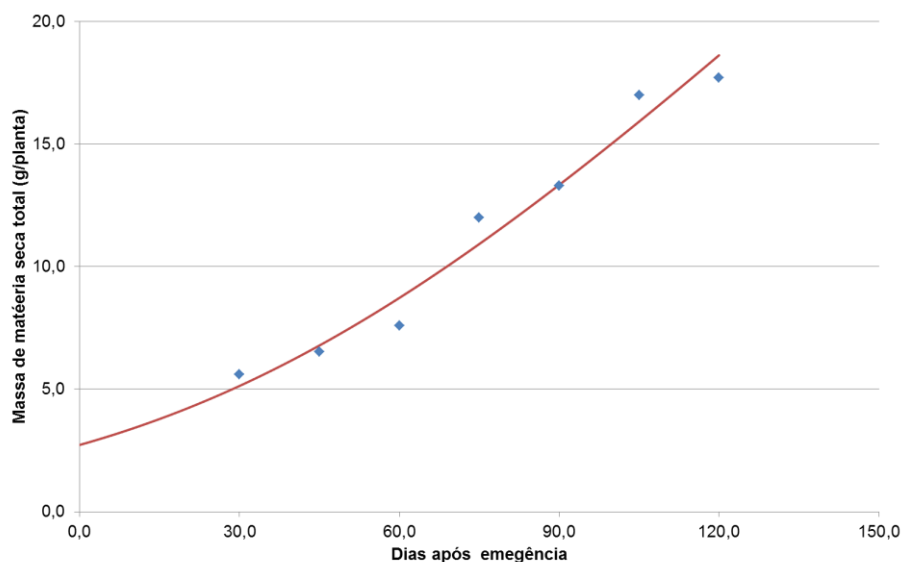


Figura 1: Acúmulo de massa seca total em mudas de goiabeira ‘Pedro Sato’ e ajuste do modelo Expolinear.

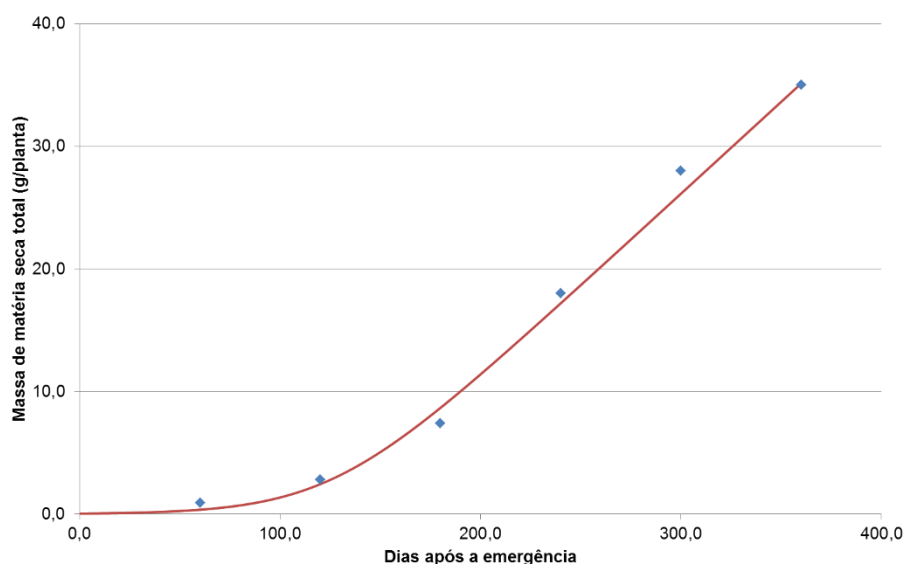


Figura 2: Acúmulo de massa seca total em mudas de jabuticabeira ‘Sabará’ e ajuste do modelo Expolinear.

Quadro 1: Parâmetros do modelo Expolinear: taxa de crescimento máxima das mudas ( $C_m$  -  $g\ m^{-2}\ day^{-1}$ ); taxa de crescimento relativo das mudas ( $R_m$  -  $g\ g^{-1}\ day^{-1}$ ) and; tempo perdido ( $T_b$  - days) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) obtidos do ajuste do modelo aos dados de crescimento das mudas de goiabeira 'Pedro Sato' e mudas de jabuticabeira 'Sabará'.

Cultura	$C_m$ (g/(planta.dia))	$R_m$ (g/(g.dia))	$T_b$ (dia)	$R^2$
Goiabeira	0,200	0,027	30	98
Jabuticabeira	0,150	0,037	126	99

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo expolinear representou bem aos dois padrões de crescimento inicial das plantas analisadas, atingindo valores de  $R^2$  de 98 para a goiabeira e de 99 para a jabuticabeira. Assim, representou melhor o crescimento inicial da jabuticabeira.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGOSTINHO L.M.D.; PRADO, R.M.; ROZANE, D.E.; FREITAS, N. Acúmulo de massa seca e marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira 'PEDRO SATO'. *Bragantia*, v.67, n.3, p.577-585, 2008.
- BLEASDALE, J. K. A. A planta em estado vegetativo. In: *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU, 1977. cap.3, p. 65-106.
- CHALFUN, N. N. J.; PIO, R. Aquisição e plantio de mudas frutíferas. Lavras: UFLA, 2002. 19p. (Boletim Técnico, 113).
- CONFALONE, A.E.; BERNARDES, M.S.; COSTA, L.C.; RIGHI, C.A.; DOURADO NETO; MARTIN, T.N.; MANFRON, P.A.; PEREIRA, C.R. Expolinear model on soybean growth in Argentina and Brazil. *Ciência Rural*, v.40, n.5, p.1009- 1016, 2010.
- HUNT, R. Basic growth analysis. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.
- PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D. ; VALE, M. R. do; SILVA, C. R. de R. *Fruticultura Comercial: propagação de plantas frutíferas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137p.
- PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. Melhoramento da goiabeira. In: ROZANE, D.E.; COUTO, F.A.D'A (Ed.). *Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado*. Viçosa: UFV, 2003. p.53-78.
- RAMOS, M.C.P. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em genótipos de jabuticabeira Sabará. 2016. 56 f. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São João del Rei, Minas Gerais. 2016.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **UTILIZAÇÃO DA FITOTERAPIA NO SUS EM DIFERENTES CIDADES DO BRASIL: UMA REVISÃO**

Beatriz de Carvalho Souza Cunha<sup>1</sup>, Rafael Alves Moraes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cientista Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF

<sup>2</sup> Engenheiro Mecânico, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Este artigo tem seu embasamento no uso de medicamentos fitoterápicos, que são de origem vegetal, ajudando a prevenir inúmeras doenças, alcançando as classes menos favorecidas e constantemente tem sido objeto de pesquisa por universitários e centros farmacêuticos por todo país. O SUS (Sistema Único de Saúde) oferta doze medicamentos para uso fitoterápicos, sendo estes indicados para tratamento de queimaduras, auxílios ginecológicos, osteoartrite, atrite e úlcera. O uso de plantas medicinais tem uma grande importância para o sistema de saúde interno do Brasil, pois através dele as pessoas mais humildes podem ser atendidas com uma melhor qualidade, pois se torna um tratamento mais barato, caseiro e com fácil manipulação da matéria prima, que são as plantas. O Governo Federal investiu milhões em projetos fitoterápicos e pesquisas em plantas medicinais, visando fortalecer a produção desses tipos de medicamentos em todo território nacional, disponibilizando insumos capazes de atingir o atendimento primário e manutenção deste em doenças, que diversas vezes eram de caráter custoso para o Governo e para grande parte da população. A ideia central do artigo se baseia em como a fitoterapia se encontra no cenário brasileiro, alguns locais que utilizam, as projeções futuras de pesquisas nesse setor e qual a dificuldade que os profissionais da saúde encontram, pois muitas vezes não possuem conhecimento técnico suficiente para tratar seus pacientes.

**Palavras-chave:** Sistema Único de Saúde, Plantas Medicinais e Doenças.

## **USE OF PHYTOTHERAPY IN SUS IN DIFFERENT CITIES IN BRAZIL: A REVIEW**

### **Abstract**

This article it's about the herbal medicines, which have vegetable origin, helping to prevent numerous diseases, reaching the less favored classes and has constantly been the object of research by university and pharmaceutical centers throughout the country. The SUS (Sistema Único de Saúde) offers twelve herbal medicines, which are indicated for the treatment of burns, gynecological aids, osteoarthritis, atritis and ulcer. The use of medicinal plants has a big importance for the internal health system of Brazil, because through it the humbler people can be attended with a better quality, because it becomes a cheaper treatment, homemade and with easy manipulation of the raw material, which are the plants. The Federal Government invested millions in phytotherapeutic projects and research on medicinal plants, aiming to strengthen the production of these types of medicines throughout the national territory, providing inputs capable of reaching the primary care and maintenance of this in diseases, which several times was costly for the Government and for much of the population. The main idea of this article is based on how the phytotherapy is found in Brazil, some places that use it, the future research projections in this sector and what the difficulty that the health professionals find, since they often do not have enough technical knowledge to treat their patients.

**Keywords:** Sistema Único de Saúde, Medicinal Plants, Disease.



## **INTRODUÇÃO**

A Fitoterapia se dá através do uso externo e interno de vegetais para tratamento de doenças, tanto in natura como em forma de medicamentos. Tal uso ocorre há mais de sessenta mil anos, sendo os primeiros registros de fitoterápicos feitos na China de 3000 a.C., após o imperador chinês catalogar 365 ervas e criar o primeiro herbário (TEIXEIRA *et. al*, 2005). No Brasil, o uso de fitoterápicos tem suas bases na medicina popular através da cultura indígena, influenciada pela cultura africana e portuguesa (TEIXEIRA *et. al*, 2005). Com o avanço da tecnologia e da indústria farmacêutica, o uso da fitoterapia foi caindo em desuso, visto que era aliado à crença popular e ainda não tinham muitos estudos científicos que comprovassem sua eficácia (BRUNING *et al.*, 2012). Além de serem desinteressantes para o mercado por serem mais baratos que os medicamentos sintéticos (FIGUEREDO, 2011). Porém, com o aumento dos preços dos medicamentos convencionais e dos inúmeros efeitos colaterais, o uso dos fitoterápicos vem ganhando destaque e os estudos científicos avançando cada dia mais nesse setor.

Em 2006, o Ministério da Saúde aprovou a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos antecedendo o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos que ocorreu em 2009. A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos – PNPMF – foi regulamentada pelo Decreto nº 5.813, de 22 de junho de 2006, e diz sobre a fitoterapia presente na vida das pessoas contrapondo-se ao fato de que o Brasil possui maior parcela da biodiversidade mundial. Como consequência dessa política, houveram ações que foram introduzidas no Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, com o objetivo de uso consciente e sustentável desses componentes presentes na biodiversidade, na geração de riqueza com inclusão social e melhoria da qualidade de vida.

A partir da lei nº8080/90, que “dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências”, as iniciativas de fortalecimento da fitoterapia no SUS ganharam força.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo constitui-se de uma revisão da literatura, realizada entre maio de 2018 e junho de 2019, no qual realizou-se uma consulta a periódicos e a artigos científicos. A primeira busca realizada foi no documento do Ministério da Saúde, da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, 2006 - PNPMF. A partir daí palavras chaves como: Sistema Único de Saúde - SUS, Plantas Medicinais e Doenças foram inseridas nas buscas.

Os critérios de inclusão para os estudos encontrados foram a abordagem dos Fitoterápicos em algumas cidades do Brasil e sua implantação no Sistema Único de Saúde.

Logo em seguida, buscou-se além da compreensão da inserção dos Fitoterápicos no Sistema Único de Saúde em escala nacional, a exposição das dificuldades e expectativas encontradas no passado, no presente e para o futuro.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Segundo o Art. 3º, XI e XXIII, da *RDC Nº 26, DE 13 DE MAIO DE 2014*, que dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos e o registro e a notificação de produtos tradicionais fitoterápicos, definem os Fitoterápicos e Plantas medicinais como: produto obtido de matéria-prima ativa vegetal, exceto substâncias isoladas, com finalidade profilática, curativa ou paliativa, incluindo medicamento fitoterápico e produto tradicional fitoterápico, podendo ser simples, quando o ativo é proveniente de uma única espécie vegetal medicinal, ou composto, quando o ativo é proveniente de mais de uma espécie vegetal; e espécie vegetal, cultivada ou não, utilizada com propósitos terapêuticos, respectivamente.



Entre 2013 e 2015 houve um crescimento de 161% nas buscas de tratamento à base de plantas medicinais e medicamentos fitoterápicos pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Em 2013, uma média de 6 mil pacientes procuraram farmácia de atenção básica para receber os insumos. Em 2015, a procura chegou a quase 16 mil. Cerca de 3.250 estabelecimentos de 930 municípios brasileiros oferecem os produtos, segundo dados do Ministério da Saúde.

A medicina popular utiliza métodos fitoterápicos auxiliando em várias doenças, principalmente para a população de baixa renda. Os municípios de Cascavel e Foz Iguaçu, no Paraná realizaram pesquisas sobre os métodos utilizados, seus efeitos, causas e opiniões de alguns entrevistados sobre o tema, tendo um retorno bem positivo da população sobre a fitoterapia e seus benefícios. Além da busca por medicamentos alopáticos, a população dessas duas cidades também utiliza plantas medicinais para fins terapêuticos, desconhecendo por diversas vezes os efeitos tóxicos e não tendo um conhecimento específico sobre as ações terapêuticas que essas plantas podem causar (SCHENKEL, E. P; 1995).

Um estudo feito na cidade de Teresina, capital do Piauí, demonstrou para os pesquisadores que o sistema único de saúde estava presente em praticamente todos os bairros, tendo uma população de quase 760 mil pessoas, a cidade possui 72 Unidades Básicas de Saúde, além de aproximadamente 220 equipes para saúde familiar, no entanto a zona rural contava apenas com 16 equipes para atender as famílias que residem naquela área (ELDIN, S.; DUNFORD, A, 2001).

Em Blumenau a principal forma de uso de remédios caseiros pelos usuários do SUS foi com plantas medicinais. Mesmo sendo menos utilizadas que a medicina convencional, as plantas são uma alternativa terapêutica para parte da população feminina e com mais idade. Além disso, os usuários que fizeram parte do estudo, fazem a coleta do material vegetal no próprio quintal e preparam as plantas na forma de chá. Vale lembrar que o uso destes sem conhecimento médico como de qualquer outra substância é perigoso à saúde, tendo em vistas os possíveis efeitos colaterais e também por possível mistura com outros medicamentos. (ZENI; PARISOTTO; MATTOS; HELENA, 2017).

As pessoas que moram na cidade possuem um conhecimento dos procedimentos fitoterápicos, segundo os moradores, tais procedimentos foram passados de geração a geração. Um fato curioso na cidade, vem da parte dos médicos locais, pois ao contrário de outras cidades do Brasil, nesta cidade os profissionais da saúde utilizam para uso próprio ou já passaram métodos fitoterápicos para seus pacientes, pois agregaram conhecimentos passados por suas famílias, vizinhos, amigos e os próprios usuários do SUS (CAVALAZZI ML, 2006).

Um estudo semelhante desenvolvido no Estado do Rio Grande do Sul, também serve de apoio para o que foi verificado em Teresina, no entanto os profissionais dos dois Estados relataram que não tiveram contato com fitoterapia em suas universidades de origem (ROSA; BERIA, 2001).

O sistema de saúde passa por duas discussões, uma interna e outra externa ao sistema, a primeira visa o acúmulo de capital, dispensando por muitas vezes a qualidade, mesmo no setor público ou privado, a segunda passa por uma reflexão no ““modus operandi”” desde o primeiro estágio do sistema de saúde até a ponta dele, que engloba seus agentes e seu sistema (NUNES, 2000).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, criada em 2006, o cenário se tornou positivo. A criação de políticas locais, a aprovação de leis, o aumento dos profissionais que utilizam o método e com a inserção da Fitoterapia em disciplinas da graduação e na pós-graduação, das áreas de saúde, o uso de Fitoterápicos do SUS ganhou uma nova forma. Porém, ainda não é uma prática frequente no Sistema Único de Saúde levando em consideração as dificuldades encontradas e já descritas.

Apesar disso, as expectativas são as melhores para o futuro, pois com o Governo Federal

investindo, as universidades ensinando em suas grades técnicas sobre o manuseio de tais procedimentos fitoterápicos e o SUS que está presente em todo país como mediador do atendimento primário, tais elementos formam um ciclo perfeito para o mais interessado no sistema, que é o cidadão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNING, M.C.R.; MOSEGUI, G.B.G.; VIANA, C.M.M. A utilização da fitoterapia e de plantas medicinais em unidades básicas de saúde nos municípios de Cascavel e Foz do Iguaçu- Paraná: a visão dos profissionais de saúde. *Ciência e Saúde coletiva*, v. 17, n. 10, p. 2.675-2.685, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.org/pdf/csc/v17n10/17.pdf>.

Cavalazzi, M.L. Plantas medicinais na Atenção Primária em Saúde. [dissertação]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2006. Conselho Federal de Medicina. Disponível em: <http://portal.cfm.org.br/>. Acesso em: 9 de jun. 2018.

Eldin S, Dunford A. Fitoterapia na atenção primária à saúde. São Paulo: Manole; 2001. FIGUEREDO, C.A. *Fitoterapia* (texto didático). João Pessoa: Núcleo de Estudo e Pesquisas Homeopáticas e Fitoterápicos, 2011. FIGUEREDO, C. A. de; GURGEL, I. G. D. ; GURGEL JUNIOR, G. D. A política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos: construção, perspectivas e desafios. *Physis*, Rio de Janeiro, v. 24, n.2, p.381-400, 2014. Acesso em: 10 de jun. 2018.

Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 136 p.: il. – (Série C. Projetos, Programas e Relatórios, 1ª edição). NUNES, Everardo Duarte. Sobre a história da saúde pública: idéias e autores. *Ciênc. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 251-264, 2000. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232000000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232000000200004&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 10 jun. 2018

ROSA, Caroline da; CAMARA, Sheila Gonçalves; BERIA, Jorge Umberto. Representações e intenção de uso da fitoterapia na atenção básica à saúde. *Ciênc. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 311-318, Jan. 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232011000100033&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232011000100033&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 01 de jun. 2018.

SCHENKEL, E.P. **Cuidado com os medicamentos**. As plantas medicinais, os chás e os fitoterápicos. Porto Alegre: Saga, Deluzata; 1995.



## 4º WORKSHOP DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM DIFERENTES AMBIENTES

Náide Fidalgo Luiz<sup>1</sup>, Daiane Cecchin<sup>2</sup>, Francine Aparecida Sousa<sup>3</sup>, Letícia Cibele da Silva Ramos Freitas<sup>4</sup>, Izabela Christyanne Ribeiro Pinto Valadão<sup>5</sup>, Alexandre Peixoto do Carmo<sup>6</sup>, Mariana Pereira Silva<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Civil, Mestranda em Engenharia de Biosistemas (PGEB) – UFF, naiadefidalgolz@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, D.Sc., Prof. do mestrado em Engenharia de Biosistemas – UFF – Niterói/ RJ. daianececchin@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc., Gerente na SEMAG/ARACRUZ – ES francine.sousa@ymail.com

<sup>4</sup> Engenheira Agrícola, Doutora em Engenharia Agrícola – UFV, Viçosa/MG, leticiacibele@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Eng. Civil, D.Sc., Professora do mestrado em Ciências do Meio Ambiente -UVA, RJ, izavaladao5@gmail.com

<sup>6</sup> Físico, D.Sc. Professor do Instituto Federal Fluminense – IFF (Campus de Cabo Frio.

<sup>7</sup> Graduanda em Eng. Agrícola - UFF, Bolsista de Iniciação Científica – Faperj, Niterói/RJ. pereira\_mariana@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Objetivou-se com o presente trabalho a avaliação do conforto térmico de três ambientes com tipologias de coberturas distintas. Três ambientes distintos foram comparados, sendo: ambiente 1 (desprovido de cobertura); ambiente 2 (com cobertura de telha) e ambiente 3 (com cobertura vegetal). Os termômetros foram instalados dentro de mini abrigo meteorológico. Os dados do ambiente térmico, temperatura de bulbo seco (Tbs) e umidade relativa do ar (UR), foram coletados em 4 horários (08h00, 10h00 13h00 e 16h00). Com base nos dados ambientais foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), como também foi estimada a entalpia. Mesmo tendo corrido diferença significativa entre os tratamentos, os valores médios encontrados estão abaixo da faixa que causaria desconforto térmico nos animais, possivelmente devido a estação do ano em que foi realizada a pesquisa.

**Palavras-chave:** Ambiência, Índices do Conforto térmico, Eficiência térmica

## EVALUATION OF THERMAL COMFORT IN DIFFERENT ENVIRONMENTS

### Abstract

The objective of the present research was evaluated the thermal comfort of three environments with different types of covers. Three distinct environments were compared: environment 1 (without coverage); environment 2 (roof cover) and environment 3 (vegetation cover). The thermometers were installed inside of the mini meteorological shelter. The thermal environment data, dry bulb temperature (Tbs), relative humidity (RH), were collected in 4 schedules (08h00, 10h00 13h00 e 16h00). Based on these environments, the temperature and humidity index (ITU) was calculated, as well as the enthalpy was estimated. Although there was a significant difference between treatments, the mean values found were below the range that would cause thermal discomfort in the animals, possibly due to the season of the year in which the research was performed.

**Keywords:** Environment, Thermal Comfort Indexes, Thermal Efficiency

## INTRODUÇÃO

A avaliação do ambiente térmico e da qualidade do ar no interior de edificações é de suma importância para a produção animal. Essas avaliações têm como objetivo mensurar o nível de conforto ocasionado por variáveis ambientais associadas aos aspectos construtivos. Uma vez que o ambiente onde o animal está inserido exerce forte influência sobre o desempenho animal, o desequilíbrio no balanço térmico pode acarretar redução da produção, problemas de saúde e distúrbios comportamentais (RIBEIRO et al., 2009; STRAUB et al., 2017).

Quando se trata de conforto térmico, o elemento construtivo de maior relevância é a cobertura, pois é responsável pelas trocas térmicas, capaz de reduzir o ganho total de calor e promover um ambiente mais ameno (FAGHIIH e BAHADORI, 2009). A localização, o tipo material e o tempo de exposição solar, são variáveis que também podem afetar a percepção do animal sobre o ambiente térmico (PIRES e CAMPOS, 2004). Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o conforto térmico de três ambientes com distintas tipologias de coberturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nos meses de junho, julho e agosto do ano de 2017, no Instituto Federal Fluminense – Campus Cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro, definido pelas coordenadas 22°48.859' ao sul, e, 41°58.826' a oeste. No experimento foram comparadas três coberturas em três diferentes ambientes, sendo: um composto por uma cobertura vegetal de uma árvore (ambiente 1), outro composto por um telhado composto de telha cerâmica (ambiente 2) e o último é desprovido de qualquer cobertura (ambiente 3). Foram coletados dados de temperatura de bulbo seco (T<sub>bs</sub>) e umidade (UR) por meio da utilização de termômetros marca KTJ Thermo, modelo TA138, posicionados a aproximadamente 1 metro do solo, em quatro períodos por dia (08h00, 10h00 13h00 e 16h00).

Para avaliação do ambiente foram calculados os índices de conforto térmico utilizando-se as equações 1 e 2.

O índice de temperatura e umidade (ITU), proposto por Thom (1959) (Eq. 1)

$$ITU = T_{bs} + 0,36 T_{po} + 41,2 \quad (1)$$

Onde: ITU = índice de temperatura do ar e umidade (°C), T<sub>bs</sub> = temperatura do bulbo seco (°C) e T<sub>po</sub> = temperatura do ponto de orvalho (°C).

A entalpia (H) foi obtida por meio da equação (2) proposta por Albright (1990):

$$H = 1,006T_{bs} + ((0,622e_a)P_{atm} - e_a).(2501 + 1,805T_{bs}) \quad (2)$$
$$e_a = (UR. (0,6108xe^{(17,3T_{bs}/237,3+T_{bs})})).100^{-1}$$

Onde T<sub>bs</sub> = temperatura de bulbo seco (K); P<sub>atm</sub> = pressão atmosférica (kPa); e UR = umidade relativa (%).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 4 com 7 repetições (dias de coletas), sendo um fator o ambiente (1, 2 e 3) e outro o horário (08h00, 10h00 13h00 e 16h00). Os índices de conforto foram submetidos à ANOVA e as médias ao teste Tukey a 5% de probabilidade. O Software utilizado foi o R versão 3.4.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre os ambientes para as variáveis Tbs, UR e ITU (Tabela 1). Os valores médios de Tbs e de UR apresentaram a mesma tendência, com diferença significativa entre os ambientes 1 e 3 (Tabela 1). O ambiente 3 apresentou valor médio de Tbs mais elevado e menor valor médio de UR, o que já era esperando, pois não possuía nenhum tipo de cobertura. Os resultados encontrados estão de acordo com Bucklin e Bray (1998), que afirmam que menores valores de UR estão associados à Tbs mais altas.

Tabela 1 - Variáveis ambientais médias observadas ao longo do dia em diferentes ambientes.

		Tbs	UR	ITU	H	P-value
<b>Ambiente</b>	<b>1</b>	22.30 b	77 a	70 ab	54 ns	< 0,05
	<b>2</b>	22.68 ab	72 ab	69 b	53 ns	< 0,001
	<b>3</b>	23.86 a	63 b	71 a	52 ns	< 0,05
<b>Horário</b>	<b>08:00</b>	21.24 b	85 a	69 ab	54 a	< 0,001
	<b>10:00</b>	22.94 ab	73 ab	70 ab	54 a	< 0,001
	<b>13:00</b>	24.87 a	58 b	72 a	53 ab	< 0,001
	<b>16:00</b>	22.73 ab	66 b	68 b	51 b	< 0,001

\* Interação ambiente x horário não significativa. ns: Não significativo. Temperatura de bulbo seco (Tbs); Umidade relativa do ar (UR); entalpia do ar (h); índice de temperatura e umidade (ITU). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Os valores de ITU nos ambientes 2 e 3 foram estatisticamente diferentes, sendo que o ambiente 3 apresentou um valor médio mais baixo em comparação com o ambiente 2. Porém quando se analisa os valores médios diários dos três ambientes, pode-se observar que o ITU está abaixo da faixa citada como desconforto para algumas espécies de animais (Igono e Johnson, 1992; Barbari et al., 2007).

Houve diferença significativa entre os horários para todas as variáveis analisadas. Os valores médios de entalpia, diferiu entre os horários, sendo que o horário das 8 h e 10h e 13 h são estatisticamente iguais, às 16 h apresentou o valor de entalpia mais baixo em comparação com os horários da manhã, possivelmente devido a relação direta com umidade relativa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados possibilitou concluir que mesmo tendo ocorrido diferença significativa entre os tratamentos, os valores médios encontrados estão abaixo da faixa que causaria desconforto térmico nos animais, possivelmente devido a estação do ano em que foi realizada a pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albright, L. D. 1990. *Environment control for animals and plants*. American Society of Agricultural Engineers Michigan. 453p.
- Barbari, M., Bianchi, M., Guerri, F.S. 2007. Preliminary analysis of different cooling systems of sows in farrowing room. *Journal of Agricultural Engineering*, v.1, p.9-15.
- Bucklin, R.A., Bray, D.R. 1998. The american experience in dairy management in warm and hot climates. *Simpósio brasileiro de ambiência na produção de leite*. Anais... Piracicaba: FEALQ, p.56-174.
- Faghieh, A. K., Bahadori, M. N. 2009. Solar radiation on domed roofs. *Energy and Buildings*. v.41, n.11 p.1238-1245.

Igono, M. O.; Johnson, H. D. 1992. Physiologic stress index of lactating dairy cows based on diurnal pattern of rectal temperature Summer season. *Journal of Dairy Science*, v.68, n.4 p.979-985.

Pires, M. de F. A.; Campos, A. T. de. 2004. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. *Comunidade Técnico* 42. Embrapa, Juiz de Fora.

Ribeiro, L.B. et al. 2009. Índices bioclimatológicos e parâmetros fisiológicos de eqüinos confinados recebendo volumosos de diferentes qualidades nutricionais. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v.16, n.1, p. 144-159

Straub, K. W. et al. 2017. Determination of neutral temperature in higher education classrooms in the bioclimatic zones of the state of Mato Grosso, BR. *Ambiente construído*. Porto Alegre, v.17 n.1.

Thom, E.C. The discomfort index. 1959. *Weatherwise, Boston, MA*, v.12, n.1, p.57-60.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ANÁLISE TÉCNICA ECONÔMICA DE DIFERENTES MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO DE FOSSAS SÉPTICAS EM MEIO RURAL**

**Pedro Henrique de Noronha Martins**<sup>1</sup>, **Daiane Cecchin**<sup>2</sup>, **Dirlane de Fátima do Carmo**<sup>3</sup>, **Raquel Andrade Donnagema**<sup>4</sup>, **Francine Aparecida Sousa**<sup>5</sup>, **Pedro Ivo Sodré Amaral**<sup>6</sup>, **Giselle de Souza Fonseca**

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, pnoronha@id.uff.br

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, D.Sc. Profa. no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente – UFF, Niterói, RJ, daianececchin@id.uff.br <sup>3</sup>

Eng. Agrônoma, D.Sc. Profa. no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente – UFF, Niterói, RJ, dirlanefc@gmail.com <sup>4</sup>

Química, D.Sc. Profa. no Departamento de Química – UFF, Niterói, RJ, e-mail: raquelandrade@id.uff.br

<sup>5</sup> Doutora em Engenharia Agrícola, SEMAG/Aracruz, Aracruz, ES, francine.sousa@ymail.com

<sup>6</sup> Doutor em Engenharia Agrícola, Prof. na Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Alfenas, MG, pedroivosodre@gmail.com

<sup>7</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Fluminense - UFF

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A falta de água e os problemas relacionados com sua contaminação são recorrentes e atingem todas as regiões do Planeta. Para manutenção de vida na Terra é essencial o desenvolvimento sustentável, com isso, é necessário nos preocuparmos com os recursos hídricos, tratando efluentes antes de lançá-los de volta no meio ambiente. O estudo da utilização de diferentes materiais a serem empregados na construção de fossas sépticas visa facilitar e difundir o uso deste sistema de tratamento de esgoto na zona rural. Existem diferentes sistemas de tratamento que podem ser utilizados e dentre eles a fossa séptica atende bem ao produtor rural, por ser uma opção mais viável, uma vez que sua construção/execução é simples e com uma necessidade de manutenção baixa. O objetivo do presente trabalho foi realizar uma análise técnica econômica de diferentes materiais (concreto e pneus) na construção de fossa séptica em meio rural. Foram analisados sistemas de tratamento de dejetos implantados em dois municípios distintos do Estado do Rio de Janeiro, Arraial do Cabo e Nova Friburgo. O custo dos materiais e facilidade de aquisição além de manuseio e transporte são fatores que influenciam diretamente na escolha de qual material adotar. O sistema construído com anéis de concreto de maneira geral continua sendo a melhor opção para o produtor rural.

**Palavras-chave:** Construções Rurais, Recursos Hídricos, Sustentabilidade, Tratamento de esgoto.

## **TECHNICAL ANALYSIS OF DIFFERENT MATERIALS IN THE CONSTRUCTION OF SEPTICAL HEDGES IN RURAL ENVIRONMENT**

### **Abstract**

The lack of water and the problems related to its contamination are recurrent and affect all regions of the planet. To maintain life on Earth, sustainable development is essential, so we need to be concerned about water resources, treating effluents before releasing them back into the environment. The study of the use of different materials to be used in the construction of septic tanks aims to facilitate and diffuse the use of this sewage treatment system in the rural area. There are different treatment systems that can be used and among them the septic tank serves the rural producer well, being a more viable option, since its construction / execution is simple and with a low maintenance need. The objective of the present work was to perform a technical economic analysis of different materials (concrete and tires) in the construction of septic tank in rural areas. Waste treatment systems were deployed in two distinct municipalities of the State of Rio de Janeiro, Arraial do Cabo and Nova Friburgo. The cost of materials and ease of acquisition beyond handling and

transportation are factors that directly influence the choice of which material to adopt. The system built with concrete rings is recommended in general for the rural producer.

**Keywords:** Rural Buildings, Sewage treatment, Sustainability, Water resources.

## INTRODUÇÃO

A população brasileira residente em zona rural equivale a aproximadamente 15% do total nacional, ou seja, mais de 30,5 milhões de pessoas em 5,5 milhões domicílios (IBGE, 2015). Ainda segundo o IBGE, o saneamento básico para a zona rural ainda é insuficiente, pois mais de 50% utilizam sistemas rudimentares, tais como: fossas negras, valas, buracos ou o lançamento direto nos rios e no solo. No aspecto econômico, o sustento dessa parcela da população vem predominantemente da agricultura familiar, quanto ao aspecto de saneamento básico, dados para o ano de 2015 do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, demonstraram que ainda há cerca de 35 milhões de brasileiros sem acesso à água tratada, mais da metade da população não tem acesso à coleta dos esgotos e somente 40% dos esgotos do país eram tratados antes de serem lançados na natureza.

De acordo com Martinetti et al. (2007) a falta de saneamento traz diversas consequências negativas para a sociedade, sendo também uma das principais causas da degradação ambiental devido ao mal manejo dos dejetos. O tipo de sistema de tratamento de esgoto mais difundido na zona rural é o sistema de fossa séptica biodigestora (COSTA; GUILHOTO, 2014). O uso de materiais alternativos na construção de fossa séptica em meio rural visa facilitar e oferecer opções para o produtor que deseja ter tratamento de esgoto em sua residência.

