



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

**ANAIS DO**  
**III WORKSHOP EM ENGENHARIA DE BIOSSISTEMAS**  
**WEB 3.0 (12 a 14 de dezembro de 2017)**



**NITERÓI - RJ**  
**2017**

## **Organizadores**

Marcos Alexandre Teixeira

Cristina Moll Hüther

Daiane Cecchin

## **Anais - III Workshop em Engenharia de Biosistemas - WEB**

1ª Edição

III WEB (12 a 14 de dezembro de 2017)

Evento promovido pelo:

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas

Local: NAB - Núcleo de Estudos em Biomassa e Gerenciamento de Águas

Niterói – RJ

AGRAH Consultoria

2017

Código do ISBN  
978-85-93877-02-5

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

W926 Workshop em Engenharia de Biossistemas - WEB (3. : 2017 :  
Niterói, RJ).  
Anais ... / III Workshop em Engenharia de Biossistemas - WEB ;  
organizadores Marcos Alexandre Teixeira, Cristina Moll Hüther,  
Daiane Cecchin. – Niterói, RJ : AGRAH Consultoria, 2017.  
272 p.  
Evento realizado no período de 12 a 14 de dezembro de 2017.

1. Engenharia de biossistemas. 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. Título.

CDD 630.2086 (21 ed)

### **III WEB 2017**

#### **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  
Dra. Cristina Moll Hüther – Presidente da Comissão Organizadora  
Profª. Dra. Daiane Cechin – Vice-Presidente da Comissão Organizadora  
Profª. Dra. Raquel Andrade Donagemma  
Prof. Dr. Marcos Alexandre Teixeira

#### **Comissão Organizadora**

##### Discentes Mestrado

Alessandra Ribeiro de Paula  
Camila Ferreira Borduam Chaves  
Euclides Lee Neto Viana  
Gustavo da Silva Demamam Berna  
Matheus Leal Soares das Neves  
Rafael Agostinho Ferreira  
Rubiana Pereira Borges  
Mariana Delgado Gonçalves

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

Flávia dos Santos Dias (Aluno PET Farmácia)  
Rafael de Mesquita Carvalho (Aluno PET Agrícola)  
Vivian Michelli Barbosa (PET Agrícola)  
Caroline Piccoli Miranda de Freitas (PET Agrícola)  
Jóice Azeredo Silva (PET Agrícola)

### **Comitê Científico WEB 3.0**

Dra. Adriana Gonçalves da Silva  
Dra. Adriana Maldonado Barrios  
Dr. Ailton Vieira  
Dra. Aline Domingos Gonçalves  
Dra. Amanda Moreira Lopes  
Msc. Ana Débora Nunes Pinheiro  
Dr. Anderson Augusto Schock  
Dra. Antonia Carlene Rodrigues Furtado Medeiros  
Dr. Carlos Eduardo Leal  
Dra. Cibele Merched Gallo  
Dra. Claudia de Oliveira  
Dra. Daniela De Conti  
Dra. Débora Candeias Marques  
Dra. Elisia Rodrigues Corrêa  
Dra. Flaviana Rodrigues Fintelman Dias  
Dra. Isabel Rodrigues Brandão  
Dra. Jaqueline Castro de Oliveira  
Dr. Jonas Oliveira Vinhal  
Dra. Juliana Lobo Paes  
Dr. Junior Borella  
Dra. Letícia Neutzling Rickes  
Dr. Luis Willian Pacheco Arge  
Dr. Márcio Espinosa de Farias  
Dr. Marcus Vinicius Juliaci  
Dra. Maria Eliana Lopes Ribeiro de Queiroz  
Dra. Marília Mércia Lima Carvalho Carneiro  
Dra. Neidemar de Moura Bastos Vasconcellos  
Dr. Orlando Carlos Huertas Tavares  
Dra. Patricia Ferreira Ponciano Ferraz  
Dr. Rodrigo Bitzer  
Dra. Vania Rosal Guimaraes Nascimento

## Agradecimentos

A comissão organizadora do III Workshop em 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

## Resumos publicados no III WEB

### Expandidos

Caracterização e natureza das inclusões minerais presentes no lenho de seringueira	12
Diagnóstico do impacto da rodovia estadual 132 sobre a fauna silvestre da área de proteção ambiental da Massambaba e o parque estadual da Costa do Sol - RJ, Brasil	16
Identificação objetiva da zona de convergência do Atlântico Sul	22
Influência da regeneração natural na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Jacaré, Niterói-RJ	27
Metodologia para elaboração de um <i>Ensemble Multi Model</i> de previsões de precipitação	32
Mudança na disponibilidade hídrica associada às mudanças no uso e cobertura da terra na bacia do rio Paraíba do Sul, Sudeste brasileiro	36
Níveis de degradação de pastagens segundo avaliação visual do solo aplicado à região do médio vale do Paraíba do Sul	41
Otimização na produção de biodiesel a partir do óleo de palma mediante a relação dos fatores razão álcool: óleo, temperatura e tempo	46
Padronização quantitativa de ácido barbinérvico em extratos de <i>Eugenia punicifolia</i> (kunth) dc. por ATR-FTIR	51
Produção de goma xantana a partir da glicerina de biodiesel	55
A utilização de diatomacea, a vermiculita e cédulas sem valor na confecção de tijolo ecológico	60
Ajuste de parametrizações do albedo na estimativa da radiação solar refletida em superfície urbana	65
Análise climatológica da refratividade atmosférica na região da ilha de Trindade	69
Análise da área foliar específica de espécies florestais com folhas compostas expostas a diferentes níveis de sombreamentos	73
Análise da integração de hídrica reversa na ilha da Trindade e inclusão fotovoltaica	78
Análise de eficiência da produção de biodiesel em escala laboratorial utilizando a metodologia <i>Network Data Envelopment Analysis</i> - DEA	83
Análise do modelo WRF 3.4 na previsão de eventos de precipitação que desencadeiam movimentos de massa	87
Aproveitamento da glicerina residual do biodiesel de óleo de fritura por processo de fermentação	92
Atropelamento de fauna: um estudo de caso no parque estadual da Serra da Tiririca	97
Avaliação da antecipação da convecção na região amazônica na climatologia do modelo <i>Community Atmosphere Model</i> versão 3.1 (CAM 3.1)	101

Avaliação de métodos de interpolação espacial a partir de dados lidar aplicados à altura de árvores	105
Biodigestão de esterco suíno em diferentes temperaturas de operação para a utilização do biogás dentro do conceito de cogeração	110
Carbono do solo sob diferentes usos no Semiárido Nordeste	115
Desenvolvimento e análise de nova estrutura de simulação hidrológica baseada no modelo SMAP	120
Diferentes densidades de plantio e atributos do solo em sistemas agroflorestais	125
Efeito do NaCl na germinação de tomate em diferentes substratos	129
Efluentes de esterilização por autoclave e reuso	133
Emissões absolutas e intensidade de emissão em duas pastagens produtivas, mantidas com fertilização nitrogenada, e em duas pastagens degradadas no sul da Bahia	137
Estado da arte da avaliação dos impactos de ações de conservação na perda de solos e controle à erosão	143
Estado da arte da espectroscopia NIR para a determinação de carbono orgânico do solo	147
Estudo da condutividade elétrica em folhas de café ( <i>Coffea arabica</i> L.)	151
Etnoecologia como ferramenta de estudo do patrimônio cultural e biológico do rio Paraíba do Sul	156
Evapotranspiração de referência no estado do Rio de Janeiro determinada com dados em grade da universidade de Delaware	160
Fórmula fechada para cálculo da capacidade de campo no processo de infiltração de água no solo	165
Implementação de sistema de vácuo para análise de amostras de água por espectrometria de massa com aceleradores	170
Influência de diferentes níveis de intensidade luminosa sobre os teores de pigmentos fotossintéticos em ipecacuanha	174
Influência do balanço hídrico sobre a salinidade da lagoa de Araruama - RJ	178
Mapeamento das fitofisionomias dos manguezais da APA Guapimirim através de sensoriamento remoto	183
Método <i>DRASTIC</i> de avaliação da vulnerabilidade - aquífero Guaratiba (RJ)	187
Modelagem estocástica da evolução de um poro em um processo de dissolução e precipitação	192
Monitoramento da biodiversidade em áreas de queimadas controladas no parque nacional da serra da canastra, mg: estudos preliminares relativos ao Manejo Integrado do Fogo (MIF)	196
Projeto fora da estrada, dentro da floresta: ações educativas para sensibilização e prevenção ao atropelamento de fauna silvestre em Niterói, RJ.	201
Respostas fotoquímicas em <i>Coix lachryma-jobi</i> submetidas ao déficit hídrico	206

Sobrevivência de mudas de mangue em áreas com diferentes profundidades de lençol freático	210
Verificação da habilidade do modelo NCAR/CAM 3.1 para o Brasil e regiões de 2012 a 2017	214
Zoneamento climático do cultivo de lúpulo para o estado do Rio de Janeiro	218

## **Simples**

Avaliação do tratamento de águas pluviais por manta sintética – Acrilon	223
Balanco hídrico climático no município do Rio de Janeiro baseado em dados do Sistema Alerta Rio	224
Aclimação de residências populares aos padrões energeticamente sustentáveis	225
Análise da eficiência de sensores atmosféricos de baixo custo no Parque Nacional de Itatiaia	226
Análise da eficiência do sensor de umidade do solo para determinação da umidade ideal da pimenta de cheiro	227
Análise da influência dos serviços ecossistêmicos na cidade de São José de Ubá, noroeste fluminense – RJ e suas territorialidades	228
Análise da legalidade da cobrança da taxa de limpeza urbana	229
Análise da segurança operacional no segmento <i>offshore</i> brasileiro com foco na perfuração e produção	230
Análise das correlações entre a variabilidade climática interanual e o rendimento da cultura do café na região de São Paulo	231
Análise de tecnologias de aproveitamento de resíduos sólidos urbanos: uma análise prospectiva	232
Análise do desempenho de dados simulados por modelos regional atmosférico	233
Análise do potencial de geração e viabilidade do biogás como alternativa estratégica para a matriz energética nacional	234
Análise do uso e ocupação do solo da região leste do município de Niterói, sob a perspectiva das mudanças climáticas globais, com o uso de SIG	235
Análise exergética, econômica e ambiental de uma biorrefinaria de microalgas	236
Análise por cromatografia gasosa de COV nas emissões de motor de combustão interna movido a biodiesel de óleo vegetal	237
Análise quantitativa e qualitativa do biodiesel	238
Aproveitamento das bioenergias – uma realidade	239
Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis	240
Aquaponia: relação harmônica entre peixes, plantas e bactérias	241

Avaliação da qualidade e rendimento da purificação de biogás, através de filtro preenchido de biochar	242
Biorremediação microbiana	243
Comparação de diferentes materiais para construção de fossas sépticas em meio rural	244
Déficit hídrico em plantas de <i>Carapichea ipecacuanha</i>	245
Detecção de focos de incêndios florestais a partir de sensores de baixo custo, utilizando a plataforma Arduino	246
Determinação do coeficiente de cultura de <i>Spilanthes oleraceae</i> L. e sua influência sobre a produção de Espilantol	247
Distribuição espacial e sazonal da chuva na região hidrográfica da baía da Ilha Grande- RJ	248
Efeito das variáveis ambientais na restauração florestal em três áreas de mata atlântica no município de Niterói, RJ	249
Especulação verde – estudo de caso de áreas preservadas na cidade de Niterói/RJ	250
Estado da arte da abordagem metodológica de serviços ecossistêmicos dos solos em sistemas agroflorestais	251
Estudo do paleoambiente através da análise de carvões: diversidade e cronologia	252
Estudo do potencial de aumento da eficiência energética global do biogás, utilizando a reforma seca do metano a partir de catalisadores de níquel e/ou cobalto	253
Fatores ambientais e humanos e sua influência na dinâmica dos focos de calor via satélites ambientais no bioma mata atlântica no estado do Rio de Janeiro	254
Identificação de áreas prioritárias para restauração florestal na sub-bacia do rio Jaguari (SP)	255
Influência do aglutinante no poder calorífico e na decomposição térmica de briquetes	256
Influência do estresse causado pelo corte nas raízes e parte aérea na produção de matéria seca do capim-citronela	257
Manejo florestal e a qualidade da água em Volta Redonda - RJ	258
Mudança da temperatura diária em resposta a degradação da Floresta da Tijuca	259
Otimização do traçado de empreendimentos lineares	260
Pisos drenantes e permeáveis – uma alternativa para mitigar impactos ambientais	261
Produção de reuterina a partir de glicerol utilizando <i>Lactobacillus reuteri</i>	262
Projeto Vento Solar – capacitação para o mercado de energia fotovoltaica	263
Quantificação de serapilheira em reflorestamento no Morro da Formiga - RJ	264
Reuso de água das cavas de extração de areia do distrito Areeiro Seropédica-Itaguaí, e destinação final em solo cultivado com culturas agrícolas	265
Sensor de deslizamento de massa	266
Separação da fração Aragonita para datação de Vermetídeos por carbono 14	267
Técnicas sustentáveis para estabilização de taludes	268

Uso de sensoriamento remoto na avaliação da dinâmica de substituição de pastagens degradadas por sistemas agropecuários sustentáveis no cerrado	269
Utilização de análise envoltória de dados para avaliar eficiência de lotes de matrizes de frango de corte alternativo	270
Utilização de painéis treliçados na execução de lajes – alternativa para redução de RCC	271



## Introdução

O Workshop de Engenharia de Biosistemas (WEB) é um evento acadêmico que iniciou com o objetivo de divulgar os resultados dos projetos de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas (PGEB). Devido ao grande êxito, agora se expande para além da comunidade da Universidade Federal Fluminense, englobando a todos os interessados na área das Ciências Ambientais e suas tecnologias, formado pela comunidade acadêmica, empresas e membros da sociedade em geral que tenham afinidade com os temas e projetos de pesquisa ligados ao PGEB.

O evento ocorreu nos dias 12, 13 e 14 de dezembro de 2017 no Núcleo de Estudos em Biomassa e Gerenciamento de Águas (NAB), nas dependências da UFF, Campus Praia Vermelha. No total tivemos: 207 inscrições (alunos de graduação e de pós-graduações), 8 palestras, 5 minicursos, 10 apresentações orais e 83 na forma de pôster, além de que neste ano foi incluída a Mesa Redonda sobre Recursos Naturais Renováveis.

Assim, na sua 3ª Edição, o WEB é um dos principais eventos científicos a integrar alunos, sejam eles graduandos, alunos da Pós, até alumni e professores das mais diversas áreas acadêmicas, assim como de outras instituições além da UFF, mantendo sua gratuidade, garante-se como espaço plural de congregação do grande público acadêmico fluminense, nesta que é uma das mais importantes Universidades públicas brasileiras.

Resumos Expandidos

III WEB



## CARACTERIZAÇÃO E NATUREZA DAS INCLUSÕES MINERAIS PRESENTES NO LENHO DE SERINGUEIRA

Thayanne Caroline Castor Neto<sup>1</sup>, João Vicente de Figueiredo Latorraca<sup>2</sup>, Glaycianne Christine Vieira dos Santos<sup>3</sup>, Dayane Oliveira Lima<sup>3</sup>, Letícia Maria Alves Ramos<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Florestal, mestranda em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, [neto.thayanne@gmail.com](mailto:neto.thayanne@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, Rio de Janeiro, [latorraca@hotmail.com](mailto:latorraca@hotmail.com)

<sup>3</sup> Engenheira Florestal, mestranda em Ciências Ambientais e Florestais - UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, [annechristine.santos@hotmail.com](mailto:annechristine.santos@hotmail.com); [dayaneoliversfg@hotmail.com](mailto:dayaneoliversfg@hotmail.com)

<sup>4</sup> Engenheira Florestal, doutoranda em Ciências Ambientais e Florestais - UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, [leticiaalves.ramos@hotmail.com](mailto:leticiaalves.ramos@hotmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A natureza, os tipos e as organizações das inclusões minerais podem ser características importantes para estudos em anatomia vegetal. Também chamados de cristais, podem ocorrer em diversas células e também podem apresentar variadas formas, tamanhos e composição química. Recentemente, são observados cristais no lenho da seringueira, porém de composição química desconhecida. Portanto, tendo em vista a importância econômica da espécie, a carência de estudos sobre o tema em questão e visando ampliar a disponibilidade de maiores informações relacionadas à caracterização da espécie, objetivou-se com este estudo determinar a frequência, a distribuição, a morfologia e a natureza dos cristais presentes no lenho de Seringueira. Para tanto, foram utilizadas árvores coletadas em um plantio comercial, estabelecido na Fazenda Água Milagrosa, no município de Tabapuã, São Paulo. Foi observada maior frequência de cristais nas regiões próximas à medula, sendo mais frequentes nas células de parênquima axial e associados aos vasos, quando estes estão obstruídos por tilose. Foram caracterizados morfologicamente como cristais prismáticos, compostos por oxalato de cálcio.

**Palavras-chave:** Madeira, cristais, oxalato de cálcio

## CHARACTERIZATION AND NATURE OF MINERAL INCLUSIONS PRESENT IN RUBBER TREE

### Abstract

The nature, types, and organizations of mineral inclusions may be important for studies in plant anatomy. Also called crystals, they can occur in several cells and have varying shapes, sizes and chemical composition. Recently, were observed crystals in rubber tree, but their chemical composition is unknown. Therefore, due to its economic importance of the species, the lack of studies on the subject in question and aiming at expanding the availability of more information related to the characterization of the species, this study aimed to determine the frequency,

distribution, morphology and the nature of the crystals present in the rubber tree. For that, were used trees harvested in a commercial plantation, established in Fazenda Água Milagrosa, in Tabapuã, São Paulo. Higher frequency of crystals were observed in the regions near medulla, being more frequent in the cells of axial parenchyma and associated with the vessels when they are obstructed by tylose. Characterized as prismatic crystals and composed of calcium oxalate.