Dessa maneira, objetivou-se com o presente trabalho realizar análise técnica econômica de diferentes materiais na construção de fossa séptica em meio rural.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados sistemas implantados nos municípios de Nova Friburgo e de Arraial do Cabo, onde o proprietário rural disponibilizou espaço para construção e foi responsável pela aquisição dos materiais e mão de obra para instalação. Os sistemas construídos são compostos de 3 tanques cada (tanque primário, filtro e sumidouro), conforme preconizado na NBR 7229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993). Os sistemas construídos foram dimensionados segundo a norma citada acima, com capacidade para atender uma residência de até 5 moradores.

Os materiais utilizados para construção dos sistemas foram: sistema 1 – Foram utilizados vinte pneus de caminhão/ônibus, sendo nove no tanque 1, oito para o filtro e três para o sumidouro. A ideia de construção deste sistema com este material é justamente aproveitar pneus que não possuem mais condições de rodagem, porém mantém sua estrutura sem permitir vazamentos. O tamanho e peso dos pneus dificultaram o transporte, manuseio e a montagem do sistema. Os pneus foram posicionados com auxílio de roldanas. Para a vedação entre os pneus foi utilizada camada dupla de manta asfáltica. Já para o sistema 2 foram utilizados 9 anéis de concreto com dimensões de 1,20m e 1,00m de diâmetro e 0,50m de altura. Os anéis maiores foram utilizados para construção do tanque 1 e os demais para os tanques 2 e 3. Para vedação entre os anéis foi utilizada massa de concreto, areia e aditivo impermeabilizante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 pode-se observar os custos para instalação de cada sistema, com esta análise, nota-se que o mais barato foi o sistema construído com pneus, tendo em vista que os pneus foram doados e não gerou custo, pois caso tivessem sido comprados, o valor superaria o do sistema com tanques de concreto, porém, como dito acima, a ideia de construir com pneus é justamente trabalhar com material de descarte, dando destino à pneus que não mais podem ser usados em veículos.



Quadro 1. Custos de cada sistema

Tanques de Pneus - 1700L					Tanques de Concreto - 1700L				
Item	Unid.	Qntd.	Valor Unit.	Valor Total	Item	Unid.	Qntd.	Valor Unit.	Valor Total
Pneus	UN	19	R\$ -	R\$ -	Anel de concreto 1,2 x 0,5m	UN	3	R\$ 160,00	R\$ 480,00
Tubo 100mm	M	9	R\$ 10,00	R\$ 90,00	Anel de concreto 1,0 x 0,5m	UN	5	R\$ 120,00	R\$ 600,00
Curva 100mm	UN	9	R\$ 15,70	R\$ 141,30	Tampa de concreto 120cm	UN	1	R\$ 160,00	R\$ 160,00
Manta Aluminizada	M	30	R\$ 11,75	R\$ 352,50	Tampa de concreto 100cm	UN	3	R\$ 120,00	R\$ 360,00
Tampa de concreto 100cm	UN	3	R\$ 120,00	R\$ 360,00	Brita n1	Kg	150	R\$ 0,60	R\$ 90,00
Anel de concreto 100cm x 20cm	UN	3	R\$ 80,00	R\$ 240,00	Cimento	Kg	50	R\$ 0,50	R\$ 25,00
Brita n1	Kg	150	R\$ 0,60	R\$ 90,00	Areia	Kg	100	R\$ 0,25	R\$ 25,00
Brita n2	Kg	20	R\$ 1,00	R\$ 20,00	Aditivo impermeabilizante	UN	2	R\$ 12,33	R\$ 24,66
Cimento	Kg	50	R\$ 0,50	R\$ 25,00	Tubo 100mm	M	6	R\$ 10,00	R\$ 60,00
Areia	Kg	100	R\$ 0,25	R\$ 25,00	Curva 100mm	UN	10	R\$ 15,70	R\$ 157,00
Aditivo impermeabilizante	UN	1	R\$ 12,33	R\$ 12,33	Assistente de pedreiro	Diária	4	R\$ 100,00	R\$ 400,00
Assistente de pedreiro	Diária	4	R\$ 100,00	R\$ 400,00					
			Total	R\$ 1.756,13				Total	R\$ 2.381,66
Valor total por litro				R\$ 1,03	Valor total por litro				R\$ 1,40

A construção do sistema com pneus foi trabalhosa, com dificuldade de aquisição dos pneus com a dimensão desejada (pneus de caminhão/ônibus), a mão de obra para o transporte destes pneus para o local do experimento, o manuseio de cada pneu para dentro dos tanques escavados, e cuidado necessário para garantir a estanqueidade do sistema são fatores que pesam na decisão de qual sistema utilizar, a vantagem econômica pensada inicialmente, só se confirmou, pois os pneus foram obtidos por meio de doação. Para garantir a estanqueidade do sistema foi necessária a utilização de manta asfáltica, além de ter sido necessário maior número de horas para a montagem do sistema, o que acabou elevando o custo deste sistema.

A implantação desse sistema pode-se tornar inviável se houver a necessidade de compra dos pneus.

O sistema 2 é a forma tradicional e difundida, entretanto foi observada a desvantagem quando considera-se o valor investido inicialmente, devido ao valor mais elevado (35% maior) do que no sistema de pneus porém apresentou a vantagem da facilidade de aquisição do material, além da garantia de estanqueidade do sistema se construído de forma correta, como previsto na NBR 7229, sendo assim esse sistema continua sendo mais recomendado, pois beneficia o agricultor que deseja implantar em sua propriedade, tendo em vista maior eficiência e menor manutenção.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema construído com anéis de concreto é mais vantajoso do que o construído com pneus, oferecendo mais facilidade para aquisição do material e maior garantia de melhor funcionamento do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-7229**: Rio de Janeiro, 1993.

COSTA, C. C. DA, & GUILHOTO, J. J. M. (2014). Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. **Engenharia Sanitaria E Ambiental**, 19(spe), 51–60. <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019010000171>>. Acesso em 20 abr. 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2015). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2014. Estatísticas do registro civil 2014**(Vol. 41). <<https://doi.org/ISSN 0101-4234/>>.

MARTINETTI, T.H.; TEIXEIRA, B.A.; SHIMBO, I. **Análise de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais**. In: IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre edificações e Comunidades Sustentáveis. 2007. Anais IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-americano sobre edificações e Comunidades Sustentáveis. Disponível em: <[http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007\\_artigo\\_019.pdf](http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_019.pdf)>. Acesso em 06 de nov. de 2017.



4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## CONTROLE ALTERNATIVO DE BACTÉRIAS POR MEIO DO ÓLEO ESSENCIAL DE ELIONURUS LATIFLORUS

Robson de Oliveira Braga<sup>1</sup>, Ana Paula Martinazzo<sup>2</sup>, Carlos Eduardo de Souza Teodoro<sup>3</sup>,  
Rodrigo Valente Costa<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestrando Engenharia de Biosistemas Universidade Federal Fluminense – UFF

<sup>2</sup> Docente Universidade Federal Fluminense – UFF

<sup>3</sup> Docente Universidade Federal Fluminense – UFF

<sup>4</sup> Graduando Engenharia de Agronegócios Universidade Federal Fluminense – UFF

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O crescimento exponencial da população está associado com o aumento significativo do consumo de alimentos e com o desenfreado uso dos recursos naturais. A utilização de produtos nocivos à saúde humana tornou-se prática corriqueira para a produção e oferta de alimentos para população. Diante deste cenário a sociedade se depara com o desafio de aumentar a disponibilidade de alimentos e diminuir a aplicação de defensivos, os quais causam danos ao meio ambiente e ao bem-estar da população. Neste sentido, os óleos essenciais surgem como alternativa promissora, para reduzir o uso de defensivos agrícolas. Diante o exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o potencial antimicrobiano *in vitro* do óleo essencial de *Elionurus latiflorus*, com as doses de 5; 10; 15; 20; 30 e 40 µL, no controle das bactérias fitopatogênicas *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Ralstonia solanacearum* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseolis* que causam perdas econômicas significativas na produção agrícola. O efeito antibacteriano foi avaliado pelo teste de difusão em disco, segundo delineamento inteiramente casualizado e submetidos a teste de variância (Tukey 5% de significância); os resultados obtidos, demonstraram o potencial antibacteriano do óleo essencial de *E. Latiflorus* nas bactérias em estudo tornando uma alternativa promissora na substituição aos defensivos agrícolas.

**Palavras-chave:** antibactericida; capim limão brasileiro

## ALTERNATIVE CONTROL OF BACTERIA BY ESSENTIAL OIL OF ELIONURUS LATIFLORUS

### Abstract

The exponential growth of the population is associated with a significant increase in food consumption and the rampant use of natural resources. The use of products harmful to human health has become a common practice for the production and supply of food for the population. Faced with this scenario, society faces the challenge of increasing the availability of food and reducing the application of pesticides, which cause damage to the environment and to the well-being of the population. In this sense, essential oils appear as a promising alternative, to reduce the use of pesticides. In view of the above, the present study aims to evaluate the *in vitro* antimicrobial potential of *Elionurus latiflorus* essential oil, with doses of 5; 10; 15; 20; 30 and 40 µL in the control of phytopathogenic bacteria *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Ralstonia solanacearum* and *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseolis* that cause significant economic losses in agricultural production. The antibacterial effect was evaluated by the disk diffusion test, according to a completely randomized design and submitted to a variance test (Tukey 5% of significance); the results obtained demonstrated the antibacterial potential of *E. Latiflorus* essential oil in the studied bacteria, making it a

promising alternative in the substitution of agricultural pesticides.

**Keywords:** antibactericide; Brazilian lemon grass

## INTRODUÇÃO

Atualmente o ganho de produtividade na produção de alimentos e o controle de bactérias que afetam grande parte desta produção está atrelado ao uso de defensivos agrícolas (CARNEIRO et al., 2015).

A produção de culturas agrícolas e hortícolas em todo mundo é afetado por vários tipos de doenças causadas por bactérias, fungos e insetos que podem reduzir a quantidade e a qualidade da produção podendo ser responsáveis pela perda de pelo menos 10% da produção mundial de alimentos (WAHABZADA et al., 2015).

Em 2010, o Brasil representou 19% do mercado global, principalmente nas culturas de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar, que juntas representam 80% do comércio de defensivos, contudo, o seu uso intensivo está associado ao aumento de danos ambientais e à saúde humana (SOUZA et al., 2017).

A busca pelo controle alternativo de pragas e doenças na agricultura é estratégica para reduzir o uso de defensivos agrícolas. O emprego de compostos de origem vegetal surge como uma nova alternativa para o controle de bactérias que afetam a produção agrícola, isto devido sua baixa toxicidade em mamíferos, baixa persistência ambiental, atividade residual mínima e, portanto, ampla aceitação pública. (MOURA et al., 2014).

Dentre os compostos de origem vegetal destacam-se os óleos essenciais de ocorrência natural e que demonstram ser eficazes em uma variedade de aplicações, diminuindo o crescimento de microrganismos, além de possuírem propriedades antimicrobianas (CALO et al., 2015).

A espécie *Elionurus latiflorus* conhecida popularmente como capim barba de bode ou capim limão brasileiro é uma gramínea nativa de quase todo o litoral brasileiro, e produz um óleo essencial que possui alto potencial para estudo isso devido a sua grande variabilidade genética e sua composição química (GONÇALVES et al., 2013).

Considerando estes aspectos o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito inibitório *in vitro* do óleo essencial de *Elionurus latiflorus* no controle das bactérias fitopatogênicas *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Ralstonia solanacearum* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseolis*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### OBTENÇÃO DO MATERIAL

O óleo essencial de Capim Limão Brasileiro (*Elionurus latiflorus*) foi adquirido da empresa Harmonia Natural (Itajaí, Santa Catarina).

As cepas das bactérias das espécies *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Ralstonia solanacearum* e *Xanthomonas axonopodis* foram cedidas pelo Laboratório de Biotecnologia, da Escola de Engenharia de Volta Redonda (EEIMVR), pertencente à Universidade Federal Fluminense (UFF).

As cepas foram cultivadas por 24 horas em meio ágar Muller Hinton a 37°C, em seguida foram feitas suspensões bacterianas em solução salina (NaCl a 0,90% p/v), correspondendo à concentração de aproximadamente 1,5 x 10<sup>8</sup> UFC/mL (BAUER et al., 1966).

## AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO ÓLEO ESSENCIAL

A avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial de capim limão brasileiro foi realizada através da técnica adaptada de difusão em ágar utilizando discos de papel filtro estéril (BAUER et al., 1966). Os discos de 10 mm de diâmetro foram embebidos com concentrações diferentes do óleo essencial de capim limão brasileiro e dispostos sobre placas de Petri contendo ágar Mueller Hinton inoculado com as cepas em suspensão na concentração de 10<sup>8</sup> UFC/mL. As placas foram incubadas a 37 °C ± 1 °C por 24 horas, para posterior leitura, em milímetros, do halo de inibição. O procedimento foi realizado com 3 repetições. Como controles negativos foram utilizados discos sem nenhum tipo de composto e como controle positivo foram utilizados discos com gentamicina na concentração de 20 mg mL<sup>-1</sup>.

### ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises foram conduzidas segundo delineamento inteiramente casualizado. Os resultados foram expressos em milímetros pela média aritmética dos valores dos halos de inibição obtidos nas três repetições, submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05) com o software SISVAR®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ATIVIDADE ANTIBACTERIANA

Na análise de variância realizada, os resultados demonstraram que houve diferenças significativas para as diferentes Doses (D), Bactéria fitopatogênica (B), mas não havendo diferença significativa para a interação (D x B), indicando que o tamanho do halo de inibição não depende da interação entre a dose do óleo essencial aplicada as bactérias.

Na Tabela 1 estão apresentadas as diferenças significativas entre as doses do óleo essencial, controle positivo e controle negativo, em função dos diâmetros do halo de inibição de cada uma, os resultados demonstraram que o óleo possui maior atividade inibitória quando comparado ao antibiótico utilizado como controle positivo.

No que tange a análise das bactérias nas diferentes doses, observa-se que não houve diferença significativa nas bactérias *Erwinia carotovora*, *Ralstonia solonacearum* *Xanthomonas axonopodis* em todas as doses testadas, já na bactéria *Pseudomonas* seu halo de inibição foi maior nas doses de 15,20 e 40 µL de óleo essencial.

Percebe-se também que o tratamento controle (sem óleo essencial) atingiu o diâmetro máximo da placa (90mm) mostrando o crescimento das bactérias sem nenhum tipo de tratamento.

Dentre as doses analisadas a única que não teve diferença estatística foi a dose de 15µL no controle de todas bactérias analisadas, *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Pseudomonas syringae* pc. *tomato*, *Ralstonia solonacearum* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseolis*.

Nas doses acima de 20µL em relação a bactéria *Ralstonia solonacearum* apresentou inibição total nas placas, mas como os resultados estatisticamente são considerados iguais, não se pode desconsiderar os resultados das outras bactérias.

O controle utilizando o antibiótico gentamicina mostrou que a bactéria *Ralstonia* possui o menor halo de inibição quando comparado as outras bactérias assim como quando utilizado o óleo essencial, sendo igual somente na dose de 15µL.

Tabela 1 Atividade antibacteriana, doses do óleo essencial do capim-brasileiro (*Elyonurus latiflorus*)

Halo de inibição do crescimento bacteriano *(mm)								
Bactéria	Dose do óleo essencial de <i>Elyonurus latiflorus</i> (µL/mL)						Antibiótico gentamicina (µg/g)	Controle negativo
	5	10	15	20	30	40		
<i>Erwinia carotovora</i> Dv. <i>carotovora</i>	62,67 <sup>aB</sup>	58,73 <sup>aB</sup>	75,70 <sup>aA</sup>	70,70 <sup>aB</sup>	73,29 <sup>aB</sup>	75,90 <sup>aB</sup>	19,40 <sup>bA</sup>	N.S.
<i>Pseudomonas</i> <i>gingae</i> Dv. <i>tamata</i>	63,09 <sup>bB</sup>	76,43 <sup>bA</sup>	83,57 <sup>aA</sup>	85,63 <sup>aA</sup>	71,68 <sup>bB</sup>	87,01 <sup>aA</sup>	20,22 <sup>aA</sup>	N.S.
<i>Bakstania solanacearum</i>	74,74 <sup>aA</sup>	82,71 <sup>aA</sup>	83,87 <sup>aA</sup>	90,00 <sup>aA</sup>	90,00 <sup>aA</sup>	90,00 <sup>aA</sup>	11,30 <sup>bB</sup>	N.S.
<i>Xanthomonas axonopodis</i> Dv. <i>phaseolis</i>	81,97 <sup>aA</sup>	86,24 <sup>aA</sup>	73,52 <sup>aA</sup>	72,60 <sup>bB</sup>	87,57 <sup>aA</sup>	87,02 <sup>aA</sup>	20,67 <sup>bA</sup>	N.S.

N.S. = não sensível

\* Médias seguidas da mesma letra, nas colunas letras maiúsculas e nas linhas minúsculas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do efeito inibitório do óleo essencial de *Elyonurus latiflorus* no controle *in vitro* das bactérias em estudo, demonstrou atividade contra todas as bactérias testadas assim como em todas as dosagens de óleo essencial quando comparados a ação antimicrobiana do antibiótico gentamicina.

Estes resultados mostram que a utilização de produtos naturais pode representar uma potencial fonte de compostos bioativos e uma alternativa para o controle de bactérias fitopatogênicas. O trabalho está em continuidade para determinação da concentração mínima inibitória (CIM) e composição química do óleo essencial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUER, A. W.; KIRBY, W. M.; SHERRIS, J. C.; TURK, M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 45, p. 493–496, 1966.
- CALO, J. R.; CRANDALL, P. G.; O'BRYAN, C. A.; RICKE, S. C. Essential oils as antimicrobials in food systems - A review. **Food Control**, v. 54, p. 111–119, 2015.
- CARNEIRO, F. F. (ORG. .; AUGUSTO, L. G. DA S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Disponível em: . Acesso em: 23/3/2018.
- GONÇALVES; LAMBRECHT; ALVES, C.; et al. Actividad antibacteriana de los extractos de *Cymbopogon citratus*, *Elionurus* sp. y *Tagetes minuta* contra bacterias que causan mastitis. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 18, n. 3, p. 487–494, 2013.
- MOURA, G. S.; FRANZENER, G.; STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Atividade antimicrobiana e indutora de fitoalexinas do hidrolato de carqueja [*Baccharis trimera*

(Less.) DC.]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 2 SUPPL. 1, p. 309–315, 2014.

SOUZA, G. S.; BONILLA, O. H.; CHAVES, B. E.; LUCENA, E. M. P.; SILVA, C. S. Potencial alelopático de seis espécies do gênero *Croton* L. na germinação de alface e tomate. **Iheringia, Série Botânica**, v. 72, n. 2, p. 155–160, 2017.

WAHABZADA, M.; MAHLEIN, A. K.; BAUCKHAGE, C.; et al. Metro maps of plant disease dynamics-automated mining of differences using hyperspectral images. **PLoS ONE**, v. 10, n. 1, p. 1–21, 2015.





4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## USO DA OUTORGA PARA IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DE MACACU

Ramonn Diego Barros de Almeida<sup>1</sup>, Débora Candeias Marques<sup>2</sup>, Lilian Thurler Nogueira<sup>3</sup>, Tainá Altomar Linhares<sup>4</sup>, Daiane Cecchin<sup>5</sup>, Rubiana Pereira Borges<sup>6</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, Mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói, RJ, ramonnbarros@id.uff.br.

<sup>2</sup> Agrônoma, Doutora e Mestre em Engenharia Agrícola - UFLA, Professora do Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente UFF, Niterói, RJ, deboracandeias@id.uff.br.

<sup>3</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, Mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói, RJ, lilianthurler@id.uff.br.

<sup>4</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, Mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói, RJ, taina.linhares@hotmail.com.

<sup>5</sup> Engenheira Agrícola, Doutora e Mestre em Engenharia Agrícola - UFLA, Professora do Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente UFF, Niterói, RJ, daianececchin@yahoo.com.br.

<sup>6</sup> Engenheira Agrônoma, Mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói, RJ, rubianapb@gmail.com

<sup>7</sup> Bióloga, Mestre e Doutora em Fisiologia Vegetal - UFPEL, Pós-Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Professora Substituta na UFRJ, Niterói, RJ,

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A obtenção da Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos (ODURH) no Estado do Rio de Janeiro é realizada pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) desde o ano de 2008, a fim de controlar o uso quantitativo e qualitativo da água. O objetivo do presente trabalho foi verificar os procedimentos necessários para a obtenção da outorga, bem como, realizar um levantamento de dados referente as ODURH emitidas para fins de irrigação no município de Cachoeiras de Macacu - RJ. Para isso, efetuou-se uma revisão investigativa na literatura e no site governamental do INEA. Verificou-se que o município de Cachoeiras de Macacu não possuía nenhuma ODURH emitida para irrigação, mesmo sendo um dos locais do Estado que se destaca na produção agrícola de hortifruticulturas.

**Palavras-chave:** Licenciamento, Gestão Recursos hídricos, Água.

## WATER ALLOCATION GRANT APPLIED TO IRRIGATION ON THE SET OF CACHOEIRAS DE MACACU

### Abstract

The Granting of Right to Use Water Resources (GRUWR) at Rio de Janeiro is provided by Environmental State Institute (INEA) since 2008 aiming to control the quantitative and qualitative use of water. The purpose of this work was to verify the necessary procedures to obtain the grant, as well as to perform a data collection regarding GRUWR issued for irrigation purposes at Cachoeiras de Macacu - RJ. This was done by an investigative review in the literature and the governmental website of the INEA. It was verified that Cachoeiras de Macacu did not have any grant (GRUWR) issued for irrigation, despite being one of the State's highlight on agricultural production of horticulture and fruticulture.

**Keywords:** Licensing, Water Resource Management, Water.



## **INTRODUÇÃO**

A água é uma substância essencial a vida, de disponibilidade limitada e é dotada de valor econômico (HELLER, 2006). Devido à crise hídrica que o mundo e, principalmente, o país vem sofrendo, nos últimos anos, é de fundamental importância o controle quantitativo e qualitativo deste recurso (SILVA *et al.*, 2015).

Para que haja um gerenciamento adequado visando à disponibilidade de água para as próximas gerações, é importante seguir as normas de como usar este recurso natural, afim de que seu uso seja feito de forma racional (BRASIL, 2017). Dessa forma, a utilização deste bem deverá seguir a Lei Federal nº 9.433 de 08.01.1997, para as águas da União (BRASIL, 1997) ou a Lei Estadual do Rio de Janeiro nº3.239 de 02.08.1999 para as águas de domínio do Estado (BRASIL, 2000).

A outorga é o ato administrativo de autorização ambiental no qual o órgão gestor de recursos hídricos faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso dos recursos hídricos (INEA, 2010).

No Brasil o setor que apresenta maior consumo de água é o agronegócio, a cada 100 litros de água, 69 litros são endereçados a agricultura e a pecuária (CARMO, 2005). Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2018) estima-se que a metade desse montante é desperdiçado.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar os procedimentos necessários para a obtenção da outorga, bem como, realizar um levantamento de dados referente as ODURH emitidas para fins de irrigação no município de Cachoeiras de Macacu – RJ.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica no Código das Águas, Plano Nacional de Recursos Hídricos, a legislação estadual (Lei Estadual do RJ nº3.239 de 1999) e federal (Lei Federal nº 9.433 de 1997), diretrizes, normativas e resoluções expedidas pelo INEA, com intuito de identificar os procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos no município de Cachoeiras de Macacu – RJ.

Foi realizado um levantamento na base do banco de dados do órgão competente (INEA), afim de verificar o número de ODURH que haviam sido emitidas para a cidade de Cachoeiras de Macacu – RJ.

Também foram feitas visitas a algumas propriedades agrícolas, da cidade de Cachoeiras de Macacu, de forma aleatória e esporádica, buscando compreender através de uma conversa informal o nível de informações que os agricultores de hortifruticulturas, de grande e pequeno porte, têm sobre estarem devidamente regularizados no que tange o uso da água para irrigação.

De acordo com o procedimento comumente adotado, conforme demonstrado na Figura 1, obtiveram-se os resultados da pesquisa.

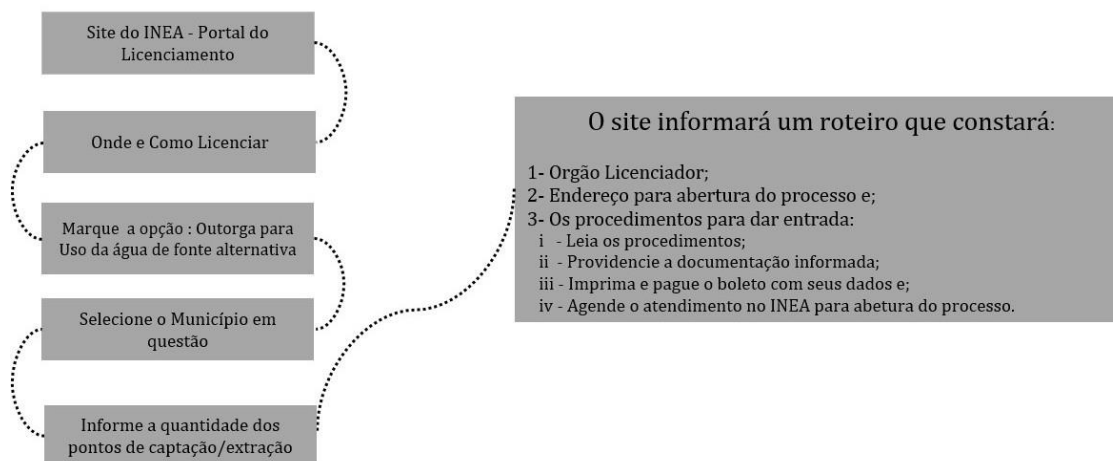


Figura 1: Passo a passo para a obtenção da Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no INEA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado por meio da base de dados INEA, que a cidade de Cachoeiras de Macacu não apresentava nenhuma ODURH direcionada para a irrigação, até o ano de 2017. Foi constatada apenas uma ODURH para um empreendimento agrícola, que foi expedida para uma cooperativa agropecuária. Cumpre salientar que segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em seu Censo Agropecuário (2006) foi declarado a existência de 1.159 estabelecimentos agropecuários no município em questão (IBGE, 2006).

Ao analisar as licenças ambientais emitidas pelo INEA, voltadas para a ODURH, observou-se que dentre os 16 municípios da bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, a cidade de Cachoeiras de Macacu representa apenas 3,0% do total de ODURH da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara (Figura 2).

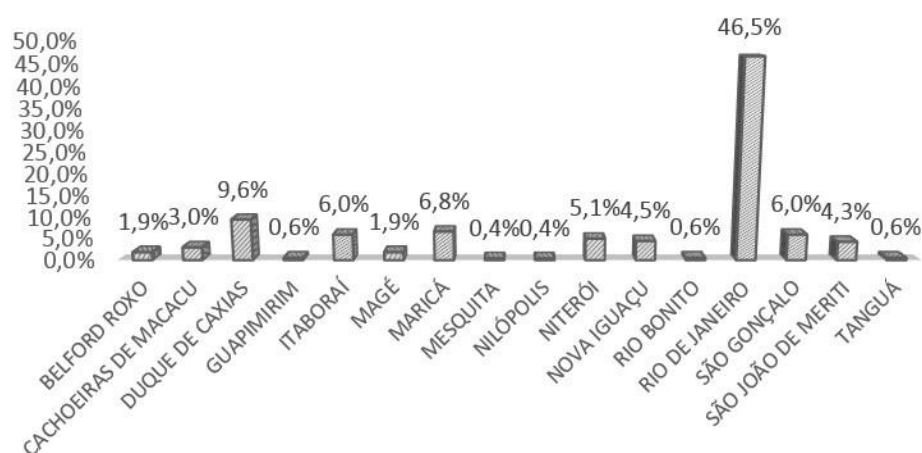


Figura 2: Comparativo entre o número de Outorgas de Direito de Uso emitidas nas cidades da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara

Através das visitas *in locu* observou-se que a maioria dos agricultores, principalmente os de pequeno porte, não sabem que há necessidade de regularização para a utilização da água em sistemas de irrigação. Também observou-se que os produtores que têm conhecimento dessa necessidade encontram dificuldades em conseguir a ODURH, devido à alta complexibilidade da documentação exigida no momento de abertura do processo e pelo teor técnico que alguns documentos exigem.

Deveria haver uma diferença entre os tipos de documentações exigidas no momento da autuação do processo, com relação a um grande produtor, que segue estruturado com profissionais capacitados, ao do pequeno, que na maioria das vezes é caracterizado pela agricultura familiar e não possui esse suporte.

É essencial para o Estado realizar um controle quantitativo e qualitativo dos pontos de captação e extração que são realizados em seu território, afim de manter o efetivo exercício dos direitos de uso da mesma (BRASIL, 1997). No caso da cidade de Cachoeiras de Macacu uma elevada retirada de água do rio Macacu poderá acarretar em problemas no abastecimento de água em cidades vizinhas, como Niterói e São Gonçalo (EMBRAPA, 2009).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Cachoeiras de Macacu não apresentou até o ano de 2017 nenhuma licença concedida, para fins de irrigação, no quesito Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos.

O *site* do INEA possui informações completas sobre os procedimentos necessários que devem ser realizados para dar entrada com o processo de regularização do uso da água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. 1997. *Lei n.º 9.433, 8 de janeiro de 1997*. Presidência da República: Casa Civil. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)> Acesso em: 18 de junho de 2018.

\_\_\_\_\_. 2000. *Lei Federal nº 9.984, 17 de julho de 2000*. Presidência da República: Casa Civil. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=371>. Acesso em: 18 junho de 2018.

\_\_\_\_\_. 2017. *Sistema Federal de Regulamentação de Uso*, Brasília, 2017. Disponível em: Acesso em: 12 de maio de 2018.

CARMO, R. L. 2005. Urbanização, metropolização e recursos hídricos no Brasil. In: DOWBOR L. e TAGNIN R. A. *Administrando a água como se fosse importante*. São Paulo: SENAC.

EMBRAPA, 2009. *Consumo e Abastecimento de Água Nas Bacias Hidrográficas Dos Rios Guapi-Macacu E Caceribu – RJ*, Rio de Janeiro, Documentos 115, fls. 108, 2009.

FAO, 2018. *Food and agriculture organization of the united nations*. Disponível em: <http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=BRA>.

HELLER, L. 2006, *Abastecimento de água para consumo humano*. Belo Horizonte: Editora UFMG. Acesso em: 25 de junho de 2018.

IBGE. 2006. *Censo Agropecuário 2006*, Rio de Janeiro. Disponível em: Acesso em: 22 de julho de 2018.

INEA. 2017. *Portal do Licenciamento*, Rio de Janeiro. Disponível em: . Acesso em: 20 de junho de 2018.

\_\_\_\_\_. 2010, *Outorga do direito de uso de recursos hídricos*. Rio de Janeiro. Disponível em: [http://200.20.53.3:8081/cs/groups/public/documents/document/zwff/mde0/~edisp/inea\\_014683.pdf](http://200.20.53.3:8081/cs/groups/public/documents/document/zwff/mde0/~edisp/inea_014683.pdf). Acesso em: 16 de março de 2018.

SILVA, B; SILVA, M; MOREIRA, M. 2015. Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga de uso da água: estudo de caso da bacia do rio Paraopeba, *Revista Ambiente & Água*.



## APLICAÇÃO DE MÉTODOS EM CFD PARA ANÁLISE FLUXO DE UM ROMPIMENTO DE BARRAGEM

Manuel Alejandro Vargas Silva<sup>1</sup>, Elson Antonio Nascimento<sup>2</sup>, Gabriel de Carvalho Nascimento<sup>3</sup>, Marcio de Souza Soares de Almeida<sup>4</sup>, Marcelo Muta Hotta<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, mestrando em Engenharia Civil – UFF, Niterói – RJ, mmvargass@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Eng. Civil, professor do Depto. de Eng. Civil da UFF, Niterói-RJ, elsonn@id.uff.br

<sup>3</sup> Doutor em Eng. Civil, professor do Depto. de Eng. Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, gabrielcn@id.uff.br

<sup>4</sup> Doutor em Eng. Civil, professor da COPPE - UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, marciossal@gmail.com

<sup>5</sup> Mestre em Eng. de Transportes, doutorando em Eng. Civil na COPPE - UFRJ, Rio de Janeiro -RJ, marcelohotta@uol.com.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O rompimento de barragens é um dos maiores riscos que causam danos em áreas urbanas e rurais em todo o mundo. Isso pode acontecer devido a erros de projeto e construção, chuvas fortes, terremotos ou derretimentos de geleiras, entre outras razões. Uma vez que a barragem desmorona, o fluxo resultante pode se tornar ainda pior devido a obstáculos, como casas, paredes, pontes e árvores, que podem ser impactados e transportados junto com a água. A prevenção ou redução dos efeitos a jusante de um rompimento de barragem devido ao fluxo complexo e altamente energizado tem sido um desafio para pesquisadores e engenheiros em todo o mundo. O presente estudo teve como objetivo comparar dois programas livres de computador para simulação numérica de um fluxo com obstáculos, com base em dados experimentais disponíveis na literatura. Esses programas são baseados no método do ponto do material (MPM – *Material Point Method*) e na hidrodinâmica das partículas suavizadas (SPH – *Smoothed Particle Hydrodynamics*), respectivamente. Os resultados numéricos dos dois programas foram compatíveis com os dados experimentais, embora tenham sido observadas diferenças significativas entre os métodos numéricos avaliados no custo computacional. Portanto, o estudo indica que esses métodos podem ser ferramentas úteis para a previsão dos fluxos de rompimentos de barragens.

**Palavras-chave:** Hidrodinâmica de partículas suavizadas, dinâmica de fluidos computacional, método do ponto do material, coluna de água

## APPLICATION OF CFD METHODS TO THE ANALYSIS OF FLOW IN DAM BREAK

### Abstract

Dam break is one of the greatest hazards causing damages in urban and rural areas throughout the world. It can happen due to design and construction errors, heavy rainfall, earthquakes or glacier melting, among other reasons. Once the dam collapses, the resulting flow can become even worse due to obstacles, like houses, walls, bridges and trees, which can be impacted and transported along with the water. The prevention or reduction of the downstream effects of a dam break due to the complex and highly energized flow has been a challenge to researches and engineers all over the world. The present study aimed to compare two free computer programs for numerical simulation of a flow with obstacles, based on available experimental data. These programs are based on the material point method (MPM) and smoothed particle hydrodynamics (SPH), respectively. The numerical results of the two programs were in good agreement with experimental data, although important differences in computing time were observed. Therefore, these methods seem to

be potential tools for the prediction of dam-break flows.

**Keywords:** Smoothed particle hydrodynamics, computational fluid dynamics, material point method, water column.

## INTRODUÇÃO

No mundo, por sua diversidade de eventos naturais como chuvas intensas, terremotos, deslizamento de terras, entre outros ou simplesmente pela falta de experiência dos envolvidos na construção de uma barragem, tem ocorrido muitas catástrofes de rompimentos de barragens e até de forma repetida em diversos países, ocasionando perdas de vidas, grandes danos ambientais e a destruição total de bens materiais. Uns dos fenômenos naturais mais predominante de acordo com Davies (2016) são as inundações devido às altas precipitações, fenômeno de grande relevância em uma barragem, já que o aumento de água nela, pode fazer exceder o limite de volume de água e levar ao colapso iminente. A análise do fluxo decorrente do rompimento é de grande relevância, pois em seu caminho pode haver uma grande variedade de obstáculos, causando variação no comportamento do movimento da massa.

Pesquisadores como Mao et al. (2015), Tang et al. (2016), Zhang et al. (2017) e Vargas et al. (2018) têm investigado o fenômeno do fluxo causado pelo colapso de uma barragem por meio de modelagem computacional através de uma coluna de água.

Este trabalho tem por objetivo contribuir para a avaliação de novas ferramentas confiáveis para a predição de fluxos de ruptura de barragens, comparando os métodos numéricos *Material point method* (MPM) e *Smoothed particle hydrodynamics* (SPH). As simulações reproduziram o estudo experimental de Cruchaga et al. (2014) com obstáculos quadráticos e trapezoidais e também sem nenhum deles (CRUCHAGA et al., 2007).

## MATERIAL E MÉTODOS

Usaram-se os seguintes métodos numéricos:

**Material point method (MPM):** De acordo com Sulsky e Schreyer (1993) é uma extensão do método Fluid Implicit Particle. Pode ser apresentado dentro de uma estrutura de elementos finitos Eulerianos e sua equação é reflexada como pontos materiais lagrangianos para os quais informações como variáveis dependentes de estresse e história podem ser transportadas. A cada incremento do passo de tempo, a posição dos pontos é atualizada de acordo com as velocidades calculadas na malha eulariana do método dos elementos finitos (MEF). Na próxima etapa, a nova posição determinará as propriedades do material e as tensões iniciais nos elementos correspondentes. As condições de contorno são baseadas na malha do MEF com nós fixos (velocidade zero) nos limites do domínio. No presente trabalho, o efeito de atrito na parede não é abordado. O intervalo de tempo é determinado com base no tamanho da malha pela condição Courant – Friedrichs – Lewy (CFL).

**Smoothed particle hydrodynamics (SPH):** Segundo Monaghan (1992), é um método lagrangiano baseado em partículas e, portanto, livre de malha. Possui propriedades materiais individuais e move-se de acordo com a equação do *momentum*. Tem sido estudado extensivamente na área de dinâmica de fluidos com longa deformação, demonstrando-se muito eficaz e proporcionando alta precisão. Sua principal vantagem é a adaptação natural alcançada em um estado inicial, baseado em cada etapa de tempo da história do movimento das partículas distribuídas arbitrariamente. Como o SPH não usa malha, as condições de contorno só podem ser aplicadas por movimento predefinidos de partículas localizadas nos contornos do domínio. O intervalo de tempo é controlado pelo valor adimensional de Courant e uma condição de viscosidade.

Os experimentos usados de Cruchaga, consistiam em dois, o primeiro experimento de Cruchaga et

al. (2007) simulava o fluxo de água do rompimento de barragem sem obstáculos e com leito fixo. O desenho experimental da caixa era de vidro com uma comporta removida no tempo inicial. O primeiro compartimento tinha um comprimento  $L = 0.144$  m, sendo preenchido de água até uma altura  $H=2L$ . O comprimento total da caixa foi de  $4L$ . No trabalho seguinte de Cruchaga et al. (2014), ela realizou novos experimentos em uma caixa com as mesmas dimensões e um leito fixo, agora incluindo obstáculos quadrados e trapezoidais no caminho do fluxo de água. Os obstáculos foram localizados a uma distância de  $3L/2$  após a comporta, com uma velocidade de abertura de  $3.5$  m/s.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Três casos foram analisados até o tempo  $1.20$  seg. (Fig. 1), no caso 1 temos o experimento sem obstáculos (a) de Cruchaga et al. (2007), para o caso 2 temos o experimento com obstáculo quadrado (a\*) de Cruchaga et al. (2014) e finalmente no caso 3 temos o experimento com obstáculo trapezoidal (a\*) também realizado por Cruchaga et al. (2014). Para cada caso apresentado foram simulados em MPM e SPH, onde os resultados dos modelos numéricos foram comparados com os experimentos de Cruchaga et al. (2007 e 2014) de forma qualitativa. Para modelagem numérica de SPH (c), foi definido com um tamanho de grade igual a  $2$  mm, o que permitiu que o fluxo do fluido fosse similar aos experimentos. No modelo em MPM, foram utilizadas malhas com  $5$  (b) e  $2$  (b\*) mm de aresta em cada célula.

(a) Exp. (b) MPM (c) SPH (a\*) Exp (b\*) MPM (c) SPH (a\*) Exp. (b\*) MPM (c) SPH

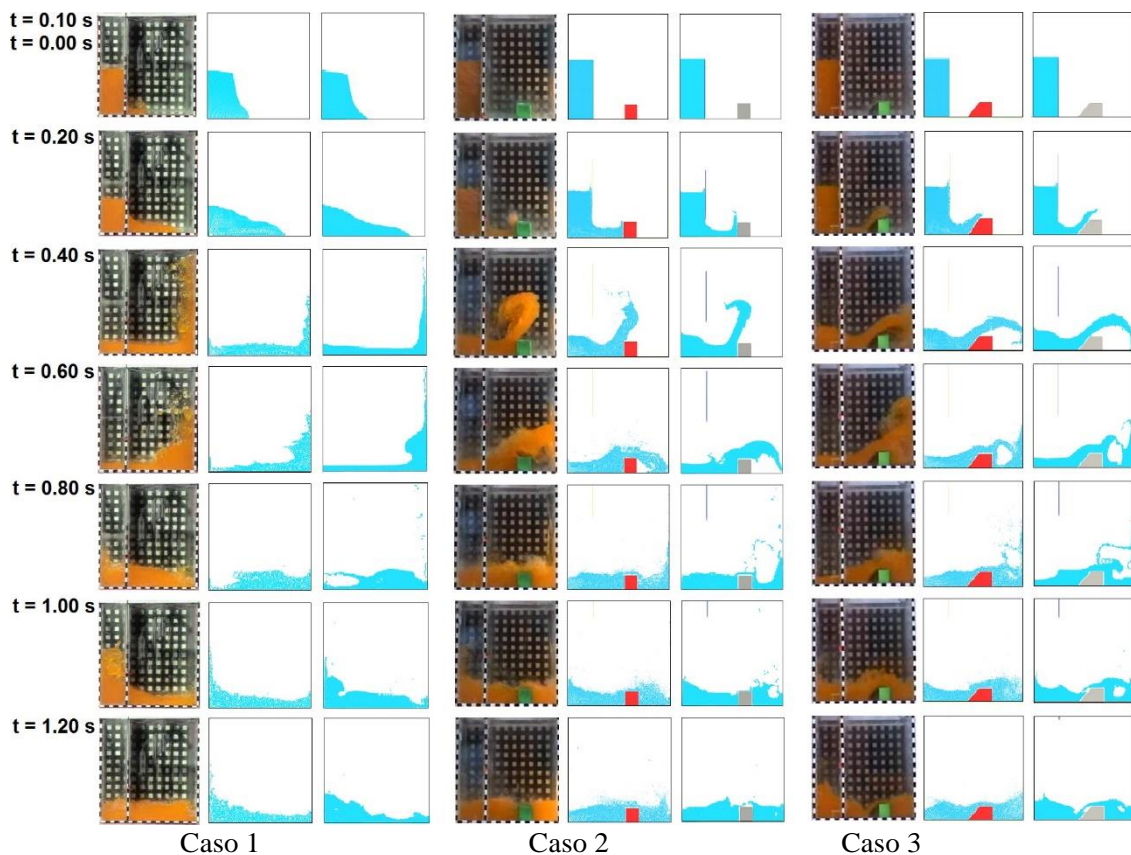


Fig. 1. Caso 1, caso 2 e caso 3 – Resultados do rompimento da barragem sem e com obstáculos, experimental Cruchaga et al., 2007 (a) e Cruchaga et al. 2014 (a\*), MPM:  $\alpha = 5$  mm (b),  $\alpha = 2$  mm (b\*) e SPH,  $\beta = 2$  mm (c).

O fluxo de água no intervalo de tempo  $t = 0.40$  s (Fig. 1) atingiu quase a mesma altura máxima para todos os métodos analisados, o que indica que as velocidades ponto/partícula também são consistentes. Comparado com o caso do obstáculo quadrado, a geometria trapezoidal proporcionou uma diminuição na altura máxima do fluxo ( $t = 0.4$  s), enquanto, por outro lado, aumentou a

velocidade horizontal, mostrado pela quantidade de água que ultrapassou o obstáculo até  $t = 0.6$  s. Mais uma vez, essas observações são compatíveis com os resultados de ambos métodos numéricos, MPM e SPH.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ambos métodos numéricos usados neste trabalho (MPM e SPH) forneceram resultados muito próximos aos estudos experimentais. Portanto, esses métodos são ferramentas potenciais para a previsão dos fluxos de ruptura de barragens e, conseqüentemente, também para a prevenção e mitigação desse tipo de desastre. Quanto ao custo computacional, o SPH apresentou maior eficiência, com tempo de processamento de duas a três ordens de magnitude menores do que o MPM.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUCHAGA, Marcela et al. 2014. Numerical Modeling and Experimental Validation of Free Surface Flow Problems. **Archives of computational methods in engineering**, v. 23, p. 139-169.

CRUCHAGA, Marcela A e CELENTANO, Diego J e TEZDUYAR, Tayfun E. 2007. Collapse of a liquid column: numerical simulation and experimental validation. **Comput. Mech**, v. 39, p. 453–476.

DAVIES, Richard. 2016. **UN – 1995 to 2015, Flood Disasters Affected 2.3 Billion and Killed 157,000** – FloodList. Flood recovery.

MAO, Shaolin et al. 2015. Modeling of Free Surface Flows Using Improved Material Point Method and Dynamic Adaptive Mesh Refinement. **Journal of Engineering Mechanics**, n. July, p. 04015069.

MONAGHAN, J. J. 1992. Smoothed Particle Hydrodynamics. **Annual Review of Astronomy and Astrophysics**, v. 30, n. 1, p. 543–574.

SULSKY, Deborah e CHEN, Zhen e SCHREYER, Howard L. 1993. A Particle Method for History-Dependent Materials. **Computer methods in applied mechanics and Eng.**

TANG, Zhenyuan et al. 2016. Numerical simulation of 3D violent free-surface flows by multi-resolution MPS method. **Journal of Ocean Engineering and Marine Energy**, v. 2, n. 3, p. 355–364.

VARGAS, Manuel et al. 2018. Comparative Study of the Material Point Method and Smoothed Particle Hydrodynamics Applied to the Numerical Simulation of a Dam-Break Flow in the Presence of Geometric Obstacles. **Current Journal of Applied Science and Technology British Journal of Applied Science & Technology India**, v. 27, n. 323, p. 1–15.

ZHANG, C. e HU, X. Y. e ADAMS, N. A. 2017. A weakly compressible SPH method based on a low-dissipation Riemann solver. **Journal of Computational Physics**, v. 335, n. May, p. 605–620.





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **INFLUÊNCIA DO EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL NA SAZONALIDADE DA CHUVA NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

Charlene Daniel de Andrade<sup>1</sup>, José Francisco de Oliveira Júnior<sup>2</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Mecânica, mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ

<sup>2</sup> Meteorologista, Pós-Dr. em Engenharia Mecânica – UFAL, Maceió-AL

<sup>3</sup> Agrônomo, Dr. em Engenharia Agrícola – UFF, Niterói-RJ

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Objetivo-se com presente trabalho avaliar a influência do modo de variabilidade climática El Niño-Oscilação Sul (ENOS) em escala intrasazonal da chuva no município do Rio de Janeiro, utilizando dados médios mensais de chuva observados em 30 estações telemétricas do Sistema Alerta Rio entre os anos de 1997 e 2017. Foram identificadas localidades de chuvas mensais homogêneas utilizando análise de agrupamento pelo método Ward. A partir dos grupos indetificados adotou-se método de interpolação matemática para preenchimento das falhas indetificadas por Modelo de Regressão Linear Múltipla (MRLM). A chuva média anual do período de estudo para o município foi de 98,8 mm. Estações que registraram as maiores médias anuais foram Barra/Itanhangá (217,5 mm), Tijuca (216,7 mm) e Rocinha (211,2 mm), enquanto as estações de São Cristóvão (42,9 mm), Penha (53,1 mm) e Irajá (60,1 mm) apresentaram as menores médias anuais para o período. A análise de dispersão entre os dados da chuva média mensal e a oscilação da temperatura superficial do oceânico Pacífico equatorial mostrou que a ocorrência de ENOS apresentou uma baixa relação com a variação anual do regime de chuva do município.

**Palavras-chave:** Variabilidade climática, ENOS, chuva, eventos extremos

## **EL NIÑO-SOUTH OSCILLATION INFLUENCE IN RAINFALL SEASONALITY IN RIO DE JANEIRO CITY**

### **Abstract**

The purpose is to do an evaluation of El Niño-South Oscillation (ENSO) influence on intraseasonal rainfall scale in Rio de Janeiro City, using monthly average precipitation data were observed from 30 telemetric stations of Alerta Rio System between the years of 1997 and 2017. It was identified some stations with similar patterns of monthly rainfall using Ward's hierarchical clustering analysis. With homogeneous group formed, a mathematic method of interpolation were adopted in order to be fulfilled identified gaps with Multiple Linear Regression (MLR). The city average annual rainfall for the period was 98,8 mm. Stations that be record the highest annual average were Barra/Itanhangá (217,5 mm), Tijuca (216,7 mm) and Rocinha (211,2 mm), while São Cristóvão (42,9 mm), Penha (53,1 mm) and Irajá (60,1 mm) presented the lowest annual average for the whole period. The dispersion analysis between monthly average rainfall data and equatorial Pacific ocean sea surface temperature show that ENSO events exhibit a low relation with annual city rainfall.

**Keywords:** Climate variability, ENSO, rainfall, extreme events



## INTRODUÇÃO

Os extremos climáticos são cada vez mais frequentes e suas consequências afetam diretamente a vida cotidiana, principalmente danos ambiental e sócioeconômico. O município do Rio de Janeiro (MRJ) possui registros frequentes de eventos extremos de chuvas que causam transtornos diretos a sua população (Marques et al.; 2001; Dereczynski et. al., 2017). Fatores climáticos não são agentes exclusivos de tais transtornos, afinal o MRJ também é conhecido por sua topografia complexa, com três maciços (dois costeiros e um no interior do continente), e elevada taxa de ocupação demográfica em áreas de encostas com risco de deslizamento. Um recente estudo (IBGE, 2018) divulgou que 7% da população carioca reside em áreas de risco. O MRJ concentra a 2ª maior população do país superior a 6,3 milhões de habitantes, segundo o censo de 2010 (IBGE, 2010).

Diversos estudos observacionais foram realizados no Rio de Janeiro (André et al., 2008; Dereczynski et. al., 2009; Oliveira Júnior et al., 2014; Sobral et al.; 2018), principalmente no MRJ com a finalidade de caracterizar o comportamento, zonas homogêneas e a variabilidade da chuva.

Fenômenos acoplados oceano-atmosfera vem sendo tópico de diversos estudos ao redor do mundo (Sun et al., 2015) e frequentemente são relacionados aos extremos de chuva como é o caso do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) (Marcuzzo et al.; 2013). Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência do modo de variabilidade climática ENOS na escala intrasazonal da chuva no município do Rio de Janeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

Parte da região Sudeste do Brasil, o MRJ possui área territorial superior a 1,2 mil km<sup>2</sup> (IBGE, 2017) e se localiza entre os paralelos 22°45'05''S e 23°04'10''S e os meridianos 43°06' 30''O e 43° 47' 40''O, é delimitado ao norte pelo Maciço de Gericinó-Mendanha, ao sul pelo Oceano Atlântico, a leste pela Baía de Guanabara e a oeste pela Baía de Sepetiba.

As análises foram realizadas a partir de uma série pluviométrica mensal (mm) distribuídos entre 30 estações telemétricas situadas dentro dos limites do MRJ (8 na Zona Sul, 10 na Zona Norte, 11 na Zona Oeste e 1 na região Central - Figura 1) e disponibilizados via Sistema Alerta Rio (<http://alertario.rio.rj.gov.br/acumulados-mensais>), para um período de 21 anos (1997 a 2017).

A caracterização dos períodos sob influência das fases quente (El Niño), fria (La Niña) ou Neutro se faz a partir do Índice Oceânico de Niño (*Oceanic Niño Index – ONI*) que é obtido da variação anormal da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Oceano Pacífico Equatorial e disponibilizado pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) ([http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)).

Dentre as estações com dados pluviométricos, 27% registraram falhas em sua série temporal. A partir disso foi realizado uma análise de agrupamento (AA) pelo método hierárquico aglomerativo de Ward que busca minimizar o quadrado da distância euclidiana (equação 1) às médias dos grupos (Uele et al., 2017).

$$D_e = \left[ \sum_{k=1}^n (P_{ik} - P_{jk})^2 \right]^{0,5} \quad (1)$$

Onde  $D_e$  é a distância euclidiana, e  $P_{ik}$  e  $P_{jk}$  são as variáveis quantitativas  $k$  dos indivíduos  $i$  e  $j$ , respectivamente.

O preenchimento das falhas existentes se deu por modelos matemáticos empíricos de Regressão Linear Múltipla (MRLM) (equação 2) usando estações com padrões homogêneos identificadas na AA.

$$P_f = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i P_i \quad (2)$$

Onde  $P_f$  é o valor estimado da chuva (mm),  $a_0$  a  $a_i$  são coeficientes de ajuste do modelo linear, e  $P_i$  é o valor da chuva (mm) das estações vizinhas similares.

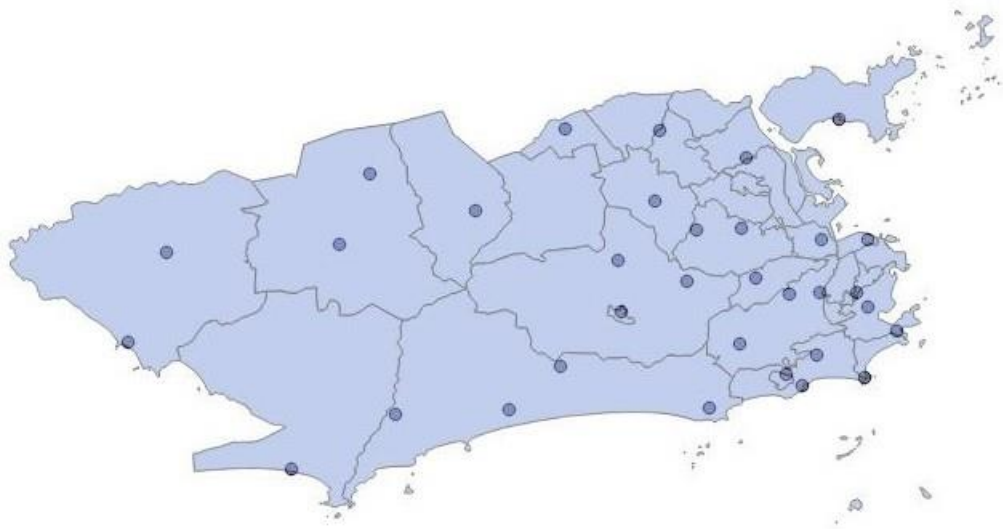


Figura 1. Localização espacial das estações telemétricas do Sistema Alerta Rio

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizar a AA identificou-se cinco grupos de estações com chuvas mensais homogêneas (G1, G2, G3, G4, G5) e uma estação não foi agrupada (NDg), a estação Rocinha. Dentre os grupos formados, apenas as estações do G2 não apresentaram falhas a serem preenchidas.

O preenchimento das falhas dos dados de precipitação se fez através da aplicação do MRLM dentro dos grupos identificados na AA, com exceção do G6, por ser formado por três estações que apresentaram falhas, com isso aplicou-se o MRLM entre G6 e o grupamento similar composto por G1, G3 e NDg.

Com a série temporal devidamente preenchida pode-se observar o comportamento anual da chuva para o MRJ (Figura 2), sendo assim constatou-se que o mês mais seco é Agosto, com média de 40,4 mm. Enquanto os meses mais chuvosos são Janeiro com 168 mm, Dezembro com registro de 148 mm e Março com 136 mm. O mês de Fevereiro, que apesar de estar no período da estação chuvosa, apresenta índice pouco abaixo da chuva média acumulada para o período de estudo.

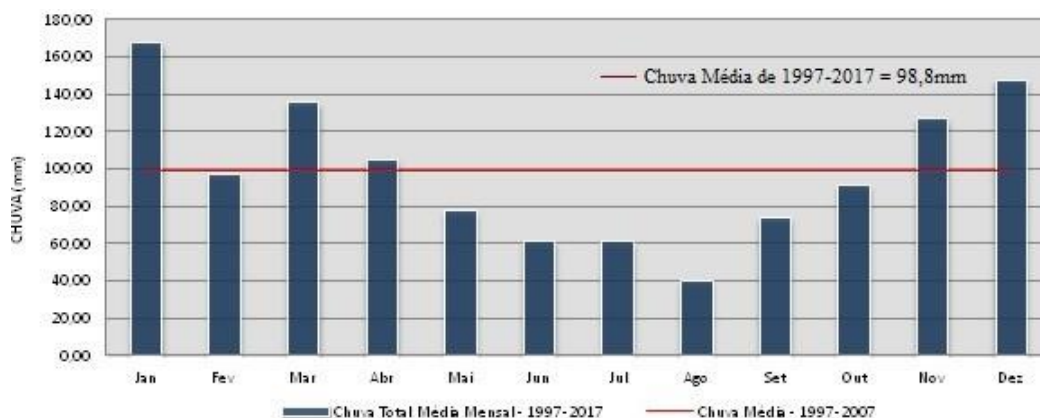


Figura 2. Chuva Média Acumulada Mensal (mm) do MRJ para o período de 1997-2017

Ao observar o comportamento da precipitação nas estações telemétricas que compõe o estudo verifica-se que as maiores médias da série temporal correspondem às estações localizadas ao entorno da floresta da Tijuca, como Rocinha (139 mm), Barra/Itanhangá (127,6 mm) e Tijuca (123,8 mm), enquanto as estações na Zona Norte, como Irajá (82,7 mm), São Cristóvão (81,9 mm) e Penha (74,6 mm) apresentam as menores médias da série temporal.

Considerando a representatividade das estações acima citadas, traçaram-se curvas da chuva média anual para identificar os valores máximos e mínimos (Figura 3). Portanto, Barra/Itanhangá (217,5 mm) e Tijuca (216,7 mm) apresentaram máximos no ano de 1998 e Rocinha (211,2 mm) em 2015. Os mínimos foram identificados em São Cristóvão (42,9 mm) no ano de 2014, Penha (53,1 mm) e Irajá (60,1 mm) em 1997.

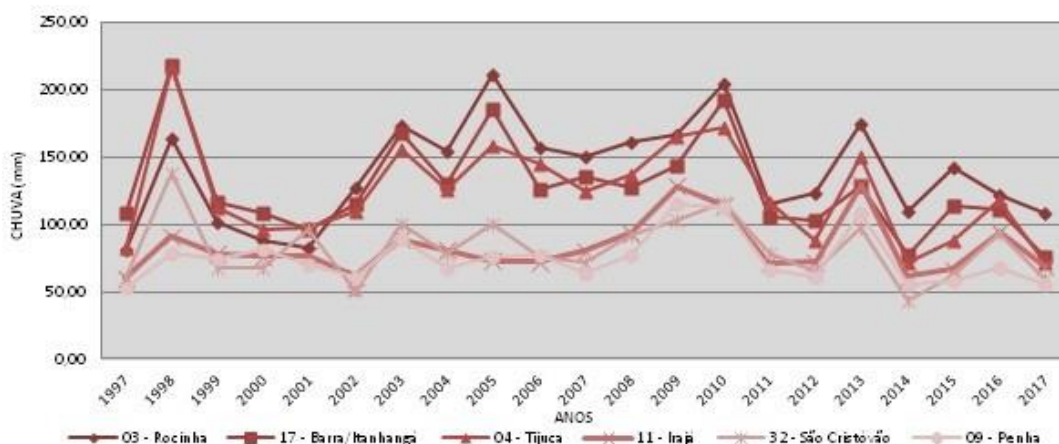


Figura 3. Chuva Média Anual (mm) das estações com médias temporais máximas e mínimas

Ao relacionar a média mensal da chuva com a variação anormal da TSM no Pacífico Equatorial, o ONI, observa-se que há uma tendência sutil do aumento da precipitação pluviométrica durante a ocorrência dos episódios dos ENOS, sendo que de menor intensidade durante a La Niña (-0,5 a -2,0°C), e de maior intensidade na ocorrência do El Niño (0,5 a 2,6°C) (Figura 4).

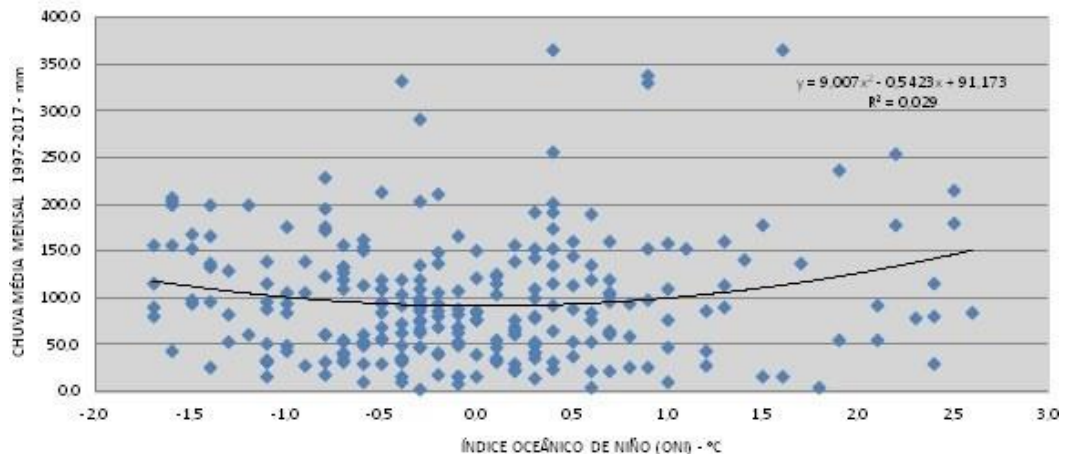


Figura 4. Dispersão da Precipitação Média Mensal em relação ao Índice Oceânico Niño de 1997-2017

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise de agrupamento identificaram-se estatisticamente cinco grupos de chuva homogêneas (G1, G2, G3, G4, G5) e uma estação não apresentou característica homogênea em termo de variação da chuva (NDg).

Foram definidos os coeficientes de regressão ótimo para preenchimento das falhas de precipitação nos dados de série temporal das estações que compõe o Sistema Alerta Rio que servirá como referência para continuação de trabalhos futuros.

Averigou que os eventos extremos de El Niño e La Niña apresentaram baixa relação com os regimes de chuva anual do município. Deve-se ainda realizar uma análise mais detalhada na escala sazonal e de forma espacial dentro do município do Rio de Janeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

André RGB, Marques VS, Pinheiro FMA, Ferraudo AS. Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. *Revista Brasileira de Meteorologia* 2008; 23(4): 501-509.

Dereczynski CP, Oliveira JS, Machado CO. Climatologia da Precipitação no Município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia* 2009; 24 (1): 24-38.

Dereczynski CP, Calado RN, Barros AB. Chuvas Extremas no Município do Rio de Janeiro: Histórico a partir do século XIX. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ* 2017; 40 (2): 17-30.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População em Áreas de Risco no Brasil. Rio de Janeiro, 2018.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Dados. Cidades. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>. Acesso em: 05.set. 2018.

Marcuzzo FFN, Romero V. Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Meteorologia* 2013; 28(4): 429-440.

Marques, V.S.; Cardoso, D.; Pinheiro, F.M.A. & Moreira, J.C., 2001.: Análise de temporais intensos no Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 16(2): 145-156.

Oliveira Júnior JF, Delgado RC, Gois G, Lannes A, Dias FO, Souza JC et al. Análise da Precipitação e sua Relação com Sistemas Meteorológicos em Seropédica, Rio de Janeiro. *Floresta e Ambiente* 2014; 21(2): 140-149.

Sobral B.S., Oliveira Júnior J.F, Gois G, Terassi P.M.B., Muniz Júnior J.G.R. Variabilidade Espaço- Temporal e Interanual da Chuva no Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Climatologia* 2018; 22(5): 281-308.

Sun X, Renard B, Thyer M, Westra S, Lang M. A global analysis of asymmetric effect of ENSO on extreme precipitation. *Journal of Hydrology* 2015. 51-65.

Uele D. I., Lyra G. B., Oliveira Júnior J. F. Variabilidade Especial e Intranual das Chuvas na Região Sul de Moçambique, Áfria Austral. *Revista Brasileira de Meteorologia*; v.32, p473-484, 2017.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE INCÊNDIOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Renato Brito Neves da Silva<sup>1</sup>, Cristiane Nunes Francisco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biólogo, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF

<sup>2</sup> Geógrafa, PhD em Geociências; professora do departamento de Geociências - UFF

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Os incêndios florestais é fenômeno que pode ocorrer naturalmente ou por influência antrópica, esse fenômeno possui a capacidade de se propagar por grandes extensões territoriais e para se realizar uma investigação sobre incêndios florestais os quais devemos considerar o conceito de (WHITEMAN, 2000), que aponta os três componentes no ambiente que promovem o incêndio: o combustível, a topografia e o clima.

O presente estudo buscou realizar a análise espaço-temporal dos focos de incêndio no Estado do Rio de Janeiro com dados observados dos focos de incêndios registrados através do sensor Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) presente no satélite Suomi National Polar-orbiting Partnership (NPP-SUOMI). Para isso, o estudo baseou-se na série histórica de 2012 à 2017, pois a partir de 2012 deu-se início as operações do satélite NPP-SUOMI, visto que o satélite AQUA (MODIS) futuramente deixará de operar devido a sua vida útil.

No período analisado, a distribuição espacial varia por ano e ao longo de quadrimestres. No que tange a quantidade de focos, o estudo revelou que ao longo da série histórica, os anos de 2014 e 2017 foram os anos mais críticos, pois apresentaram maiores quantidades de focos.

**Palavras-chave:** NPP-SUOMI; VIIRS; Incêndios florestais; INPE

## **ANALYSIS OF SPATIAL DISTRIBUTION OF FIRE IN RIO DE JANEIRO STATE**

### **Abstract**

Forest fires are a phenomenon that can occur naturally or through anthropic influence, this phenomenon has the capacity to propagate through large territorial extensions and to carry out an investigation on forest fires, which should consider the concept of (WHITEMAN, 2000), which points the three components in the environment that promote the fire: fuel, topography and climate.

The present study aimed to perform the spatiotemporal analysis of the fire sources in the State of Rio de Janeiro with data from the fires recorded through the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) in the Suomi National Polar-orbiting Partnership (NPP) -SUOMI). For this, the study was based on the historical series from 2012 to 2017, since from 2012 the operations of the NPP-SUOMI satellite began, since the AQUA (MODIS) satellite will no longer operate due to its useful life .

In the analyzed period, the spatial distribution varies per year and over four-month periods. Regarding the number of outbreaks, the study revealed that throughout the historical series, the years of 2014 and 2017 were the most critical

years, since they presented larger amounts of focus.