**Keywords:** Wood, crystals, calcium oxalate

## INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis*) é uma planta laticífera, originada no Brasil e característica da floresta Amazônica. Pertencente à família Euphorbiaceae, atinge 20 a 30 metros de altura e diâmetro do tronco entre 30 e 60 cm (LORENZI, 1998). O gênero *Hevea* compreende cerca de 11 espécies, das quais *Hevea brasiliensis* é a única plantada e explorada comercialmente, por ser uma das mais produtivas e possuir látex de qualidade superior ao das demais (PEREIRA *et al.*, 2000).

O fator de maior entrave para o cultivo da seringueira no Brasil foi a ocorrência do mal-das-folhas, causada pelo fungo *Microcyclus ulei*, favorecida pela alta temperatura e umidade características da Amazônia, perdendo espaço para outros países produtores como a Malásia, Indonésia e Tailândia. Desta maneira, o cultivo da seringueira, no País, se estendeu a áreas de diferentes características climáticas, denominadas regiões de escape, criando a necessidade de novos cultivares adaptados a essas áreas.

Seu ciclo produtivo de látex decresce a partir dos 25-30 anos de idade, o que permite que a sua madeira se torne uma nova fonte de renda (PELOZZI, 2012). Entretanto, devido a genética, as condições ambientais e a própria natureza de seu crescimento, trata-se de uma espécie que apresenta madeira de reação e inclusões minerais ou cristais, que geram transtornos e desestímulos para a utilização desta madeira nas indústrias brasileiras de transformação e processamento.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho expandir o conhecimento anatômico da madeira de seringueira e da natureza dos cristais, pois se trata de um estudo minucioso e básico para entender o comportamento da mesma em diferentes ambientes, além de viabilizar informações para futuros trabalhos com a espécie em diferentes áreas da tecnologia da madeira.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas quatro árvores, aos 53 anos de idade, em final de ciclo, de um plantio comercial estabelecido no município de Tabapuã, São Paulo, onde foram retirados discos no meio do fuste.

A madeira de Seringueira continha lenho de reação, portanto, foi retirada uma seção no sentido radial para os lenhos de reação e oposto, onde foram obtidos três amostras (2x2x2 cm) na variação radial, ou seja, nas regiões próxima à medula (M), intermediária (I) e outra na região próxima ao câmbio (C).

A frequência foi determinada a partir de imagens obtidas com microscópio óptico e software de análise de imagem. Para caracterização morfológica, foi utilizado o aparelho de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), bem como as recomendações determinadas pela International Association of Wood Anatomists Committee (IAWA, 1989). Para conhecer a composição química, foi realizado teste de solubilidade em ácido clorídrico (10%) (KRAUS e ARDUIM, 1997).

Posteriormente, será utilizado o equipamento EDX (Energy-dispersive X-Ray spectroscopy) para determinar a composição química exata dos cristais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi identificado o formato prismático de cristais entre os elementos de vaso (Figura 1A), parênquima axial (Figura 1B) e parênquima de raio (Figura 1C), sendo mais frequente nas células de parênquima axial. Isso poderia estar associado à função desse tipo de célula, pois são responsáveis pelo armazenamento de substâncias. Apenas não foram encontrados nas fibras. Alguns se apresentaram em tamanhos distintos dentro de uma mesma célula.

Nos poros, foi observado o aparecimento de cristais associados à tilose (Figura 1D). A presença dos mesmos pode estar relacionada à um reforço estrutural da parede celular, gerando suporte mecânico durante o crescimento.

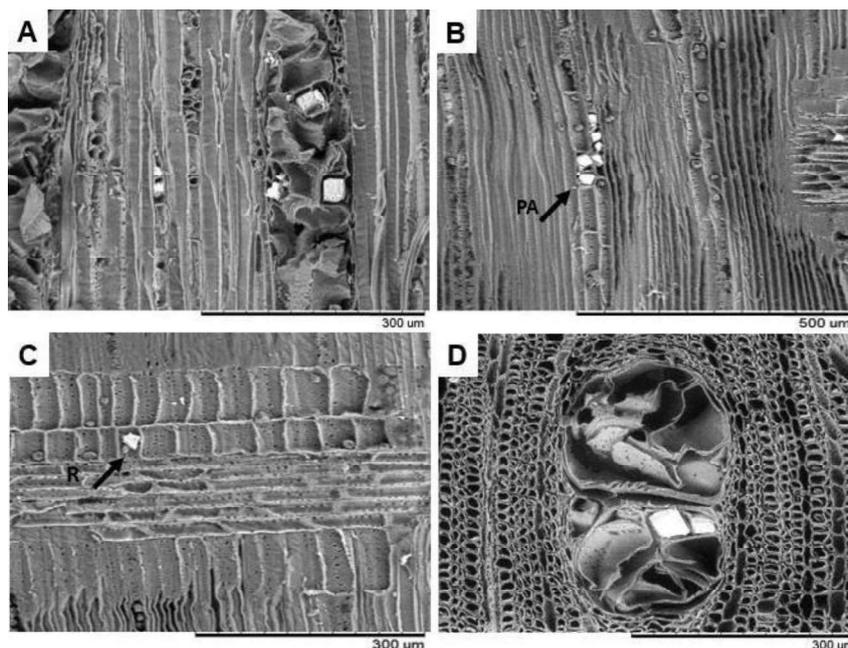


Figura 1. Imagens obtidas no MEV. Em A e B, plano longitudinal tangencial. Em C, plano longitudinal radial e em D, plano transversal.

Foi quantificada a frequência de cristais de acordo com a variação radial nos lenhos de reação e oposto de seringueira (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência de cristais de acordo com as posições e os lenhos de *Hevea brasiliensis*, aos 53 anos de idade. (Fonte: os autores).

Lenhos/Posição	Medula (%)	Intermediária (%)	Casca (%)	Frequência Total (%)
Reação	19	14	2	35
Oposto	16	11	1	28
<b>Frequência Total (%)</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>63</b>

Constatou-se a maior frequência de cristais na região correspondente à posição interna, ou seja, região onde ocorreu processo de cernificação, pois não há mais atividade fisiológica. Gradativamente a frequência diminuiu, como pode ser notado nas posições intermediárias quando comparadas às internas. Nas posições externas, a frequência diminuiu

substancialmente. Nesse caso, o aparecimento dos cristais é praticamente raro nessa região, pois se trata de uma zona de alta atividade fisiológica e os cristais ainda estariam em processo de biossíntese.

Raven & Smith (1976) mencionam que o oxalato de cálcio é conhecido como um produto extremamente tóxico do metabolismo da planta e a formação dos cristais, a partir do oxalato, poderia estar relacionada a uma forma de eliminação ao excesso de cálcio presente no meio.

A frequência dos cristais, com relação ao tipo de célula, também foi observada e constatou-se que estes foram mais frequentes nas células de parênquima axial, o que reforça a função destas células, responsáveis pelo armazenamento e translocação de água e solutos a curtas distâncias.

A partir da análise histoquímica, notou-se a dissolução gradativa dos cristais presentes no lenho, indicando que os mesmos são compostos por oxalato de cálcio.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foram observados cristais prismáticos nos elementos de vaso, parênquima axial e parênquima radial do lenho da seringueira.

A posição interna da madeira, apresentou maior frequência de cristais associados à tilose, independente dos lenhos de reação e oposito. Enquanto que na posição externa, não foi observada a presença de tilose e tampouco de cristais.

A composição química foi identificada como oxalato de cálcio.

Sugere-se um estudo mais aprofundado, com análises de solo, por exemplo, para entender e relacionar o aparecimento dos cristais no lenho da espécie em questão.

### **BIBLIOGRAFIA**

- IAWA COMMITTEE. 1989. *IAWA list of microscopic features for hardwood identification*. IAWA Bulletin, v. 10, n. 3, p. 219-332.
- KRAUS, J.E.; ARDUIM, M., 1997. *Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal*. Seropédica: EDUR, 198p.
- LORENZI, H. 1998. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 2., 352 p.
- PELOZZI, M. M. A. 2012. *Estudo dos níveis de tensões de crescimento e influência da vaporização de toras na qualidade do desdobro da madeira de Hevea brasiliensis*. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, São Paulo.
- PEREIRA, J. C. D. et al. 2000. *Características da madeira de algumas espécies de eucaliptos plantadas no Brasil*. Colombo: Embrapa Florestas, 113 p.
- RAVEN, J.A. & SMITH, F.A. 1976. *Nitrogen assimilation and transport in vascular land plants in relation to intracellular pH regulation*. New Phytol. 76: 415-431.



## **DIAGNÓSTICO DO IMPACTO DA RODOVIA ESTADUAL 132 SOBRE A FAUNA SILVESTRE DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA MASSAMBABA E O PARQUE ESTADUAL DA COSTA DO SOL - RJ, BRASIL.**

Márcia Ferreira Tavares<sup>1</sup>; Sávio Freire Bruno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bióloga, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [marciafertavares@yahoo.com.br](mailto:marciafertavares@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Biólogo e Médico Veterinário, Professor Titular - UFF, Niterói-RJ, [saviobruno@id.uff.br](mailto:saviobruno@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O atropelamento de animais silvestres nas rodovias brasileiras causa grande impacto sobre a fauna nacional, somando-se às maiores ameaças, sendo considerada uma das maiores causas diretas de mortalidade de animais silvestres no país. Este trabalho tem como objetivo identificar e contabilizar a fauna silvestre de vertebrados vítimas fatais por atropelamento em um trecho de oito quilômetros da RJ-132, rodovia estadual que está inserida na Área de Proteção Ambiental da Massambaba e em trechos limitrofes ao Parque Estadual da Costa do Sol. Objetivou-se ainda, determinar a taxa mensal de atropelamento para a rodovia e a identificação dos pontos (quilômetros) com maior incidência de mortes. A identificação das carcaças encontradas no trecho realizou-se a partir monitoramento quinzenal com busca ativa a pé pelo período de nove meses, buscando relacionar dados com questões como sazonalidade e trechos específicos da via. Espera-se ao final do trabalho, através do conhecimento dos padrões de atropelamento para a RJ 132, subsidiar a identificação dos elementos da paisagem e fatores abióticos que possam atrair os animais para determinados trechos da rodovia e propor um plano de ação à gestão das Unidades de Conservação impactadas pela RJ 132. Almeja-se ainda, a proposição de alternativas de minimização da ocorrência de atropelamento da fauna silvestre, que somam desde estruturas viárias que propiciem a passagem de fauna entre os fragmentos da paisagem e suas especificidades, às sinalizações e demais medidas mitigatórias, de educação e estímulo à cidadania.

**Palavras-chave:** Ecologia de estradas, Unidades de Conservação, atropelamento de fauna, fauna silvestre.

## **DIAGNOSIS OF THE IMPACT OF THE STATE ROAD 132 ON THE WILDLIFE IN ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA MASSAMBABA AND PARQUE ESTADUAL DA COSTA DO SOL – RJ, BRAZIL**

### **Abstract**

Vehicle-wildlife collisions on Brazilian highways are considered one of the largest direct causes of mortality for wild animals in the country. The objective of this work is to identify and account for vertebrate fauna fatalities by vehicle-wildlife collisions over eight kilometers of the road RJ-132, a state highway that is part of the Área de Proteção Ambiental da Massambaba and in border areas to the Parque Estadual da Costa do Sol. The objective

was to determine the monthly rate of vehicle-wildlife collisions on the highway and the identification of the points (km) with the highest incidence of fatalities. The identification of carcasses found in this section was carried out during biweekly monitoring through active search by foot for a period of nine months, seeking to correlate data with seasonality and specific stretches of the route. The findings of this work are expected, through the knowledge of the vehicle-wildlife collision patterns for RJ 132, to aid in the identification of the landscape elements and abiotic factors that can attract animals to certain stretches of the highway as well as facilitating the proposal of a plan of action for the management of the Conservation Units impacted by RJ 132. These findings are expected to assist in developing alternative proposals to minimize the occurrence of vehicle-wildlife collisions which will include road structures that allow for the passage of fauna between the fragments of the landscape and its specificities, signs, other mitigating measures, and the education and encouragement of the citizenry.

**Keywords:** Ecology road, Protected areas, Roadkill rate, wildlife fauna.

## INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário, com suas estradas e rodovias, é a principal via de transporte no Brasil. São mais de 1,7 milhões de quilômetros de rodovias em todo o país (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2014). Para a instalação de uma rodovia, é necessária a realização de estudos de impacto ambiental, uma vez que se faz necessário em muitos casos, suprimir vegetação, realizar movimentação de solo e fragmentar ecossistemas ainda bastante preservados, incluindo áreas em Unidades de Conservação ou seu entorno. No entanto, em discussões mais recentes, há cerca de 10 anos, foi apontado o impacto causado sobre a fauna, não só pela instalação, mas pela continuidade do uso das rodovias, tais como fragmentação de habitat, efeito de borda e atropelamento da fauna silvestre (BAGER et al., 2007). O meio de transporte que possibilitou o desenvolvimento econômico do país, hoje desponta como uma das grandes causas de mortalidade de animais silvestres, com a estimativa de 475 milhões de animais mortos por atropelamento anualmente no Brasil. Assunto este ainda pouco discutido no Rio de Janeiro e até a presente data, sem registros de outras pesquisas realizadas em municípios da Região dos Lagos. Este trabalho teve como objetivo contabilizar e identificar as classes de animais vertebrados silvestres mortos por atropelamento em um trecho da RJ-132, determinar a taxa mensal de atropelamento para a rodovia, identificar os pontos (Km) com maior incidência de mortes e subsidiar futuros trabalhos, em especial, de mitigação desses acidentes, controle e monitoramento.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área objeto da pesquisa trata-se da RJ 132 – Rodovia Estadual de mão dupla, sem barreiras centrais entre as pistas e sem acostamento, com aproximadamente 35 km de extensão, que está inserida nos municípios de Araruama, Saquarema e Arraial do Cabo. A RJ 132 conecta a Rodovia Amaral Peixoto (RJ 106) no KM 76 no município de Saquarema, à RJ 102, no município de Arraial do Cabo. A presente pesquisa foi realizada em um trecho de oito quilômetros da RJ 132, no distrito de Praia Seca, nos municípios de Araruama e Saquarema. Este trecho da rodovia está integralmente localizado na Unidade de Conservação (UC) Estadual do Rio de Janeiro, Área de Proteção Ambiental da Massambaba (Apa de Massambaba) e em alguns trechos, faz limites entre a referida Apa e o Parque Estadual da Costa do Sol (PECS), amabas UCs administradas pelo Instituto Estadual do Ambiente (Inea). As referidas Ucs estão inseridas no bioma Mata Atlântica e a vegetação predominante ao longo da área estudada é de Restinga arbustiva e Mata Seca de Restinga. A coleta de dados foi realizada fevereiro de 2016 a outubro de 2017, totalizando 19 incursões a campo e aproximadamente 152 quilômetros percorridos. A rodovia foi esquematicamente dividida em oito trechos de 01 quilômetro (identificados como A,B,C,D,E,F,G e H), a fim de melhor visualização da distribuição dos pontos de atropelamentos e identificação dos trechos com

maior número de atropelamentos. Foi adotada a metodologia do monitoramento por um observador a pé, a fim de possibilitar a visualização de animais de pequeno porte, como pequenos anfíbios, os quais dificilmente são visualizados no monitoramento por veículo (PROJETO MALHA, 2013). A equipe de campo foi composta por um observador e eventuais apoiadores. O monitoramento foi realizado pelo observador com o auxílio do apoiador na observação e na sinalização da atividade durante o percurso. O trecho estudado foi percorrido quinzenalmente, iniciado nas primeiras horas do dia, em ambas as pistas, sendo o trecho percorrido apenas no sentido Praia Seca – Arraial do Cabo, buscando atentamente a detecção de carcaças de vertebrados atropelados expostas na rodovia e seu entorno. Foi utilizado o aplicativo de georeferenciamento Oruxmaps a fim de demarcar o trajeto percorrido em cada dia de monitoramento, a partir do ponto inicial até o ponto final do monitoramento, para posterior cálculo de esforço amostral e da taxa de atropelamento. Utilizou-se uma planilha de campo, a fim de registro dos dados referentes ao monitoramento do dia e às carcaças de animais encontradas durante a atividade. Ao ser detectada uma carcaça de vertebrado na rodovia, o apoiador procedia à sinalização da atividade, a fim de alertar aos veículos em trânsito e evitar possíveis acidentes. O observador então registrava os dados básicos daquela observação na ficha de coleta de dados e fazia o registro fotográfico da carcaça do animal e o entorno do local do atropelamento a fim de identificar a paisagem. Em seguida, era obtida a coordenada geográfica do ponto exato onde a carcaça foi encontrada. O georeferenciamento dos pontos foi realizado via aplicativo de GPS. Todas as carcaças encontradas eram retiradas do local, para evitar a recontagem do animal e evitar atropelamento de animais carniceiros que poderiam se alimentar das mesmas. Foi utilizada, para tratamento das informações, a estatística descritiva. Foram calculadas as taxas de atropelamento total, por mês e por trecho. As taxas de atropelamento foram obtidas com base na relação entre o número de atropelamentos registrados, total de quilômetros percorridos e o tempo de esforço, sendo  $n =$  número total de indivíduos,  $d =$  distância do trecho monitorado em km e  $t =$  tempo de monitoramento (PRADA, 2004). Os resultados foram comparados com outros estudos realizados no Brasil.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados 131 animais silvestres mortos por atropelamento ao final de 09 meses com 19 incursões a campo, resultando uma taxa de atropelamento referente ao esforço amostral igual a 0,87 animais/km. Tal resultado demonstra uma alta taxa de atropelamento se comparado às taxas indicadas em trabalhos realizados em outras rodovias, a saber, 0,18 em rodovia em ambiente de restinga (MOTA et al., 2016), e 0,083 em ambiente de Cerrado (BAGATINI, 2006) e 0,048 (PRADA, 2004), em área de Mata Atlântica. Em relação à taxa mensal de atropelamento, o presente trabalho apresentou um valor igual a 1,83 animais/Km/mês. Já os trabalhos apresentados por Mota, Prada e Bagatini, apresentam respectivamente, taxa de atropelamento mensal igual a 0,61, 0,21 e 0,004 animais/Km/mês. A alta taxa de atropelamento, se comparado a outros trabalhos, indica além da grande ocorrência desse tipo de evento na rodovia estudada, que o esforço amostral ao percorrer o trecho a pé resulta em maior possibilidade de visibilidade de pequenas carcaças. No entanto, a comparação com outros trabalhos é difícil, uma vez que fatores como abundância local da espécie, caracterização da paisagem e a velocidade empregada para o avistamento variam de um trabalho para o outro.

A classe com o maior número de registros foi a dos mamíferos (25,19%), seguido pelo grupo das aves (22,9%), répteis (19,09%) e anfíbios (16,79%). Não foi possível a identificação da classe de algumas carcaças, devido ao estado degradado que se encontravam, totalizando 16,03 % dos registros realizados no período (Figura 1). Em comparação, analisando os dados

de Mota, a classe mais atingida durante o período estudado foi a dos anfíbios (72%), seguida por aves (28%), répteis (09%) e mamíferos (08%). Quanto aos resultados apresentados por Bagatini, tem-se percentual de aves igual a 52%, seguido de mamíferos (33%), répteis (11%) e anfíbios (11%). Já os resultados de Martin (2015), a classe mais atingida é a dos mamíferos (62,83%), seguida por aves (26,92%), répteis (8,97%) e anfíbios (1,28 %). Com exceção ao trabalho de Mota, os demais apresentaram similaridade em relação à ordem das classes mais impactadas, variando entre mamíferos e aves em primeiro, seguidas por répteis e anfíbios.



Figura 1. Percentual do total de indivíduos mortos por atropelamento divididos em classe.

A análise temporal dos atropelamentos indica uma maior incidência na estação chuvosa ainda que haja exceção, sendo os maiores índices nos meses de março e junho, com o registro de 22 indivíduos e taxa de atropelamento de 1,37 em cada mês, seguido do mês de fevereiro com 21 registros (taxa de atropelamento = 1,31). Já os meses de menor incidência foram predominantemente da estação seca, sendo maio, julho e outubro, com respectivamente 06, 09 e 10 registros realizados e taxas de atropelamento de 0,37 para maio, 0,56 em julho e 0,62 em outubro. Tal resultado se assemelha a outros realizados no Brasil, que apontam para maior incidência de atropelamentos de animais silvestres no período chuvoso, a exemplo de Pracucci et al., (2011), Bagatini (2006) e Prada (2004).

Em relação à análise dos atropelamentos por trecho (Figura 2), 24,22% dos atropelamentos ocorreram no trecho D (taxa de atropelamento 1,63) e 22,66% ocorreram no trecho E (taxa de atropelamento 1,52), seguidos de 13,28% no trecho A (taxa de atropelamento 0,89), 8,59% nos trechos B, C e H (taxa de atropelamento 0,57) e ainda 7,81% dos atropelamentos no trecho G (taxa de atropelamento 0,52) e 6,25% no trecho F (taxa de atropelamento 0,42). Observou-se uma grande ocorrência de atropelamento de anfíbios no trecho E, tendo ocorrido neste trecho 47,62% dos incidentes com esta classe, seguido de 14,29% no trecho A. Em relação aos répteis, 32,14% das mortes por atropelamento ocorreram no trecho D e 25% no trecho E. Para as aves, o registro de maior ocorrência foi para o trecho D, com 25% dos casos e 17,86% no trecho A. A predominância de casos de atropelamento dos mamíferos foi no trecho D, com 27,59%, seguido do trecho A com 20,69%.

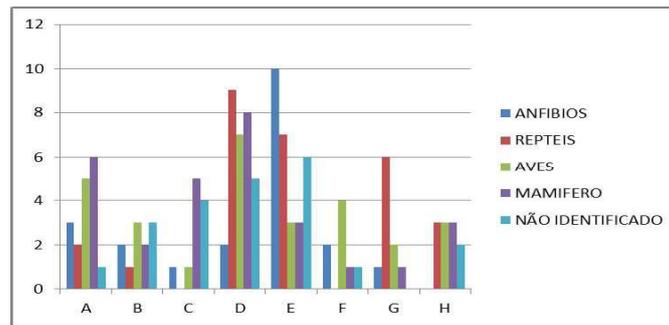


Figura 2. Análise dos atropelamentos por trecho

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se ao final do estudo, que a rodovia estudada apresenta alta taxa de atropelamento de animais silvestres. Tais taxas são expressivamente maiores que as apresentadas em alguns trabalhos realizados no Brasil. O alto índice pode comprovar que o esforço amostral em percorrer o trecho estudado a pé, diferentemente do realizado nas demais pesquisas, resulta em uma mais detalhada visualização de carcaças na rodovia. Assim como verificado em outros, trabalhos, as classes mais impactadas são as de mamíferos e aves em maior número, seguidas por répteis e anfíbios em menor número. Outra característica que coincide com a maior parte dos trabalhos comparados, é em relação à sazonalidade, havendo maior número de incidentes na estação chuvosa e menor número na estação seca. Tal variação pode estar relacionada a diferentes volumes de tráfego e às diferenças no comportamento e na atividade das espécies, tais como período reprodutivo e forrageamento. O expressivo número de atropelamento de anfíbios no mês de junho, ainda que seja na estação seca, pode ter sido em decorrência do dia da amostra ter sido chuvoso, havendo filme de água sobre a rodovia que pode atrair os animais devido à proximidade do trecho de maior ocorrência com corpo hídrico. Analisando os hotspots de ocorrência de atropelamento de animais silvestres no presente estudo, demonstra ainda, haver uma maior concentração dos incidentes próximo às áreas com maior incidência de ocupação humana, que coincide com oferta de alimento por árvores frutíferas e resíduos domiciliares que podem atrair a fauna.

O número de 132 animais mortos por atropelamento em um trecho de oito quilômetros de rodovia aponta o alto impacto da RJ 132 sobre as Unidades de Conservação nas quais a rodovia está inserida e a necessidade de maiores estudos a fim de planejar e propor ações mitigatórias para proteção da fauna silvestre e os demais impactos decorrentes da perda de biodiversidade local, a exemplo de passagens de fauna, sinalização e educação ambiental.

## BIBLIOGRAFIA

- Bagatini, T. (2006). Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da estação ecológica Águas Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras. *Pós-Graduação Em Ecologia, Dissertação*. Universidade de Brasília. Brasília – DF.
- Bager, A., A. C. R. Maia. 2013. Projeto Malha – *manual para equipe de campo*. Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas, p.30. Lavras – MG.
- Bager, A., Piedras, S. R. N., San Martin, T., & Hóbus, Q. (2007). Fauna selvagem e atropelamento - diagnóstico do conhecimento brasileiro. *Áreas Protegidas - Repensando as Escalas de Atuação*, 49–62.

- MARTIN, C. F. (2015). Monitoramento de fauna silvestre atropelada no entorno da Estação Ecológica de Carijós. Graduação. Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis/Santa Catarina.
- Ministério dos Transportes. Disponível em: <http://www.transportes.gov.br/transporte-rodoviario.html> Acesso em 13/11/2017
- Mota, J. V. L., Ferreira, D. C., Vitoriano, K. A., Cruz, L. M. S. 2016. Expansão viária e biodiversidade: um estudo de caso sobre atropelamento de fauna na Rodovia BA-099 , litoral norte da Bahia. *CI Congresso Iberoamericano de Biodiversidade e Infraestrutura Viária IV Road Ecology Brazil*.
- Pracucci, A., Alves da Rosa, C., & Bager, A. (2011). Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. *Biotemas*, 25(1).
- Prada, C. S., 2004. Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordestes do Estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos – São Paulo



## IDENTIFICAÇÃO OBJETIVA DA ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL

David Marcolino Nielsen<sup>1</sup>, André Luiz Belém<sup>2</sup> e Marcio Cataldi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental, mestrando em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, [davidnielsen@id.uff.br](mailto:davidnielsen@id.uff.br)

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental – UFF, Niterói-RJ.

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é responsável por cerca de 25% dos volumes que ocorrem na região Sudeste do Brasil entre outubro e abril, em média, com picos em 56% e 41% em março e janeiro, respectivamente. Devido a variações em posicionamento e estrutura multi-variável, o diagnóstico de um episódio de ZCAS pode assumir caráter subjetivo. O presente estudo sugere a caracterização de diferentes tipos de ZCAS, dadas diferenças em posicionamento e estrutura dinâmica identificadas em análise de 19 períodos úmidos do Sistema de Monção da América do Sul (SAMS). É identificado um ciclo meridional e intrassazonal do seu posicionamento médio: episódios mais ao norte (sul) são mais frequentes durante os meses de início e fim (pico) do período úmido. Índices para a quantificação da ZCAS são desenvolvidos a partir de modelos de regressão logística, tomando como variáveis explicativas as componentes principais de campos dinâmicos, não incluindo precipitação e umidade, frequentemente representados com menos *skill* por modelos numéricos. Limiares são propostos para a classificação binária dos resultados, permitindo a identificação objetiva da ZCAS em escala diária. O limiar mais sensível sugerido para a posição média obteve taxas de 86% de verdadeiros positivos, 28% de falsos positivos, 72% de verdadeiros negativos e 15% de falsos negativos, por exemplo.

**Palavras-chave:** ZCAS, Monção da América do Sul, regressão logística, climatologia estatística

## OBJECTIVE IDENTIFICATION OF THE SOUTH ATLANTIC CONVERGENCE ZONE

### Abstract

The South Atlantic Convergence Zone (SACZ) accounts for around 25% of the rainfall over Southeast Brazil between October and April, on average, with peaks of 56% in March and 41% in January. Due to its often varying position and multi-variable structure, diagnosing or quantifying the SACZ may lie on subjective criteria. The present study provides a characterization of different SACZ types, based on its position and dynamics analysed from 19 wet periods of the South American Monsoon System (SAMS). A cycle in SACZ configurations is identified during the rainy season: northernmost (southernmost) episodes are more likely to occur during the onset/demise (peak) months of the SAMS. Objective SACZ indices are developed on logistic regression models taking the principal components of the dynamics of the SACZ as explanatory variables, not including precipitation, which is frequently represented with poor skill by numerical models. Thresholds are proposed for the binary classification of the outputs, allowing the identification of the SACZ on a daily scale. The most sensitive threshold suggested for the mean SACZ type yields simultaneous true positive identification rate of 86%, false alarm rate of 28%, true negative rate of 72% and false negative rate of 15%, for example.

**Keywords:** SACZ, South American Monsoon, logistic regression, statistical climatology

## INTRODUÇÃO

O Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) é caracterizado pela reversão da direção das anomalias dos ventos em baixos níveis entre verão e inverno austral, acompanhada pelo movimento meridional da região de máxima precipitação sobre a América do Sul (AS) (ZHOU e LAU, 1998), associados a principalmente dois mecanismos: i) o deslocamento sazonal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre, e ii) a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que se estende do sul da região Amazônica até o sudeste da AS e Oceano Atlântico adjacente, desenhando uma banda de nebulosidade diagonal na direção noroeste-sudeste (KODAMA, 1992).

Este trabalho tem como objetivo a elaboração de índices a serem aplicados em resultados de modelos de previsão do tempo para a identificação da ZCAS. São utilizados somente parâmetros da dinâmica atmosférica, ou seja, precipitação e umidade não são incluídos por serem frequentemente representados com pior qualidade em modelos numéricos devido à maior dependência de processos parametrizados. As variáveis explicativas são as componentes principais dos dados utilizados, combinadas através de modelos de regressão logística e limiares para a classificação binária dos resultados são analisados. Probabilidades de acertos e erros são determinados através de testes de sensibilidade e especificidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dados históricos de configuração de ZCAS e de episódios de Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), conforme proposto por Neto et al. (2010), foram compilados do Boletim Climanálise (CPTEC/INPE) do período entre outubro de 1995 a abril de 2015, compreendendo 19 períodos úmidos do SMAS. Cada dia de ZCAS foi analisado em relação à posição da banda de nebulosidade, através de imagens de satélite, e classificados com códigos de A (mais ao Norte) a E (mais ao Sul), conforme realizado por Nielsen et al. (2016). Foram calculadas probabilidades condicionais de ocorrência de ZCAS em suas posições média (C), norte (AB) e sul (DE) em cada mês do período úmido.

Dados de campos atmosféricos foram obtidos do projeto Reanálise 2 do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) (KANAMITSU et al., 2002), a saber: componentes zonal ( $u$ ) e meridional ( $v$ ) do vento ( $m.s^{-1}$ ), altura geopotencial ( $\phi$ , m) e velocidade de pressão ( $\omega$ ,  $hPa.s^{-1}$ ) em níveis isóbaros de 850, 500 e 200 hPa e radiação de onda longa emergente (ROLE,  $w.m^{-2}$ ), em grade regular com com resolução horizontal de  $2.5^\circ$  de latitude por  $2.5^\circ$  de longitude e em médias diárias do período de 30 anos entre 01/01/1986 e 31/12/2015. Dados diários de precipitação foram obtidos do *Climate Prediction Center* (CPC), que reúne dados globais de estações pluviométricas e os dispõem em grade uniforme de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  de resolução sobre o continente (XIE et al., 2007).

Para a construção dos índices, foram elaboradas composições das anomalias diárias das variáveis dinâmicas em dias de ZCAS em suas posições média, norte e sul. Foram selecionadas regiões com padrões anômalos significantes em um intervalo de confiança de 95% de acordo com teste  $z$  bi-caudal. Para eliminar o problema da (multi-) colinearidade, foi realizada Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis centradas e estandardizadas, de forma que os dados transformados fossem linearmente independentes e não correlacionados. As novas variáveis foram utilizadas em modelos de regressão logística, utilizada em casos onde a variável dependente tem caráter dicotômico e a adicionadas de forma gradativa, ou *stepwise* (HOSMER e LEMESHOW, 2000). Os parâmetros dos modelos foram treinados e 10-fold cross validados. Resultados dos modelos, contínuos entre 0 e 1,

foram classificados de acordo com limiares para decisão entre ausência e presença da ZCAS. Os melhores limiares sugeridos são aqueles valores dos índices que atendem a 3 critérios: i) maximizam o índice de Youden (YOU DEN, 1950), ii) zeram a diferença entre número de dias verdadeiros e falsos positivos, e iii) maximizam esta diferença.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composições de anomalias de ROLE caracterizando as ZCAS do tipo norte (AB) e sul (DE) são exibidos na Figura 1 a-b. Os sinais dos valores das anomalias apresentam sinais opostos entre as regiões Sul e Sudeste brasileiras e ZCAS dos tipos norte e sul. Foi identificado um ciclo nas probabilidades de ocorrência de ZCAS: ocorrências mais ao norte (sul) nos meses de início e fim (pico) do período úmido, conforme exibido na Figura 1-c.

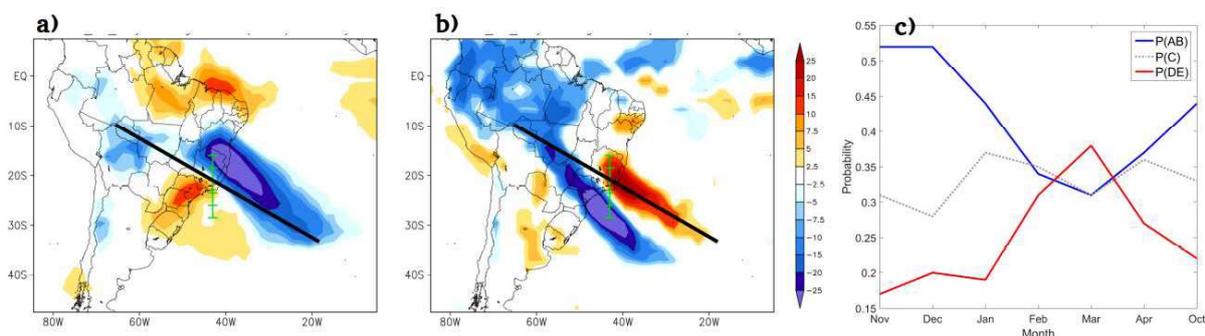


Figura 1: Composição de anomalias de ROLE dos dias de ZCAS na sua posição mais ao norte (a) e sul (b) em  $W.m^{-2}$ , e probabilidades condicionais de ocorrência de ZCAS dos tipos norte (AB), média (C) e sul (DE) por mês do período úmido (Outubro-Abril) (c).

Quanto à aplicação dos índices elaborados para a identificação da ZCAS em escala diária, o limiar mais sensível (máximo índice de Youden) sugerido para a posição média (C) obteve taxas de 86% de verdadeiros positivos, 72% de verdadeiros negativos, 28% de falsos positivos e 15% de falsos negativos, por exemplo. O limiar mais específico para este caso, obteve taxas inferiores de 25% de verdadeiros positivos e 3% de falsos positivos. Em contrapartida, taxas superiores de 97% de verdadeiros negativos e 75% falsos negativos também são obtidas, conforme Tabela 1.

Médias anuais (outubro a abril) das anomalias diárias dos índices apresentam correlações positivas (negativas) significativas com anomalias de precipitação na região Sudeste do Brasil (da bacia do Rio da Prata) entre 1986 e 2015, de acordo o padrão de dipolo de precipitação da AS, descrito por Nogués-Paegle e Mo (1997).