**Keywords:** Suomi National Polar-orbiting Partnership (NPP-SUOMI); Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) ; wildfire; INPE

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a preocupação ambiental está aumentando, sobretudo com relação incêndios florestais. Os incêndios florestais é fenômeno que pode ocorrer naturalmente ou por influência antrópica possui a capacidade de se propagar por grandes extensões territoriais, como os grandes incêndios que ocorrem em Portugal (Verde&Zezere, 2010), Grécia (European Commission, 2011; 2016), e no estado da Califórnia, EUA (Syphard, 2007;2008). Em se tratando de Brasil há estudos que investigam os incêndios no bioma cerrado (Franke et al, 2018), porém no caso do Estado do Rio de Janeiro há poucos estudos que tratem do assunto e que possa traçar um perfil das suas condicionantes (Santos, 2018).

Para se realizar uma investigação sobre incêndios florestais devemos considerar o conceito de (WHITEMAN, 2000), que aponta os três componentes no ambiente que promovem o incêndio: o combustível, a topografia e o clima. Os três componentes interagindo entre si determinam o comportamento do fogo. A característica de cada variável influencia diretamente a inflamabilidade do combustível, a taxa e a quantidade de liberação de calor durante a queima do combustível e a propagação do fogo.

Batista & Soares (2003) complementam e definem os incêndios florestais como sendo uma combustão sem controle que se propaga consumindo os combustíveis naturais de uma floresta, tendo como principal característica o fato de propagar-se livremente, respondendo apenas às variações do ambiente e às influências derivadas dos combustíveis vegetais, do clima e da topografia.

Dito isso, observa-se que os incêndios estão estreitamente relacionados com condicionantes ambientais, porém há o fator antrópico que, apesar de não ser considerado nessas definições, é amplamente abordado em manuais e guias que discorrem sobre combate à incêndios (IBAMA 2009 ; ICMBIO, 2010).

Neste sentido, o presente estudo buscou realizar a análise espaço-temporal dos focos de incêndio no Estado do Rio de Janeiro com dados observados dos focos de incêndios registrados através do sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) presente no satélite *Suomi National Polar-orbiting Partnership* (NPP-SUOMI).

## MATERIAL E MÉTODOS

Para compreender a ocorrência dos focos de incêndios no Estado do Rio de Janeiro (RJ) a luz de uma análise espaço-temporal, utilizamos os dados disponibilizados no portal do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os dados integram o Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas), e esses dados divulgados pelo INPE coincidem com o conjunto de focos da NASA e da Universidade de Maryland (UMD) dos EUA denominada "Collection 5"(INPE, 2018).

Desse modo, foram coletados dados históricos (1998 à 2017) em formato *shapefile* dos focos de incêndios do Estado do RJ, sendo que essa série histórica foi exportada em formato “.csv” para visualização no excel (ver tabela 1), e com o auxílio da ferramenta tabela dinâmica foram gerados gráficos para auxiliar na tomada de decisão (ver gráficos 1 e 2).

No que tange a análise espacial, o software empregado foi o QGis versão 2.18 e nele utilizamos a base cartográfica do RJ elaborada pelo Projeto-RIO (CPRM, 2001). Nesse caso definiu-se usar o



mapa dividido em mesoregiões administrativas, para isso, os municípios foram dissolvidos resultando em 8 mesoregiões.

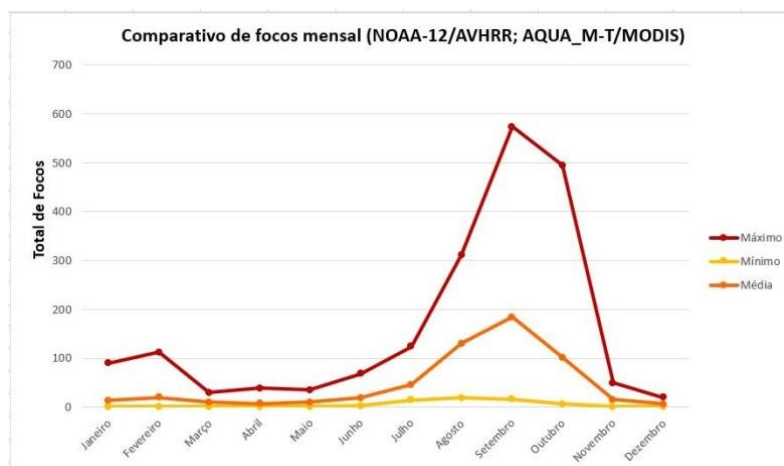
Após essa etapa os focos anuais foram filtrados e apenas selecionados os registros do satélite “NPP\_375”. Já para contabilizar os focos nas mesoregiões foi aplicado o algoritmo “count points in polygon”. Na etapa seguinte realizamos uma classificação de acordo com o número de focos presente em cada mesoregião.

Nesse trabalho a avaliação temporal baseou-se na série histórica de 2012 à 2017, pois a partir de 2012 deu-se início as operações do satélite NPP-SUOMI e visto que o satélite AQUA futuramente deixará de operar devido a sua vida útil, e futuramente o NPP-SUOMI passará a ser o satélite referência. Além disso o NPP-SUOMI (sensor VIIRS) tem a capacidade de detectar aproximadamente 10 vezes mais focos que o AQUA (sensor MODIS), visto que a resolução espacial do sensor é de 375 metros (INPE, 2018).

Agora em relação à sazonalidade, optou-se por um recorte por quadrimestral: julho a outubro; novembro a fevereiro; e de março a junho. E a opção por uma análise quadrimestral ocorreu devido ao padrão da distribuição da ocorrência de incêndios ao longo do ano (gráfico 1).

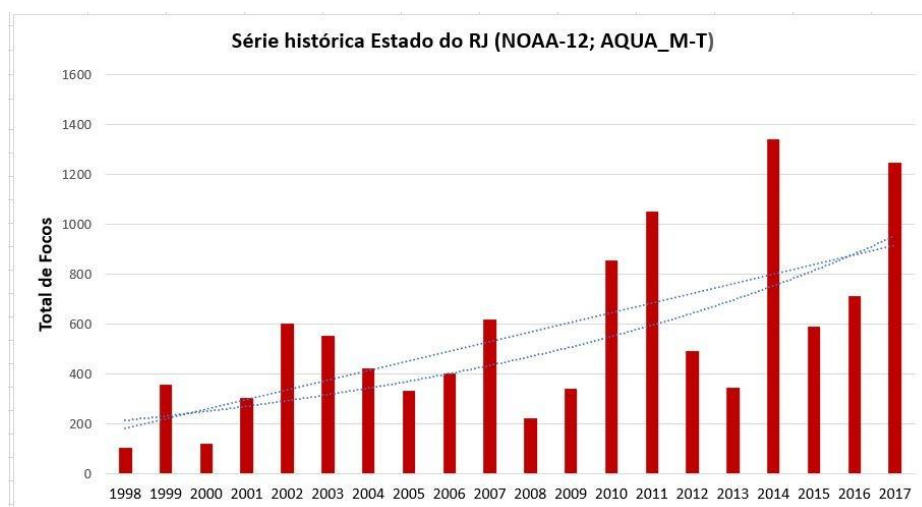
Sat/Sensor (ref. INPE)	Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total	
NOAA-12 / AVHRR (final da tarde)	1998	-	-	-	-	-	3	21	21	44	6	6	1	102	
	1999	-	-	-	1	7	8	14	88	192	30	16	-	356	
	01/06/1998 até 19/06/2002	-	1	-	2	5	14	22	34	16	25	2	-	121	
NOAA-12 / AQUA_M-T	2001	-	3	-	2	4	13	57	127	60	33	4	2	305	
	2002	-	1	1	7	3	13	17	183	45	312	11	8	601	
	2003	-	9	23	11	1	13	42	191	166	81	5	9	551	
	2004	1	8	4	3	-	19	22	74	205	26	49	9	420	
	2005	4	4	7	1	11	16	20	98	44	115	9	2	331	
	2006	12	6	8	8	4	19	54	79	197	12	1	-	400	
	2007	-	14	27	9	2	3	15	188	222	137	1	-	618	
	2008	1	2	2	1	-	4	14	19	132	42	-	6	223	
	AQUA_M-T / MODIS (início da tarde)	2009	3	3	5	1	35	29	52	86	84	15	25	1	339
		2010	9	67	3	3	6	7	51	311	343	30	17	7	854
08/07/2002 até hoje		2011	5	27	3	2	6	26	111	240	503	110	16	1050	
2012		8	7	11	4	9	4	42	63	164	159	9	11	491	
2013		7	10	4	2	7	12	46	69	108	44	26	8	343	
2014		26	112	30	14	14	43	47	192	315	494	34	20	1341	
2015		90	31	16	16	16	21	68	148	81	92	5	6	590	
2016		4	14	6	39	23	33	124	233	187	25	19	5	712	
2017		15	34	10	12	16	68	70	164	573	238	43	5	1248	
2018		6	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Máximo	90	112	30	39	35	68	124	311	573	494	49	20	1341		
Média	8	16	7	6	8	17	43	124	175	96	14	4	573		
Mínimo	1	1	1	1	1	3	14	19	16	6	1	1	121		
Média Calculada	13,6	19,6	9,7	7,3	9,9	18,4	45,5	130,4	184,1	101,3	15,7	6,3			

\*Tabela 1: tabela do INPE adaptada; série histórica dos focos e os seus respectivos satélites referência.



\*Gráfico 1: Comparativo dos focos com os meses do ano.





\*Gráfico 2: Série histórica dos focos de 1998 até 2017, com linhas de tendência linear e exponencial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho propôs realizar a análise espaço-temporal dos focos de incêndio no Estado do Rio de Janeiro a partir de dados observados dos focos de incêndios registrados através do sensor *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) presente no satélite *Suomi National Polar-orbiting Partnership* (NPP-SUOMI).

E como resultado dessa avaliação, vimos que teríamos um recorte temporal de 2012 a 2017 para a analisar a distribuição espacial, já que o NPP-SUOMI (VIIRS) apresenta uma quantidade maior de focos em relação ao AQUA (MODIS). Essa relação entre o NPP-SUOMI e o satélite referência do INPE (AQUA – MODIS) fica evidenciado através da tabela 2, ao longo desse período os registros dos focos do NPP-SUOMI foram de 502,8 % a 798,3 % maiores que o AQUA. Além disso, o NPP-SUOMI representa de 73,7 % a 88,6 % do total de focos registrados de todos os satélites da base do INPE.

Base essa que possui 31 satélites (sendo eles de órbita polar ou geostacionário), e que contém diferentes satélites referência (tabela 1). Considera-se como satélite referência aquele cujo dados diários de focos detectados são utilizados para compor a série temporal ao longo dos anos e assim permitir a análise de tendências nos números de focos para mesmas regiões e entre regiões em período de interesse (INPE, 2018). Por exemplo, a tabela 1 indica que de 1998 até 2002 o satélite NOAA-12 foi utilizado como referência, e de 2002 até hoje o INPE emprega o satélite AQUA (sensor MODIS) como o referência.

No que tange a elaboração dos mapas, foram gerados mais resultados, por exemplo, o mapa 1 demonstra o registro dos focos do NPP-SUOMI de 2012 a 2017. Pode-se observar pelo mapa que os anos de 2012, 2013, 2016 apresentam semelhanças, ou seja, foram os anos que apresentaram menor incidência de focos para o período analisado. Esses três anos tiveram de 2738 a 3820 focos no ano (tabela 2), sendo que as áreas mais afetadas foram as regiões Norte Fluminense com 831 a 945 e a Metropolitana com 736 a 982 focos, no mapa 1 a legenda desse range de focos está inserido em duas classes: de 500 a 750 e de 750 a 1000 focos.

O fato das regiões Norte Fluminense e Metropolitana apresentarem mais ocorrência de incêndios não é exclusivo dos anos 2012, 2013 e 2016, esse padrão é observado em todos os anos (exceto 2014), até mesmo para o ano de 2015 que foi um ano que se apresentou como intermediário em relação ao total de focos, visto (tabela 2) que teve 4401 focos.

Em 2014 e 2017 foram os anos que apresentaram os valores mais extremos (tabela 2), ou seja, foram atípicos em relação à série histórica. Em 2014 houve um total de 8785 focos e em 2017 um total de 7383, porém a sua distribuição espacial difere (mapa 1). Pode-se observar no mapa que em 2014 a distribuição estava mais concentrada nas regiões: Metropolitana, Centro Sul Fluminense, Médio Paraíba, Norte Fluminense e principalmente na Serra onde houve a maior incidência.

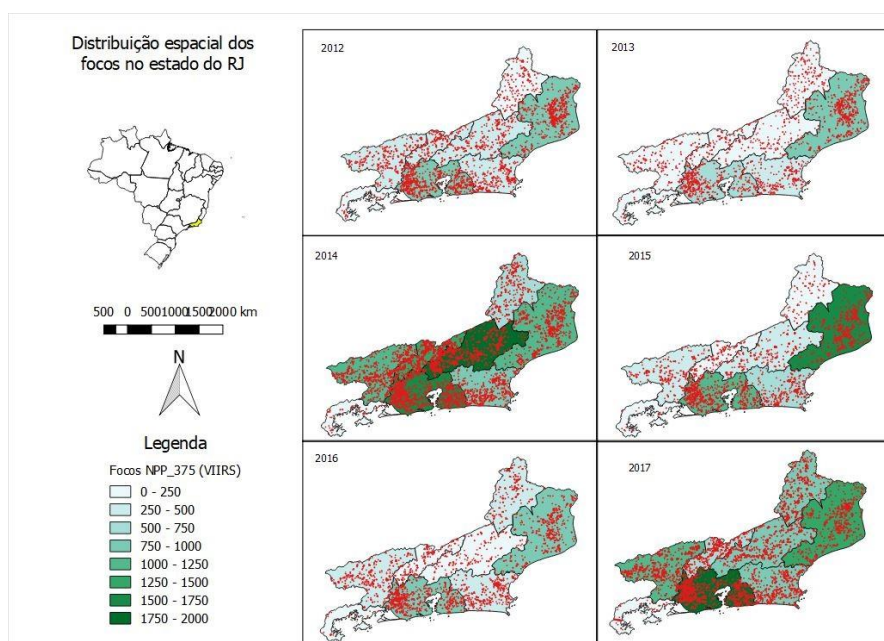
Já em 2017 a distribuição transcorreu de uma forma mais uniforme que em 2014 (mapa 1), ressalvado a região Metropolitana que teve uma concentração maior de focos (1760 focos), cabe ressaltar que as regiões Norte Fluminense e o Médio Paraíba também tiveram uma quantidade expressiva de focos. Como o ano de 2014 foi o mais extremo (gráfico 2 ; tabela 2), utilizamos esse ano para fazer a análise sazonal em quadrimestres (mapa 2). Então observamos o período de novembro de 2013 a fevereiro de 2014, de março a junho de 2014, julho a outubro de 2014, e novembro de 2014 a fevereiro de 2015, completando assim 4 quadrimestres.

E olhando para o mapa 2 vemos os quadrimestres de novembro de 2013 a fevereiro de 2014, de março a junho de 2014, e novembro de 2014 a fevereiro de 2015, são parecidos e apresentam quantidades menores de focos em comparação com o período de julho a outubro de 2014. Fica claro no mapa 2 (ver gráfico 1 e 2 também) que esse período de julho a outubro se apresenta como sendo o mais crítico do ano de 2014 e de toda a série histórica analisada.

Esse quadrimestre em específico afetou mais as regiões Serra, Centro Sul Fluminense e o Médio Paraíba. Cabe lembrar que é nesse período, de julho a outubro, onde há maiores registros de focos, coincide com o período de baixa pluviosidade (Clemente, 2017).

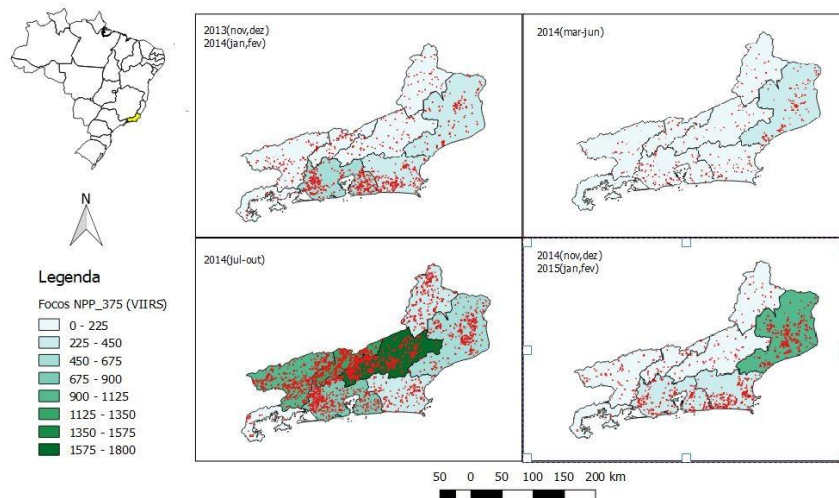
\*Tabela 2: Comparativo dos focos dos satélites NPP-SUOMI (VIIRS) e AQUA (MODIS).

Ano	Focos por satélite			Focos(%)	
	AQUA_M-T	NPP_375	Todos	NPP_375 / AQUA_M_T	NPP_375 / Todos
2012	491	3820	4311	778,0	88,6
2013	343	2738	3233	798,3	84,7
2014	1341	8785	11834	655,1	74,2
2015	590	4401	5645	745,9	78,0
2016	712	3580	5093	502,8	70,3
2017	1248	7383	10024	591,6	73,7



\*Mapa 1: Focos registrados pelo NPP-SUOMI (VIIRS) de 2012 a 2017

#### Distribuição espacial dos focos em quadrimestres



\*Mapa2: Focos do período mais crítico distribuídos em quadrimestres no ano de 2014

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo ficou evidenciado que no período analisado de 2012 a 2017, a distribuição espacial varia por ano e ao longo de quadrimestres. No que tange a quantidade de focos, o estudo revelou que ao longo da série histórica, os anos de 2014 e 2017 foram os anos mais críticos, pois apresentaram maiores quantidades de focos.

Porém esses anos se diferem no que tange a distribuição espacial, 2014 teve uma concentração de focos maior nas regiões Metropolitana, Centro Sul Fluminense, Médio Paraíba, Norte Fluminense e principalmente na Serrana onde houve a maior incidência. Enquanto que no ano de 2017 a distribuição espacial dos focos foi mais uniforme, apresentando uma concentração maior apenas nas regiões Norte Fluminense e Médio Paraíba.

A análise sazonal em quadrimestres revelou que o período mais crítico são os meses de julho a outubro, meses esses que coincidem com a época do ano que chove menos. Portanto faz-se necessário o aprofundamento dos estudos da ocorrência de incêndios e conseqüentemente a sua distribuição espacial no Estado do Rio de Janeiro, sobre tudo o que concerne as condicionantes ambientais (topográficas, climatológicas, combustibilidade) e antrópicas (uso e ocupação do solo).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Clemente et. al. 2017. Focos de Calor na Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 32, n. 4, 669-677, 2017

European Commission. 2011. Forest Fires in Europe 2010. *JRC Scientific and Technical Reports*, Report nr. 11. EUR 24910 EN, Italy.

European Commission. 2017 Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2016. JRC Science for policy report. EUR 28707 EN, Italy

Franke et al. 2018 Fuel load mapping in the Brazilian Cerrado in support of integrated fire management. *Remote Sensing of Environment* 217 (2018) 221-232

IBAMA,2008. Manual de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais;

ICMBIO, 2010. Manual para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios

Florestais;

INPE - 2018 (<http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>)

Santos et al. 2018. Wildfires as a major challenge for natural regeneration in Atlantic Forest. *Science of the Total Environment* 650 (2018) 809-821;

Syphard et. al. 2007. Human Influence on California Fire Regimes. *Ecological Applications*, 17(5), 2007, pp. 1388–1402 2007 by the *Ecological Society of America*.

Syphard et. al. 2008. et. Predicting spatial patterns of fire on a southern California landscape. *International Journal of Wildland Fire*, 17, 602–613.

Verde & Zezere. 2010 Assessment and validation of wildfire susceptibility and hazard in Portugal *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10, 485–497.

Whiteman, 2000. Mountain Meteorology Fundamentals and applications. New York. Oxford University Press.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ALGORITMO PARA DETECÇÃO DE MANCHAS DE ÓLEO NO MAR UTILIZANDO IMAGENS RGB**

Ndamoule Ezechiel Kouaoh<sup>1</sup>, Ivanovich Lache Salcedo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando da engenharia de produção, EMINES UM6P, Marrocos

<sup>2</sup> Departamento de Eng. Agrícola e ambiental, UFF, Niteroi-RJ

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

De acordo com as possibilidades reais oferecidas pelo desenvolvimento das técnicas de “machine learning” e o desejo da UFF em trabalhar com sensores de baixo custo com alto desempenho e impactos efetivos, apresentamos algoritmo para detectar automaticamente o vazamento de óleo com imagens RGB capturadas por uma câmera padrão. O algoritmo consiste em duas partes principais. Primeiramente, ele é iniciado por um estado de pré-processamento para aprimorar os detalhes úteis na imagem, corrigir desvios naturais e extrair regiões de interesse (RDI). Em seguida, uma segunda parte classifica os diferentes padrões entre o derramamento de óleo e as imagens “limpas”. Para esse segundo passo, o objetivo é ter o menor número de falsos negativos e a melhor precisão na detecção de manchas de óleo. Este artigo apresenta o estado de avanço no desenvolvimento desta solução, como resultado, foi obtida uma taxa de detecção de 71%, com menos de 1% de falsos positivos.

**Palavras-chave:** Detecção de manchas de óleo, Machine learning, Processamento de imagens, Baixo custo, Meio Ambiente

## **OIL SPILL DETECTION ALGORITHM WITH RGB IMAGES**

### **Abstract**

According to the actual possibilities offered by the development of machine learning and the desire here at UFF to work on low cost sensors with high performance and effective impacts, we present algorithm to automatically detect oil spill with RGB image caught by a standard camera. The algorithm consists of two main part. It first starts by a preprocessing state to enhance usefulls details in the image, correct natural biases, and extract regions of interest (ROI), then a second part classifies the differents patterns between oil spill, look alike and “clean” images. For that second the aim is to have the lowest number of false negative detection and the best accuracy on the oil spills dectetion. This article introduced the state of advancement in the development of this solution with many interesting approaches in image processing. As a result, the algorithm detects oil spill 71% of the times with less than 1% of false positives.

**Keywords:** Oil spill detection, Machine learning, Image processing, Low cost, Environment

### **INTRODUÇÃO**

Vazamentos de petróleo estão entre as piores catástrofes que podem acontecer no oceano. Este evento destrói os ecossistemas locais e contamina animais e vegetais [1]. Considerando-se a grande quantidade de petróleo produzida e transportada por navios ou oleodutos em todo o

oceano, torna-se importante desenvolver tecnologias para prevenir e detectar derrames de petróleo. Com este tipo de ferramentas será possível tomar ações de controle e/ou mitigação de danos com o intuito de conter as consequências causadas pelo acidente.

Atualmente existe uma grande quantidade de sistemas de monitoramento de derramamento de óleo, entre eles, temos métodos de longa distância baseados em satélite, métodos para distâncias intermediárias como os utilizados em aviões, assim como radares de curta distância instalados em navios e plataformas de petróleo. Para cada um desses sistemas, diferentes tipos de sensores podem ser usados, entre os mais conhecidos se encontra o SAR (Radar de Abertura Sintética), imagens hiperespectrais, sensores infravermelhos e ultra-som [2].

Para os sistemas baseados em satélites, a resolução espacial e o período de amostragem permitem a detecção quase exclusivamente de grandes vazamentos, consequentemente esses sistemas perdem a oportunidade de mitigar os impactos do acidente, em paralelo as nuvens são um desafio para sensores espectrais, impedindo em alguns cenários a detecção de vazamentos. Da mesma forma, para os sistemas de médio e curto alcance, o grande desafio é a detecção de falsos positivos causados pelas algas marinhas e a poluição. Adicionalmente, todos estes sistemas têm um custo relativamente elevado o que em alguns dos casos limita a sua aplicação.

Consequentemente, foi escolhida a abordagem de monitoramento de pequenas áreas de risco em torno das instalações de interesse (Plataformas de Petróleo, Portos). Para atingir esse objetivo, foi utilizado como base a ideia de uma câmera implementada num veículo aéreo não tripulado (VANT). O sensor é uma câmera RGB padrão, como as instaladas em smartphones modernos. Para a detecção de forma automática, será apresentado o algoritmo desenvolvido e as ferramentas de código aberto necessárias para replicar os resultados aqui apresentados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para atingir o objetivo de construir um sensor preciso e de baixo custo para o monitoramento de derramamento de óleo, foi desenvolvido um algoritmo de processamento de imagens usando Python.

O primeiro passo foi a seleção de uma série de imagens contendo derrames de óleo e outras sem derrames de óleo. O processo começa com pré-processamento para remover informações desnecessárias como o fundo, os ruídos, a distorção de imagem e destacar detalhes interessantes como saturação de cores de contornos. O objetivo deste processo é preparar os dados de imagem capturados para a segunda parte do algoritmo que consiste em um programa de aprendizado de máquina. Para atingir este objetivo foi utilizada a biblioteca Opencv. Opencv é uma biblioteca open source de Python distribuída sob a licença GNU GPL. Essa biblioteca é combinada com a biblioteca para uso de álgebra numpy, assim como as bibliotecas scipy e matplotlib.

Foram selecionadas 30 imagens do oceano poluído pelo petróleo e 30 imagens com o mar limpo, criando desta forma dois grupos de imagens. O processo segue 5 etapas principais: Desemfoque, Subdividir imagens, coletar características, aprendizado de máquinas e teste. O fluxograma apresentado na Figura 1 mostra o processo em detalhe.

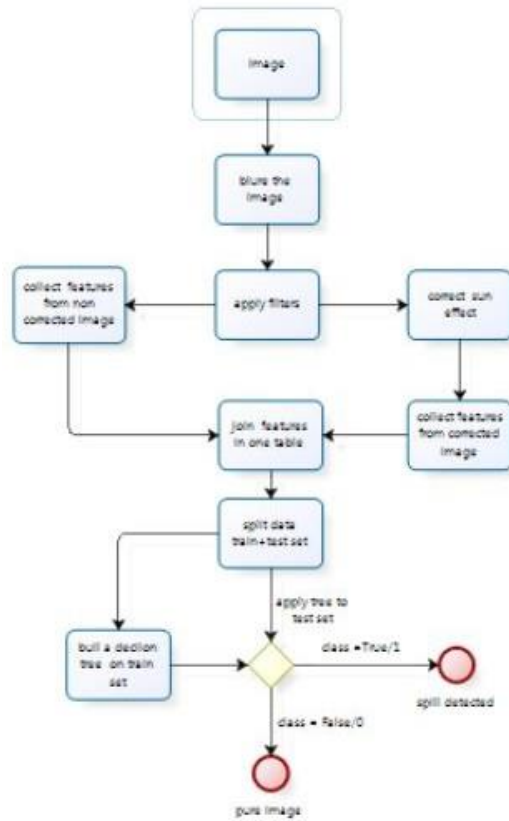


Figura 1: Fluxograma utilizado para a detecção automática de manchas de óleo

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados testes com as 60 imagens descritas na seção anterior. Para iniciar o processo de detecção foi realizado como primeiro passo o desfoque das imagens com um kernel de 5 x 5 pixels. O objetivo é remover os ruídos de todas as imagens. Neste passo o algoritmo aplica uma matriz de convolução à imagem desejada [3].

Após este passo, foi aplicado um filtro bilateral, cuja particularidade é realçar as bordas dos diferentes padrões. Este algoritmo consiste em convoluir a imagem selecionada com uma função gaussiana de proximidade espacial e de intensidade centrada no pixel de interesse. Isso permite impor tanto a localização geométrica quanto a fotométrica [4]. Este passo é descrito na seguinte equação:

$$h(X) = k^{-1}(X) \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(\xi) c(\xi - X) s(f(\xi) - f(X)) d\xi$$

$$k(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} c(\xi - X) s(f(\xi) - f(X)) d\xi$$

$$c(\xi - X) = \exp^{-\frac{1}{2} \left( \frac{d(\xi - X)}{\sigma_d} \right)^2}$$

$$s(f(\xi) - f(X)) = \exp^{-\frac{1}{2} \left( \frac{d(f(\xi) - f(X))}{\sigma_f} \right)^2}$$

$$d(a - b) = \|a - b\|_2$$

Onde  $h(X)$  é o valor resultante do pixel,  $f$  é uma função que fornece o valor de cada pixel,  $\xi$  a variável de integração executando toda a imagem,  $s$  é função gaussiana de luminosidade,  $c$  é função gaussiana espacial e  $d$  é a distância euclidiana entre os pixels avaliados.



Em seguida, são criadas duas versões da imagem atual, uma onde são coletados a média e desvio padrão de cada canal da imagem (azul, verde e vermelho). Na segunda versão é normalizada a variação de brilho corrigindo o padrão solar e, em seguida, são definidos o desvio padrão de cada canal de imagem.

O mesmo processo é repetido para todas as imagens de treinamento, os resultados são coletados posteriormente em uma tabela. Em seguida, foi dividido o conjunto de dados gerado em um conjunto de teste e validação. O passo seguinte foi a construção de uma árvore de decisão usando a biblioteca sklearn e os conjuntos de dados criados. O último passo é aplicar essa árvore no conjunto de validação para calcular a precisão da árvore sobre uma imagem que não participou do treinamento.

Nas Figuras 2, 3, 4 e 5 são apresentados os resultados dos processamentos de cada etapa.



Figura 2: Passo 0. Imagens originais (Mar com óleo e mar limpo)



Figura 3: Passo 1. Desenfoque (Mar com óleo e mar limpo)



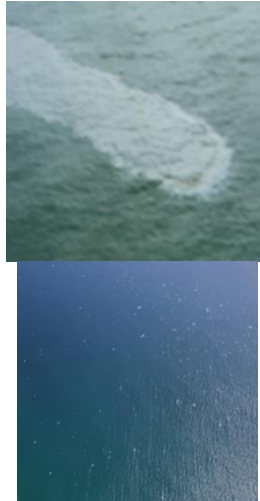


Figura 4: Passo 2 Filtragem (Mar com óleo e mar limpo)

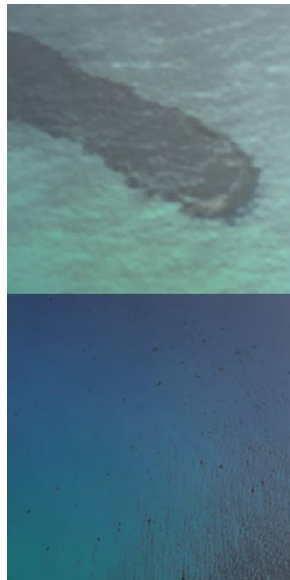


Figura 5: Passo 3. Correção de luz (Mar com óleo e mar limpo)

As diferentes características são: Médias e desvios padrão de cada canal da imagem normal e de cada imagem corrigida, estas informações geram 12 características únicas de cada imagem. Adicionalmente, é informado o tipo de imagem (0 para água limpa e 1 para uma imagem contendo derramamento de óleo). Esta característica é a variável de entrada para a árvore de decisão. A Tabela 1 contém uma amostra das características escolhidas para duas imagens.

**Tabela 1:** Coleção de características

normal image						corrected image						image type
mean B	mean G	mean R	std B	std G	std R	mean B	mean G	mean R	std B	std G	std R	
124,83	98,07	63,13	24,39	18,25	26,55	119,55	93,88	57,01	09,05	09,99	13,98	00,00
148,67	149,48	124,48	35,60	30,95	35,16	139,64	142,16	114,77	20,58	24,68	15,74	1,00

### Testes

Para executar os testes, foram coletadas imagens utilizando o google image. Foram separadas um conjunto de 30 imagens limpas e 30 com vazamento de óleo. Em seguida, foi utilizado o algoritmo aqui proposto e foram coletadas as 12 características das 60 imagens.

A seguinte etapa foi dividir o conjunto de dados entre 30 imagens para treinamento e 30 imagens para validação. Finalmente foi executado o algoritmo de árvore de decisão (modelo CART), usando a biblioteca sklearn distribuída sob licença BSD por scikit-learn [5]. Para o treinamento da árvore de decisão foi utilizado unicamente o conjunto de treinamento.

Depois de construir a árvore de decisão com o conjunto de treinamento e aplicá-la ao conjunto de testes, obtemos 71% de predição acertada com apenas um falso negativo.

### **Limitações do método**

A principal propriedade do algoritmo aqui proposto é a detecção de manchas de óleo baseado na variação da cor dentro da imagem, por causa disso, o algoritmo não é robusto quando utilizado em imagens com poluição na superfície do oceano ou com imagens com muitos contrastes, nestas situações o algoritmo pode levar a uma falsa predição. Essa questão é relativa à abordagem baseada em cores que foi escolhido para este trabalho. Uma solução possível a ser estudada em trabalhos futuros é a fixação de parâmetros do algoritmo com valores locais de detecção, esta alternativa permitirá criar uma terceira classe de imagens, fortalecendo a inferência criada pela árvore de decisão.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho é uma primeira abordagem no desenvolvimento da solução final, contudo, os resultados preliminares ajudaram a ter uma visão sobre o aspecto desafiador do problema. Para abordagem proposta, pode-se afirmar que em melhores condições de iluminação, o algoritmo desenvolvido seria mais eficiente, especialmente se utilizado junto de sistemas de reconhecimento de padrões. Nesta área, os autores consideram interessante trabalhar com outras técnicas de aprendizado de máquinas (redes neurais, decisões de lógica difusa) para verificar se a taxa de detecção de 71% pode ser melhorada.