Tabela 1: Taxas de acertos e erros dos dias de presença (positivos) e ausência (negativos) de ZCAS em suas 3 posições de acordo com os critérios 1 e 3 sugeridos para a definição dos limiares para a decisão.

Posição	Valor	Verdadeiros	Falsos	Verdadeiros	Falsos
ZCAS	Índice	Positivos (%)	Positivos (%)	Negativos (%)	Negativos (%)
<i>Critério 1: Máximo Índice de Youden</i>					
AB	0.15	84.4	30.7	69.3	15.6
C	0.14	84.6	27.9	72.1	15.4
DE	0.12	77.4	29.5	70.5	22.6
<i>Críério 3: Máximo (Verdadeiros Positivos - Falsos Positivos)</i>					
AB	0.58	25.2	3.2	96.8	74.8
C	0.52	25.3	2.9	97.1	74.7
DE	0.52	12.2	0.9	99.1	87.8

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de 19 períodos úmidos do SMAS permitiu a identificação de 3 tipos de ZCAS, classificados de acordo com variações meridionais no posicionamento da área de atuação. Dentre estes, são identificados diversos padrões climatológicos distintos em relação à estrutura dinâmica do fenômeno, incluindo um ciclo intrassazonal de variação do posicionamento médio, ainda nunca descrito na literatura disponível.

São elaborados índices numéricos capazes de quantificar a dinâmica atmosférica associada à ZCAS e identificá-la em escala diária. Critérios de decisão são sugeridos para testes mais específicos ou sensíveis. Finalmente, os índices apresentam correlações significativas com padrões de precipitação interanuais e intrassazonais conhecidos da América do Sul. Desta forma, espera-se que este trabalho sirva de auxílio para setores da sociedade onde a previsão da disponibilidade de recursos hídricos tem papel importante, como a geração de energia e abastecimento urbano, por exemplo.

## BIBLIOGRAFIA

- CPTEC/INPE. [s.d.] Boletim de Monitoramento e Análise Climática. *Climanálise* ISSN: 0103-0019. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>>
- Hosmer, D. W. e S. Lemeshow. *Applied Logistic Regression*. 2nd. ed. John Wiley & Sons, 2000.
- Kanamitsu, M., W. Ebisuzaki, W., J. Woollen, S. K. Yang, J. J. Hnilo, M. Fiorino, G. L. Potter. 2002. NCEP-DOE AMIP-II reanalysis (R-2). *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 83, n. 11, p. 1631-1643.
- Kodama, Y. 1992. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ) Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, v. 70, n. 4, p. 813–836.
- Neto, O. B. S., J. Escobar e P. E. S. Silva. 2010. Método objetivo para identificar episódios de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) no ambiente operacional do Centro de Previsão de Tempo e Estados Climáticos - CPTEC. In: *Anais do XVI Congresso Brasileiro De Meteorologia*, Belém - PA.

- Nielsen, D. M., M. Cataldi, A. L. Belém, e A. L. S. Albuquerque. 2016. Local indices for the South American monsoon system and its impacts on Southeast Brazilian precipitation patterns. *Natural Hazards*, v. 83, n. 2, p. 909–928.
- Nogués-Paegle, J. e K. C. MO. 1997. Alternating Wet and Dry Conditions over South America during Summer. *Monthly Weather Review*, v. 125, p. 279–291.
- Xie, P., M. Chen, S. Yang, A. Yatagai, T. Hayasaka, Y. Fukushima e C. Liu. 2007. A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation over East Asia. *Journal of Hydrometeorology*, v. 8, n. 3, p. 607–626
- Youden, W. J. 1950. Index for rating diagnostic tests. *Cancer*, v. 3, n. 1, p. 32–35.
- Zhou, J. e K. M. Lau. 1998. Does a monsoon climate exist over South America? *Journal of climate*, v. 11, n. 5, p; 2020-2040.



## **INFLUÊNCIA DA REGENERAÇÃO NATURAL NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACARÉ, NITERÓI-RJ**

Layra Brandariz da Fonseca<sup>1</sup>, Claudio Belmonte Athayde Bohrer<sup>2</sup>, Ana Angélica Monteiro de Barros<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bióloga, Mestranda em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói, RJ, lb\_fonseca@id.uff.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, PhD em Geografia pela Universidade de Edimburgo, Prof. Associado do Depto. de Geografia, UFF, Niterói, RJ, cbohrer@id.uff.br.

<sup>3</sup>Bióloga, Dra em Botânica pela ENBT-IPJBRJ, Profa. Adjunta do Depto. de Biologia, FFP-UERJ, São Gonçalo, RJ, anaangbarros@gmail.com.

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Atualmente restam 11 % do território original da Mata Atlântica, resultante do desmatamento das florestas oriundo das atividades antrópicas e do crescimento demográfico. Porém, tem sido observado que em algumas áreas vêm ocorrendo o processo de regeneração natural. Os objetivos desse trabalho são analisar os fatores que controlam o processo de regeneração natural florestal e a influência da floresta na disponibilidade hídrica na Bacia do Rio Jacaré, localizada em Piratininga, Niterói, RJ. O estágio de regeneração da floresta será estimado pela análise da composição e estrutura florística de um trecho da Mata Atlântica, por meio da coleta em campo de parâmetros dendrométricos e identificação de espécies em herbário. Para avaliar os fatores que influenciam a disponibilidade hídrica da área de estudo estão sendo feitas análises da média histórica de precipitação da região e de parâmetros químicos e físicos a do solo. A mudança da cobertura vegetal da área será analisada por meio de mapas gerados a partir da interpretação de imagens aéreas referentes a três épocas distintas (1976-99-2015). Até o presente momento foram levantados 125 indivíduos arbóreos, sendo 98 identificados, pertencentes a 35 espécies e 21 famílias botânicas. Os dados obtidos até o presente momento mostram tratar-se de uma floresta em estágio sucessional inicial a médio. A distribuição dos valores das classes de diâmetro e altura está de acordo com outras florestas em regeneração do Bioma.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica, sucessão ecológica, fitossociologia.

## **INFLUENCE OF NATURAL REGENERATION ON THE HYDROGENIC AVAILABILITY OF THE HYDROGRAPHIC RIO JACARÉ, NITERÓI- RJ**

### **Abstract**

Currently, 11% of the original territory of the Atlantic Forest remains, as a result of the deforestation of native forests by human activities. However, it has been observed that in some areas has been occurring the process of natural regeneration. The objectives of this work are to analyze the factors that indicate the process of natural forest regeneration and the influence of the forest in the water availability in the Jacaré River Basin, located in Piratininga, Niterói, RJ. The stage of regeneration forest will be evaluated by the analysis of the composition and floristic structure of a stretch of the forest, through phytosociological sampling of parameters collected in the field and statistical analysis. In order to evaluate the factors that influence the water availability, the average of precipitation and chemical and physical parameters of the soil are also being analyzed. The changes in the forest

coverage of the area are being analyzed through maps generated from aerial images interpretation representing three different epochs (1976-99-2015). Up to the present moment, 125 arboreal individuals were surveyed, of which, 98 were identified, belonging to 35 species and 21 families. The data presented so far show that this forest is in an initial-to-medium successional stage. The diameter and height classes distribution values are in agreement with other regenerating forests within the bioma.

**Keywords:** Atlantic Forest, ecological succession, phytosociology.

## INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ricos e importantes do planeta, caracterizada pela diversidade de ecossistemas e por uma rica biodiversidade, seja na fauna ou na flora. O desenvolvimento demográfico ao longo de décadas trouxe consigo a exploração das riquezas da Mata Atlântica e a degradação das áreas florestais, fazendo com que esse bioma reduzisse a 11% do seu território original (SOS Mata Atlântica, 2013). Contudo, segundo Sloan & Sayer (2015), estudos realizados na década atual vêm mostrando que as paisagens tropicais na América do Sul estão em boa parte representadas por florestas em diferentes estágios de regeneração natural. Segundo Chazdon (2016), esse processo ocorre quando uma floresta sofre algum tipo de perturbação e consegue renovar seu estande florestal por meio de sementeira natural ou rebrota, controladas por fatores bióticos e abióticos ou por fatores antropogênicos.

De acordo com Tucci (1997), a interação hídrica da vegetação com o ecossistema pode alterar o potencial hídrico do solo, dependendo do tipo de vegetação, do porte das plantas, da quantidade de organismos e da demanda de água necessária para suprir as necessidades hídricas da vegetação, que pode retirar do solo grandes quantidades de água, reduzindo assim a capacidade de estocagem de água em um determinado local. Levando em consideração plantas com taxas de crescimento elevado, bem como plantas de níveis de sucessão inicial, é possível observar em alguns estudos, que estas demandam um suprimento maior do consumo de água (STAPE *et al.*; 2004).

Tendo em vista os indícios de que a bacia hidrográfica do Rio Jacaré, localizada em Niterói (RJ), vem sofrendo um considerável déficit hídrico nas últimas décadas, coincidente com o possível adensamento da floresta após um período de perturbação, o objetivo geral desse trabalho é avaliar a influência da floresta no balanço hídrico da Bacia do Jacaré, situado no município de Niterói. Os objetivos específicos são determinar o estágio de regeneração em que a floresta se encontra; avaliar o seu status de conservação e analisar a composição química e física e a capacidade de permeabilidade do solo, assim como as variáveis climáticas e as características do relevo, sabendo que esses parâmetros podem interferir nos níveis de vazão hídrica.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é caracterizada como um fragmento florestal localizado no Vale do Jacaré, Piratininga, Niterói, RJ, Brasil (22°55' S - 43°02' O). A vegetação predominante é correspondente à floresta ombrófila densa submontana, do bioma Mata Atlântica, em sua maior parte situada dentro dos limites do Parque Estadual da Serra da Tiririca. O histórico de ocupação da área mostra um alto índice de perturbação antrópica já ocorrida, devido a atividades de carvoaria, extração mineral de quartzo e saibro, áreas de cultivos e urbanização.

Os dados de precipitação usados para gerar uma série histórica de chuvas na região foram obtidos por meio de resultados do estudo de outro autor (GOMES, 2014), tendo em vista a escassez de postos pluviométricos no município. Serão gerados histogramas desde a década de 60 até os tempos atuais. Por meio desses dados poderemos definir um padrão climatológico de uma escala temporal para a área de estudo e estimar a mudança da vazão hídrica do local ao longo do tempo, através da aplicação de um modelo hortoniano.

A análise de cobertura do terreno está sendo desenvolvida através de mapas de distribuição da cobertura vegetal da área de estudo por meio do software ArcGis 10.4, tendo como base inicial três imageamentos aéreos da área, referentes aos anos de 1976, 1999 e 2015. Com isso será possível avaliar a mudança temporal da cobertura do terreno e o avanço do estágio de regeneração natural da floresta.

Para avaliar a capacidade de retenção hídrica do solo estão sendo feitas análises químicas e físicas, com a extração de dados tais como fator de umidade, densidade dos grãos e a composição mineralógica de perfis entre 10, 20, 30 e 40 cm de profundidade, de amostras coletadas em campo, em laboratório. Será realizado ainda o teste do permeômetro, que consiste em um equipamento que mede a velocidade da infiltração da água por meio de um sensor acoplado a um cilindro de acrílico, onde água é inserida após uma cava na terra, com os dados sendo enviados a um computador conectado ao sensor.

A análise da estrutura permite estimar a diversidade de espécies vegetais, usando o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), e outras características da floresta. Os dados coletados estão sendo usados para estimar parâmetros fitossociológicos como Dominância Absoluta (DoA) e Relativa (DoR), Frequência Absoluta (FA) e Relativa (FR), Cobertura Absoluta (CoA) e Relativa (CoR), Índice de Valor de Cobertura (IVC) e Índice de Valor de Importância (IVI), assim como as classes de diâmetro e de altura das árvores. Está sendo adotado a metodologia de transecto, onde serão instaladas ao todo 10 linhas de 2 x 50 m (100 m<sup>2</sup>), totalizando 1000 m<sup>2</sup> (0,1 ha), com distanciamento mínimo de 20 m entre transectos, e marcados e medidos, com coleta de amostras botânicas para identificação em herbário, todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito - DAP (1,30 m) > 2,5 cm.

## RESULTADOS PRELIMINAÇÃO E DISCUSSÃO

Até o presente momento foram 125 indivíduos dentre espécies arbóreas e lianas (trepadeiras lenhosas ou cipós), sendo identificados 98, pertencentes a 35 espécies e 21 famílias, em 5 transectos (500 m<sup>2</sup>). As espécies que apresentaram os maiores valores de DoA foram *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr. (3,75) *Myrcia splendens* (Sw.) DC (3,28), *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc. (2,81) e *Moquiniastrum polymorphum* (Less.) G. Sancho (2,68). Os maiores valores de IVC e IVI foram da espécie *M. splendens*. As famílias que apresentaram o maior VI para família foram Fabaceae, Melastomataceae, Myrtaceae e Asteraceae. O Índice de Shannon calculado para a área foi de 3,24, um valor mediano correspondente a florestas fragmentadas ou em estágio de sucessão secundária inicial-médio de acordo com Peixoto *et al.* (2005).

Nos resultados obtidos até o presente momento pode-se ter uma estimativa da distribuição de classes de diâmetros (Figura 1), onde é possível observar em destaque a primeira classe (2,5 - ≤7,5 cm), diminuindo o número de indivíduos nas classes à medida que aumenta o DAP. A

distribuição dos diâmetros dos indivíduos apresenta portanto uma tendência decrescente a partir das classes menores, com a presença de raros indivíduos com DAP > 32,5 cm, o que caracteriza o estágio de sucessão da comunidade florestal, (ARAÚJO *et al.*, 2006.).

Quanto à classificação de altura total de cada indivíduo arbóreo amostrado, foi observada uma variação de altura entre 2 - 23 m distribuídos entre 7 classes amostrais, com o intervalo entre classes de 3 m. As classes de altura com maior representatividade foram as de indivíduos com altura entre 2 - 8 m, diminuindo o número de indivíduos nas classes conforme aumenta valor de altura, sendo esses resultados correspondentes à distribuição das classes de diâmetro, reforçando assim a hipótese de que a área do Vale do Jacaré abriga uma floresta em regeneração no estágio de sucessão inicial a médio.

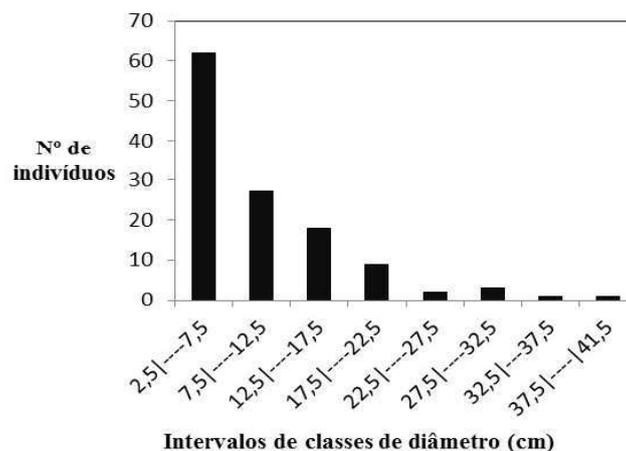


Figura 1- Distribuição de classes de diâmetro na floresta do Vale do Jacaré, Parque Estadual da Serra da Tiririca, Niterói, RJ, Brasil.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos até o presente momento mostram que a área de estudo em questão pode ser caracterizada como uma floresta em processo de regeneração, no estágio sucessional inicial-médio. Quanto aos outros parâmetros, os dados ainda estão sendo coletados e processados, para posterior avaliação quanto à influência do estágio de regeneração natural na disponibilidade hídrica local.

## Bibliografia

Araújo, F. S.; Martins, S. V.; Neto, J. A. A. M.; Lani, J. L. L.; Pires, I. E. 2006. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. *Revista Árvore*, v. 30, n. 1, p.107-116.

Chazdon, R. L. 2016. *Renascimento de Florestas: regeneração na era do desmatamento*. São Paulo, Oficina de Texto.

Gomes, P. L. 2014. Análise de dados pluviométricos para a prevenção de riscos de instabilidade de encostas no município de Niterói. D.Sc. Tese. Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Peixoto, G. L.; Martins, S. V.; Silva, A. F.; Silva, E. 2005. Estrutura do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 19, n. 3, p. 539-547.

Sloan, S.; Sayer J. A. 2015. Forest resources assessment of 2015 shows positive global trends but forest loss and degradation persist in poor tropical countries. *Forest Ecology and Management*, v. 352, p. 134-145.

Stape, J.L.; Binkley D.; Ryan M. G. 2004. Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 193, p. 17-31.

Tucci, C. E. M.; Clarke, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. *RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 2: 135-152, 1997. <<https://www.sosma.org.br>> Acesso em 07-03-2017.



## **METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DE UM ENSEMBLE MULTI MODEL DE PREVISÕES DE PRECIPITAÇÃO**

Hugo Torraca<sup>1</sup>, Márcio Cataldi<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Departamento de engenharia agrícola e do meio ambiente- UFF, Niterói-RJ, mcataldi@id.uff.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A previsão de precipitação é um dado extremamente importante para diversos setores como os de prevenção de desastres naturais, agricultura, geração de energia elétrica e abastecimento de água. Porém, a previsão de precipitação é uma das mais difíceis variáveis a ser quantificada pelos modelos de previsão do tempo. Sendo assim, sempre foram necessárias técnicas estatísticas de pós-processamento que pudessem refinar essas previsões. Dentre elas destaca-se o uso de ensemble de modelos, uma vez que eles permitem filtrar as previsões retirando possíveis valores espúrios que podem impactar significativamente a previsão. Dessa forma, propõe-se nesse trabalho o estudo de uma ensemble multimodel composto pelos modelos ETA 40, Global ensemble Forecast System (GEFS) de uma grau, e o modelo de previsão do tempo do centro europeu, para as bacias hidrográficas a montante da hidrelétrica Furnas e a montante da hidrelétrica Salto Santiago. O ensemble é para um horizonte de 15 dias gerando o valor acumulado diário da precipitação média na bacia.