Adicionalmente, uma parte desafiadora do desenvolvimento da solução é a coleta de dados. Uma possibilidade é coletar dados de um vídeo do campo utilizando VANTs, para depois aplicar o algoritmo proposto e utilizar a ajuda de um operador para identificar em algumas poucas imagens se existe presença de óleo. Esta abordagem permitiria inserir na árvore de decisão informações atuais da área analisada

Em paralelo, uma abordagem poderia ampliar o tamanho das amostras (5x5 pixels) para ter um melhor gerenciamento de armazenamento. De forma complementar, poderia ser desenvolvida uma solução de mapeamento da superfície de interesse com o VANT, fazendo um treinamento em tempo real.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Lamendella, R; Strutt S; Borglin S; Chakraborty R; Tas N; Mason O; Hultman J; Prestat E; Hazen; Jansson J; Assessment of the Deepwater Horizon oil spill impact on Gulf coast microbial communities. *Frontiers in Microbiology* V 5, 2014.

Fingas, M; Brown, C. A review of Oil Spill Remote sensing. *Sensors*. Vol 18. 2017.

Collins R, Introduction to computer vision - Lecture Notes. Penn State University, 2008.

Tomasi, C; Manduchi, R. Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Computer Vision, Bombay, India. 1988.

Pedregosa, F et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python, *JMLR* 12, pp. 2825-2830, 2011.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ANÁLISE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS NO COLÉGIO ESTADUAL AGRÍCOLA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - CEIA BARÃO DE LANGSDORFF**

Hellen Rigo Fabricio<sup>1</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>2</sup>, Daniel Henrique Nogueira Dias<sup>3</sup>, Daiane Cecchin<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Eletricista, mestranda em Engenharia de Biosistemas-UFF, Niterói- RJ

<sup>2</sup> Pós-Doutorado em Engenharia Agrícola, Professor na Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói-RJ

<sup>3</sup> Dr. em Engenharia Elétrica, Professor na Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói-RJ

<sup>4</sup> Dra em Engenharia Agrícola, Professora na Pós-graduação em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O presente estudo objetivou analisar a viabilidade econômico-financeira de implantação de um novo sistema de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética em uma Instituição de Ensino Agrícola no estado do Rio de Janeiro. Para a análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica, foram analisados o *payback* descontado, o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o valor anual uniforme equivalente. Os resultados demonstram que o projeto da implantação de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética é viável para o período analisado, considerando os dados projetados.

**Palavras-chave:** Energia Solar; Microgeração Fotovoltaica; Viabilidade Econômica.

## **ECONOMIC ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF PHOTOVOLTAIC PANELS AT THE AGRICULTURAL COLLEGE OF THE STATE OF RIO DE JANEIRO- CEIA BARÃO DE LANGSDORFF**

### **Abstract**

The present study aimed to analyze the financial viability of implementing a new photovoltaic solar energy system as an alternative to reduce costs and energy in an Agricultural Education Institution in the state of Rio de Janeiro. The process, was carried out the evaluation of the implementation of a new solar system. For the analysis of the economic-financial viability of solar photovoltaic energy, the discounted payback, photovoltaic solar energy, yield was recovered, net present value, internal rate of return and uniform average valuation, were considered. The results showed that the project to deploy photovoltaic solar energy as an alternative to reduce costs and energy is viable for the analyzed period, considering the projected data.

**Keywords:** Solar Energy; Photovoltaic Microgeneration; Economic Viability.

### **INTRODUÇÃO**

A utilização dos recursos energéticos de forma mais eficiente e a preocupação com a os impactos

no meio ambiente está cada vez mais latente e presente nas propostas de expansão da capacidade energética do Brasil. Fontes não renováveis, como as termelétricas, são as principais fontes de energia na maioria dos países desenvolvidos (ANATER et al., 2016), além das principais contribuintes para o efeito estufa, aquecimento global e catástrofes climáticas (FALLEIRO, ANDRADE, GASTALDINI, 2016).

A implantação da tecnologia fotovoltaica em larga escala apresenta vantagens competitivas decorrentes de uma produção mais limpa, configurando uma estratégia econômica, ambiental e técnica (SANTOS & GARCÍA, 2018; NISHIMOTO & VARAJÃO, 2018).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi analisar a viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética em uma Instituição de Ensino Agrícola no estado do Rio de Janeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Instituição de Ensino Agrícola no Estado do Rio de Janeiro, CEIA Barão de Langsdorff, localizada na cidade de Magé, RJ.

As informações referentes ao estudo de caso foram obtidas diretamente na Instituição de Ensino agrícola em análise, por meio de entrevistas não estruturadas no período de agosto a setembro de 2018. Foram obtidas as contas de energia elétrica (junho de 2017 a agosto de 2018) para a obtenção do perfil de carga da Instituição de Ensino.

Posteriormente foi feita a análise da estrutura de painéis fotovoltaicos já presente na Instituição (mensuração dos danos e equipamentos necessários para restabelecer o funcionamento do sistema). Também foram orçados os custos de implantação de um sistema fotovoltaico novo, adequado à realidade atual da Instituição.

Foram efetuados os cálculos referentes ao investimento necessário para instalação do sistema proposto, com base em estudos e orçamentos de equipamentos fundamentais (GOMES, PINTO, FIALHO, 2017). Para a definição da tarifa de energia elétrica, foi considerado o custo atualmente pago à distribuidora de energia pela Instituição analisada (ANEEL, 2018). Para a análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica foram analisados o *payback* descontado, o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o valor anual uniforme equivalente, de forma similar ao proposto no estudo de Gomes, Pinto e Fialho (2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados analisados provenientes de pesquisas de mercado realizadas no Portal Solar, para suprir a Escola agrícola o sistema novo proposto requer os investimentos descritos no Quadro 01. Segundo os estudos de Rüther (2017) para a manutenção do sistema é impreterível a troca dos inversores a cada 10 anos. A substituição dos mesmos corresponde a 20% do custo total de instalação e é realizada duas vezes durante o período de vida útil médio do sistema, de 20 anos.

Quadro 1: Investimentos ao Sistema Novo Proposto

Potencia Instalada	23,82 kWp
Área Mínima	192m <sup>2</sup>
Potência dos Paineis	330W
Quantidade de Paineis	72
Produção Anual de Energia	31344 kWp/ano
Custo Médio Total	R\$ 100.403,52
Custo de Manutenção (20 anos)	R\$ 40.161,41

Fonte: Portal Solar

Ao considerar o custo médio do kWh de R\$ 0,89 e a possibilidade de geração média mensal do

sistema proposto de 2612 kWh é possível economizar anualmente R\$ 27.896,16, ou seja, mensalmente R\$ 2.324,68, conforme pode ser visualizado no Quadro 2.

Quadro 2: Fluxo de Caixa Projetado- Sistema Novo

Ano	Investimento	Economia na Fatura de Energia Elétrica	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Payback Descontado
0	-R\$ 140.564,93		-R\$ 140.564,93	-R\$ 140.564,93	-R\$ 140.564,93
1		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 25.360,15	-R\$ 115.204,78
2		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 23.054,68	-R\$ 92.150,10
3		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 20.958,80	-R\$ 71.191,31
4		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 19.053,45	-R\$ 52.137,85
5		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 17.321,32	-R\$ 34.816,53
6		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 15.746,66	-R\$ 19.069,88
7		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 14.315,14	-R\$ 4.754,74
8		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 13.013,76	R\$ 8.259,03
9		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 11.830,70	R\$ 20.089,72
10		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 10.755,18	R\$ 30.844,90
11		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 9.777,43	R\$ 40.622,33
12		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 8.888,58	R\$ 49.510,91
13		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 8.080,52	R\$ 57.591,43
14		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 7.345,93	R\$ 64.937,36
15		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 6.678,12	R\$ 71.615,48
16		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 6.071,02	R\$ 77.686,50
17		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 5.519,11	R\$ 83.205,61
18		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 5.017,37	R\$ 88.222,98
19		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 4.561,25	R\$ 92.784,22
20		R\$ 27.896,16	R\$ 27.896,16	R\$ 4.146,59	R\$ 96.930,81

Fonte: Dados da Pesquisa

O cálculo do *payback* descontado considera uma TMA de 10% ao ano, como utilizado no estudo de Dassi et al (2015), desta forma, são necessários 7,5 anos para recuperar o investimento inicial proposto de R\$ 140.564,93. Nota-se ainda, no Quadro 2, que o valor presente líquido-VPL ao final do vigésimo ano será de R\$ 96.930,81, a taxa interna de retorno-TIR de 19% e o valor anual uniforme equivalente-VAUE de R\$ 339,07. Ao observar, ainda no Quadro 2, apenas a economia acumulada durante um período de 6 anos (R\$ 27.896,16 x 6), é possível identificar um valor total de R\$167.376,96, ou seja, já é R\$ 26.812,03 superior ao custo total da instalação do sistema de geração solar. Portanto, a partir de, aproximadamente, 5,5 anos o sistema já estará totalmente pago e gerando uma economia anual de R\$ 27.896,16. Desta maneira, é possível concluir que, para uma TMA de 10% ao ano, o projeto de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética é viável para o período analisado, considerando os dados projetados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética é viável para implantação do sistemas , para o período analisado, considerando os dados projetados.

Conclui-se que, benefícios inestimáveis ao meio ambiente serão conferidos com o emprego da energia solar fotovoltaica, além da redução dos custos e da comprovada viabilidade econômico financeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anater, M. J. N. et al. Reduction of greenhouse gases by carbon credit projects in the brazilian energy sector. *Holos*, v. 1, p. 310–326, 2016.

- Dassi, J. A. *et al.* Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. *Congresso Brasileiro de Custos*, v. 1, n. 1, p.1-15, 2015.
- Dazcal, R.G.; Junior, A.G. de M. Estudo da implementação de um sistema de energia solar fotovoltaica Em Um Edifício da Universidade Presbiteriana Mackenzie. *Revista Mackenzie*, v. 1, n. 1, p. 1–13, 2016.
- Falleiro, A.D.M.; Andrade, J.C.S.; Gastaldini, M.D.C.C. Projetos de Energia Renovável no Âmbito Do MDL - O Caso do Brasil. *Revista Metropolitana De Sustentabilidade*, v. 6, n. 55, p. 43-58, 2016.
- Geglio, K.V.; Estudo da viabilidade para implantação de energia solar fotovoltaica para iluminação pública. *Conic Semesp*, v. 16, n.11, p. 1–11, 2016.
- Gomes, A.L.C.; Pinto, A.P.S.; Fialho, J.R.S. Avaliação Económica de um Sistema de Produção Fotovoltaico para Autoconsumo. *FRONTEIRAS: journal of social, technological and environmental science*, v. 6, n. 3, p. 83–98, 2017.
- Mariano, J.D.A.; Santos, F.; Urbanetz, J. Hydro, thermal and photovoltaic power plants: A comparison between electric power generation, environmental impacts and CO2 emissions in the Brazilian scenario. *International Journal of Energy and Environment*, v. 7, n. 4, p. 347–356, 2016.
- Nishimoto, E.; Varajão, G.F.D.C. Energia solar fotovoltaica em meios de hospedagem no ~~Bal~~ nicho de mercado ou tendência à massificação? *Revista de Cultura e Turismo*, v. 12, n. 1, p. 148– 168, 2018
- Rüther, R. Subsídios ao aprimoramento das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída, estabelecidas pela Resolução Normativa no 482/2012. *Universidade Federal de Santa Catarina*, v. 1, n. 1, p. 1–27, 2018.
- Santos, J. D.; Alonso-García, M. Projection of the photovoltaic waste in Spain until 2050. *Journal of Cleaner Production*, v. 196, p. 1613–1628, 2018.



## 4º WORKSHOP DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## O CLIMA DE CABO FRIO: UM NÚCLEO SEMIÁRIDO EM PLENO TROPICAL ÚMIDO

Fabiano Amancio Nascimento<sup>1</sup>, Nathalie Grigório<sup>2</sup>, Miguel dos Santos Ballero<sup>3</sup>, Gustavo Bastos Lyra<sup>4</sup>, Fábio Freitas Ferreira<sup>5</sup>, Marcelo de Oliveira Temperine<sup>6</sup>, Rodrigo dos Santos Borges<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura plena em Geografia, Mestrando em Engenharia de Biosistemas pela UFF, Niterói, Rio de Janeiro, E-mail: geoximbiu@gmail.com

<sup>2</sup> Licenciatura plena em Matemática, Mestrando em Engenharia de Biosistemas pela UFF, Niterói, Rio de Janeiro, E-mail: nathalie\_grigorio@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Licenciatura plena em Geografia Mestrando em Engenharia de Biosistemas pela UFF, Niterói, Rio de Janeiro, E-mail: miguelballero@outlook.com

<sup>4</sup> Meteorologista, Prof. Associado, Departamento de Ciências Ambientais, IF/UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, E-mail: gblyra@gmail.com

<sup>5</sup> Doutor em Modelagem Computacional, Professor Associado do Departamento de Ciências da Natureza (RCN) Instituto de Humanidade e Saúde (IHS) UFF, Rio das Ostras, Rio de Janeiro, E-mail: fabiofreitasferreira@id.uff.br

<sup>6</sup> Licenciatura plena em Matemática, Mestrando em Engenharia de Biosistemas pela UFF, Niterói, Rio de Janeiro, E-mail: marcelotemperini@id.uff.br

<sup>7</sup> Licenciatura plena em Geografia, Mestre em Geografia pela UERJ, Professor do IFRJ- Campus Engenheiro Paulo de Frontin, Engenheiro Paulo de Frontin, Rio de Janeiro, E-mail: rodrigo.borges@ifrj.edu.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0

06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O trabalho a seguir retrata a região climática de Cabo Frio como uma área singular no estado do Rio de Janeiro, pois a região apresenta clima semiárido, resultado das baixas precipitações. Com a finalidade de comprovar tais aspectos, foram levantados dados climatológicos entre 1961-1990 a partir da estação meteorológica de Cabo Frio administrada pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Em seguida, esses dados foram tratados na planilha eletrônica para a elaboração do balanço climatológico, onde identificou-se o tipo climático da região em questão. Considerou-se ainda, a influência do fenômeno da ressurgência nos níveis de precipitação da região.

**Palavras-chave:** Ressurgência, Balanço Hídrico e Estação Meteorológica.

## THE CABO FRIO CLIMATE: A SEMIARID NUCLEUS IN THE HUMID TROPICAL PLENUM

### Abstract

The following work portrays the climatic region of Cabo Frio as a singular area in the state of Rio de Janeiro, because the region presents semi-arid climate, a result of low rainfall. In order to prove these aspects, climatological data were collected between 1961-1990 from the meteorological station of Cabo Frio administered by the National Institute of Meteorology. Then, these data were processed in the electronic worksheet for the preparation of the climatological balance, where the climatic type of the region in question was identified. It was also considered, the influence of the phenomenon of the resurgence in the levels of precipitation of the region.

**Keywords:** Resurgence, Water Balance and Meteorological Station.



## INTRODUÇÃO

O município de Cabo Frio está localizado no estado do Rio de Janeiro e possui visibilidade nacional, principalmente, devido a prática do turismo de balneário, que atrai grande fluxo de pessoas de várias partes do Brasil e do mundo. Assim como diversas outras atividades econômicas, o turismo, dependente diretamente das condições climáticas, e, se tratando de uma área de balneário, tais condições tornam-se ainda mais relevantes. A área de análise do presente estudo é distinta do restante do estado no que diz respeito as condições climáticas e paisagísticas, pois em um estado como o Rio de Janeiro, que ocorre o predomínio do clima tropical úmido é uma verdadeira contradição o tipo climático observado na região de Cabo Frio, que se apresenta como “clima semiárido” (COE, 2007; BARBIERI, 2011). A região trata-se de um verdadeiro “enclave climático”, onde tal particularidade influencia nas condições geológicas e ecológicas, que condiciona a presença de formações vegetais diversas e grande quantidade de espécies endêmicas e raras (COE).

Como forma de busca e constatação de tais peculiaridades no clima de Cabo Frio, foi realizada uma caracterização do clima local, a partir do método do balanço hídrico climatológico proposto por THORNTHWAITE e MATHER (1955).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) situada na região climática de Cabo Frio, para a obtenção de dados e fins diagnósticos. Para atingir esse objetivo, foi necessário o levantamento das normais climatológicas do Brasil com recorte para o estado do Rio de Janeiro e em particular, a região climática de Cabo Frio, no período de 1961- 1990.

De posse desses dados climatológicos, elaborou-se o Balanço Hídrico do modelo de Thornthwaite e Mather que a partir dos valores anuais, foi determinado o índice hídrico (Ih), que é a relação em percentual entre o excesso de água e a evapotranspiração potencial, o índice de aridez (Ia), que expressa em percentagem a relação entre a deficiência hídrica e a evapotranspiração potencial e o índice de umidade, que relaciona os índices hídricos e de aridez. Com base nestes índices, determinou-se o tipo climático local e a disponibilidade de água no solo. A partir disso, os dados foram tratados em planilha Excel, elaborada por Sentelhas *et al.* (1999) e assim foi determinado o tipo climático da região, de acordo com a classificação proposta por Thornthwaite e Mather. Após essa etapa, os gráficos foram elaborados com a finalidade de estabelecer a análise dos dados coletados e tratados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados nas estações meteorológicas do INMET e a elaboração do balanço climatológico de Thornthwaite e Mather, foi possível identificar o tipo de clima de Cabo Frio a partir da classificação proposta por Thornthwaite e Mather.

Segundo os resultados do balanço climático de Thornthwaite e Mather, Cabo Frio, possui clima semiárido (D d A' a'- megatérmico), aspecto que individualiza a região climática em questão. Este aspecto é comprovado com a leitura e interpretação dos gráficos, Figura 1.



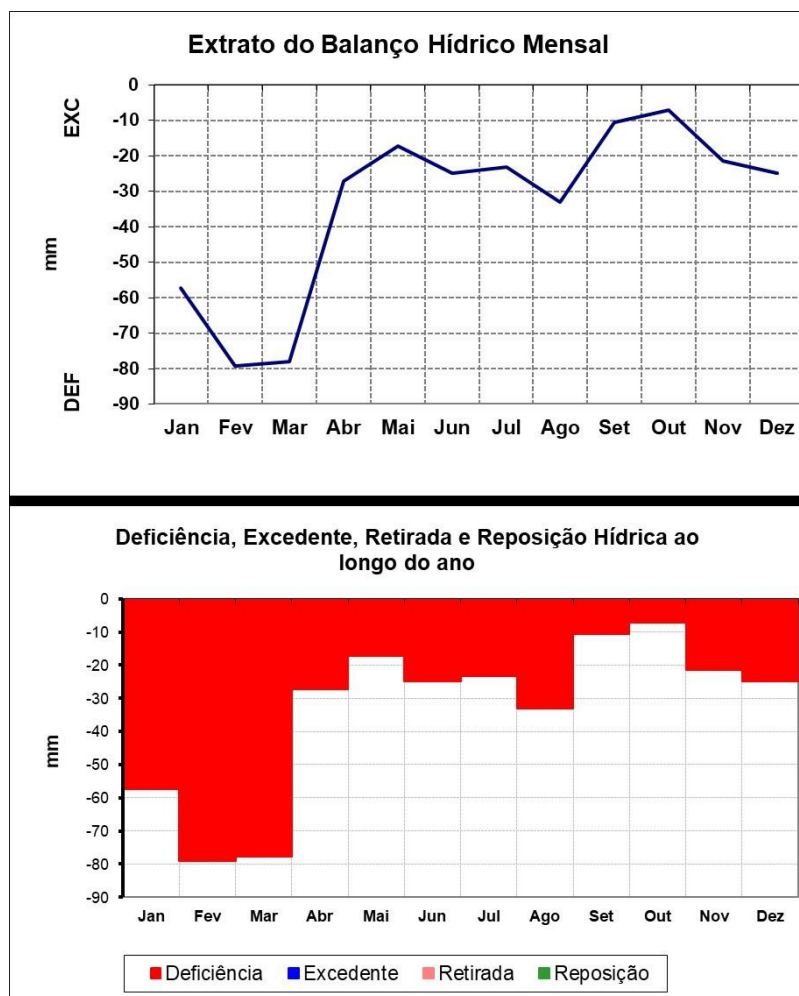


Figura 1: Extrato do balanço hídrico mensal da região climática de Cabo Frio (RJ)

Como verificado nas imagens da Figura 1, referente a região climática de Cabo Frio, ao longo do período, ocorreu deficiência hídrica, devido ao balanço climático negativo, maior evapotranspiração em relação a menor precipitação pluvial.

Os baixos índices de precipitação pluvial da região climática de Cabo Frio recebe a influencia de vários fatores, onde destaca-se no presente estudo, a interferência da presença intermitente de águas costeiras frias, fenômeno conhecido como ressurgência. O efeito desse fenômeno impacta de forma drástica a diminuição da taxa de evaporação do mar e da umidade em deslocamento para o continente, com conseqüente queda da precipitação pluvial e a formação de um microclima semiárido com baixas precipitações (ANDRADE *et al*, 2015).

A condição climática mais seca, determina um panorama vegetacional peculiar em termos de cobertura vegetal no estado do Rio de Janeiro, ou seja, as formações vegetais da região em análise, são bem diferentes dos aspectos das florestas de encostas que em geral, cobrem uma parte significativa do estado do Rio de Janeiro (COE). Percebe-se então, que as condições paisagísticas da área, como no caso de sua cobertura vegetal, são influenciadas diretamente pelas condições climáticas, desenvolvendo na região, como ressalta Coe, uma formação vegetal xeromórfica e endêmica.

Por se tratar de uma pesquisa ainda em andamento, esses dados ainda serão analisados de maneira mais profunda e confrontados com dados mais recentes, vários tem sido os fatores que podem influenciar na variabilidade do clima ou até mesmo em mudanças estruturais que venham promover a sua mudança. Contudo, tais aprofundamentos serão realizados futuramente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região climática de Cabo Frio é de fato uma situação singular no estado do Rio de Janeiro, pois apresenta clima semiárido, o que leva essa região, a destoar do restante do estado e apresentar uma formação vegetal diferente.

Tendo em vista a ocorrência de florestas úmidas de Mata Atlântica em boa parte do Rio de Janeiro e a vegetação xeromórfica na área de análise do presente estudo, conclui-se, que ao longo dos anos, a vegetação local adaptou-se as condições de climáticas predominantes na região e desenvolveu-se com esse aspecto peculiar de sua formação com a presença de várias espécies endêmicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, H.A.De A; Gianini, P.C.F.; Rodrigues, F.C.G.; Pereira,C.S.; Guedes,C.C.F.; Souza, L.N.P.; Mineli, T.D. 2015. Evolução Sedimentar e cronologia da Barreira Costeira Quaternária de Maçambaba: A influência de ventos e rumos opostos e seu possível significado paleoclimático. In: XV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário- ABEQUA, 2015, Imbé-Tramandaí, RS. Anais do XV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário-ABEQUA, 2015: 272-273.
- Coe, H. H., de Carvalho, C. N., de Souza, L. O., & SOARES, A. Peculiaridades Ecológicas Da Região De Cabo Frio. Revista Tamoios, Julho/ Dezembro-Ano IV, nº. 2, 2007. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/626> Acesso em: 14/08/2018.
- Barbière, E. Flutuações Climáticas em Cabo Frio. Revista do Departamento de Geografia, v. 11, p. 95-112, 2 nov. 2011.Disponível em: <https://doi.org/10.7154/RDG.1997.0011.0008> Acesso em: 14/08/2018.
- Rolim, G.S.; Sentelhas, P.C.; Barbieri, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, p.133-137, 1998.
- Sentelhas, P. C., Pereira, A. R., Marin, F. R., Angelocci, L. R., Alfonsi, R. R., Caramori, P. H., & Swart, S. Bhrasil: balanços hídricos climatológicos de 500 localidades brasileiras. Piracicaba: ESALQ/USP, 1999.
- Thornthwaite, C. W. & Mather, J. R. The water balance. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Inst. of Technology, 1955. 104p.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.P6EB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA ESTIMADA EM ESCALA HORÁRIA E DIÁRIA USANDO O SOFTWARE SCILAB**

Nathalie Grigorio da Costa<sup>1</sup>, Gustavo Bastos Lyra<sup>2</sup>, Fábio Freitas Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia de Biosistemas pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, nathaliegriogorio@id.uff.br

<sup>2</sup> Meteorologista, Prof. Adjunto, Departamento de Ciências Ambientais, IF/UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, gblyra@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Modelagem Computacional, Professor Adjunto do Departamento de Ciências da Natureza (RCN) Instituto de Humanidade e Saúde (IHS) Universidade Federal Fluminense (UFF), Rio das Ostras, Rio de Janeiro, fabiofreitasferreira@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A água é um dos mais importantes recursos naturais, com influência no bem-estar da humanidade. Sua maior utilização ocorre no setor agrícola, e conseqüentemente, seu maior desperdício. A evapotranspiração é um dos fatores que interfere diretamente na determinação do balanço de água no solo. Sua estimativa contribui com a identificação de variações temporais, permite melhor aplicação dos recursos hídricos na irrigação, entre outros. Inúmeros são os modelos de estimativa da evapotranspiração, entre eles o mais recomendado é o proposto por Penman-Monteith parametrizado no boletim da FAO-56, para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>). O objetivo desse trabalho é avaliar ET<sub>0</sub> em escalas horária e diária, em Piracicaba-SP, por meio da implementação do modelo de Penman-Monteith FAO-56 no software Scilab em relação as medidas de ET<sub>0</sub> em um lisímetro de pesagem, afim de contribuir com o desenvolvimento e melhor produtividade das práticas agrícolas da região. Foram desenvolvidos códigos que estimaram a ET<sub>0</sub> em escala horária e diária, o que permite a observação de seu comportamento ao longo dos períodos. Para validar os resultados estimados, se utilizou os coeficientes estatísticos regressão linear e coeficiente de determinação, em comparação aos dados observados.

**Palavras-chave:** Penman-Monteith, Dados Meteorológicos, Piracicaba

## **EVAPOTRANSPIRATION OF ESTIMATED REFERENCE ON TIME AND DAILY SCALE USING SCILAB SOFTWARE**

### **Abstract**

Water is one of the most important natural resources, influencing the well-being of humanity. Its greater utilization occurs in the agricultural sector, and consequently, its greater waste. Evapotranspiration is one of the factors that directly interfere in the determination of soil water balance. Its estimation contributes to the identification of temporal variations, allows better application of water resources in irrigation, among others. There are a number of models for evapotranspiration estimation, among them the most recommended is the one proposed by Penman-Monteith parameterized in the FAO-56 bulletin for the estimation of reference evapotranspiration (ET<sub>0</sub>). The objective of this work is to evaluate ET<sub>0</sub> at hourly and daily scales in Piracicaba-SP, by implementing the Penman-Monteith FAO-56 model in Scilab software in relation to ET<sub>0</sub> measurements in a weighing lysimeter, in order to contribute with the development and better productivity of agricultural practices in the region. Codes were developed that estimated the ET<sub>0</sub> on an hourly and daily scale, allowing the observation of its behavior over the periods. To validate the estimated results, we used the statistical coefficients linear regression and coefficient of determination, in comparison to the data observed.

**Keywords:** Penman-Monteith, Meteorological Data, Piracicaba

## INTRODUÇÃO

A água é um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento da vida no planeta, porém sua escassez vêm aumentando nos últimos anos, devido ao crescimento da população mundial e o uso inadequado deste recurso, segundo dados da Organização para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization of the United Nations* – FAO), principalmente no agricultura. A realização de balanços hídricos agrícolas permite a determinação da entrada e a saída de água no solo, sendo a segunda representada, principalmente pela evapotranspiração (ET).

A evapotranspiração é o resultado da ocorrência simultânea, de fatores físicos (evaporação) e biológicos (transpiração). Ocorre pela transferência de água para a atmosfera através da evaporação da água do solo e de vegetação úmida, e pela transpiração das plantas, influenciada por parâmetros climáticos, fatores da cultura e a gestão de condições ambientais.

Dentre os parâmetros climáticos que mais interferem na ET temos: radiação solar, temperatura e umidade do ar e velocidade do vento. Estes apresentam componentes específicas, que podem ser determinadas por meio, tanto de processos empíricos, que podem se revelar custosos e/ou demorados, quanto por modelos matemáticos.

Estimativas precisas da ET são essenciais para identificar as variações temporais sobre a necessidade de irrigação, melhorar a alocação dos recursos hídricos e avaliar o efeito do uso da terra e as mudanças na gestão do balanço hídrico (ORTEGA-FARIAS et al., 2009).

Existem vários métodos para estimar a evapotranspiração. Sendo que, para o desenvolvimento desta pesquisa, será aplicado o método de Penman-Monteith (PM), por esse ser padrão para estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) e proporcionar estimativas satisfatórias em diversas condições climáticas (SMITH et al., 1991). Ele apresenta melhor desempenho (precisão e exatidão) quando aplicado na escala horária e depois integrado os valores para obter a ET<sub>0</sub> diária (JENSEN et al., 1990). O boletim FAO-56 apresenta parametrização da ET<sub>0</sub> na escala horária e diária (ALLEN et al., 1998).

Assim, o objetivo do trabalho foi implementar o modelo PM, usando o software Scilab, para estimar a ET<sub>0</sub> em diferentes escalas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A solução numérica das equações foi realizada no Scilab, que é um ambiente de programação dedicado a resolução de problemas científicos e de engenharia.

São vários os elementos meteorológicos que interferem na ET<sub>0</sub>, eles atuam de forma conjunta, o que compromete a precisão da sua estimativa, mesmo que a medida ocorra em áreas de condições de solo e climas semelhantes (ALENCAR et al., 2015). Dados referentes a estes elementos, foram coletados no período de 01 a 10/11/17 por uma estação automática localizada em Piracicaba, SP (22°65' S, 42°42' W e 19 m acima do nível do mar), com sensores a uma altura de 2 m acima do solo. Assim como dados de um lisímetro de pesagem que mediu a ET<sub>0</sub> diária para efetuar a comparação entre a ET<sub>0</sub> simulada com a observada.

Foram utilizados modelos matemáticos para a estimativa de diversos fatores que contribuem com a estimativa da ET<sub>0</sub>. Dentre eles temos aradiação solar, principal responsável por todos os fenômenos atmosféricos e de processos físicos, químicos e biológicos.

Para o cálculo da ET<sub>0</sub> utilizou-se o modelo de Penman-Monteith (FAO-56), expressa por

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{A}{T_m + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}, \quad (1)$$

em que,  $\Delta$  é a declividade da curva de pressão de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>);  $R_n$  é o saldo de radiação à superfície (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>);  $G$  é a densidade do fluxo de calor do solo (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>);  $\gamma$  é o coeficiente psicrométrico (kPa °C<sup>-1</sup>);  $T_m$  é a temperatura do ar diária a 2 m de altura (°C);  $u_2$  é a velocidade do vento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>). O termo  $A$  é usado para converter as escalas de tempo, no caso da diária é igual a 900 e na horária 37.

As equações referentes aos parâmetros do modelo, em ambos os casos, precisaram ser implementadas no software, e são apresentadas em ALLEN et al. (1998).

Na avaliação de precisão dos dados da ET<sub>0</sub> estimada pela eq. (1) para a escala diária, foram calculados a regressão linear ( $y = bx$ ) e o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) entre os dados estimados e os dados observados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode ser observado na Figura 1a o comportamento de ET<sub>0</sub> ao longo do dia 5 de novembro de 2017, no período entre 06:00 e 17:00 h. Pode-se verificar que ela varia de aproximadamente 0,05 a 0,7 mm, com os maiores totais por volta das 13:00 h. Na Figura 1b tem-se o comportamento do saldo de radiação ( $R_n$ ), para o mesmo período, com variação entre 0,1 a 2,6 MJ m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> e maior índice por volta do meio dia.

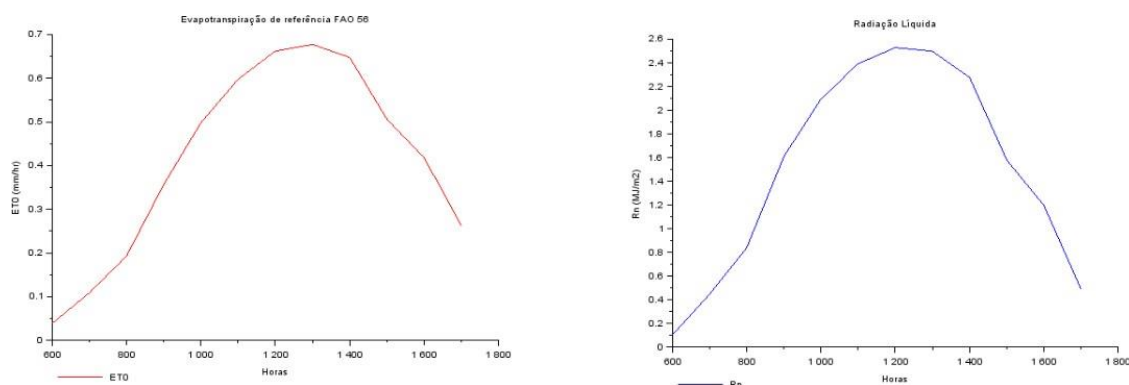


Figura 1. Comportamento da ET<sub>0</sub> e da R<sub>n</sub> no dia 5/11/2017, no período de 6:00 às 17:00, em Piracicaba-SP.