**Palavras-chave:** MODELAGEM ATMOSFÉRICA, ETA40, ECMWF, GEFS

## **METHODOLOGY FOR A MULTI-MODEL ENSEMBLE OF PRECIPITATION FORECASTS**

### **Abstract**

Precipitation forecasting is an extremely important data for several sectors such as natural disaster prevention, agriculture, power generation and water supply. However, precipitation forecasting is one of the most difficult variables to be quantified by weather forecasting models. Thus, statistical post-processing techniques have always been necessary to refine these predictions. Among them is the use of model ensemble, since they allow filtering the forecasts by taking out possible outliers that can significantly impact the forecast. In this work, we propose the study of a multimodel ensemble composed by the ETA 40, Global ensemble Forecast System (GEFS) of one degree and the European center time forecast model for the watersheds upstream of the Furnas HPP and Salto Santiago HPP. The ensemble will be for a 15 day horizon generating the daily accumulated value of the average rainfall in the basin.

**Keywords:** ATMOSPHERIC MODELING, ETA40, ECMWF, GEFS

### **INTRODUÇÃO**

As tentativas de previsão do tempo remontam a antiguidade quando por volta de 650 A.C os babilônios criaram métodos de previsão do tempo baseados na observação atmosférica,

principalmente no aparecimento de nuvens e halos. Porém só na década de 1960 com o avanço da computação as previsões começaram a serem melhores que simples estimativas. Atualmente o uso de modernos computadores aliados com modelos detalhados e com um grande volume de informação proveniente de estações meteorológicas, satélites, radares, aviões entre outros tem gerado previsões do tempo cada vez mais precisas para todo o globo.

Contudo, a previsão quantitativa da precipitação é considerada ainda uma das mais difíceis variáveis de ser estimada pelos modelos de previsão do tempo. Dessa maneira, qualquer método que consiga avaliar essa incerteza contribui para maior previsibilidade e melhor uso da informação para diversos usos como a previsão de vazões.

Um dos métodos mais utilizados para melhorar a previsão é a utilização de ensembles com variações nas condições iniciais da previsão. Essas técnicas se baseiam no fato do problema da previsão do tempo ser dinâmico e não linear. Sendo assim, pequenas variações nas condições iniciais evoluem para grandes variações nos resultados das previsões, como demonstrado por Lorenz (1963).

Porém, atualmente outro tipo de ensemble tem sido amplamente estudado o chamado ensemble multimodel. Esse método consiste no uso de diferentes modelos para a geração da previsão do tempo. A primeira técnica de ensemble multimodel amplamente difundida conhecida como superensemble foi proposta por Krishnamurti et al (1999) para a previsão sazonal da circulação atmosférica global sendo depois utilizadas para as outras variáveis. Posteriormente em 2002 essa metodologia foi adaptada por Stefanova e Krishnamurti para gerar previsões probabilísticas. Desde então outras técnicas de ensemble multimodel para a previsão de precipitação tem sido estudadas entre elas destaca-se o método baseado em modelos bayesianos como o utilizado por Sloughter et al (2007).

Nesse trabalho foi utilizada a metodologia proposta pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (2017), na qual o peso dos modelos é obtido a partir do coeficiente de correlação de person do modelo com o valor observado

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para estudar a metodologia de Ensemble multimodel proposta por ONS (2017) foram utilizadas duas áreas distintas a saber: bacia hidrográfica a montante da Usina Hidrelétrica (UHE) de Furnas, localizada na região sul do estado de Minas Gerais e a bacia hidrográfica a montante da UHE Salto Santiago localizada no estado de Paraná. A escolha dessas áreas deve-se ao fato delas possuírem climatologias diferentes o que possibilita estudar a metodologia e os modelos de previsão do tempo, que irão compor o ensemble, em situações distintas permitindo uma maior robustez nas análises.

Foram escolhidos três modelos de previsão do tempo a saber: ETA 40 do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) com previsão até 10 dias a frente, o ensemble de 21 membros GFS com grade de um grau do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) do Estados Unidos com 15 dias de previsão a frente, e o ensemble de 51 membros do modelo de previsão do tempo do European Centre for Medium-Range Weather (ECMWF) com 15 dias de previsão.

Quando necessário foi removido viés dos modelos e em seguida o ensemble foi calculado pela ponderação dos três modelos sendo o peso do modelo em cada dia sendo dado pela equação 1, conforme a metodologia proposta por ONS(2017).

$$p_{i,j} = \frac{C_{i,j}^2}{\sum_{k=1}^{j-3} C_{i,k}^2} \quad (1)$$

onde

C é a correlação de person do leg da previsão com observado

i é o leg da previsão

j é o modelo de previsão

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram utilizados os anos de 2010 e 2011 para estimação dos parâmetros, totalizando 495 previsões, e os anos de 2012 e 2013 para testes, totalizando 644 previsões. Os resultados para ambas as bacias para os períodos de calibração e de testes encontram-se nas tabelas de 1 a 4.

Tabela 1: Coeficiente de Correlação bacia de Furnas - Calibração

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
ETA 40	0,852	0,813	0,752	0,718	0,580	0,523	0,527	0,438	0,327	0,429					
GEFS	0,821	0,801	0,745	0,750	0,698	0,705	0,703	0,700	0,664	0,651	0,576	0,539	0,539	0,576	0,563
ECMWF	0,868	0,819	0,810	0,767	0,744	0,740	0,704	0,699	0,685	0,652	0,628	0,608	0,609	0,586	0,558
Ensemble	0,886	0,848	0,820	0,809	0,769	0,759	0,736	0,728	0,703	0,693	0,636	0,612	0,612	0,612	0,590

Tabela 2: Coeficiente de Correlação bacia de Salto Santiago - Calibração

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
ETA 40	0,726	0,665	0,582	0,506	0,498	0,249	0,335	0,113	0,143	0,226					
GEFS	0,848	0,767	0,757	0,707	0,676	0,593	0,508	0,497	0,433	0,329	0,209	0,195	0,176	0,157	0,116
ECMWF	0,846	0,842	0,785	0,743	0,706	0,681	0,582	0,565	0,467	0,339	0,313	0,229	0,198	0,177	0,140
Ensemble	0,861	0,843	0,812	0,771	0,752	0,681	0,597	0,589	0,501	0,403	0,312	0,243	0,212	0,189	0,146

Tabela 3:: Coeficiente de Correlação bacia de Furnas - Testes

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
ETA 40	0,790	0,693	0,623	0,512	0,422	0,393	0,374	0,344	0,323	0,321					
GEFS	0,797	0,716	0,667	0,617	0,617	0,553	0,505	0,507	0,432	0,428	0,444	0,434	0,418	0,401	0,373
ECMWF	0,883	0,804	0,756	0,741	0,694	0,655	0,615	0,596	0,510	0,465	0,428	0,413	0,385	0,402	0,427
Ensemble	0,879	0,802	0,755	0,708	0,686	0,634	0,582	0,577	0,499	0,475	0,456	0,445	0,420	0,418	0,411

Tabela 4: Coeficiente de Correlação bacia de Salto Santiago- Testes

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
ETA 40	0,672	0,475	0,471	0,419	0,325	0,235	0,281	0,156	0,156	0,103					
GEFS	0,805	0,744	0,656	0,647	0,597	0,504	0,478	0,427	0,408	0,297	0,239	0,167	0,173	0,183	0,119
ECMWF	0,852	0,792	0,742	0,737	0,706	0,577	0,552	0,488	0,437	0,370	0,309	0,245	0,211	0,236	0,205
Ensemble	0,843	0,766	0,730	0,719	0,666	0,571	0,547	0,490	0,448	0,335	0,308	0,226	0,209	0,229	0,176

Ao analisar as tabelas é possível observar que o uso do ensemble pela técnica proposta pelo ONS(2017) melhora a previsão em quase todos os legs de tempo para ambas as bacias no período de calibração. Porém, essa melhora não ocorre no período de testes onde a previsão isolada do modelo ECWMF é melhor que a previsão do ensemble na maioria dos legs de previsão para ambas as bacias.

Essa discrepância entre o período de calibração e testes deve-se a variação na correlação de person dos modelos com a precipitação observada, uma vez que no período de testes as correlações de todos os modelos se alteraram em relação ao período de calibração .

Sendo assim, deve-se então buscar uma metodologia de ensemble que possa ajustar o peso de cada modelo ao passar do tempo, ajustando assim o ensemble para possíveis variações de qualidade dos modelos devido a mudanças nas parametrizações dos modelos ou variabilidades dos sistemas que ocasionam precipitação.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A metodologia proposta por ONS(2017) se mostrou muito sensível a variações da acurácia dos modelos entre o período de calibração e de testes do ensemble. Dessa forma, propõe-se testar novas técnicas de ensemble que possam ajustar os pesos de cada membro do ensemble ao decorrer das previsões.

## **BIBLIOGRAFIA**

- KRISHNAMURTI, T. N et al. Improved Weather and Seasonal Climate Forecasts from Multimodel Superensemble. *Science*, v.285, p 1548-1550,1999
- LORENZ, E. N. Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v.20, p 130-141, 1963.
- ONS Uso de previsão de precipitação por conjunto para a previsão de vazões da primeira semana operativa Nota técnica no 156-2016 – revisão 3 ,2017
- STEFANOVA, L.; KRISHNAMURTI, T. N. Interpretation of Seasonal Climate Forecast Using Brier Skill Score, The Florida State University Superensemble, and the AMIP-I Dataset. *Journal of Climate*, v.25, p 537- 544, 2002



## MUDANÇA NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA ASSOCIADA ÀS MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL, SUDESTE BRASILEIRO

Lucas Garofolo Lopes<sup>1</sup>, Isabel Lopes Pilotto Domingues<sup>3</sup>, Félix Carriello<sup>5</sup>, Daniel Andres Rodriguez<sup>2</sup>, Cristiane Francisco Nunes<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói, RJ, [lucas.garofolo@gmail.com](mailto:lucas.garofolo@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Meteorologia, COPPE, Rio de Janeiro, RJ, [daniel.andres@coc.uff.br](mailto:daniel.andres@coc.uff.br)

<sup>3</sup> Doutora em Ciência do Sistema Terrestre, INPE, São José dos Campos, SP, [isabel.pilotto@gmail.com](mailto:isabel.pilotto@gmail.com)

<sup>4</sup> Doutora em Geografia, UFF, Niterói, RJ, [cristiane.nunes@gmail.com](mailto:cristiane.nunes@gmail.com)

<sup>5</sup> Doutor em Geografia, UFF, Niterói, RJ, [felix.carriello@gmail.com](mailto:felix.carriello@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Poucos estudos numéricos dos efeitos das mudanças no uso e cobertura do solo sobre a resposta hidrológica tem sido levados adiante considerando conjuntamente as partes atmosféricas e superficiais da hidrologia. No geral, os estudos de modelagem dos impactos hidrológicos das mudanças ambientais apresentam uma resolução horizontal grosseira que não permite capturar o padrão do desmatamento real, que apresenta dimensões pequenas e, portanto, não capturam a representação adequada de processos de mesoescala influenciados pela heterogeneidade na cobertura vegetal ou de uso da terra. Este estudo tem por objetivo investigar os efeitos das mudanças no uso e cobertura do solo e mudanças climáticas na disponibilidade hídrica na bacia do Rio Paraíba do Sul. Para desenvolver análises de séries de tempo das projeções futuras da resposta hidrológica foram utilizados mapas de projeção futura de mudanças no uso e cobertura do solo considerando um cenário otimista e um pessimista e o cenário de emissão de gases do efeito estufa futuros RCP 4.5 W/m<sup>2</sup>. Foi utilizado o modelo atmosférico Eta-CPTEC para as integrações e um modelo de translado de ondas em canais. Resultados obtidos através da projeção climática acoplada de um modelo atmosférico e um modelo hidrológico apresentaram alterações na sazonalidade em comparação com as médias mensais observadas no período de 1970 a 2005.

**Palavras-chave:** Modelagem hidrológica, mudanças climáticas, modelagem atmosférica

## CHANGE IN WATER AVAILABILITY ASSOCIATED WITH CHANGES IN LAND USE AND COVERAGE IN THE RIVER BASIN OF PARAÍBA DO SUL, SOUTHEAST BRAZILIAN

### Abstract

Few numerical studies of the effects of changes in soil use and cover on the hydrological response have been carried forward considering conjunctive as atmospheric and superficial parts of hydrology. In general, hydrological impacts modeling studies of environmental changes, a rough horizontal resolution that does not allow to capture

the pattern of actual deforestation, which presents small dimensions and therefore do not capture an adequate representation of mesoscale processes influenced by heterogeneity in coverage plant or land use. The objective of this study was to investigate the effects of changes in soil use and cover and climate change on water availability in the Paraíba do Sul River basin. For the development of future greenhouse gas transmission measures, RW 4.5 W / m<sup>2</sup>. It was used in the Eta-CPTEC atmospheric model for the integrations and the model of transfer of waves in channels. Results obtained through the coupled climatic projection of an atmospheric model and a hydrological model presented differences in discharges seasonality when compared to monthly averages observed in the period from 1970 to 2005.

**Keywords:** Hydrological modelling, climate change, atmospheric modelling

## INTRODUÇÃO

Mudanças no regime hidrológico de bacias estão associadas a causas naturais ou antrópicas. Em geral, a variabilidade climática é apresentada como o fator dominante no regime de variação da resposta hidrológica de uma bacia (ESPINOZA-VILLAR *et al.*, 2009). Por outro lado, também é esperado que as mudanças no uso e cobertura do solo afetem a resposta hidrológica de uma bacia, através de impactos nos diferentes processos e variáveis que compõem o ciclo hidrológico e em diferentes escalas (BONELL, 2010).

Enquanto a variabilidade climática apresenta um comportamento regional, de grande escala, as mudanças no uso e cobertura do solo são tipicamente um fenômeno local (BLOSCHL *et al.*, 2007). Sendo assim, espera-se que os impactos das mudanças no uso e cobertura do solo diminuam a sua influência com o tamanho da bacia, mostrando uma dependência com a escala (RODRIGUEZ *et al.*, 2010; BONELL, 2010).

Mudanças no uso e cobertura do solo afetam o balanço d'água através de mudanças na evapotranspiração, associada com diferentes tipos de vegetação (BRUIJNZEEL, 2004) e mudanças nas propriedades hidráulicas dos solos (GERMER *et al.*, 2010). A justaposição de fragmentos de uso e cobertura da terra afeta a resposta hidrológica através de impactos nos processos de re-infiltração do escoamento superficial e, também, através do efeito de bordas e da presença da vegetação secundária que afetam a evapotranspiração (VON RANDOW *et al.*, 2010). Ainda, a heterogeneidade da paisagem favorece o desenvolvimento de gradientes horizontais de temperatura, principais responsáveis pela geração de circulações atmosféricas de meso-escala, que quando associadas a processos convectivos determinam a distribuição espacial e temporal da nebulosidade e precipitação (NEGRI *et al.*, 2004).

O Rio Paraíba do Sul e seus afluentes contribuem para abastecer parte da cidade de São Paulo, parte da região metropolitana do Rio de Janeiro e também outras cidades do estado fluminense, suprindo necessidades de consumo humano, industrial e agrícola. A região do Vale do Paraíba do Sul em São Paulo tem sofrido grandes perdas da sua mata nativa, a Mata Atlântica, desde os tempos da exploração do café. Atualmente possui uma das maiores áreas remanescentes de Mata Atlântica, bioma ameaçado devido ao desmatamento e sua fragmentação (GALINDO-LEAL e CÂMARA, 2005).

Dentro deste contexto, o estudo proposto tem por objetivo investigar os efeitos das mudanças climáticas e das mudanças no uso e cobertura da terra na disponibilidade hídrica da bacia do Rio Paraíba do Sul, considerando cenários futuros plausíveis de uso e cobertura da terra na região.

## MATERIAL E MÉTODOS

O modelo Eta-CPTEC (CHOU, 1996; MESINGER *et al.*, 2012) foi integrado para o período de 2035 a 2065. Essa projeção foi realizada para avaliar as mudanças climáticas e no uso e cobertura da terra na metade do próximo século na Bacia do Rio Paraíba do Sul, com resolução

espacial de 5km, utilizando as condições de contorno e iniciais do modelo Eta-20km (CHOU *et al.*, 2014b), sendo este, integrado com condições de contorno e iniciais de HadGEM2-ES (UK Met Office Hadley Centre Global Environmental Model, versão 2, com as componentes do sistema terrestre) (COLLINS *et al.*, 2011). Foram utilizados dois cenários de mudanças no uso e cobertura da terra, otimista e pessimista (IBGE, 2012; REZENDE *et al.*, 2017) e um cenário de emissão de gases de efeito estufa, RCP – *Representative Concentration Pathway* 4.5 (THOMSOM *et al.*, 2011), do Quinto Relatório do IPCC (IPCC, 2013). Foi utilizado um modelo de propagação de ondas em canais baseado no método de Muskingum-Cunge (TUCCI, 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As vazões projetadas para o período futuro de 2035 a 2060 através dos modelos acoplados Eta/NOAH/MHD-R para a sub-bacia Jaguari utilizando o cenário de uso e mudanças no solo Otimista superestimam os valores de vazão naturais/observadas, enquanto o cenário Pessimista subestima os valores de vazão naturais/observadas (Figura 1.a). Na sub-bacia Santa Cecília houve um incremento nos valores de descarga no período chuvoso, de Novembro a Março, em ambos os cenários de mudança no uso e cobertura. No período de estiagem as vazões se mantiveram em patamares semelhantes (Figura 1.b). Nas duas sub-bacias as projeções futuras apresentaram um deslocamento das mínimas e máximas vazões, adiantando.

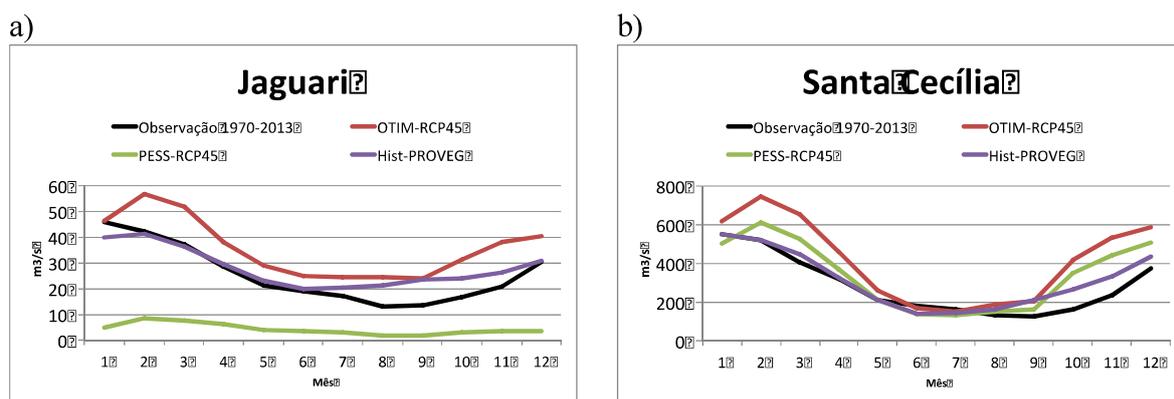


Figura 1. Vazões médias mensais do modelo Eta/NOAH/MHD-R utilizando o cenário de mudanças climáticas RCP 4.5 e cenários de mudanças no uso e cobertura do solo Otimista e Pessimista para o período de 2035 a 2065 e vazões naturais observadas para as estações: a) Jaguari e b) Santa Cecília.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de um modelo atmosférico acoplado a um modelo hidrológico de translado de ondas permite avaliar os impactos das mudanças de uso e cobertura da terra e climáticas levando em consideração os processos de retroalimentação entre superfície e atmosfera. O deslocamento na sazonalidade das vazões simuladas está associado com a simulação do ciclo sazonal de precipitações pelo modelo atmosférico, enquanto que o volume de escoamento está relacionado com a parametrização utilizada na transformação chuva-vazão. Os resultados mostram um incremento das vazões sob o cenário mais otimista de uso e cobertura da terra, enquanto que o cenário mais pessimista produz uma diminuição acentuada das vazões na bacia do Jaguari.

## BIBLIOGRAFIA

- Bárdossy, A.; Pegram, G. (2011), Downscaling precipitation using regional climate models and circulation patterns toward hydrology. *Water Resources Research*, v.47, doi:10.1029/2010wr009689
- Blöschl, G., et al., 2007. At what scales do climate variability and land cover change impact on flooding and low flows? *Hydrological Processes*, 21, 1241–1247.
- Bonell, M. (2010). The impacts of global change in the humid tropics: selected rainfall-runoff issues linked with tropical forest-land management. *Irrigation and drainage systems*, 24(3-4), 279-325
- Bruijnzeel L.A. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture Ecosystems and Environment* 104: 185–228.
- Chou, Sin Chan. Modelo Regional Eta. Climanálise (São José dos Campos), Cachoeira Paulista, SP, v. 1, n.ED ESPECIAL, 1996.
- Chou, S.C., et al. (2014) Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. *American Journal of Climate Change*, 3, 512-525. <http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2014.35043>
- Collins, W.J., Bellouin, N., Doutriaux-Boucher, M., Gedney, N., Halloran, P., Hinton, T., Hughes, J., Jones, C.D., Joshi, M., Liddicoat, S., Martin, G., O'Connor, F., Rae, J., Senior, C., Sitch, S., Totterdell, I., Wiltshire, A., Woodward, S. (2011) Development and evaluation of an Earth-System model – HadGEM2. *Geoscience Model Development*, 4, 1051-1075, 2011.
- Espinoza Villar Jr, Guyot J, Ronchail J, Cochonneau G, Filizola N, Fraizy P, Vauchel P. 2009. Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974–2004). *Journal of Hydrology* 375: 297–311.
- Durieux L, Machado Lat, Laurent H (2003) The impact of deforestation on cloud cover over the Amazon arc of deforestation. *Remote Sens Environ* 86:132–140
- Rezende F., Carrielo F., Neves O., Rodriguez D. (2017) Simulação de Mudanças de Uso e Cobertura da terra de 2010 a 2050 no Vale do Paraíba – Trecho Paulista. *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto –SBSR*. ISBN 978-85-17-00088-1. 2017
- Galindo-Leal, C. E Câmara, I. G. (2005). Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. Capítulo 1. In: Galindo-Leal, C. e Câmara, I.G. (Eds). *Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas*. Belo Horizonte: Conservação Internacional, 3-11 pp.
- Germer S.; Neill, C.; Krusche, A.V.; ElsenbeeR, H. Influence of land-use change on near-surface hydrological processes: Undisturbed forest to pasture. *Journal of Hydrology*, v. 380, p. 473-480, 2010.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil 2004. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 395p. (Série Estudos e Pesquisas, n.4) 2012.
- Mesinger, F.; Chou, S. C.; Gomes, J. L.; Jovic, D.; Bastos, P.; Bustamante, J. F.; Lazic, L.; Lyra, A. A.; Morelli, S.; Ristic, I.; Veljovic, K.. An upgraded version of the Eta model. *Meteorol Atmos Phys* 116:63–79 DOI 10.1007/s00703-012-0182-z. 2012.
- Negri, A.J.; Adler, R.F.; Xu, L.; Surratt, J. The impact of Amazonian Deforestation on Dry Season Rainfall. *Journal of Climate*, v. 17, p. 1306-1319, 2004.

- Rodriguez DA, Tomasella J, Linhares C (2010) Is the forest conversion to pasture affecting the hydrological response of Amazonian catchments? Signals in the Ji-Paraná basin. *Hydrol Process* 24:1254– 1269
- Thomsom, A.M. et al. RCP4.5: A Pathway for Stabilization of Radiative Forcing by 2100. *Climatic Change*. 109:1-2, 77-94. doi:10.1007/s10584-011-0151-4, 2011.
- Tucci, C.E.M. Modelos hidrológicos. Porto Alegre, Ed. Universidade UFRGS, 1998.
- Von Randow, R.C.S. ; Araújo, A. C. de ; Von Randow, C. V. ; Tomasella, J. ; Hutjes, R.W. ; Magina, F. C. ; Manzi, A. O. Does secondary forest compensate the low evapotranspiration caused by conversion of forest to pasture? In: American Geophysical Union -2010 Meeting of the Americas, 2010, Foz do Iguaçu. Anais 2010 Meeting of the Americas Abstracts, 2010.



## NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS SEGUNDO AVALIAÇÃO VISUAL DO SOLO APLICADO À REGIÃO DO MÉDIO VALE DO PARAÍBA DO SUL

Thamires Rodrigues de Sá Valle<sup>1</sup>, Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues<sup>2</sup>, Guilherme Kangussú Donagemma<sup>2</sup>, Marcella Leal Santos<sup>1</sup>, Mirelly Mioranza<sup>3</sup>, Fernanda Figueiredo Granja Dorilêo Leite<sup>1</sup>, Fabiano de Carvalho Balieiro<sup>2</sup>, Ademir Fontana<sup>2</sup>, Adoildo da Silva Melo.

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola, mestrandia em Engenharia de Biossistemas - UFF, Niterói-RJ, [valle.thamires@gmail.com](mailto:valle.thamires@gmail.com)

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

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, doutoranda em Geoquímica - UFF, Niterói-RJ.

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A degradação de pastagens ocorre em todas as regiões do país em diferentes níveis e, por isso, a recuperação das mesmas representa potencial para intensificação sustentável da pecuária brasileira. O presente trabalho propõe-se a diferenciar os níveis de degradação de pastagens a partir da avaliação expedita da taxa de cobertura e da estrutura do solo. Para tanto, foram selecionadas propriedades rurais em Valença-RJ, região de “Mar de Morros”, composta por relevo fortemente ondulado alternando-se com montanhoso e classe dos Cambissolos. Foi feita classificação preliminar dos níveis de degradação e seleção das áreas que constituem quatro tratamentos (N1-degradação leve, N2-degradação moderada, N3-degradação forte, e N4-degradação muito forte). Procedeu-se, então, a descrição da cobertura do solo com o Método da Trena e o Diagnóstico Rápido de Estrutura do Solo (DRES). Os resultados confirmam os critérios para classificação dos níveis de degradação e a sequência de degradação. A taxa de cobertura indica perda gradual da forrageira conforme avanço da degradação (N1-96%, N2-63%, N3-57%, N4-15%). Já o DRES revela pior condição estrutural para os níveis N3 (2,7) e N4 (2,4) e mesma nota para N1 e N2 (3,9), sendo justificada pelo aporte de matéria orgânica proveniente de vegetação invasora.

**Palavras-chave:** Mar de Morros, Cobertura do solo, Estrutura do solo.

## PASTURE DEGRADED LEVELS DEFINED BY VISUAL SOIL EVALUATION IN MIDDLE PARAÍBA DO SUL VALLEY REGION

### Abstract

Pasture degradation commonly happens at different levels and regions and therefore degraded pasture recovery has great potential to the sustainable intensification of Brazilian livestock. This work is willing to distinguish degradation levels of pastures by visual evaluation of soil structure and soil surface cover, both driven by Quick Diagnosis of Soil Structure (DRES) and Method of Tape, respectively. The experimental area consists of rural properties in Valença, RJ. Due to relief, the region is known as “Mar de Morros”, and the local soil classification consists on Inceptisols. A previous classification of degradation levels reaches four treatments

defined as N1-light degradation, N2-moderate degradation, N3-severe degradation, and N4-very severe degradation. The results confirmed the classification parameters of degradation levels and the process evolution. Soil surface cover shows forage gradual loss as degradation intensifies (N1-96%, N2-63%, N3-57%, N4-15%). Soil structure hits the worst grade to N3 and N4 levels (2,7 and 2,4, respectively), while N1 and N2 get the same grade (3,9), justified by the organic matter uptake derived from weed vegetation.

**Keywords:** Mar de Morros, Soil surface cover, Soil structure.

## INTRODUÇÃO

A degradação de pastagens configura queda considerável de sua produtividade referente ao potencial produtivo local, sendo característico a perda de vigor, ocorrência de pragas, doenças e espécies invasoras, culminando em processos erosivos e degradação de recursos naturais (SPAIN e GUALDRÓN, 1991; ZIMMER *et al.*, 2012).

Em 2006 a área total de pastagens no Brasil era de 158,7 milhões de hectares (IBGE, 2007). Sob diferentes níveis, a degradação de pastagens distribui-se por todas as regiões do país, sobretudo nas áreas de fronteira agrícola (DIAS-FILHO, 2014). Estima-se que cerca de 80% das pastagens brasileiras estejam em algum nível de degradação (DIAS-FILHO, 2011).

A recuperação de pastagens degradadas representa potencial para aumento da produtividade pecuária, evitando o desmatamento para abertura de novas áreas, reduzindo a duração das fases de criação e, conseqüentemente a intensidade de emissões por fermentação entérica no ciclo de vida animal (REIS, 2016). A intensificação sustentável da pecuária pressupõe, portanto, diagnóstico das condições de degradação e elaboração de estratégias de recuperação.

Dentre as estratégias para diagnóstico, tem-se métodos expeditos e avaliação visual da área, que têm como vantagens baixo custo, fácil execução, maior rapidez e maior autonomia ao produtor e técnico agrícola por obter informações *in loco* (LISBÔA, 2016).

A hipótese desse trabalho é que as avaliações expeditas separam os níveis de degradação de pastagens, enquanto que o objetivo geral consiste em diferenciar os níveis de degradação de pastagens a partir da avaliação expedita da taxa de cobertura e da estrutura do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende propriedades rurais em Valença-RJ. Também conhecida como “Mar de Morros” a região caracteriza-se pelo predomínio de colinas e morros de relevo fortemente ondulado alternando-se com montanhoso (CARVALHO FILHO, 2000; SANTOS *et al.*, 2010).

A classificação preliminar dos níveis de degradação foi feita a partir de avaliação visual das pastagens locais considerando a cobertura do solo, segundo critérios propostos por Spain e Gualdrón (1991). Desta forma, foram identificados 4 níveis de degradação: Nível 1-degradação leve, com predomínio da forrageira; Nível 2-degradação moderada, com ocorrência de plantas invasoras; Nível 3-degradação forte, com ocorrência de plantas invasoras e solo exposto; e Nível 4-degradação muito forte, com predomínio do solo exposto.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, sendo balanceado com o mesmo número de repetições por tratamento, isto é, 3 áreas por nível de degradação. Em cada área procedeu-se avaliações expeditas de estrutura do solo e taxa de cobertura.

A fim de uniformizar as parcelas experimentais, a classe de solo foi o Cambissolo, posição do terço médio da paisagem, orientação solar noroeste e forrageira (*Brachiaria decumbens* ou *Brachiaria brizantha*). O histórico de uso da terra na região segue a cronosequência vegetação nativa, cafeeicultura e pastagem.

Em cada área, foi feita a descrição da cobertura do solo segundo o Método da Trena (ROCHA JÚNIOR *et al.*, 2014), e foram abertas 3 mini trincheiras para coleta de amostras para Diagnóstico Rápido de Estrutura do Solo - DRES (RASLICH *et al.*, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que os critérios utilizados na classificação preliminar dos níveis de degradação foram suficientes para diferenciar os níveis e validar a sequência de degradação. Em relação à descrição da cobertura do solo, nota-se haver uma evolução da degradação, conforme proposto por Dias-Filho (2011) e Spain Gualdrón (1991). No processo, a forrageira é substituída por plantas invasoras de folha larga e folha estreita, e solo exposto, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da taxa de cobertura dos diferentes níveis de degradação.

Cobertura	Nível 1		Nível 2		Nível 3		Nível 4	
	Área (m <sup>2</sup> )	Área (%)						
Forrageira	479	96%	315	63%	284	57%	74	15%
Solo exposto	10	2%	12	2%	195	39%	179	36%
Planta invasora folha larga	8	2%	40	8%	4	1%	16	3%
Planta invasora folha estreita	1	0%	132	26%	18	4%	231	46%
Sem informação	2	0%	1	0%	0	0%	1	0%

Quanto ao diagnóstico da estrutura do solo (DRES), os Índices de Qualidade da Estrutura de Solo (IQES) revelam pior cenário nos níveis N3(2,7) e N4 (2,4), enquanto que os níveis N1 e N2 obtiveram a mesma nota (3,9) (Tabela 2).

Tabela 2. Índices de qualidade da estrutura de solo e declividade dos níveis de degradação.

Nível	IQES Nível	Declividade média (%)
N1	3.9 (1.1)	38%
N2	3.9 (1)	45%
N3	2.7 (0.5)	62%
N4	2.4 (0.5)	57%

Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão da variável.

As notas de N3 e N4 indicam sinais de degradação na estrutura do solo, como ocorrência de agregados soltos em superfície, vulneráveis à erosão pluvial, ou de agregados maiores em subsuperfície, limitando o desenvolvimento de raízes. Além disso, a declividade média observada nos níveis N3 (62%) e N4 (57%) potencializa a degradação nessas áreas. Quanto aos níveis N1 e N2, credita-se o empate à terceira área amostral do nível 2 (N2A3). Conforme

verificado no Método da Trena, tal área apresenta grande concentração de plantas invasoras, sobretudo de espécies de folha larga. A melhor condição de estrutura do solo nesta área pode ser justificada pelo maior aporte de matéria orgânica no solo devido à biomassa aérea e ao sistema radicular das invasoras (DIAS-FILHO, 2011).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Método da Trena e o DRES demonstraram ser capazes de diferenciar os níveis de degradação, validando a classificação preliminar e a evolução do processo de degradação. Sendo esta caracterizada pela substituição gradual da espécie forrageira por plantas invasoras e solo exposto, e prejuízo da estrutura do solo, com ocorrência de agregados soltos ou muito grandes.

## Agradecimentos

Aos funcionários e estrutura da Embrapa Solos e Gado de Leite, ao Projeto Rural Sustentável e aos produtores rurais, Sr. Rosalvo de Lima Costa e Sr. Fernando.

## Bibliografia

- Carvalho Filho, A. et al. 2000. Solos. In: *Os solos do estado do Rio de Janeiro*. 5-17. Brasília, DF: CPRM.
- Dias-Filho, M. B. 2011. *Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação*. Belém, PA: MBDF.
- Dias-Filho, M. B. 2014. Diagnóstico das pastagens no Brasil. *Documentos 402*. Belém, Pa: Embrapa Amazônia Oriental. 22p.
- IBGE. 2012. Censo agropecuário 2006 Brasil, grandes regiões e unidades da federação: 2ª apuração. Rio de Janeiro, RJ: IBGE. 774 p.
- Lisbôa, F. M. et al. 2016. Indicadores de qualidade de Latossolo relacionados à degradação de pastagens. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 51: 1184-1193.
- Raslich, R. et al. 2017. Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo – DRES. *Documentos 390*. Londrina, PR: Embrapa Soja. 65 p.
- Reis, E. 2016. Opportunities and challenges to the sustainable development of cattle raising in Brazil, 1970 - 2005. *Economia*, 18: 18-39.
- Rocha-Júnior, P. R. et al. 2014. Can soil organic carbon pools indicate the degradation levels of pastures in the atlantic forest biome? *Journal of agricultural science*, 6: 84-95.
- Santos, A. C. et al. 2010. Gênese e classificação de solos numa topossequência no ambiente de Mar de Morros no Médio Vale do Paraíba do Sul, RJ. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34, 1297–1314.
- Spain, J. Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. In: *Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación*. 269-283. Cali: CIAT.