Integrando os valores da ET<sub>0</sub> horária gerada no período de 01 a 10 de novembro de 2017, obteve-se seu valor diário, representados na Figura 2a. Seus índices variam, aproximadamente de 2,00 a 6,00 mm diários. Na Figura 2b, tem-se a representação dos coeficientes estatísticos para a correlação entre a ET<sub>0</sub> simulada e a ET<sub>0</sub> estimada, em escala diária. Pode-se observar que os resultados foram satisfatórios, com um R<sup>2</sup> próximo de 1 (valor ideal), o que indicou a precisão do ajuste do modelo aplicado, e o coeficiente de regressão  $b$  superior a 1, que representa superestimativa das simulações, em torno de 3,24 %.

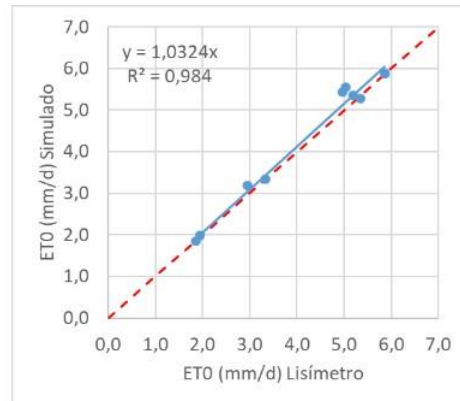
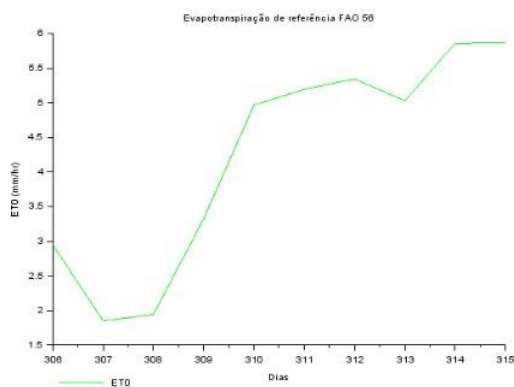


Figura 2. Comportamento da ET0 ao longo de 01 a 10/11/2017 e gráfico de dispersão com dados estimados e observados da ET0 diária, ao longo de 01 a 10/11/2017, em Piracicaba-SP.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste trabalho foi possível observar o comportamento da ET0 em escala horária e no decorrer de um dia, ao longo de 10 dias consecutivos, com o auxílio do software Scilab.

O dia escolhido para representar a escala horária, 05/11/2017 faz parte do fim do período de primavera na localidade de Piracicaba-SP, e apresenta comportamentos similares em relação a estimativa da ET0 e da Rn, confirmando a relação entre estes processos.

Ao longo dos dias 01 a 10/11/2017 pertencentes ao final da primavera verifica-se maiores valores de ET0, diante dos resultados na escala horária. ET0 obtido pela integral das estimativas do modelo de Penman-Monteith na escala horária apresentam precisão com relação as medidas de ET0.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alencar, L. P.; Sedyama, G. C.; Mantovani, E. C. Estimativa da evapotranspiração de referência (ET0 padrão FAO), para Minas Gerais, na ausência de alguns dados climáticos. **Engenharia Agrícola**, v.35(1): 39-50, 2015.

Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. In: United Nations FAO, Irrigation and Drainage paper 56. Rome, Italy: Ed. FAO, 1998.

Back, A.J. Desempenho de métodos empíricos baseados na temperatura do ar para a estimativa da evapotranspiração de referência em Urussanga, SC. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 449-466, 2008.

Jensen, M. E.; Burman, R. D.; Allen, R. G. Evapotranspiration and irrigation water requirements. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. 329 p. (ASCE Manual and Report on Engineering Practice, 70).

Ortega-Farias, S.; Irmak, S.; Cuenca, R. Special issue on evapotranspiration measurement and modeling, New York, Irrigation Science, v. 28 n. 1, p. 1–3, 2009.

Pereira, A. R.; Sedyama, G. C.; Nova, N.A..Evapotranspiração. Campinas: Fundag, 2012. 323 p.

Smith, M. Report on the expert consultations on revision of FAO methodologies for crop water requirements. Rome: FAO, 1991. 45 p.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ESTIMATIVAS DE DUTOS ATMOSFÉRICOS NA REGIÃO DO AEROPORTO DO GALEÃO - RIO DE JANEIRO, BRASIL**

Daniel Cremonini Baptista<sup>1</sup>, Rogério Neder Candella<sup>1</sup>, José Francisco de Oliveira Júnior<sup>3</sup>,  
Tânia Oda Ocimoto<sup>4</sup>

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A segurança da navegação são dotadas de equipamentos de comunicação e detecção, rádios e radares, sendo influenciado diretamente pelas condições da propagação eletromagnética na atmosfera. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar as condições de refratividade atmosférica com base no índice de refratividade modificado (M) a partir de sondagens atmosféricas do aeroporto do Galeão-Rio de Janeiro, Brasil, sob diferentes situações sinóticas. Para isso, foi realizada a estimativa do perfil vertical de M, no ano de 2017 na região de estudo. Os perfis verticais de M foram calculados com base nas informações das radiossondagens diárias do aeroporto do Galeão – Rio de Janeiro. Os resultados obtidos mostraram 98 casos foram categorizados como dutos de superfície e 119 casos como duto de altitude. Durante a análise dos resultados, verificou-se que com base nos valores de M foram classificados como normais ou de superrefração ao longo período de estudo, sendo associada a um acentuado gradiente vertical de umidade específica e razão de mistura. Nos episódios de superrefração, foi constatada, a presença de sistemas de alta pressão, com isso favoreceu a intensificação dos movimentos descendentes e, com isso, inibiu o aporte de umidade para níveis superiores da atmosfera.

**Palavras-chave:** Propagação eletromagnética.

## **ESTIMATES OF ATMOSPHERIC DUCTS IN THE REGION OF THE GALEÃO- RIO DE JANEIRO, BRAZIL**

### **Abstract**

The safety of navigation are equipped with communication and detection equipment, radios and radars, being directly influenced by the conditions of electromagnetic propagation in the atmosphere. Therefore, the objective of this study is to evaluate the atmospheric refractivity conditions based on the modified refractivity index (M) from atmospheric surveys at the Galeão-Rio de Janeiro airport, Brazil, under different synoptic situations. For that, the estimation of the vertical profile of M was performed in 2017 in the study region. The vertical profiles of M were calculated based on information from the daily radiosound from Galeão - Rio de Janeiro airport. The results showed 98 cases were categorized as surface ducts and 119 cases as altitude duct. During the analysis of the results, it was verified that based on M values were classified as normal or superrefraction over the study period, being associated with a marked vertical gradient of specific moisture and mixing ratio. In the superrefraction episodes, the presence of high pressure systems was observed, favoring the intensification of the descending movements and, therefore, inhibited the contribution of humidity to higher levels of the atmosphere.

**Keywords:** Electromagnetic propagation.



## INTRODUÇÃO

A região costeira do Brasil possui um tráfego marítimo intenso, sendo composto de vários tipos de embarcações. Portanto, garantir a segurança da navegação é primordial. As embarcações são dotadas de equipamentos de comunicação e detecção, por exemplo, rádios e radares, sendo o desempenho desses equipamentos fortemente influenciado pelas condições da propagação eletromagnética na atmosfera (Pinheiro, R. F., 2002). Essa propagação é associada às condições de refratividade nas camadas próximas à superfície do mar e variações verticais do vapor d'água na atmosfera (Oliveira Júnior et al., 2005).

Em operações navais, o alcance dos sistemas radar e, conseqüentemente, a detecção de possíveis alvos são fundamentais (Miguens, Altineu Pires, 1996). Existem sistemas especializados para esse tipo de análise, como por exemplo, o *Integrated-Refractive-Effects Prediction System* (IREPS), utilizado pela Marinha americana (NOSC, 1987).

Baseado no exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar as condições de refratividade atmosférica com base no índice de refratividade modificado a partir de sondagens atmosféricas do aeroporto do Galeão-Rio de Janeiro, Brasil sob diferentes situações sinóticas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A estimativa do perfil vertical M é baseado na Eq. (1)

$$M = N + 0.157 z \quad (1),$$

em que, N (hpa, K) é a refratividade atmosférica e z (m) é a altitude.

Os perfis verticais de M foram calculados a partir das informações de radiossondagens diárias (00 e 12Z) do aeroporto do Galeão do Rio de Janeiro, nas coordenadas geográficas (20.27°S; 40.28°W).

As condições de refratividade atmosférica, bem como os efeitos nos alcances de comunicação/detecção, dependem das variações de M com a altitude (dM/dz, M.km<sup>-1</sup>), conforme a Tabela 1. As análises sinóticas foram baseada nos campos de umidade específica (q, kg/kg) e pressão atmosférica ao nível médio do mar (PNMM, mb), extraídos da Reanálise 1 do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP). Os dados observados das sondagens atmosféricas (00 e 12Z) do aeroporto do Galeão do Rio de Janeiro, Brasil.

Tabela 1 - Condições de Propagação Eletromagnética com base no dM/dz (M.km<sup>-1</sup>) e no alcance.

Condições de Propagação	Gradiente Vertical de M	Alcances
Confinamento	< 0 M.km <sup>-1</sup>	Muito estendido
Superrefração	0 a 79 M.km <sup>-1</sup>	Estendido
Normal	70 a 157 M.km <sup>-1</sup>	Normal
Padrão	118 M.km <sup>-1</sup>	Nominal
Subrefração	> 157 M.km <sup>-1</sup>	Reduzido

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante todo o período foram identificados 51 casos de dutos de superfície no horário das 00Z e 63 casos no horário de 12Z. Os dutos de altitude foram observados 53 casos no horário das 00Z e 66 casos às 12Z. Os valores do índice M e as situações sinóticas apresentaram padrão relacional, principalmente a atuação de um sistema de alta pressão e a presença de um gradiente nos valores de umidade específica com a altitude, sendo demonstrado em Cremonini et. al (2017) para a região da Ilha de Trindade. As condições meteorológicas influenciam às condições de superrefração e,

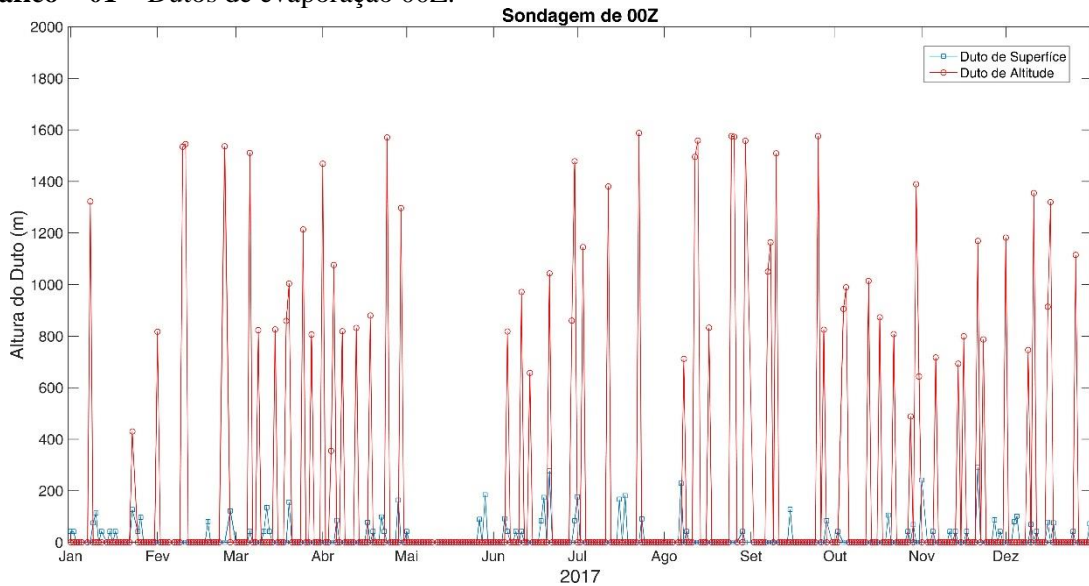


consequentemente a formação de duto de evaporação.

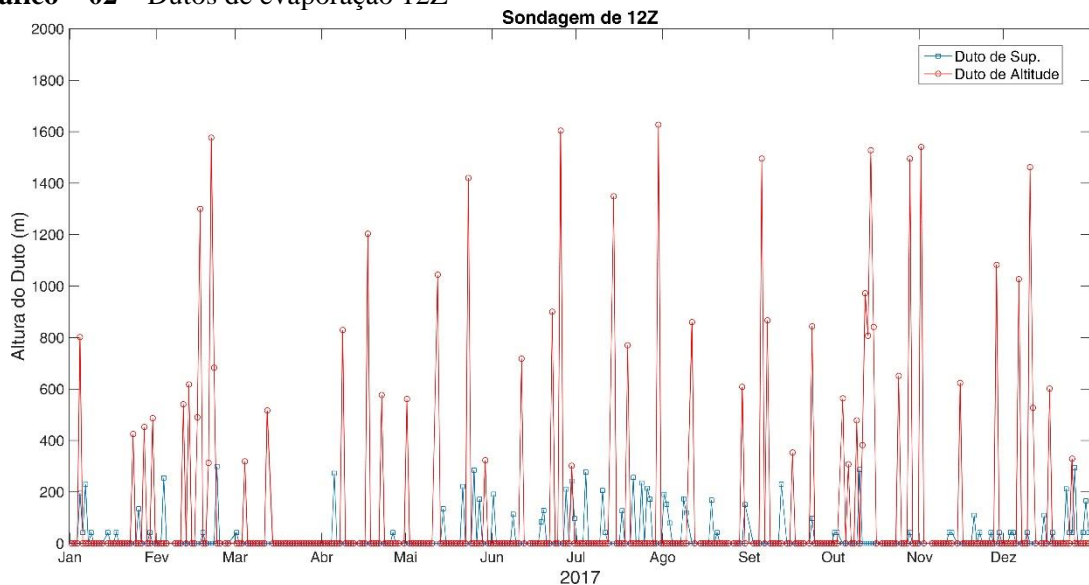
O estudo de caso, dia 01 de fevereiro de 2017 mostrou a formação de um duto de evaporação a 817m (Figura 1). Na carta sinótica proveniente do Centro de Hidrografia da Marinha - CHM mostrou sistema de alta pressão com valor de 1020 hPa. Já nas figuras 2, 3 e 4, constata-se o gradiente de umidade específica, com 0.019kg/kg ao nível de 1000hpa, 0,010 kg/kg à 925hpa e 0.005 kg/kg ao nível de 750hpa e temperatura do ar no nível de 1000hpa de aproximadamente 24C (figura 5).

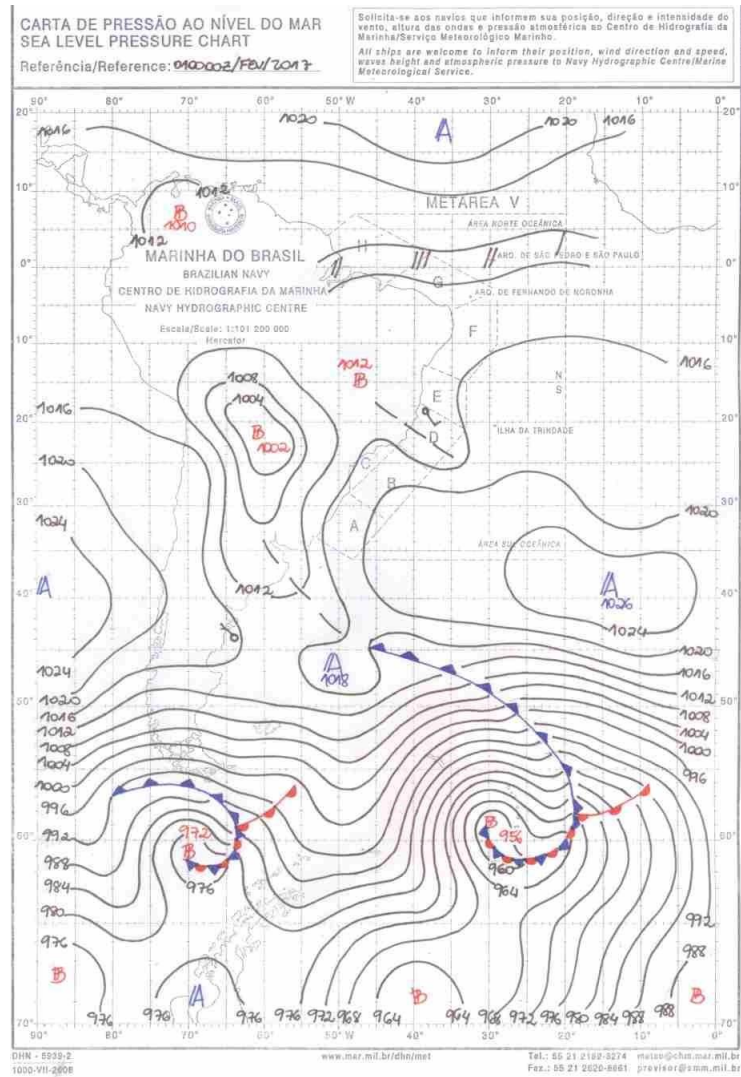
Os resultados obtidos mostram os gradientes negativos de umidade específica com a altitude ( $dq/dz$ ) e isso implicou em valores negativos de  $dM/dz$ . (duto de evaporação).

**Gráfico – 01 – Dutos de evaporação 00Z.**

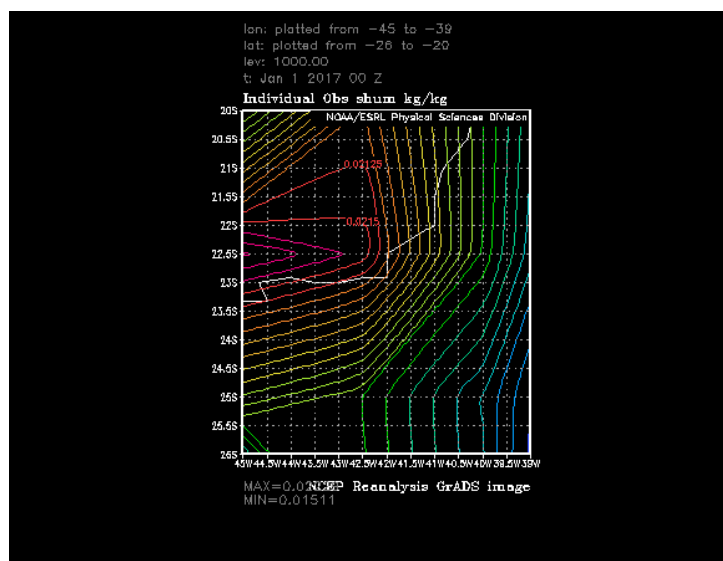


**Gráfico – 02 – Dutos de evaporação 12Z**

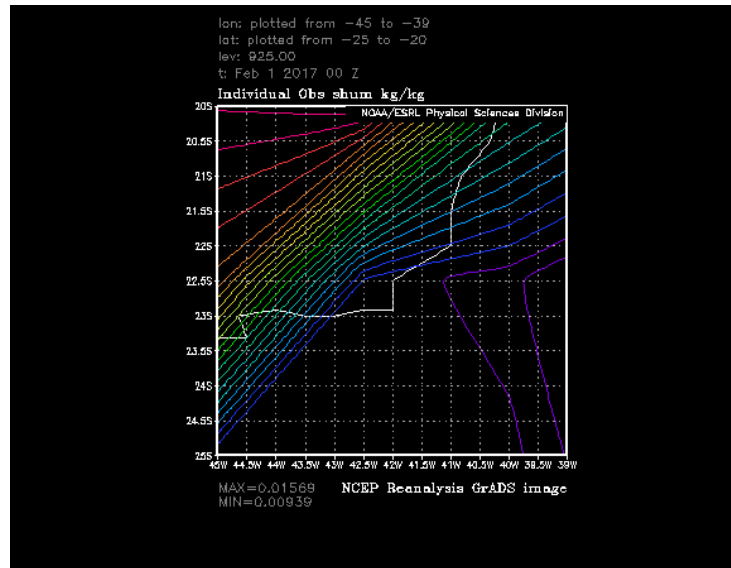




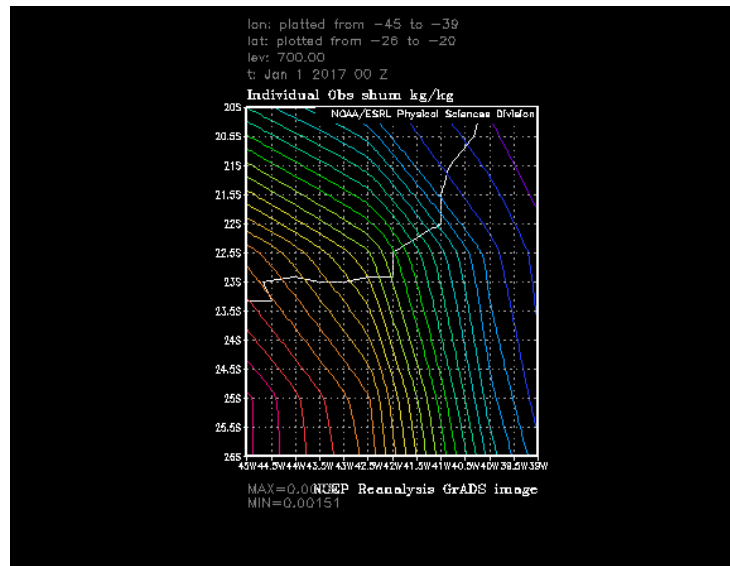
**Figura 1- Carta sinótica 01FEV2017.**



**Figura 2- UE\_1000hpa**



*Figura 3- UE\_9250hpa*



*Figura 4- UE\_700hpa*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostram que os episódios classificados como dutos de evaporação estão associados a um aumento acentuado do gradiente vertical de umidade específica na região bem como um valor relativamente elevado de temperatura do ar. Vale ressaltar a presença de um sistema de alta pressão, intensificando os movimentos descendentes e, em consequência, inibindo o aporte de umidade para níveis superiores da atmosfera. Isso origina a formação de dutos de evaporação e, por fim, a interferência na extensão dos alcances de comunicação e detecção dos equipamentos a bordo na região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARYA, S. P.. 1988. Introduction to Micrometeorology. Academic Press, 303 p.
- BEAN, B.R., DUTTON, E.S.. 1968. Radio Meteorology. Dover Publications.

CREMONINI, D. B.; ODA, T. O.; CANDELLA, R. N.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F. Análise Climatológica da Refratividade Atmosférica na Região da Ilha de Trindade. In: Workshop de Engenharia de Biosistemas, 2017, Niterói. WEB 3.0. Niterói: PGEB, 2017.

OLIVEIRA JR, J. F., KWON, B. H. e OLIVEIRA, J. F.. 2005. A Ocorrência de Dutos Atmosféricos em Ambiente Costeiro. *Physicae*, 5, 23-33 pp

Miguens, Altineu Pires. Navegação: a Ciência e a Arte (DN3-I) / por Altineu Pires Miguens. – Niterói (RJ) : Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2005.

NAVAL OCEAN SYSTEMS CENTER. 1987. Technical Document, 1151.

PINHEIRO, F. R.; ALMEIDA, R.C. 2002. Estudo de ocorrência de dutos de evaporação na região oceânica ao largo do Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência e Natura*, v. Esp., p. 21-44.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **USO DE SENSORIAMENTO REMOTO COMO INDICADOR PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PASTAGENS DEGRADADAS**

Matheus Leal Soares das Neves<sup>1</sup>, Roberson Machado Pimentel<sup>2</sup>, Margareth Simões<sup>3</sup>, Rodrigo Demonte Ferraz<sup>4</sup>, Mateus Benchimol Ferreira de Almeida<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia de Biossistemas, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro matheusl.dasneves@gmail.com

<sup>2</sup> Zootecnista, Universidade Federal Fluminense - UFF, Niterói-RJ, rmpzoo@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Engenheira, Embrapa Solos, Jardim Botânico-RJ, margareth.simoese@embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Embrapa Solos, Jardim Botânico-RJ, rodrigo.demonte@embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheiro Geógrafo, Embrapa Solos, Jardim Botânico-RJ, mateusbenchimol@hotmail.com

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A agricultura encontra-se em posição de destaque quando referimo-nos aos desafios globais enfrentados pela humanidade. Será necessário aumentar a oferta de alimento para uma população mundial estimada em 9,73 bilhões, no ano de 2050 (FAO, 2017). O Plano ABC - *Plano Brasileiro de Agricultura de Baixo Carbono* - instituído pelo governo brasileiro, decreto Nº 7.390 em 9 de dezembro de 2010, no tocante ao compromisso firmado junto à comunidade internacional como uma medida voluntária de redução das emissões de gases de efeito estufa (FAO, 2011), é uma das iniciativas que coloca o clima na agenda agrícola para uma agricultura mais sustentável. Assim, o aumento da produção de carne, indispensável nos hábitos alimentares da humanidade, torna-se imprescindível para a garantia da segurança alimentar. A pastagem é a principal fonte nutritiva do gado e a manutenção de sua qualidade é elementar no incremento da produtividade de carne. Entretanto, além de reduzir a produtividade de carne devido à baixa ingestão, favorece a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. O Sensoriamento Remoto auxilia na detecção e mapeamento de áreas de pastagem, sendo indispensável para a tomada de decisão. Alguns parâmetros biofísicos, ainda em análise, como o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e o EVI (Enhanced Vegetation Index), mostraram grande potencial como indicadores de áreas degradadas. Este trabalho tem o objetivo de desenvolver métodos alternativos para gerar indicadores biofísicos para mapear áreas de pastagens degradadas, por meio da tecnologia de Sensoriamento Remoto. Os resultados colaborarão com o acompanhamento e governança do Plano ABC.

**Palavras-chave:** Palavras-chave: Monitoramento da Cobertura da Terra; Detecção de Mudanças Naturais e Antrópicas; Indicadores Biofísicos; Vegetação.

## **REMOTE SENSING USE AS INDICATOR FOR MAPPING OF DEGRADED PASTURE AREAS**

### **Abstract**

Agriculture holds a prominent position when we refer to the global challenges faced by humanity. It will be necessary to increase the supply of food to a world population estimated at 9.73 billion in the year 2050 (FAO, 2017). The plan ABC - Brazilian Plan of Low Carbon Agriculture - instituted by the Brazilian Government, Decree No. 7,390 on 9 December 2010, regarding the commitment to the international community as a voluntary measure to reduce emissions of Greenhouse gases (FAO, 2011), is one of the initiatives that puts the climate on the agricultural agenda for more sustainable agriculture. Thus, the increase in the production of meat, indispensable in the eating habits of humanity, also becomes essential in guaranteeing food safety. Pasture is the main nutritional source of livestock and the maintenance of its quality is elementary in the increase of meat productivity. However, in addition to reducing the productivity of meat

due to low intake, it favors the emission of greenhouse gases in the atmosphere. Remote sensing assists in the detection and mapping of pasture areas, being indispensable for decision-making. Some biophysical parameters, still in analysis, such as the NDVI (normalized Difference vegetation index) and the EVI (Enhanced Vegetation index), showed great potential as indicators of degraded areas. This work aims to develop alternative methods to generate biophysical indicators to map areas of degraded pastures, through Remote Sensing Technology. The results collaborate with the follow-up and governance of the ABC plan.

**Keywords:** Keywords: Earth Cover Monitoring; Detection of Natural and Anthropogenic Changes; Biophysical Indicators; Vegetation.

## INTRODUÇÃO

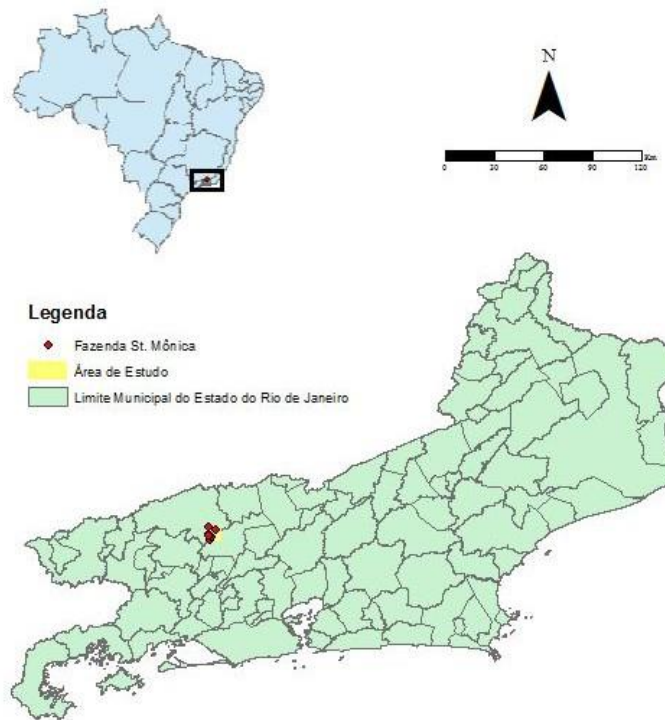
Atualmente, existe uma intensa busca para alcançar o desenvolvimento sustentável, colaborando para a transformação das atividades agrícolas, capazes de exercer serviços ecossistêmicos, de forma a renovar os sistemas de manejo do solo e contribuir para o desenvolvimento de sistemas sustentáveis de produção de alimentos. O desafio global será assegurar alimento para uma população mundial estimada em dez bilhões de habitantes até 2050 e, evitar/minimizar a degradação ambiental e as alterações climáticas decorrentes desse processo (DICKIE et al., 2014). Tais objetivos podem ser alcançados através de ganhos produtivos, com a intensificação do uso da terra e recuperação das áreas degradadas (OCDE/FAO, 2016).

O Brasil possui aproximadamente, 100 milhões de hectares de pastagens com algum nível de degradação, necessitando alguma forma de intervenção para assegurar a sustentabilidade do sistema pecuário (IBGE, 2006). Portanto, a recuperação dessas áreas é essencial para minimizar a pegada de carbono e alavancar a produção de alimentos. Essas ações estão contextualizadas no Plano de Agricultura de Baixo Carbono como parte estratégica na mitigação da emissão de GEE e, conseqüentemente, no combate ao aquecimento global (MAPA, 2012).

As medidas devem concentrar-se nas áreas de pastagens degradadas, como estratégia de minimizar a pressão pela abertura de novas fronteiras agrícolas sobre as áreas de florestas nativas (ANDRADE et al., 2013).

A avaliação dessas áreas no Brasil demanda o desenvolvimento de técnicas de Sensoriamento Remoto e métodos classificatórios, a fim de auxiliar na obtenção de resultados e na aceleração de tomada de decisão. Contudo, encontram-se desafios relacionados a recuperação de pastagens degradadas, dentre eles, destaca-se a falta de informações atualizadas e detalhadas sobre a distribuição espacial das pastagens degradadas no país (ANDRADE; LEIVAS; GOMES, 2013), justificando, a necessidade de aprimoramento metodológico que contribua para o mapeamento dessas áreas.

Este estudo tem o objetivo de desenvolver métodos alternativos para gerar indicadores biofísicos para mapear áreas de pastagens degradadas, por meio da tecnologia de Sensoriamento Remoto, tendo como estudo de caso a Fazenda Santa Mônica (Figura 1), localizada, no Vale do Paraíba no Estado do Rio de Janeiro (RJ). O projeto é vinculado à Universidade Federal Fluminense e à Embrapa Solos.



## MATERIAL E MÉTODOS

A abordagem do presente trabalho consiste na análise multi-temporal a partir de dados de sensoriamento remoto do comportamento dos parâmetros biofísicos, tais como: capacidade de suporte, biomassa (total, seca e verde), índices de vegetação, entre outros. Permitindo, através das séries temporais de sensoriamento remoto, a verificação das tendências dos Índices de Produtividade ou Indicadores Biofísicos (proxys da produção de biomassa). Esta abordagem será validada com observações de campo.

A metodologia baseia em levantamentos bibliográficos, levantamento de dados, assimilação e integração lógica dos dados disponíveis, avaliação das ferramentas de processamento (softwares: ARCGis - versão 10.3.1; ENVI - versão 5.5; eCognition Developer 9.2). A partir disso, foram selecionadas 21 imagens com baixo índice de nuvens, do satélite Landsat 8 OLI/TIRS, obtidas gratuitamente do site americano U.S. Geological Survey (USGS).

Realizada a seleção, iniciamos o tratamento das imagens fazendo os ajustes necessários para remover “os ruídos” das imagens e foram feitas as correções radiométricas e de reflectância, utilizando as ferramentas “Radiometric Calibration” e “FLAASH Atmospheric Correction” do software ENVI 5.5.

Após esta etapa, a análise das áreas de pastagens degradadas será realizada a partir dos parâmetros biofísicos extraídos das imagens, através da observação visual e análise estatística de histogramas gerados pela razão das bandas (NDVI / EVI) das imagens. Estas funções resultarão na indicação de possíveis áreas de pastagem degradada na área de estudo, para mapeamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dessa abordagem metodológica, pretende-se estabelecer relações entre a alteração da composição biofísica (cobertura do solo, intensidade das cores) com as variáveis de produtividade (biomassa, taxa de lotação e capacidade de suporte), de modo que seja possível caracterizar o nível de degradação das pastagens.



As perdas de produtividade evidenciada pelo declínio dos índices e variáveis biofísicas permitirão: (1) localizar/mapear as áreas em degradação; (2) intensidade do processo; (3) estimar as taxas de degradação (velocidade do processo); (4) estágio de degradação (em relação a pastagem referência não degradada).