Zimmer, A. H. et al. 2012. Degradação, recuperação e renovação de pastagens. *Documentos* 189. Brasília, DF: Embrapa Gado de Corte. 42 p.



## OTIMIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE PALMA MEDIANTE A RELAÇÃO DOS FATORES RAZÃO ÁLCOOL: ÓLEO, TEMPERATURA E TEMPO

Juan Fernando Herrera Guardiola<sup>1</sup>, Flávio Castro da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, Mestrando em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói-RJ, [juanfer\\_hegu@hotmail.com](mailto:juanfer_hegu@hotmail.com)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói-RJ, [flaviocastro@id.uff.br](mailto:flaviocastro@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O objetivo do presente trabalho, foi realizar a produção de biodiesel a partir de óleo de palma mediante o processo de transesterificação na rota metílica e catálise alcalina com NaOH a 1% (m/m) e analisar as relações entre as variáveis de produção de biodiesel que otimizem a produção deste biocombustível a partir do óleo de palma (*Elaeis guineensis*) utilizando a metodologia de superfície de resposta (MSR). As variáveis analisadas para diferentes níveis foram: a razão molar metanol:óleo (3:1, 4:1, 6:1, 8:1); temperatura de reação (45°, 52° e 60°C); e o tempo de reação (40, 60 e 80 minutos). Da análise de variância (ANOVA), o fator com maior influência na produção do biodiesel foi a razão molar. O melhor resultado de rendimento foi de 93%, obtido para uma razão molar 3:1, a 52°C e 60 minutos de reação. Este resultado difere dos encontrados na literatura que asseguram ter melhores rendimentos a medida que a razão molar aumenta, implicando maiores gastos de metanol. Do biodiesel produzido foram analisadas as propriedades físico-químicas viscosidade cinemática e massa específica, cujos valores encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pelas normas brasileiras, americanas e europeias.

**Palavras-chave:** Ésteres metílicos, óleo de dendê, biocombustível, eficiência produtiva.

## OPTIMIZATION OF PALM OIL BODIESEL PRODUCTION THROUGH THE RELATIONSHIP OF THE FACTORS MOLAR RATE, TEMPERATURE AND TIME

### Abstract

In the present paper was performed palm oil biodiesel through transesterification process by methyl route and alkyl catalyst with NaOH 1% (m/m). The purpose of this study consisted in analyze the relationships between biodiesel production variables to optimize this biofuel production from palm oil (*Elaeis guineensis*) using response surface methodology (RSM). Analyzed variables for different levels were: molar rate (3:1, 4:1, 6:1 and 8:1); reaction temperature (45, 52 and 60°C); and reaction time (40, 60 and 80 minutes). From variance analysis (ANOVA), the factor with more influence in biodiesel production was molar rate. The highest yield was 93%, obtained by a molar rate 3:1, for 52°C and 60 minutes. This result differs from the literature that ensures higher yield when molar rate increase, implying more expenses of methanol. From produced biodiesel were analyzed

physic and chemical properties as kinetic viscosity and specific mass, whose values are within the Brazilian, American and European standards.

**Keywords:** Methyl esters, palm oil, biofuel, productive efficiency.

## INTRODUÇÃO

O biodiesel é considerado uma fonte de energia renovável por ser um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais, que impacta positivamente ao meio ambiente por ter menores emissões— em comparação com o combustível diesel— de material particulado, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), gases que contribuem para o efeito estufa. Este biocombustível tem características similares ao diesel convencional podendo substituí-lo como fonte de energia.

Os países com maior produção de biodiesel no mundo são os Estados Unidos seguido do Brasil, que de acordo com Sawin et al. (2017), a produção total de biocombustíveis foi de 30,8 bilhões de litros, onde 27 bilhões foram da produção de etanol e 3,8 bilhões de litros para biodiesel.

Por outro lado, uma das principais matérias primas no processo de produção de biodiesel é o óleo. Segundo Feroldi et al. (2014), dentre as plantas oleaginosas, o dendezeiro (palma africana), é considerada a maior fonte de óleo para consumo no mundo com um percentual de 20-22% de óleo de palma e um rendimento de 4-6 t/ha/ano mostrando um alto potencial para produção de biodiesel.

No Brasil, a matriz das matérias primas utilizadas para a produção de biodiesel é dominada pelo óleo de soja com 72,51%, seguido da gordura suína com 14,93%. O óleo de palma para a produção de biodiesel no país representa só o 0,16% da matriz total, mostrando que Brasil precisa diversificar o uso das matérias primas na produção de biodiesel, especialmente para aquelas que apresentam maior rendimento de produção tais como a palma (ANP, 2017).

Diferentes pesquisas analisaram as variáveis associadas à produção de biodiesel a partir do óleo de palma, e encontraram que a razão molar etanol/óleo, a temperatura e o tempo da reação, são os fatores mais importantes que intervêm na reação.

Autores como Ali e Tay (2013) e Feroldi et al. (2014) encontraram que as condições ótimas para a produção de biodiesel com óleo de palma utilizando metanol no processo de transesterificação foram para uma razão molar de 6:1 metanol-óleo, tempo de reação de 60 minutos, a uma temperatura de 60°C, e 1% de catalisador KOH, obtendo um rendimento de 88%.

De igual forma, Anguebes et al. (2016) obtiveram um rendimento de 90% na produção de biodiesel com óleo de palma para uma temperatura de reação de 56°C, com 135 minutos e uma proporção de 0,65% de NaOH como catalisador.

Mediante o uso da metodologia de superfície de resposta (MSR), Sukjit e Punsuvon (2013), determinaram que as condições ótimas foram para uma razão molar 7:1 de metanol-óleo, a uma temperatura de 60°C, com 70 minutos de reação e uma proporção de 1,2% de KOH de catalisador, obtendo 96,24% de rendimento.

Tendo em conta a importância de determinar processos mais eficiente na produção de energias renováveis, o desenvolvimento do presente trabalho visa determinar o processo com melhor rendimento mediante o uso de MSR na produção de biodiesel a partir do óleo de palma variando as quantidades dos fatores de produção razão molar metanol: óleo,

## MATERIAL E MÉTODOS

A estrutura do projeto se dividiu em duas etapas. A primeira parte experimental consta do processo de produção de biodiesel utilizando unicamente como matéria prima o óleo de palma, metanol absoluto P.A. e hidróxido de sódio (NaOH) como catalisador. Nesta etapa realizou-se o processo de transesterificação para produzir o biodiesel, seguido da purificação do mesmo. Finalmente se mediu o rendimento de cada teste tendo em conta a massa de óleo utilizado em cada batelada e a massa de biodiesel produzido para depois serem analisados estes rendimentos mediante a metodologia de superfície de resposta.

A segunda etapa consistiu na caracterização físico-química do biodiesel produzido realizando as medições da massa específica e viscosidade cinemática de acordo com as normas técnicas europeia EN/ISO 14214, americana ASTM D6751, e ANP 45/2014 para o Brasil. Foi realizada esta caracterização para 4 amostras de biodiesel separadas de acordo à razão molar (3:1, 4:1, 6:1 e 8:1).

Foram avaliados os fatores razão molar álcool/óleo, tempo e temperatura para 3 níveis de cada fator exceto a razão molar que se avaliou em 4 níveis como ilustra a seguinte tabela:

*Tabela 1 - Valores analisados para cada fator.*

Razão molar (metanol/óleo)	3:1	4:1	6:1	8:1
Temperatura (°C)	-	45	52	60
Tempo (mins.)	-	40	60	80

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise da massa específica a 20°C realizada nas 4 amostras, comprovou-se que todos os biodieseis testados cumprem com as normas brasileiras, especificamente a resolução ANP nº 45/2015, que exige para o biodiesel uma massa específica entre 850 e 900 kg/m<sup>3</sup>; e a norma europeia EN/ISO 3675 cujo valor para a massa específica é de 860 a 900 kg/m<sup>3</sup>. Da viscosidade cinemática, estes valores se ajustam às características do biodiesel de palma que apresentam uma maior viscosidade comparadas com outras matérias primas. De acordo com a norma europeia EN 14214 e a norma brasileira ABNT/NBR 10441 cujos intervalos permitidos de viscosidade são 3,5-5,0 mm<sup>2</sup>/s e 2,0-5,0 mm<sup>2</sup>/s respectivamente, a única amostra que se encontra dentro do intervalo permitido de viscosidade é a referente à razão molar 3:1 com uma viscosidade de 4,8967 mm<sup>2</sup>/s. As outras 3 amostras superam o limite superior destas normas. Por outro lado, baseado na norma americana ASTM D445, todas as amostras se encontraram dentro dos valores permitidos de viscosidade já que o intervalo permitido para biodiesel nesta norma é de 1,9 a 6,0 mm<sup>2</sup>/s.

*Tabela 2 – Caracterização físico-química do biodiesel produzido separado de acordo à razão molar.*

Razão molar	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidade cinemática (mm <sup>2</sup> /s)
3:1	871,90	4,8967
4:1	872,46	5,4536
6:1	872,26	5,3942
8:1	871,58	5,0934

A análise estatística foi realizada mediante os dados experimentais obtidos no presente projeto com um total de 108 observações, estimando os efeitos no rendimento de produção de biodiesel das variáveis estudadas e as suas interações. Na Tabela 3, as 3 variáveis estudadas razão molar, temperatura e tempo assim como as interações razão molar\*temperatura e temperatura\*tempo, tem efeitos significativo no rendimento de produção de biodiesel. Por outro lado, a interação razão molar\*tempo não apresentou efeitos significativos. A significância de cada efeito é considerada pelo valor de probabilidade (*p-value*). O valor *p-value* foi fixado em 0,05 ou 5% para um nível confiança de 95% neste estudo. Nesta análise, os efeitos com *p-value* menor a 0,05 são considerados efeitos significativos.

Tabela 3 – Análise de variancia.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Razão molar	3	0,221336	0,073779	313,528	0,0000
Temperatura	2	0,050757	0,025379	107,849	0,0000
Tempo	2	0,004985	0,002493	10,592	0,0000
Razão molar*Temperatura	6	0,023339	0,003890	16,530	0,0000
Razão molar*Tempo	6	0,002333	0,000389	1,653	0,1429
Temperatura*Tempo	4	0,005137	0,001284	5,458	0,0000
erro	84	0,019767	0,000235		
Total corrigido	107	0,327655			

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do presente trabalho pode-se concluir que dentre as variáveis analisadas —na produção de biodiesel a partir de óleo de palma e na rota metálica com catalise alcalina— a razão molar foi o fator que mais influenciou no rendimento da produção.

Por outro lado, o biodiesel produzido foi caracterizado de acordo às propriedades massa específica e viscosidade cinemática, cujos valores determinados encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pelas normas brasileiras, americanas e europeias.

## BIBLIOGRAFIA

ALI, E. N.; TAY, C. I. Characterization of biodiesel produced from palm oil via base catalyzed transesterification. *Procedia Engineering*, v. 53, p. 7–12, 2013.

ANGUEBES, F. F. et al. Optimization of Biodiesel Production from African Crude Palm Oil ( *Elaeis guineensis* Jacq ) with High Concentration of Free Fatty Acids by a Two-Step Transesterification Process. *Open Journal of Ecology*, v. 6, p. 13–21, 2016.

ANP. *Informações de mercado*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/producao-de-biocombustiveis/biodiesel/informacoes-de-mercado>>. Acesso em: 1 ago. 2017.

BARCELOS, E. *Biodiesel de dendê, uma alternativa ecológica*. Disponível em: <<https://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/biodiesel-dende-alternativa-ecologica-07-07-08.htm>>. Acesso em: 26 set. 2017.

FEROLDI, M.; CREMONEZ, P. A.; ESTEVAM, A. Dendê: do cultivo da palma à produção de biodiesel. *Revista Monografias Ambientais*, v. 13, n. 5, p. 3800–3808, 2014.

SAWIN, J. L.; SEYBOTH, K.; WVERISSON, F. *Renewables 2017 Global Status Report*.

SUKJIT, T.; PUNSUVON, V. Process Optimization of Crude Palm Oil Biodiesel. v. 2, n. 7, 2013.



## PADRONIZAÇÃO QUANTITATIVA DE ÁCIDO BARBINÉRVICO EM EXTRATOS DE *Eugenia punicifolia* (KUNTH) DC. POR ATR-FTIR

Raphael Pereira de Albuquerque<sup>1</sup>, Glauce Christian A. Duarte<sup>2</sup>, Débora Teixeira Ohana<sup>3</sup>, Ari de Freitas Hidalgo<sup>4</sup>, Wilson C. Santos<sup>5</sup>, Thelma de Barros Machado<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Mestrando, Escola de Engenharia, PGEB – UFF, Niterói-RJ, raphaelpda@gmail.com

<sup>2</sup> Doutoranda, Faculdade de Farmácia, PPGCAPS – UFF, Niterói-RJ, glaucecad@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus-AM, deboraohana@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Pós-Doutorado, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus-AM.

<sup>5</sup> Pós-Doutorado, Faculdade de Farmácia, PPGCAPS – UFF, Niterói-RJ, wsantos@id.uff.br;

<sup>6</sup> Pós-Doutorado, Faculdade de Farmácia, PGEB e PPGCAPS – UFF, Niterói-RJ, thelma\_machado@id.uff.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A espécie *Eugenia punicifolia* foi coletada nas estações do verão (período de seca) e inverno (período de chuvas) Amazônico, na cidade de Manaus, AM. Os extratos diclorometânicos obtidos a partir de suas folhas foram analisados por espectroscopia na região do infravermelho a fim de se identificar a presença do ácido barbinérvico, bem como seu teor, em comparação com um padrão desta substância. A análise no IV foi realizada por transformada de Fourier (FTIR) utilizando a técnica de reflectância total atenuada (ATR). A utilização deste método aliado à técnica ATR permitiu de forma rápida, simples, sem o desperdício de solventes orgânicos e, portanto, amigável do ponto de vista ambiental, a quantificação do ácido barbinérvico presente nas amostras coletadas nas duas estações características da Região Amazônica. O estudo permitiu identificar a influência da sazonalidade na produção de ácido barbinérvico em folhas de *E. Punicifolia*, com diferença estatística significativa entre os teores encontrados nas amostras de inverno (0,19%) e verão (0,07%;  $P < 0.05$ ). Os resultados obtidos no presente estudo poderão auxiliar em estudos mais aprofundados que utilizam extratos padronizados dessa espécie em avaliações farmacológicas, toxicológicas e de tecnologia farmacêutica voltadas para a produção de novas propostas terapêuticas fitoterápicas.

**Palavras-chave:** Pedra ume-caá, Sazonalidade, Floresta Amazônica.

## QUANTITATIVE DETERMINATION OF BARBINÉRVIC ACID IN EXTRACTS OF *Eugenia punicifolia* (KUNTH) DC. BY ATR-FTIR

### Abstract

The species *Eugenia punicifolia* were collected in summer (dry period) and winter (rainy) in the city of Manaus, AM. The dichloromethane extracts obtained from leaves of *E. punicifolia* were analyzed by spectroscopy in the infrared region in order to identify the presence of triterpene barbinérvic acid as well as its content, in comparison to a sample standard. The analysis in IR was performed by Fourier transform (FTIR) using Attenuated Total

Reflectance (ATR) technique. The use of this method together with the ATR technique allowed the quantification of barbinervic acid present in the samples collected at the two characteristic seasons of Amazon Region, without waste of organic solvents and, therefore, by Eco-friendly means. The study allowed to identify the influence of seasonality in the production of barbinervic acid in leaves of *E. puniceifolia*, with significant statistical difference between winter (0.19%) and summer (0.07%,  $P < 0.05$ ). The obtained results may assess further studies that use standardized extracts of *E. puniceifolia* in pharmacological, toxicological or pharmaceutical technology evaluations aiming at the production of new putative therapeutic herbal medicines.

**Keywords:** pedra ume-caá, seasonality, Amazon Rainforest.

## INTRODUÇÃO

A espécie *Eugenia puniceifolia* (Kunth) DC (Myrtaceae) é um arbusto que apresenta folhas em formato elíptico conhecida popularmente como pedra-ume caá. É uma espécie nativa em várias regiões do Brasil, em especial a região Amazônica. É amplamente utilizada na medicina tradicional em decocções ou infusões como agente terapêutico natural no tratamento empírico de diversas enfermidades como diabetes mellitus e processos infecciosos, dentre outras. Alguns estudos apontam seu potencial farmacológico provavelmente devido à presença do triterpeno pentacíclico ácido barbinérvico (AB), encontrado principalmente em suas folhas (SANTOS et al., 2014). De acordo com Leite et al. (2010), a fração diclorometânica do extrato de folhas de *E. puniceifolia* foi capaz de reduzir significativamente o processo inflamatório de lesão muscular de camundongos (músculo esquelético) sem, no entanto, induzir fibrose. Asting et al. (2014) demonstraram que o extratos hidroalcolóico de *E. puniceifolia* possuem efeitos antinociceptivos e antiinflamatórios significativos que parecem estar relacionados à inibição do sistema glutamatérgico.

Em face aos resultados já descritos na literatura, é razoável inferir que o AB é uma molécula promissora, com empregabilidade farmacológica, bem como extratos padronizados a partir de suas concentrações farmacologicamente ativas. Desta forma, faz-se necessário um método de análise qualitativo e quantitativo que possua características de alta confiabilidade, sensibilidade, baixo custo, rápido e que contemple a tendência da utilização da química verde. A espectroscopia na região do infravermelho por transformada de Fourier com a utilização de reflectância total atenuada (ATR-FTIR) surge como uma alternativa atraente aos métodos analíticos tradicionais, sendo uma ferramenta analítica rápida, reprodutível em análises amostra-a-amostra e com baixas variações espectrais de usuário para usuário.