Existe a expectativa que os novos sensores orbitais como o Sentinel-2, por capturar faixas bastante detalhadas do espectro eletromagnético, possam contribuir positivamente para a análise dos componentes biofísicos e, conseqüentemente, para a identificação e estudo de pastagens degradadas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ainda não foram obtidos resultados, tendo em vista a não execução de importantes etapas metodológicas.

## **AGRADECIMENTOS**

À Embrapa Solos, pelo suporte técnico, estrutural e material.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Andrade, R. G. et al. Uso de técnicas de sensoriamento remoto na detecção de processos de degradação de pastagens. *Engenharia na agricultura*, v. 21, n. 3, p. 234–243, 2013.

Andrade, R.G.; Leivas, J. F.; Gomes, D. Indicativo de degradação de pastagens a partir de dados Spot Vegetation. *Anais XVI Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, n. 1986, p. 6917–6922, 2013.

Dickie, A. et al. *Strategies for mitigating climate change in agriculture: Abridged Report*. Climate Focus and California Environmental Associates, 2014.

FAO. 2011. *Looking ahead in world food and agriculture: Perspectives to 2050*. Rome, pp. 539, 2011.

FAO. 2017. *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Rome, 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo agropecuário 2006*. Disponível em: acesso em 20 fev. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo agropecuário 2006, segunda apuração*. Disponível em: acesso em 01 fev. 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo 2010*. 2016. Disponível em: acesso em 01 fev. 2018.

MAPA. ABC - Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, Brasília, 2012.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – *Brasil lidera produtividade agropecuária mundial*. 2017. Disponível em: acesso em 21 fev. 2018.

OECD/FAO (2016), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*, OECD Publishing, Paris.



## **Resumos Simples**

### **IV WEB**



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E RENDIMENTO DA PURIFICAÇÃO DE BIOGÁS, ATRAVÉS DO SISTEMA DE FILTROS DE PURIFICAÇÃO**

André Luiz Fernandes de Amorim <sup>1</sup>, Alessandra Ribeiro de Paula <sup>2</sup>, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira <sup>3</sup>, Leandro Vahia Pontual <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências e Tecnologia do Meio Ambiente, UP, Porto, Portugal, andreamorim27@gmail.com <sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, mestrando em Engenharia de Biosistemas-UFF, Niterói-RJ, alessandrarp@id.uff.br <sup>3</sup> D. Sc. - UFF, Niterói-RJ, rjarigueira@id.uff.br

<sup>4</sup> Doutorando em Engenharia Civil- UFF, Niterói, RJ, leandrovahiapontual@gmail.com

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A eficiência energética do biogás aumenta, à medida que haja um percentual de metano superior a 50%, em relação aos outros gases existentes em sua composição, atingindo seu máximo rendimento com sua transição para biometano. Este trabalho tem por objetivo, avaliar os resultados do grau de pureza e concentração do metano na mistura, em paralelo com o biogás tratado, por intermédio de um sistema em série de purificação, utilizando filtros de purificação de biogás, onde foi possível uma análise de seu grau de pureza, utilizado, para este fim, um cromatógrafo, o qual apresentava dados referente a área de purificação, sua respectiva porcentagem (80%) e seu tempo de detenção (~1,3 min). Foram também realizadas 10 injeções, tanto para o sistema em série, quanto para os determinados filtros individualmente. Mediante a quantidade de material e tamanho dos filtros, observou-se a saturação após as primeiras 10 injeções, sendo, portanto, proposto um sistema para substituição ou regeneração. Toda pesquisa baseou-se numa relação superfície-área, considerando a teoria de balanço de massa, sob as condições de pesquisa. Por intermédio de cromatogramas, observou-se, uma boa eficiência na retenção do sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S), tanto no filtro de biochar, quanto no lavador de gases. Já para o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a boa eficiência de remoção, ocorria para o filtro preenchido com sílica. Contudo, o Filtro de FE/EDTA exibe uma boa eficiência de remoção para ambos os casos, isto é, tanto para o H<sub>2</sub>S quanto para o CO<sub>2</sub>. Logo trata-se de uma alternativa significativa para tratamento do biogás.

**Palavras-chave:** eficiência, filtros de purificação, Biochar, pureza



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **VARIABILIDADE NA PRODUÇÃO DO ALGODÃO (HERBÁCEO E ARBÓREO) EM FUNÇÃO DO CLIMA COM BASE NO LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA - LSPA/IBGE**

**Gabriel Henrique de Souza Carvalho**<sup>1</sup>, Danilo Emmanuel Cobra Pio<sup>2</sup>, Sabrina Valente do Nascimento<sup>3</sup>, Laura Corrêa Saldanha da Gama<sup>4</sup>, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira<sup>5</sup>, Flávio Castro da Silva<sup>6</sup>, Andre Luiz Belem<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental e estagiário no Observatório Oceanográfico. UFF, Niterói-RJ ghscarvalho@id.uff.br

Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental e bolsista PROAES UFF, Niterói-RJ danilocobra@id.uff.br

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental e bolsista PROAES UFF, Niterói-RJ sabrinavaleante@id.uff.br

Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental e aluna de Iniciação Científica UFF, Niterói-RJ laurasaldanha@id.uff.br

Engenheira Agrícola (D.Sc), Professora no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ rjarigueira@id.uff.br

<sup>6</sup> Engenheiro Agrícola (D.Sc), Professor no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ flaviocastro@id.uff.br

<sup>7</sup> Oceanógrafo (Dr.rer.nat.), Professor no Observatório Oceanográfico - UFF, Niterói-RJ, andrebelem@id.uff.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Os commodities produzidos no campo são de suma importância para a economia do Brasil, em especial aqueles com ampla atuação no mercado internacional. Entre os principais produtos brasileiros o algodão, fibra natural mais utilizada no mundo, está presente na indústria têxtil mesmo com uma crescente entrada de fibras sintéticas no mercado. No Brasil, a produção de algodão foi alavancada pelo mercado tornando o país o quinto maior produtor mundial de algodão. Neste trabalho, dados históricos de produção e rendimento agrícola do algodão herbáceo e arbóreo levantados em todas as regiões brasileiras entre 1990 até 2016, e sumarizados no Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram correlacionados com aspectos climáticos regionalizados tais como precipitação, temperatura do ar (mediana, máxima e mínima), umidade e insolação, obtidos de campos de reanálise fornecidos pela National Centers for Environmental Prediction (NCEP versão 2). Os resultados da produção e rendimento anual mostram boa correlação com as variáveis climáticas, tendo ainda como componente externo variável o valor do commodity no mercado internacional. Utilizando metodologia estatística, com base em uma Análise de Componentes Principais (PCA), foi possível determinar o grau de influência das variáveis climáticas com variações na produção e no rendimento, considerando as especificidades de cada região brasileira, permitindo ainda construir um modelo de risco climático para o algodão.

**Palavras-chave:** algodão, produção e rendimento agrícola, economia agrícola, mudanças climáticas

### **Agradecimentos**

PROAES, Observatório Oceanográfico, UFF



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ANÁLISE DA SAZONALIDADE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO ENTRE OS ANOS DE 1997 E 2017**

Laís Silva e Silva <sup>1</sup>, Bruno Moraes Nascimento <sup>2</sup>, Henderson Silva Wanderley <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geógrafa, Mestranda de Engenharia em Biosistemas - UFF, Niterói - RJ, l.laisgeo@hotmail.com

<sup>2</sup> Geógrafo, Mestrando de Engenharia em Biosistemas - UFF, Niterói - RJ, brunomoraesufjr@gmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Meteorologia Agrícola - UFV, Viçosa - MG, hendynho@gmail.com

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ,  
Brasil

### **Resumo**

Foi elaborada uma análise climatológica preliminar da precipitação na cidade do Rio de Janeiro que é a segunda maior mancha urbana do Brasil. Chuvas extremas em conjunto com o mal planejamento urbano são os principais fatores que desencadeiam danos socioeconômicos e ambientais, em destaque as enchentes e deslizamentos. Em decorrência disto, é de extrema importância analisar a frequência e a distribuição temporal da precipitação da cidade, visto que. O objetivo do trabalho foi analisar a sazonalidade da distribuição espacial da precipitação na cidade do Rio de Janeiro. Foram utilizados dados do site Alerta Rio, entre os anos de 1997 e 2017 de 26 estações meteorológicas para gerar mapas e analisar os dados através da interpolação IDW, que baseia-se no pressuposto de que valores de locais próximos são mais parecidos do que valores de locais mais distantes um dos outros. Para prever o valor de algum local que não foi medido, o método IDW utilizará os valores amostrados à sua volta, que terão peso maior do que os valores mais distantes. As breves análises puderam indicar que ao longo do ano e sazonalmente, os máximos de precipitação localizam-se sobre a estação da Rocinha, destacando-se com altos índices de precipitação ao longo do ano, principalmente na primavera (165,26 mm). Enquanto a estação da Penha foi a que registrou menor índice de precipitação em todas as estações, com destaque para o inverno (33,55 mm), o que evidencia a influência da maritimidade neste processo. Apesar de primários, os dados mostram a necessidade de investigar a influência das brisas terrestre/marítima na distribuição espacial e temporal da precipitação do Rio de Janeiro.

**Palavras-chave:** Chuva; Interpolação; Estações Meteorológicas.

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001



4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## INFLUÊNCIA DO ESTRESSE HÍDRICO SOBRE O DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE *SETARIA VIRIDIS*

Filipe Rodrigues Valeriano<sup>1</sup>, Mara Priscila Costa<sup>2</sup>, Camila Pinho Sousa<sup>3</sup>, Marcos Leal Costa<sup>4</sup>, Nícia Eloisa da Gama Junqueira<sup>5</sup>, Bianca Ortiz da Silva<sup>6</sup>, Fernanda Reiner<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, doutorando em Biotecnologia Vegetal - UFRJ, Rio de Janeiro. filiper.valeriano@hotmail.com

<sup>2</sup> Laboratório de Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, CCS, UFRJ - Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Cabo Frio, RJ.

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Cabo Frio, RJ.

<sup>5</sup> Laboratório de Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, CCS, UFRJ - Rio de Janeiro, RJ.

<sup>6</sup> Núcleo Multidisciplinar de Pesquisa, Campus Duque de Caxias, UFRJ - Rio de Janeiro, RJ.

<sup>7</sup> Laboratório de Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, CCS, UFRJ - Rio de Janeiro, RJ.

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A baixa disponibilidade hídrica tem sido considerada como um dos principais problemas na agricultura e tem afetado negativamente o crescimento e a produtividade das plantas. Em resposta ao estresse, as plantas podem desenvolver diversos mecanismos fisiológicos, permitindo sobreviver a tais condições. Gramíneas C4 estão entre as culturas agrícolas mais importantes. Nosso objetivo foi avaliar o efeito da disponibilidade hídrica sobre o desempenho fotossintético de *Setaria viridis*, visando melhor compreensão dos mecanismos de tolerância à seca em gramíneas C4. Sementes de *S. viridis* foram germinadas em placas de *petri* e transferidas para substrato para mudas em casa de vegetação com 50% de PAR (PBV-UFRJ), onde cresceram por 25 dias sob quatro níveis de disponibilidade hídrica. Cada unidade recebeu, aleatoriamente, um dos quatro tratamentos de rega a cada dois dias ( $n = 5$ ): 100%, 75%, 50% e 25% da capacidade do vaso (plásticos, de 3L). Foram feitas medições de fluorescência transiente da clorofila *a* e a análise por meio do Teste-JIP. Foram observadas injúrias ao fotossistema II, a partir dos indicadores de desempenho do transporte de elétrons, enquanto que um dos indicadores mais comumente utilizados,  $f_v/f_m$ , não foi afetado pela redução da disponibilidade hídrica ao longo do desenvolvimento. A partir desses e de um conjunto mais amplo de dados fisiológicos e morfológicos chegaremos às variáveis que melhor caracterizam estados crescentes de restrição hídrica.

**Palavras-chave:** Gramínea, fluorescência da clorofila.

### Agradecimentos

Capes, CNPq, CTBE e UFRJ.



4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## PLANTAS MEDICINAIS PARA O TRATAMENTO DE GRIPES E RESFRIADOS E O INTERESSE PELO CULTIVO COMUNITÁRIO NO MUNICÍPIO DE PITANGUI, MG

Filipe Rodrigues Valeriano<sup>1</sup>, Fabiana Ramos Savani<sup>2</sup>, Maria Rejane Valeriano da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, doutorando em Biotecnologia Vegetal – UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, filiper.valeriano@hotmail.com

<sup>2</sup> Bióloga, mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental - UFABC, Santo André – SP

<sup>3</sup> Historiadora, FAPAM – Pará de Minas, MG

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A utilização de plantas para fins medicinais é uma tradição milenar que vem sendo transferida entre as gerações ao longo do tempo. Neste trabalho, buscou-se fazer o levantamento das principais plantas medicinais utilizadas para gripes e resfriados no bairro São Francisco, município de Pitangui, MG e verificar o interesse da comunidade pelo cultivo. O estudo foi realizado com 50 moradores do bairro São Francisco através de questionário semiestruturado e análise descritiva com base na literatura específica. Foram citadas 18 espécies vegetais para os tratamentos de gripe e resfriado: *Allium cepa* (cebola), *Allium sativum* (alho), *Arundo donax* (caninha do reino), *Carica papaya* (mamão), *Citrus limon* (limão), *Citrus sinensis* (laranja), *Cymbopogon citratus* (erva príncipe ou capim santo), *Dasyphyllum tomentosum* (cambará de espinho), *Laurus nobilis* (louro), *Mentha pulegium* (poejo), *Mentha viridis* (alevante), *Mikania glomerata* (glomerata), *Nasturtium officinale* (agrião), *Ocimum basilicum* (manjeriçã), *Petroselinum crispum* (salsa), *Peumus boldus* (boldo), *Punica granatum* (romã) e *Rosmarinus officinalis* (alecrim). A população demonstrou imenso interesse pelo cultivo comunitário, sendo este considerado uma fonte alternativa para o fornecimento da matéria prima. Os resultados parciais demonstram a riqueza do conhecimento tradicional. Ainda será averiguado se as plantas citadas apresentam evidências científicas para seu uso como remédio.

**Palavras-chave:** Etnobotânica, recursos vegetais, São Francisco.

### Agradecimentos

Moradores do bairro São Francisco, Pitangui, MG.





4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## ANÁLISE DO TEOR LIPÍDICO DE MACRÓFITAS USADAS EM WETLANDS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Juliana de Castro Silva de Souza<sup>1</sup>, Yan Cesar Lima Ferro de Paoli<sup>2</sup>, Giselle de Souza da Fonseca<sup>2</sup>, Dirlane de Fátima do Carmo<sup>3</sup>, Raquel Andrade Donagemma<sup>4</sup>, Flávio Castro Silva<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, UFF, Niterói- RJ, castrojuliana@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduando(a) em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFF, Niterói- RJ

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, Docente do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental e do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Biossistemas, UFF, Niterói-RJ

<sup>4</sup> Química Industrial, Docente do Departamento de Química Analítica e do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Biossistemas, UFF, Niterói-RJ

<sup>5</sup> Engenheiro Agrícola, Professor do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental e do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Biossistemas, UFF, Niterói-RJ

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Wetlands são sistemas de simples construção e operação, empregando macrófitas para o tratamento de águas residuárias, sendo bem aceitas em todo o mundo e com potencial para ampliação de sua utilização. Uma das desvantagens é a necessidade de poda das macrófitas para manter o bom funcionamento, implicando em custos para destinação desse material. Portanto, o uso das macrófitas para produção de biodiesel é uma alternativa promissora além de reduzir a pressão para uso de produtos alimentícios, tais como a soja e o girassol. O objetivo deste trabalho foi quantificar o teor lipídico das macrófitas *Salvinia auriculata*, *Cyperus comosus* (*Papirinho*) e *Cyperus giganteus* (*Papiro*) para avaliar seu potencial como matéria prima na produção de biodiesel. As macrófitas foram coletadas na Estação de Tratamento de Esgoto de Araruama, RJ. A extração lipídica foi feita em triplicata, baseada no método de extração a frio, criado por Bligh e Dyer e a quantificação realizada por gravimetria. Os resultados obtidos para o teor de lipídeos foram de 6,24% para a *Salvinia auriculata*, 2,60% para o *Cyperus comosus* e de 3,03% para o *Cyperus giganteus*. Essas quantias são inferiores a oleaginosas mais empregadas na produção do biodiesel, tais como a soja (18 a 20%), o girassol (superior a 35%) e o algodão (18 a 20%). Deve-se ressaltar que cada óleo, de acordo com a rota utilizada, apresentará um rendimento para a produção do biodiesel. Assim, em um próximo estudo será avaliado o perfil de ácidos graxos da *Salvinia auriculata*, sendo também verificadas outras possíveis aplicações.

**Palavras-chave:** *Salvinia auriculata*. *Cyperus comosus*. *Cyperus giganteus*. Lipídeos totais

### Agradecimentos

Grupa Águas do Brasil/Águas de Juturnaíba



4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## MÉTODOS DE VALIDAÇÃO PARA MARCADORES QUÍMICOS DE PLANTAS MEDICINAIS

Daniele da Silva Alves<sup>1</sup>, Alessandra Ribeiro de Paula<sup>2</sup>, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira<sup>2</sup>, Thelma Barros de Machado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda Farmácia-Ferlagos, Cabo Frio-RJ. danielenaonde22@gmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, alessandrap@id.uff.br

<sup>3</sup> D. Sc. - UFF, Niterói-RJ, the134@gmail.com

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Atualmente existe uma grande preocupação com a segurança dos medicamentos, tornando o controle de qualidade um assunto amplamente estudado. As padronizações químicas dos fitoterápicos garantem as suas eficácias, pois necessitam de métodos analíticos para a detecção e quantificação dos princípios ativos. Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo apresentar um panorama geral sobre o tema “Método de Validação para Marcadores Químicos de Plantas Medicinais” para os principais constituintes químicos das plantas: *Cymbopogon citratus*; *Mikania glomerata*; *Peumus boldus*; *Aesculus hippocastanum L.*; *Eucalyptus globulus* e *Maytenus ilicifolia*. O estudo foi baseado nas literaturas científicas compreendidas no período de 2002 a 2017. Observou-se que dentre os parâmetros estabelecidos, 66% utilizaram os métodos de linearidade, precisão, exatidão e seletividade, sendo esses mais econômicos e rápidos para uma melhor logística laboratorial. Entretanto, 33% aderem a cromatografia gasosa e 67% a cromatografia líquida, mesmo não sendo acessíveis do ponto de vista econômico, pois continuam sendo métodos analíticos mais precisos e usualmente utilizados. Conclui-se que, os laboratórios preferem se ater aos métodos tradicionais de análise, mesmo sob um alto valor mas com a garantia de se utilizar um método preciso.

**Palavras-chave:** princípios ativos, qualidade, fitoterápicos.

### Agradecimentos:

FAPERJ e FERLAGOS





## QUANTIFICAÇÃO DE BIOGÁS GERADO A PARTIR DE DIFERENTES TIPOS DE CAMAS SOBREPOSTAS DE SUÍNOS

Giane Lima Nepomuceno<sup>1</sup>, Francine Aparecida Sousa<sup>2</sup>, Daiane Cecchin<sup>3</sup>, Pedro Ivo Sodré Amaral<sup>4</sup>, Alessandro Torres Campos<sup>5</sup>, Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz<sup>5</sup>, Afonso Rangel Garcez de Azevedo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia de Biosistemas – (PGEB). Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil, gianenepomuceno@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc., Gerente na SEMAG/ARACRUZ – ES francine.sousa@ymail.com

<sup>3</sup> Professor (a) Adjunto (a), Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil, daianececchin@id.uff.br, afonso.garcez91@gmail.com

<sup>4</sup> Professor na Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, Alfenas –MG, pedroivosodre@gmail.com

<sup>5</sup> Professor (a), Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil, campos@deg.ufla.br, patricia.ponciano@deg.ufla.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A utiliza o de biodigestores na suinocultura tem sido considerado uma soluço eficiente, contribuindo para integra o e sustentabilidade das atividades agropecuárias. O objetivou-se com presente trabalho avaliar a produ o de biogás proveniente de cama sobreposta de suínos em fase de termina o, em biodigestores de bancada, operados no sistema batelada. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras/MG. Foram utilizados 12 protótipos de biodigestores laboratoriais de batelada, confeccionados em recipiente plástico e PVC com o volume utilizado de 20 litros. Os tratamentos constituíram-se de dois materiais de cama sobreposta de suínos como substrato, diluídas em  gua: Tratamento (M+B) - cama de maravalha+bagaço de cana e tratamento (MAR) - cama de maravalha. Foi quantificada a produ o de biogás a fim de verificar o potencial energético da cama sobreposta de suínos. Tal quantifica o foi feita por meio da medi o do deslocamento vertical do gas metro. Em ambos os tratamentos observou-se o mesmo padrão de produ o de biogás, porém a produtividade foi muito superior no tratamento (M+B), apresentando produ o média de biogás semanal mais elevada, com 0,0253 m<sup>3</sup> de biogás e produ o média acumulada com 0,127 m<sup>3</sup> de biogás. O tratamento (MAR) apresentou valores de produ o média acumulada de biogás de 43,2 dm<sup>3</sup> de biogás. O pico de produ o ocorreu na quinta semana, decaindo a partir da oitava semana de produ o em ambos os tratamentos avaliados. A produ o do biogás proveniente da cama sobreposta composta por maravalha+bagaço de cana foi significativamente superior   cama sobreposta composta por maravalha.

**Palavras-chave:** biodigestores, biodigestão anaeróbia, instala es para suínos



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **VARIABILIDADE DO NÍVEL MÉDIO DO MAR EM RELAÇÃO AO FENÔMENO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL OBSERVADO EM UMA ESTAÇÃO MAREGRÁFICA NA BAÍA DE GUANABARA, RIO DE JANEIRO, RJ**

Wanda Cristina Tavares Fringino<sup>1</sup>, Luthiene Alves Dalanhese<sup>2</sup>, Andre Luiz Belem<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e estagiária do Observatório Oceanográfico - UFF, Niterói-RJ, wandatavares@id.uff.br

<sup>2</sup> Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, Observatório Oceanográfico - UFF, Niterói-RJ, ludalanhese@id.uff.br

<sup>3</sup> Oceanógrafo (Dr.rer.nat.), Professor no Observatório Oceanográfico - UFF, Niterói-RJ, andrebelem@id.uff.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENSO - El Niño/Southern Oscillation) é um evento climático que possui uma fase quente (El Niño) e uma fase fria (La Niña), influenciando o clima de diferentes regiões do mundo. Este trabalho tem a finalidade de correlacionar o Índice Multivariado El Niño (MEI) mensal, calculado pela NOAA com o nível médio do mar (NMM) dessazonalizado, obtido pela Estação Maregráfica da Ilha Fiscal, na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro (Latitude: 22° 53' 8" S Longitude: 043° 10' 0" W), de forma a inferir o impacto das variações do ENSO sobre o espelho d'água da baía. Para análise foi considerado o intervalo de 1995-2006 que contém uma série contínua de observações horárias. Os dados foram agrupados em médias mensais, filtrando o sinal de maré e dessazonalizados através de um filtro polinomial simples. Os ciclos em períodos interanuais e o grau de correlação entre as duas séries (MEI e NMM) foram obtidos através da técnica de Transformada Onduletas Cruzada e Coerência (Cross Wavelet e Wavelet Coherence). Os resultados mostraram que o NMM responde positivamente a banda do El Niño principalmente no período inicial, entre 1995 e 2001, diminuindo progressivamente de intensidade até o final da série em 2006. Os resultados ainda demonstram um significativo grau de teleconexão entre um evento climático de meso escala (El Niño) com efeitos locais (NMM dentro de uma baía semi-fechada). Este trabalho constatou a correlação entre o MEI e o NMM na Baía, além da influência de características locais no NMM.

**Palavras-chave:** El Niño Oscilação Sul, Análise Wavelet, nível médio do mar.

### **Agradecimentos**

Observatório Oceanográfico,UFF.



4<sup>o</sup> WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS

6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## SETARIA VIRIDIS EM DÉFICIT DE IRRIGAÇÃO DEPENDENTE DE EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA

David da Cunha Valença<sup>1</sup>, Ana Carolina Mendes Bezerra<sup>2</sup>, Diego Caetano Lelis<sup>3</sup>, Marcus Vinicius Oliveira Cattem<sup>4</sup>, Bianca Ortiz<sup>5</sup>, Fernanda Reinert<sup>6</sup>, Leonardo Oliveira Medici<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, doutorando em Biotecnologia Vegetal, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, doutorando em Biotecnologia Vegetal, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>3</sup> Biotecnólogo, mestrando em Biotecnologia Vegetal, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>4</sup> Biólogo, mestrando em Biotecnologia Vegetal, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>5</sup> Bióloga, professora em Núcleo Multidisciplinar de Pesquisa, Campus Duque de Caxias, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>6</sup> Bióloga, professora em Laboratório de Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, CCS, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>7</sup> Engenheiro Agrônomo, professor em Laboratório de Fisiologia Vegetal, Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

*Setaria viridis*, da família Poaceae, foi proposta como modelo genético para plantas com fotossíntese C4. O objetivo foi avaliar a fisiologia de *S. viridis* A10.1 ao déficit hídrico dependente da eficiência fotoquímica (Fv/Fm). Avaliou-se condutância estomática (gs), conteúdo relativo de água (CRA) e potencial osmótico ( $\Psi$ S). Plantas controle eram mantidas na capacidade do vaso e as com déficit hídrico sem irrigação até  $Fv/Fm \leq 0,35$ , quando receberam volumes de água de três formas diferentes (Tratamentos): até a capacidade do vaso (CV); 20mL (20); e 10mL (10). O experimento durou 27 dias, usando vasos de 400mL com solo arenoso. CV recebiam em média 40-50mL por irrigação (a cada dois dias) para chegar à capacidade do vaso. Plantas de CV e 20 recuperavam sua fotossíntese ao nível de plantas controle sempre que irrigadas e plantas de 10 não se recuperaram. Os tratamentos com seca não diferiram entre si, pelo teste de Tukey 5%, para gs, mas diferiram do controle. O CRA apresentou redução nos tratamentos de 20 e 10 e o  $\Psi$ S foi menor no tratamento 10. Foi apresentada expressiva recuperação após os ciclos de irrigação até o tratamento 20, indicando tolerância da espécie ao nível de seca imposta. No entanto, o tratamento 10 conduziu as plantas à morte. A manutenção do CRA em CV e a redução do  $\Psi$ S pode indicar ajuste osmótico, o que não foi suficiente para manter a turgidez das plantas de 20 e 10. Desta forma FV/FM se mostrou promissor para imposição de seca em *S. viridis*.

**Palavras-chave:** Fotossíntese C4, Monocotiledônea, Milhã-de-cabecinha, Gramíneas, Seca.

### Agradecimentos

Cnpq



## **AGROPECUÁRIA NO CRESCIMENTO DO PIB EM 2017 E SUA IMPORTÂNCIA PARA O FIM DA RECESSÃO ECONÔMICA BRASILEIRA.**

Raphael Vianna da Silva<sup>1</sup>, Jóice Azeredo Silva<sup>2</sup>, Isabella Correa Dias<sup>3</sup>, Isabella Helter Claudino<sup>4</sup>, Gabriel Melo Vazzoler<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Ciências Econômicas – UFF, Niterói-RJ, raphaelvianna@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, joiceazeredo@id.uff.br

<sup>3</sup> Graduanda em Ciências Econômicas – UFF, Niterói-RJ, isblc20@gmail.com

<sup>4</sup> Graduanda em Ciências Econômicas – UFF, Niterói-RJ, isabellahelter@gmail.com

<sup>5</sup> Graduando em Ciências Econômicas – UFF, Niterói-RJ, vazzolergabriel@gmail.com

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

No Brasil, o setor agropecuário apresenta grande relevância para o saldo comercial do país. Porém, no ano de 2017, o setor foi além e ajudou o país a sair de dois anos de recessão em que se encontrava. Assim, esse trabalho teve por objetivo apresentar o desempenho trimestral e anual do setor agropecuário brasileiro no ano de 2017. A partir da análise feita, constatou-se que no primeiro trimestre de 2017, comparado imediatamente ao anterior, teve um crescimento de 11,5% e quando comparado com o mesmo trimestre do ano anterior o crescimento foi de 18,5%, sendo esse o segundo maior crescimento na série histórica que leva em conta dados de 1996. Observando o ano como um todo, o crescimento da agropecuária foi de 13% em relação ao ano de 2016, maior crescimento anual da série histórica, sendo de 3,8% o crescimento anual médio do setor. O crescimento da Agropecuária representou 0,7% pp dos 1,0% de crescimento do PIB no ano, sendo assim o grande responsável pelo fim da recessão em que o país se encontrava. Buscou-se por meio de pesquisas explicar este crescimento, concluindo as seguintes opções: o bom desempenho de alguns produtos da lavoura destacando-se o milho, a soja e a cana-de-açúcar; a base de comparação, já que em 2016 a produção foi prejudicada por questões climáticas. Com base na análise realizada pode-se esperar que o que o setor agrícola no ano de 2018 apresente crescimentos menores quando comparados com o ano de 2017.

**Palavras-chave:** Recessão; Economia; Setor Agrícola.

### **Agradecimentos**

PET ECONOMIA UFF/NITERÓI, Renaut Michel Barreto e Silva



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **PROCESSO DE PRODUÇÃO DE FLOCOS DE MILHO: DO PLANTIO ATÉ A DISTRIBUIÇÃO**

Caroline Piccoli Miranda de Freitas<sup>1</sup>, Joice Azeredo Silva<sup>2</sup>, Roberta Jimenez De Almeida Rigueira<sup>3</sup>, Matheus Santos Bachini<sup>4</sup>, Caio Picinin Rocha Affonso Nogueira<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, carolinepiccoli@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, joiceazeredo@id.uff.br

<sup>3</sup> Engenheira Agrícola, D.Sc., rjarigueira@id.uff.br

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, matheusbachini@id.uff.br

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, caiopicinin@id.uff.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O milho é um dos principais produtos cultivados no mundo e está presente na dieta de várias nações, seja no consumo humano ou animal. Dentre as diferentes formas de consumo humano temos, um dos subprodutos do processamento, os flocos de milho, que apresentam benefícios como prevenir doenças cardiovasculares, câncer e osteoporose. O objetivo deste trabalho foi descrever o processo de produção de flocos de milho, assim como as embalagens utilizadas, transporte ou armazenamento. Os flocos de milho são obtidos por meio de processo tecnológico a partir de grãos de milho cozidos, secos, laminados e tostados. Sua formulação poderá conter sal, bicarbonato de sódio, vitaminas e minerais, açúcar, extrato de malte, mel, desde que esteja de acordo com a legislação vigente. O acondicionamento é realizado em embalagem primária e secundária. A embalagem primária deve ser transparente, vedada hermeticamente, atóxica, que garanta as características de qualidade do produto durante todo o seu prazo de validade; deve possuir taxa de permeabilidade ao vapor de água máxima de 6,0 g água/m<sup>2</sup>/dia a 25° C, 75% UR. A embalagem secundária do produto, deve ser caixa de papelão reforçada, adequada ao empilhamento recomendado, resistente a danos durante o transporte ou armazenamento, garantindo a integridade do produto durante o seu período de validade. A embalagem deve assegurar a armazenagem e distribuição do produto. Desta forma, conclui-se que a execução de cada etapa do processo de produção de flocos de milho é de suma importância para a qualidade final do produto; além de atender a legislação vigente.

**Palavras-chave:** Flocos de Milho; Moagem; Processamento.





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **PERSPECTIVA DA PRODUÇÃO DE MAÇÃ NO BRASIL**

Jóice Azeredo Silva<sup>1</sup>, Roberta Jimenez De Almeida Rigueira<sup>2</sup>, Antonio Carlos Sá de Gusmão<sup>3</sup>, Renan Machado dos Santos<sup>4</sup>, Raiane Azeredo Silva<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, joiceazeredo@id.uff.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrícola, D.Sc., rjarigueira@id.uff.br

<sup>3</sup> Engenheiro Elétrico, D.Sc., antoniogusmao@id.uff.br

<sup>4</sup> Graduando em Administração - FACNEC, Itaboraí- RJ, renanfev@hotmail.com

<sup>5</sup> Graduanda em Medicina Veterinária- UFF, Niterói- RJ, raianeazeredo@id.uff.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A maçã é amplamente consumida por diversos países, sendo no Brasil uma das frutas mais consumidas. Dentre as variadas formas de consumo, temos o consumo in natura, ou por meio de bebidas, doces e geleias, e possui numerosos benefícios, como moderar o apetite, redução do colesterol, retardar o envelhecimento, prevenir contra derrames cerebrais, melhorar a respiração e o sono. Assim, o conhecimento do cenário de produção no Brasil é de grande relevância sabendo-se da sua importância para saúde, produção e consumo. Este trabalho teve como objetivo apresentar as perspectivas de produção da maçã no Brasil, no período compreendido entre os anos de 2007 a 2017. A pesquisa demonstrou que o Brasil, no período analisado, esteve entre os dez maiores produtores, e que a produção aumentou em torno de 12%. Entre 2016 e 2017, de acordo com o Anuário Brasileiro da Maçã, houve aumento de 20% na exportação. Estima-se que em função dos incentivos governamentais, do aumento de consumo, da melhoria da qualidade e de processos biotecnológicos, gerando cultivares mais resistentes às pragas e condições climáticas, as perspectivas de produção de maçã superem os 12% nos próximos anos.

**Palavras-chave:** Cadeia produtiva; Economia; Macieira.

### **Agradecimentos**

PET Engenharia e Ambiental - Universidade Federal Fluminense



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DAS CHUVAS COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA IRRIGAÇÃO**

Allana Kedry de Matos Mattos<sup>1</sup>, Douglas Vieira Barboza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFF, Niterói-RJ

<sup>2</sup> Engenheiro de Segurança, Mestre em Engenharia de Biossistemas, Doutorando em Sistemas de Gestão Sustentáveis - UFF, Niterói-RJ

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

No meio agrícola, as plantas necessitam de água periodicamente, sendo a irrigação uma das principais atividades para seu cultivo. O presente trabalho tem o objetivo demonstrar que é possível auxiliar na resolução dos problemas de falta de água para irrigação em épocas escassas do ano com a reutilização de barris de cloro advindos de uma lavanderia. Para isso realizou-se um ação em um sítio em Saquarema de abertura dos barris, nos quais foram alocadas telas para evitar proliferação de larvas de insetos vetores de doenças, impurezas na água que podem danificar a tubulação e possível pressão. Canos de PVC foram adicionados para interligar os 5 barris e ao final do quinto foi colocada uma torneira que liga a uma borracha fixada a bomba e joga para o aspersor irrigar as plantas. A estrutura demorou uma semana para ficar pronta e se percebeu que pode haver uma economia significativa de água ao longo do ano, porém requer maior tempo de observação. Não foram realizados tratamentos físicos e/ou químicos na água, pois não se julgou necessário neste momento do experimento, que busca avaliar a capacidade da ferramenta promover economia de gastos com a distribuição de água. Conclui-se que é possível criar um sistema de irrigação com captação de água de chuva utilizando materiais em um novo ciclo de vida e existem indicativos que tal ação possa auxiliar na irrigação em épocas escassas, porém para que tal hipótese seja comprovada, é necessário se observar por um maior período, o funcionamento do instrumento.

**Palavras-chave:** Captação Pluvial, Economia Circular, Demanda Hídrica





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **AMOSTRAGEM DO MATERIAL PARTICULADO E ANÁLISE DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS NAS EMISSÕES DE MOTOR DE COMBUSTÃO MOVIDO A BIODIESEL**

Laurênio Ferreira Lopes <sup>1</sup>, Flávio Castro da Silva <sup>2</sup>, Rita Colman Simões <sup>3</sup>, Leandro Vahia Pontual <sup>4</sup>,  
Leomário Guedes do Nascimento <sup>5</sup>, Ricardo Cromack de Barros Correia <sup>6</sup>

Mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói, RJ

<sup>1</sup> Professor Doutor de Engenharia Agrícola, UFF, Niterói, RJ,

<sup>2</sup> Professora Doutora em Engenharia Química, UFF, Niterói, RJ

<sup>3</sup> Doutorando em Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ

<sup>4</sup> Graduando do curso de Engenharia Química, UNIAN, Niterói, RJ

<sup>5</sup> Mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói, RJ

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

As emissões gasosas provenientes de fontes móveis têm importante contribuição na poluição atmosférica atuando diretamente no meio ambiente e na qualidade de vida das pessoas, pois estão em contato direto com óxidos de nitrogênio (NOx), monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SOx) e material particulado (MP), quanto menor mais perigoso, com faixa de 0,01-0,25 µm, contendo compostos orgânicos adsorvidos em sua área superficial, que inalados podem causar fibrose pulmonar, desta forma teve como objetivo, analisar o material particulado na emissão da combustão interna movido a biodiesel de mamona, coco, algodão e soja, determinando o teor dos compostos orgânicos voláteis (COV's), mais propriamente, benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX). O estudo foi iniciado com testes preliminares em motor de bancada operando com diesel (B0) em 2500 RPM, antes do catalisador, um microfiltro com temperatura programada em 100, 200 e 300° C, ajustado para captação do MP com tempo de amostragem de dez minutos, a continuar com a quantificação do MP por análise gravimétrica em balança analítica, obtendo média de cinco amostragens, 69, 63 e 50 mg/m<sup>3</sup> em relação ao volume de gás amostrado, para cada temperatura, seguindo com a quantificação dos compostos dessorvidos, 47, 20 e 9 mg/m<sup>3</sup>, análise cromatográfica gasosa dos COV's, qualificando e quantificando. Pretende-se com o trabalho colaborar com afirmação de combustível menos poluente de modo a influenciar sua utilização em larga escala.

**Palavras-chave:** Ciclo Diesel, Soja, Cromatografia Gasosa.

### **Agradecimentos**

PGEB, LEMMA, UNIAN



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **REPRESENTAÇÃO DE GÊNERO NO PROJETO VENTO SOLAR PARA O MERCADO FOTOVOLTAICO**

Lorena de Liz Pessôa Ramos<sup>1</sup>, Marcos Alexandre Teixeira<sup>2</sup>, Thiago da Silva Marques<sup>3</sup>,  
Raphael Avellar Raposo de Lima<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFF, Niterói - RJ

<sup>2</sup> Prof. Dep. Eng. Agr. E do Meio Amb., Escola de Engenharia - UFF, Niterói - RJ

<sup>3</sup> Coordenador de Meio Ambiente, Instituto Rumo Náutico, Niterói - RJ

<sup>4</sup> Diretor Operacional, ERSol Energias Renováveis Ltda. ME, Niterói - RJ

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O setor de energia fotovoltaica no Brasil está em crescimento, acarretando a abertura de postos de trabalho que podem ser conquistados por pessoas habilitadas na área e, capazes de responder às demandas exigidas pelo mercado. Baseada na atividade de formação e capacitação, dentro de um programa de ensino inserido em uma instituição vocacionada à formação técnica (Instituto Rumo Náutico – Projeto Graef), em regime de parceira com tutores da Universidade Federal Fluminense e com o setor privado (empresa privada de Energia Renovável Solar - ERSol), foi realizada uma análise do público inscrito neste curso ao longo das suas três últimas turmas (uma a cada seis meses, desde 2017.2 ao de 2018.2). Em todos os períodos nas inscrições, a procura de um público majoritariamente masculino, oscilou de 80,2% (2017.2) a 62,7% e, em 2018.2, voltou a aumentar com 70,9% do total de matriculados. Ao longo das atividades de formação, em função da desistência (abandono) e/ou faltas superiores às permitidas (até 03), o número de alunos que termina com sucesso o programa diminui; porém, nota-se que esta resignação é percentualmente maior entre o público feminino. Neste trabalho, seja por entrevistas, ou por retorno de questionários enviados aos alunos e alunas (não concluintes), são analisadas as causas das desistências, buscando avaliar diferenças que possam ser específicas ao gênero feminino, como insegurança no trajeto, gravidez ou disponibilidade financeira. Com embasamento na pesquisa realizada foram feitas sugestões com vistas a permitir uma entrada social igualitária neste ramo do mercado de trabalho.

**Palavras-chave:** Energia solar, Formação profissional, Igualdade de Gêneros

### **Agradecimentos**

TGR UFF, Instituto Rumo Náutico – Projeto Graef e ERSol



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **CORRELAÇÕES ENTRE A TENSÃO DO VENTO OBTIDAS POR BOIAS E SATÉLITES SOBRE O OCEANO ATLÂNTICO TROPICAL ENTRE 1999 E 2018**

Lucca de Souza Mota<sup>1</sup>, Julia da Silva Machado<sup>2</sup>, Luiza Helena Ferraz Saraiva Pegoraro<sup>3</sup>,  
Thaís Lobato Sarmiento<sup>4</sup>, André Luiz Belém<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e bolsista PROAES, UFF, Niterói-RJ, luccamota@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e bolsista PROAES, UFF, Niterói-RJ, juliam@id.uff.br

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e bolsista PROAES, UFF, Niterói-RJ, luizapegoraro@id.uff.br

<sup>4</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra e bolsista CAPES, UFF, Niterói-RJ, thaislobato@id.uff.br

<sup>5</sup> Oceanógrafo (Dr.rer.nat.), Professor no Observatório Oceanográfico - UFF, Niterói-RJ, andrebelem@id.uff.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Um dos principais fatores para compreender a dinâmica oceano-atmosfera é a necessidade de uma base de dados consistente combinada com uma metodologia de medição adequada. Neste trabalho, foram utilizados 19 anos de dados diários de tensão superficial do vento obtidos através da medição direta do vento em boias do programa PIRATA, instaladas no setor oeste do oceano Atlântico Tropical, comparados com a tensão superficial do vento obtidos pelos satélites SeaWinds-QuickScat (1999-2009) e Advanced Scatterometer- ASCAT (2009-2018), nas mesmas posições das boias, com o objetivo de analisar a discrepância entre os dois métodos. Os dados foram separados em tensão do vento zonal e meridional e a concordância entre as séries foram obtidas diretamente para o período de estudo, desconsiderando “gaps” de observação. Um total de aproximadamente 4000 observações em média para cada boia foram comparadas com os dados de satélite. Inicialmente foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson entre os métodos para avaliar uma possível associação entre eles, seguida da análise visual a partir do método gráfico de Bland Altman a fim de observar a concordância. Através da análise gráfica foi possível visualizar as discrepâncias entre os métodos, além de quantificá-las em relação a média das diferenças entre as medições, através do coeficiente de variação (CV), que apresentou valores entre 20% e 600%, demonstrando uma diferença significativa entre os métodos. Os resultados sugerem que estas diferenças estão relacionadas às variações nas condições climáticas locais, portanto conclui-se que algoritmos regionais são necessários para aumentar a qualidade dos dados.

**Palavras-chave:** Wind Stress, PIRATA, ASCAT, QUICKSCAT, Atlântico Sul

### **Agradecimentos**

Ao PROAES pela bolsa de desenvolvimento acadêmico, ao Observatório Oceanográfico e a CAPES



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **INFLUÊNCIA DE SECA, TEMPERATURA E SUA COMBINAÇÃO NA ULTRAESTRUTURA CELULAR EM FOLHAS DE SETARIA VIRIDIS (L.) BEAUV.**

Diego Caetano Campos de Lelis<sup>1</sup>, Nícia Eloisa Gama Junqueira<sup>2</sup>, Marcus Vinicius Catterm<sup>3</sup>, David Cunha Valença<sup>4</sup>, Alves-Ferreira<sup>5</sup>, Fernanda Reinert<sup>6</sup>, Bianca Ortiz-Silva<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Biotecnologista, mestrando em Biotecnologia Vegetal e Bioprocessos – UFRJ, Ilha do fundão – RJ,

<sup>2</sup> Bióloga, doutora em Biotecnologia Vegetal e Bioprocessos – UFRJ, Ilha do fundão – RJ

<sup>3</sup> Licenciado em Ciências Biológicas, mestrando em Biotecnologia Vegetal e Bioprocessos – UFRJ, Ilha do fundão – RJ

<sup>4</sup> Engenheiro agrícola, doutorando em Biotecnologia Vegetal e Bioprocessos – UFRJ, Ilha do fundão

<sup>5</sup> Prof. Dr. Departamento de Genética - UFRJ, Ilha do fundão – RJ

<sup>6</sup> Prof. Dra. Departamento de Botânica - UFRJ, Ilha do fundão – RJ

<sup>7</sup> Prof. Dra. Núcleo Multidisciplinar de Pesquisas de Caxias – RJisa – UFRJ,

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

*Setaria viridis*, modelo genético para monocotiledôneas C4, pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae sendo caracterizada por possuir pequeno genoma, ciclo de vida curto e estatura reduzida. A subfamília Panicoideae inclui espécies economicamente importantes como sorgo, cana de açúcar e milho. Em virtude do sequenciamento completo do seu genoma, *Setaria viridis* tem sido proposta como modelo para investigar as principais respostas à tolerância dos estresses biótico e abiótico da agricultura. Nos dias atuais existe a necessidade crescente de informações detalhadas sobre como a seca, a temperatura e sua combinação influenciam a fisiologia e ultraestrutura em gramíneas. Nosso objetivo foi analisar a ultraestrutura dos cloroplastos da Bainha vascular (BV) e do mesofilo (M) utilizando secções finas e ultrafinas da folha expandida de *S. viridis*. As plantas foram submetidas a 4 tratamentos em hidroponia: controle com solução de Hoagland 25%, estresse hídrico com PEG 8000 a 7,5%, temperatura elevada (42°C) por 2h e combinação de estresse hídrico e temperatura elevada. As amostras foram fixadas com solução de Karnovsky e analisadas em microscopia eletrônica de transmissão. Plantas submetidas ao estresse hídrico e estresse combinado mostraram alterações morfológicas e diminuição do retículo periférico nos cloroplastos das células do M. No tratamento apenas com alta temperatura, os cloroplastos das células BV mostraram, aumento no número de grãos de amido, enquanto que o aumento do retículo periférico foi observado nos cloroplastos das células do M. Nossos resultados preliminares visam melhorar a compreensão dos mecanismos de tolerância ou de resistência à seca e alta temperatura em *S. viridis*.

**Palavras-chave:** cloroplasto, mesofilo, bainha vascular

### **Agradecimentos**

CAPES, INMETRO



## CARACTERIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE VERANICOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

Bruno Cesar Chaves de Oliveira<sup>1</sup>, José Francisco de Oliveira Júnior<sup>2</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ [brunooliveira@id.uff.br](mailto:brunooliveira@id.uff.br) <sup>2</sup> Professor Doutor do programa de engenharia de biosistemas- UFF, Niterói-RJ, [junior\\_inpe@hotmail.com](mailto:junior_inpe@hotmail.com) <sup>3</sup> Professor Doutor do programa de engenharia de biosistemas- UFF, Niterói-RJ, [carrodp@yahoo.com.br](mailto:carrodp@yahoo.com.br)

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A agricultura do estado do Rio de Janeiro tem como característica sua diversificação, com a produção de hortaliças, culturas anuais, perenes e florestais, grande parte estão em regime de sequeiro, no qual utiliza exclusivamente água proveniente das chuvas para produção. Nesse contexto, o fenômeno veranico, que são sequências de dias secos no período chuvoso, com forte insolação e altas taxas de evapotranspiração, prejudica o rendimento hídrico das culturas e sua produtividade. Os estudos sobre ocorrência de veranicos são de grande importância no planejamento agrícola. Portanto, esse estudo tem como objetivo principal propor uma metodologia eficiente para caracterizar as ocorrências de veranico no estado do Rio de Janeiro, com base em ferramentas estatísticas e geotecnologia. Para isso, serão utilizados dados pluviométricos de séries históricas de todo o estado e municípios vizinhos, obtidos na base de dados Hidroweb da Agência Nacional de Águas. Com base nestes dados serão indicados períodos e locais de maiores ocorrências, seguido de quais os melhores métodos de interpolação a serem utilizados na espacialização dos veranicos. Serão caracterizados início do período chuvoso, início do período seco, dia chuvoso e dia seco para definir o período chuvoso e os melhores critérios para a realização do estudo, assim como, serão subdividas em diferentes classes de intervalo de duração das ocorrências de veranicos. De posse dos dados e com critérios definidos, serão realizadas análises estatísticas e geoespacialização dos dados. Assim, serão gerados mapas que indiquem locais e meses de maior ocorrência de veranicos, fornecendo informação que possam ajudar no planejamento agrícola.

**Palavras-chave:** Dry spell, Seca, Precipitação, Geoespacialização.

### Abstract

Agriculture in the state of Rio de Janeiro is characterized by diversification, with the production of vegetables, annual, perennial and forest crops, most of them under rainfed conditions, that uses exclusively water from the rains for production. In this context, the veranico phenomenon, which are sequences of dry days in the rainy season, with strong insolation and high rates of evapotranspiration, affect the water yield of the crops and their productivity. Studies on the occurrence of summer are of great importance in agricultural planning. Therefore, this study has as main objective to propose an efficient methodology to



characterize the occurrences of veranico in the state of Rio de Janeiro, based on statistical tools and geotechnology. For this, rainfall data from historical series from all the state and neighboring municipalities, obtained from the Hidroweb database of the National Water Agency, will be used. Based on these data will be indicated periods and places of greatest occurrence, followed by the best interpolation methods to be used in the spatialisation of veranico. Beginning of the rainy season, early dry season, rainy day and dry day will be characterized to define the rainy season and the best criteria for carrying out the study, as well as, will be subdivided into different classes of duration interval of occurrences. With data and defined criteria, statistical analysis and geospatial data analysis will be performed. Thus, maps will be generated that indicate locations and months of higher occurrence of veranico, providing information that can help in agricultural planning.

### **Agradecimentos**

UFF, PGEB.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NA PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO COMUM**

Laura Corrêa Saldanha da Gama<sup>1</sup>, Gabriel Henrique de Souza Carvalho<sup>2</sup>, Danilo Emmanuel  
Cobra Pio<sup>3</sup>, Sabrina Valente do Nascimento<sup>4</sup>, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira<sup>5</sup>,  
Flávio Castro da Silva<sup>6</sup>, Andre Luiz Belem<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental e aluna de Iniciação Científica UFF, Niterói-RJ - laurasaldanha@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental e estagiário no Observatório Oceanográfico. UFF, Niterói-RJ - ghscarvalho@id.uff.br

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental e bolsista PROAES UFF, Niterói-RJ - danilocobra@id.uff.br

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental e bolsista PROAES UFF, Niterói-RJ - sabrinavalente@id.uff.br

<sup>5</sup> Engenheira Agrícola (D.Sc), Professora no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ - rjarigueira@id.uff.br

<sup>6</sup> Engenheiro Agrícola (D.Sc), Professor no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ - flaviacastro@id.uff.br <sup>7</sup> Andre Luiz Belem Oceanógrafo (Dr.rer.nat.), Professor no Observatório Oceanográfico - UFF, Niterói-RJ, andrebelem@id.uff.br

Apresentado no  
IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0  
06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O consumo do feijão está intrinsecamente ligado ao poder de compra do brasileiro, apresentando uma clara correlação negativa entre seu uso em substituição a proteína animal e a renda média familiar. Logo, o acompanhamento de sua produção, produtividade e consequentemente de seu valor de oferta, é de extrema importância para monitorar a dieta e qualidade de vida das camadas mais pobres da população. O presente estudo utilizou fatores climáticos regionalizados, entre eles precipitação, temperatura do ar no período produtivo, umidade e insolação, obtidos de campos de reanálise fornecidos pela National Centers for Environmental Prediction (NCEP versão 2) e dados de produção e rendimento agrícola do feijão para mesorregiões produtivas brasileiras, entre 1990 até 2016, coletados e agrupados no Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) considerando os 3 períodos de safra. Através da Análise dos Principais Componentes (PCA), a influência do clima sobre a produtividade do feijão, demonstrou uma significativa correlação, independente da região, mas com clara aderência a variabilidade do mercado. Sazonalmente, as safras refletiram a variabilidade climática, demonstrando que o produtor está sujeito ao viés adicionado pelo risco climático. Estes resultados reforçam a hipótese de que o feijão possui uma forte correlação com a economia agrícola mas também sob influência das mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** feijão, produção e rendimento agrícola, economia agrícola, mudanças climáticas

### **Agradecimentos**

PROAES, Observatório Oceanográfico, UFF





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **LEVANTAMENTO DAS FÁBRICAS DE TIJOLO DE SOLO- CIMENTO NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL**

Felipe Machado Freire<sup>1</sup>, Francine Neiva Domingos<sup>2</sup>, Roberto Lourenço de Almeida<sup>3</sup>, Daiane Cecchin<sup>4</sup>, Izabella Christynne Ribeiro Pinto Valadão<sup>5</sup>, Thiago do Nascimento Soares<sup>6</sup>, Alan Vieira Alvarez<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Desenhista industrial, mestrando de Engenharia Biossistemas, UFF, Niterói, RJ, felipe.freire.uff@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheira civil, mestranda de Engenharia Biossistemas, UFF, Niterói, RJ, francinend62@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro civil, mestrando em Ciências do Meio Ambiente, UVA, Rio de Janeiro, RJ, roberto.rdr@uol.com.br

<sup>4</sup> Engenheira agrícola, Professora do Mestrado em Engenharia Biossistemas, UFF, Niterói, RJ, daianececchin@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Engenheira civil, Professora do Mestrado em Ciências do Meio Ambiente, UVA, Rio de Janeiro, RJ, izavaladao5@gmail.com

<sup>6</sup> Graduando em Engenharia civil, UGB, Volta Redonda, RJ, thviola@gmail.com

<sup>7</sup> Graduando em Engenharia civil, UVA, Rio de Janeiro, RJ, alan\_rsc@live.com

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Além dos impactos gerados no processo de extração e beneficiamento de matéria-prima, o setor da construção civil é responsável por diversos passivos ambientais e para minimizar estes impactos, é cada vez mais frequente o uso de materiais alternativos em novas construções. Dentro deste contexto, encontra-se o tijolo de solo-cimento, comercialmente conhecido como tijolo ecológico. O objetivo do presente trabalho foi realizar um levantamento quantitativo das fábricas de tijolo de solo-cimento alojadas na região sudeste do país com levantamento de dados realizado junto à ANITECO e ABRATEM. A pesquisa levou em consideração o porte da empresa, experiência de mercado, estimativa de fabricação diária, valor médio do tijolo e a periodicidade na execução de testes de controle de qualidade. Dentre as 36 fábricas identificadas, 62% são sediadas em São Paulo, 20% em Minas Gerais e 18% no Rio de Janeiro, onde a maioria (89%) é de pequeno porte com até 10 colaboradores e apenas 36% possuem mais de 5 anos de experiência no mercado. A maioria das empresas (55%) possui capacidade de fabricação diária entre 1001 e 3000 unidades e 41% praticam valores entre R\$0,80 a R\$1,00 para cada unidade. Apenas 24% dos fabricantes realizam os testes de controle de qualidade conforme recomendação das normas vigentes. Contudo, pode-se afirmar que a maioria das fábricas de tijolo de solo-cimento situadas na região sudeste é de pequeno porte, com pouca capacidade de fabricação e conseqüentemente pequena padronização, o que gera grande variação nos valores da unidade do tijolo comercializada.

**Palavras-chave:** construção civil, materiais de construção, construção modular

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **VARIAÇÃO ESTACIONAL DA OFERTA DE TOMATE LONGA VIDA EM MINAS GERAIS (2013 A 2016)**

Luis Felipe Lima e Silva<sup>1</sup>, Douglas Correa de Souza<sup>2</sup>, Victor Henrique Rodrigues Pinto<sup>3</sup>,  
Wilson Roberto Maluf<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dr. em Fitotecnia/Produção Vegetal, Pós-doutorando em Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, luisufla@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, doutorando em Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, douglascorrea@ymail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, victor.take@hotmail.com

<sup>4</sup> Phd, Professor adjunto ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, wrmaluf@dag.ufla.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) apresenta grande importância econômica e social. Em virtude do enorme leque de cultivares disponíveis no mercado, com suas diversas exigências edafoclimáticas, e das diferenças climáticas em várias regiões produtoras, o tomateiro pode apresentar variações estacionais de oferta ao longo do ano. O objetivo neste trabalho foi estudar a variação estacional da oferta do tomate Longa Vida praticada no estado de Minas Gerais, no período de 2013 a 2016. Para isso, os dados de ofertas para o mercado da CEASAMINAS grande BH foram obtidos e submetidos ao método da média geométrica móvel. O tomate longa vida apresentou marcante variação estacional da oferta. Nos meses que compreendem a época das águas (novembro, dezembro, janeiro e fevereiro) foram observadas as menores ofertas e a maior variação estacional. Em dezembro foi observada a menor média de oferta do produto, bem como a maior variação dessa oferta ao decorrer dos anos. A maior variação estacional entre dezembro e janeiro é inerente às diferenças climáticas refletidas nos dados de oferta entre as diferentes safras, principalmente entre os anos de 2014 e 2015. Constatou-se que na safra do ano de 2015, no período das águas (primavera/verão), em média a temperatura máxima foi superior a 30°C, e ocorreram maiores precipitações e maior umidade relativa quando são comparadas aos outros anos neste mesmo período. Os resultados poderão servir como base para planejamentos da produção dessa cultura para diferentes regiões de climas semelhantes, ou para regiões que apresentem potencial como futuras produtoras.

**Palavras-chave:** Clima, *Lycopersicon esculentum*, produtividade, sazonalidade na produção.

### **Agradecimentos**

CAPES, CNPq, FAPEMIG, UFLA.



**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

**WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0**

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **CORRELAÇÃO ENTRE ASPECTOS CLIMÁTICOS E A PRODUÇÃO- RENDIMENTO DA SOJA NO BRASIL COM BASE NO LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA - LSPA/IBGE**

Danilo Emmanuel Cobra Pio<sup>1</sup>, Gabriel Henrique de Souza Carvalho<sup>2</sup>, Sabrina Valente do Nascimento<sup>3</sup>, Laura Corrêa Saldanha da Gama<sup>4</sup>, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira<sup>5</sup>, Flávio Castro da Silva<sup>6</sup>, Andre Luiz Belem<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental e bolsista PROAES UFF, Niterói-RJ danilocobra@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental e estagiário no Observatório Oceanográfico. UFF, Niterói-RJ ghscarvalho@id.uff.br

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental e bolsista PROAES UFF, Niterói-RJ sabrinavalente@id.uff.br

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental e aluna de Iniciação Científica UFF, Niterói-RJ laurasaldanha@id.uff.br

<sup>5</sup> Engenheira Agrícola (D.Sc), Professora no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ rjarigueira@id.uff.br

<sup>6</sup> Engenheiro Agrícola (D.Sc), Professor no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ flaviocastro@id.uff.br

<sup>7</sup> Oceanógrafo (Dr.rer.nat.), Professor no Observatório Oceanográfico - UFF, Niterói-RJ, andrebelem@id.uff.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0

06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O Produto Interno Bruto brasileiro está intimamente ligado à produção agrícola, seja para o mercado interno ou commodities para exportação. Entre estes, a soja se destaca como um dos commodities mais vendidos pelo Brasil (produz aproximadamente 117 milhões de toneladas). Desta forma, quebras de safra decorrentes de fenômenos climáticos afetam diretamente a economia do país e conseqüentemente toda a cadeia produtiva. Neste trabalho, fatores climáticos regionalizados tais como precipitação, temperatura do ar (mediana, máxima e mínima), umidade e insolação, obtidos de campos de reanálise fornecidos pela National Centers for Environmental Prediction (NCEP versão 2) foram diretamente correlacionados com dados de produção e rendimento agrícola da soja para todas as regiões brasileiras, entre 1990 até 2016, sumarizados no Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os resultados mostraram que diferenças regionais estão correlacionadas com as características climáticas zonais, porém, com uma discretização no tempo variável, que pode estar relacionada a adaptação de sementes geneticamente modificadas (transgênicos) em alguns estados brasileiros. Este estudo demonstra a capacidade de agregar e analisar os dados climáticos com a produção e rendimento agrícola, tornando viável a melhoria de modelos de previsão do risco climático com base em cenários futuros de mudanças climáticas, adaptados para a realidade do Brasil.

**Palavras-chave:** soja, produção e rendimento agrícola, economia agrícola, mudanças climáticas

### **Agradecimentos**

Projeto PROAES UFF2779, Observatório Oceanográfico



## IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE O RENDIMENTO E A PRODUÇÃO DE MILHO NO BRASIL

Sabrina Valente do Nascimento<sup>1</sup>, Gabriel Henrique de Souza Carvalho<sup>2</sup>, Danilo Emmanuel Cobra Pio<sup>3</sup>, Laura Corrêa Saldanha da Gama<sup>4</sup>, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira<sup>5</sup>, Flávio Castro da Silva<sup>6</sup>, Andre Luiz Belem<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental e bolsista PROAES UFF, Niterói-RJ [sabrinavalente@id.uff.br](mailto:sabrinavalente@id.uff.br)

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental e estagiário no Observatório Oceanográfico. UFF, Niterói-RJ [ghscarvalho@id.uff.br](mailto:ghscarvalho@id.uff.br)

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental e bolsista PROAES UFF, Niterói-RJ [danielocobra@id.uff.br](mailto:danielocobra@id.uff.br)

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental e aluna de Iniciação Científica UFF, Niterói-RJ [laurasaldanha@id.uff.br](mailto:laurasaldanha@id.uff.br)

<sup>5</sup> Engenheira Agrícola (D.Sc), Professora no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ [rjarigueira@id.uff.br](mailto:rjarigueira@id.uff.br)

<sup>6</sup> Engenheiro Agrícola (D.Sc), Professor no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ [flaviocastro@id.uff.br](mailto:flaviocastro@id.uff.br)

<sup>7</sup> Oceanógrafo (Dr.rer.nat.), Professor no Observatório Oceanográfico - UFF, Niterói-RJ, [andrebelem@id.uff.br](mailto:andrebelem@id.uff.br)

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O milho é um alimento altamente energético, muito utilizado na ração de aves e suínos além de ser muito importante na culinária típica brasileira, sua produção remete desde tempos antigos e atualmente o Brasil é o segundo maior exportador deste commodity ficando atrás somente dos Estados Unidos. Nesta condição, o milho tem forte influência no Produto Interno Bruto do Brasil. Utilizado como prática de rotação de cultura, o milho serve para incrementar a palha ao solo fraco, para quebrar o ciclo de pragas e doenças e maior reciclagem de nutrientes. Neste trabalho, uma coletânea de dados de produção e rendimento agrícola do milho para safra e “safrinha” levantados em todas os Estados brasileiros entre 1990 até 2016, e sumarizados no Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram correlacionados com a variabilidade climáticas regionalizada e estatisticamente ajustada ao período de safras, tais como precipitação, temperatura do ar (mediana, máxima e mínima), umidade e insolação, obtidos de campos de reanálise fornecidos pela National Centers for Environmental Prediction (NCEP versão 2). Os resultados mostraram que o milho, apesar da robustez, possui significativa correlação com os campos climáticos. Com base em uma análise estatística de componentes principais, os níveis de correlação entre produção, rendimento e as variáveis climáticas foram discretizados por região, mostrando um forte componente zonal principalmente sobre o rendimento. Estes resultados mostram o potencial da análise combinada de clima e dados de produção-rendimento para melhoria dos modelos de risco climático para o milho.

**Palavras-chave:** milho, produção e rendimento agrícola, economia agrícola, mudanças climáticas

### Agradecimentos

Projeto PROAES UFF2779, Observatório Oceanográfico





**4º WORKSHOP DE  
ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS**

**6 A 8 DE NOVEMBRO DE 2018**

WWW.PGEB.UFF.BR/WEB4.0

AUDITÓRIO DO NAB - UFF - RUA PASSO DA PÁTRIA, 156 - CAMPUS PRAIA VERMELHA, NITERÓI - RJ



## **ESTUDO DA CORRELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR E ÍNDICES DE EL NIÑO NO ATLÂNTICO SUL**

Julia da Silva Machado<sup>1</sup>, Lucca de Souza Mota<sup>2</sup>, Luiza Helena Ferraz Saraiva Pegoraro<sup>3</sup>,  
Thaís Lobato Sarmento<sup>4</sup>, André Luiz Belém<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e bolsista PROAES, UFF, Niterói-RJ, juliam@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e bolsista PROAES, UFF, Niterói-RJ, luccamota@id.uff.br

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e bolsista PROAES, UFF, Niterói-RJ, luizapegoraro@id.uff.br

<sup>4</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra e bolsista CAPES, UFF, Niterói-RJ, thaislobato@id.uff.br

<sup>5</sup> Oceanógrafo (Dr.rer.nat.), Professor no Observatório Oceanográfico - UFF, Niterói-RJ, andrebelem@id.uff.br

Apresentado no

IV Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 4.0 06 a 08 de novembro de 2018 -  
Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A principal dificuldade nas previsões de longo prazo do clima no Brasil é entender o papel do oceano Atlântico Sul em função de fenômenos de meso escala como por exemplo o El Niño. Neste trabalho, um conjunto de dados da Temperatura da Superfície do Mar Reconstruída (ERSST) no oceano Atlântico Sul, derivado do Conjunto Internacional de Dados Compreensivos do Oceano – Atmosfera (ICOADS) com resolução espacial de 2° x 2° foram correlacionados com diferentes índices de El Niño (fornecidos pela NOAA, NCAR e outros) em diversas localidades do oceano Pacífico, com objetivo de entender melhor as teleconexões oceano-atmosfera e entre Pacífico-Atlântico. Essa interação é responsável por parte da variabilidade climática observada sobre o clima da América do Sul. Neste contexto, a área de estudo foi limitada à METAREA V e a correlação testada entre os índices e a TSM em toda a região, resultando em mapas de correlação para o Atlântico Sul. Os resultados revelam que os três principais índices de El Niño usados para o estudo (MEI - Multivariate El Niño Index, NINO3.4 e NINO 4 SST) possuem uma forte correlação entre si, devido ao método de cálculo destes índices. Na correlação com a TSM no Atlântico Sul, valores positivos de correlação (máx. 0.5) foram observados no Atlântico Tropical, correspondentes a influência da Zona de Convergência Intertropical, bem como na área de influência da Alta Pressão do Atlântico Sul. Valores negativos de correlação estão associados a zona de bifurcação da Corrente Sul Equatorial, conforme esperado.

**Palavras-chave:** correlação, TSM, oceano atlântico.

### **Agradecimentos**

PROAES, CAPES, Observatório Oceanográfico, UFF



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE BIODISSISTEMAS**

**ANAIS DO**  
**IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE BIODISSISTEMAS**  
**WEB 4.0 (06 a 08 de novembro de 2018)**



**NITERÓI - RJ**  
**2018**