Não se sabe ao certo se existe influência significativa da sazonalidade Amazônica na produção do AB produzido por *E. puniceifolia*. Em Manaus (AM), os maiores totais de radiação ocorrem nos meses de setembro e outubro, e os mínimos, nos meses de dezembro a fevereiro. Por causa destes valores de energia, a temperatura atmosférica sofre pequena variação ao longo do ano, sendo predominantemente quente o ano inteiro e a região caracterizada por grande precipitação atmosférica. O período de chuvas ou forte atividade convectiva na região Amazônica é compreendido entre novembro e março, sendo que o período de seca (sem grande atividade convectiva) ocorre entre os meses de maio e setembro. Os meses de abril e outubro são meses de transição entre um regime e outro (PAVÃO et al., 2017).

Os objetivos do presente estudo foram (1) padronizar a metodologia de doseamento de AB em extratos diclorometânicos de folhas de *E. puniceifolia* por ATR-FTIR e (2) avaliar se há diferenças significativas do teor de AB nos extratos obtidos de materiais vegetais colhidos nas estações de inverno e verão Amazônico. Pretende-se com o estudo propor uma metodologia rápida, precisa e robusta para a padronização de extratos da espécie, utilizando como marcador químico o AB. Além disso, nortear, do ponto de vista químico e qualitativo, novos estudos farmacológicos e toxicológicos com extratos de *E. puniceifolia* com vistas à padronização de um futuro fitoterápico a partir dessa espécie vegetal.

## MATERIAL E MÉTODOS

As folhas de *E. puniceifolia* (Kunth) DC foram fornecidas pelo Herbário da Universidade Federal do Amazonas (HUFAM), tendo sido coletadas em latitude 3° 6'7.09"S e longitude de 59°58'33.11"O, no período de dezembro de 2016 e outubro de 2017, correspondendo ao período de chuvas e seca respectivamente. Uma exsicata do material vegetal foi depositada no HUFAM sob o número de registro 10.225.

O material vegetal (folhas; 325g - inverno e 336g - verão) foi desidratado à 37°C em estufa com circulação de ar forçada. Após, o material foi pulverizado em moinho de facas e submetido a maceração à frio utilizando solventes grau analítico, hexano e diclorometano, sucessivamente. Os extratos foram concentrados em evaporador rotatório sob pressão reduzida a temperatura de 40°C. Em seguida, tanto o padrão de AB (concentrações de 25, 50, 100, 150 e 200 µg/mL) para a construção da curva analítica, quanto os extratos diclorometânicos (1mg/mL) para a quantificação de AB, foram analisados em espectrômetro FTIR (IRTracer-100, Shimadzu, Japão) utilizando a técnica de reflectância total atenuada (ATR). Para a quantificação do AB nas amostras utilizou-se a área de uma banda de absorção bem distinta no espectro de IV referente à deformação axial da carbonila do AB, normalmente presente entre 1716-1712 cm<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantificação de triterpenos pentacíclicos é normalmente realizada por cromatografia a gás com detecção por espectrometria de ionização em chama (GC-FID), com alto custo de preparo e manutenção do equipamento. Além do GC, a cromatografia líquida também é bastante utilizada, com grandes volumes de solventes no preparo de fases móveis e tampões (RHOURLI-FRIH et al., 2013). O método ATR-FTIR requer a preparação de pequenas quantidades de amostra, possuindo um tempo de análise rápido e o uso de solventes minimizado. Hifumi et al. (2016) relatam a capacidade de trabalhar com materiais altamente absorventes utilizando ATR-FTIR, sem a preparação de quantidades significativas de amostra e com resolução espacial melhorada de forma demonstrável em comparação a outras abordagens de imagem. Estas vantagens resultam em economia de tempo, custos e um aumento do número de amostras que podem ser analisadas (JÄGER et al., 2009).

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que o método ATR-FTIR apresentou-se linear, preciso, rápido e robusto na análise qualitativa e quantitativa do AB nos extratos diclorometânicos de folhas de *E. puniceifolia* ( $R^2=0,9918$ ). As figuras 1a-c apresentam espectros ATR-FTIR obtidos no estudo, bem como a curva analítica do AB.

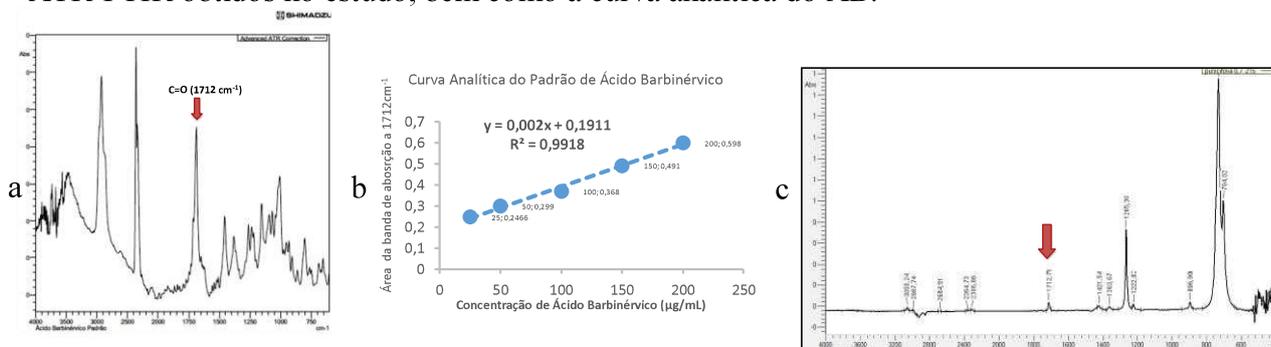


Figura 1- (a) Espectro ATR-FTIR do padrão de AB apresentando banda de absorção da carbonila a 1712 cm<sup>-1</sup>; (b) Curva analítica do padrão de AB; (c) Espectro ATR-FTIR do extrato diclorometânico de folhas de *E. puniceifolia*.

Foi possível identificar uma diferença estatística significativa nas concentrações de AB nos extratos obtidos a partir de folhas coletadas nas estações do inverno e do verão Amazônico, com concentrações médias (p/p) de 0,19% (d.p. ± 0,0105) e 0,07% (d.p. ± 0,001),

respectivamente. Estes dados evidenciaram uma diferença bruta de concentração de AB de aproximadamente 2,7 vezes maior no inverno em comparação com a estação do verão, sob as condições avaliadas no estudo. A maior produção quantitativa de AB ocorreu, portanto, na estação do inverno, período em que a região Amazônica é caracterizada pela alta umidade, alta precipitação atmosférica e pequena variação de temperatura. Os resultados obtidos poderão ser utilizados para nortear futuros estudos com os extratos da espécie *E. puniceifolia* tendo o AB como marcador químico e/ou biológico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar a influência do clima na produção de AB em folhas de *Eugenia puniceifolia*, o que pode estar relacionado ao aporte hídrico mais adequado na estação do inverno Amazônico, além de menor incidência de radiação e baixa variação de temperatura. O método de análise por ATR-FTIR mostrou ser adequado para a análise proposta, onde encontramos  $P < 0,05$  em nível de significância entre as amostras analisadas referentes aos extratos preparados com amostras de folhas coletadas no verão e inverno. Além disso, o método ATR-FTIR demonstrou ser mais simples e mais rápido que os métodos analíticos convencionais.

## BIBLIOGRAFIA

- Asting, R. T., Nishijima, C. M., Lopes, J. A., Santos, R. C., Lucena Périco, L., Laufer, S., Hiruma-Lima, C. A. (2014). Antinociceptive, anti-inflammatory and gastroprotective effects of a hydroalcoholic extract from the leaves of *Eugenia puniceifolia* (Kunth) DC. in rodents. *Journal of Ethnopharmacology*, 157, 257–267.
- Hifumi, H., Ewing, A. V., & Kazarian, S. G. (2016). ATR-FTIR spectroscopic imaging to study the drying and dissolution of pharmaceutical polymer-based films. *International Journal of Pharmaceutics*, 515(1–2), 57–68.
- Jäger, S., Trojan, H., Kopp, T., Laszczyk, M. N., & Scheffler, A. (2009). Pentacyclic triterpene distribution in various plants - rich sources for a new group of multi-potent plant extracts. *Molecules*, 14(6), 2016–2031.
- Leite, P. E. C., de Almeida, K. B., Lagrota-Candido, J., Trindade, P., da Silva, R. F., Ribeiro, M. G. L., Quirico-Santos, T. (2010). Anti-inflammatory activity of *Eugenia puniceifolia* extract on muscular lesion of mdx dystrophic mice. *Journal of Cellular Biochemistry*, 111(6), 1652–1660.
- Pavão, V. M., Nassarden, D. C. S., Pavão, L. L., Machado, N. G., Biudes, M. S., Pavão, V. M., Biudes, M. S. (2017). Impacto da Conversão da Cobertura Natural em Pastagem e Área Urbana sobre Variáveis Biofísicas no Sul do Amazonas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 32(3), 343–351. <https://doi.org/10.1590/0102-77863230002>
- Rhourri-Frih, B., Renimel, I., Chaimbault, P., Andrey, P., Herbette, G., & Lafosse, M. (2013). Pentacyclic triterpenes from *Manilkara bidentata* resin. Isolation, identification and biological properties. *Fitoterapia*, 88, 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2013.05.001>
- Santos, W. C.; da Silva, F.C.; Pinto, A. C.; Ferreira, V. F. (2015). Os Novos Fármacos Aprovados em 2014 pelo Food Drug Administration: Análise do Relatório de 2015. *Revista Virtual de Química*, 7, 1535-1551.



## PRODUÇÃO DE GOMA XANTANA A PARTIR DA GLICERINA DE BIODIESEL

Tayssa Santos Gondim<sup>1</sup>, Roberto Guimarães Pereira<sup>2</sup>, Sorele Fiaux Batista<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, tayssasantos@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia - UFF, Niterói, RJ, temrobe@vm.uff.br.

<sup>3</sup> Engenheira Química, Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Faculdade de Farmácia - UFF, Niterói, RJ, sorele\_fiaux@id.uff.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A produção de biodiesel vem aumentando a cada ano no Brasil. Esse processo gera uma grande quantidade de glicerina demandando uma destinação adequada para a mesma. Um possível uso dessa glicerina na forma bruta são os processos microbianos. A goma xantana é uma goma comercial utilizada principalmente nas indústrias farmacêuticas e alimentícias como espessante, emulsificante e estabilizante. Essa goma é sintetizada industrialmente pela bactéria *Xanthomonas campestris* a partir de glicose. Esse estudo tem como objetivo produzir a goma xantana utilizando glicerina proveniente da produção de biodiesel como nutriente no meio de cultivo. Glicerin proveniente do biodiesel de soja e de sebo bovino foram utilizadas sendo a de soja escolhida. Foi possível obter goma reconhecida como xantana por sua composição e propriedades reológicas.

**Palavras-chave:** *Xanthomonas axonopodis*, fermentação, aproveitamento de resíduo

## PRODUCTION OF XANTHAN GUM FROM BIODIESEL GLYCERIN

### Abstract

The production of biodiesel has been increasing year by year in Brazil. This process generates substantial amounts of glycerin demanding proper disposal. One possible use of this crude glycerin are microbial processes. The xanthan gum is a commercial gum mainly used in the pharmaceutical and food industries as a thickener, emulsifier and stabilizer. This gum is industrially synthesized by *Xanthomonas campestris* using glucose. The aim of this study is to produce xanthan gum using crude glycerin from biodiesel production as nutrient in the culture medium. Crude glycerin from soybean and bovine tallow biodiesel were used, and the former was chosen. It was possible to obtain gum recognized as xanthan by its composition and rheological properties.

**Keywords:** *Xanthomonas axonopodis*, fermentation, waste reuse

### INTRODUÇÃO

A produção do biodiesel no Brasil vem aumentando a cada ano devido à sua crescente adição ao diesel comum (ANP, 2017). A produção do biodiesel gera uma grande quantidade de um

subproduto, a glicerina (10 m<sup>3</sup> de glicerina para cada 90 m<sup>3</sup> de biodiesel) (PAGLIARO, 2009). Apesar de poder ser destinada ao setor industrial, é necessária uma purificação prévia custosa. Uma possível utilização, sem necessidade de purificação, é como fonte de carbono em processos microbianos para obtenção de produtos com maior valor comercial.

A goma xantana é uma goma comercial que possui características reológicas especiais quando comparada com outras gomas, como a alta viscosidade em baixas concentrações, a pseudoplasticidade e a estabilidade em uma ampla faixa de pH. Por isso é utilizada como espessante, estabilizador e emulsificante nas indústrias farmacêutica, alimentícia e petrolífera (LUVIELMO, 2009; PALANIRAJ, 2011). O Brasil é um grande importador de goma xantana, gastando altos valores para adquirir o produto. Em 2010 gastou 17 milhões de dólares para a importação de 4,3 milhões de kg de goma (MENEZES, 2012). A goma é sintetizada industrialmente pela espécie bacteriana *Xanthomonas campestris* a partir de glicose. Outras espécies também são capazes de produzir xantana, mas quase sempre em quantidades inferiores.

Esse trabalho tem como objetivo estudar a produção de goma xantana pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* utilizando a glicerina bruta como fonte de carbono no meio de cultivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

*Xanthomonas axonopodis* foi cultivada em tubos inclinados contendo meio YM (5 g.L<sup>-1</sup> peptona, 3 g.L<sup>-1</sup> extrato de levedura, 3 g.L<sup>-1</sup> extrato de malte, 20 g.L<sup>-1</sup> glicose e 20 g.L<sup>-1</sup> de Agar) por 5 dias a 30 °C. A partir desse, foi feito o inóculo, em erlenmeyer (250mL) contendo 50 mL de YM líquido, incubado a 30 °C e 180 rpm por 72 h. Para a produção da goma utilizou-se o meio YM modificado (5 g.L<sup>-1</sup> peptona, 3 g.L<sup>-1</sup> extrato de levedura, 3 g.L<sup>-1</sup> extrato de malte, 20 g.L<sup>-1</sup> glicerina, 1 g.L<sup>-1</sup> KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e 0,1 g.L<sup>-1</sup> uréia). O experimento foi realizado em erlenmeyers (250 mL) com 50 mL de meio em cada, inoculados a 10% (5 mL de inóculo). A incubação foi a 180 rpm sem controle da temperatura. As amostragens foram em 8, 24, 48, 96 e 120 horas. Ao final do cultivo as células foram separadas do meio por centrifugação (4.000 rpm, 25 °C e 30 min) e o meio de cultivo foi utilizado para a recuperação da goma, através de precipitação com etanol (3:1). A goma obtida foi seca para análise reológica e de composição. A concentração celular foi determinada por massa seca de células.

Um experimento preliminar comparou a produção de goma a partir de glicerina de sebo bovino e de glicerina de soja (47% e 55% de glicerol, respectivamente). A glicerina de melhor resultado foi utilizada nos demais experimentos.

A análise reológica foi realizada no reometro Haake (Modelo RS 50 – Rheostress, juntamente com um banho da marca Haake K20) e geometria cone – placa (C28/1°Ti). Foram feitas curvas de fluxo das amostras de goma a 26 °C, com uma tensão variando de 0,01 a 0,5Pa, durante o tempo de 600 segundos.

A composição da goma foi analisada qualitativamente por cromatografia em camada fina após hidrólise. Para isso, a goma foi misturada a HCl 2 M na proporção de 300:1 (v/m) em tubos de ensaio com tampa de rosca, sendo incubada a 80 °C por 16 h. A solução foi então concentrada em rotaevaporador a 50 °C por 20 minutos, sendo a goma ressuspensa em metanol e deixada em temperatura ambiente para evaporação por 24 h. A cromatografia foi realizada em cromatofolhas de alumínio sílica gel 60 F254 (Sigma), onde foram aplicadas as amostras hidrolisadas e dos padrões (glicose, ramnose, manose e ácido glicurônico). O eluente empregado foi o clorofórmio: metanol: ácido acético: água, na proporção de

40:40:10:10 (v/v/v/v) e para a revelação foi utilizado o anisaldeído sulfúrico com aquecimento em placa aquecedora a 200 °C.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios preliminares mostraram um desempenho um pouco melhor com a glicerina de soja do que com a glicerina bovina (dados não apresentados). Dessa forma, os experimentos foram feitos utilizando a glicerina de soja. A figura 1 mostra a cinética do crescimento e produção de goma e a figura 2 a análise reológica da goma obtida.

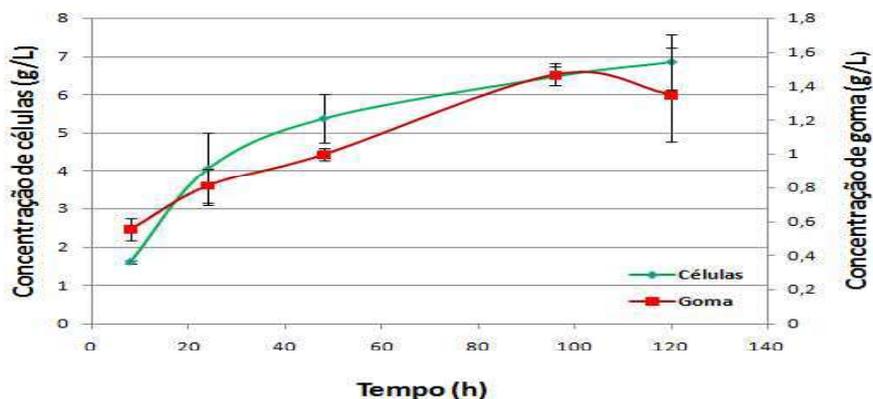


Figura 1. Cinética do crescimento celular e da produção de goma xantana.

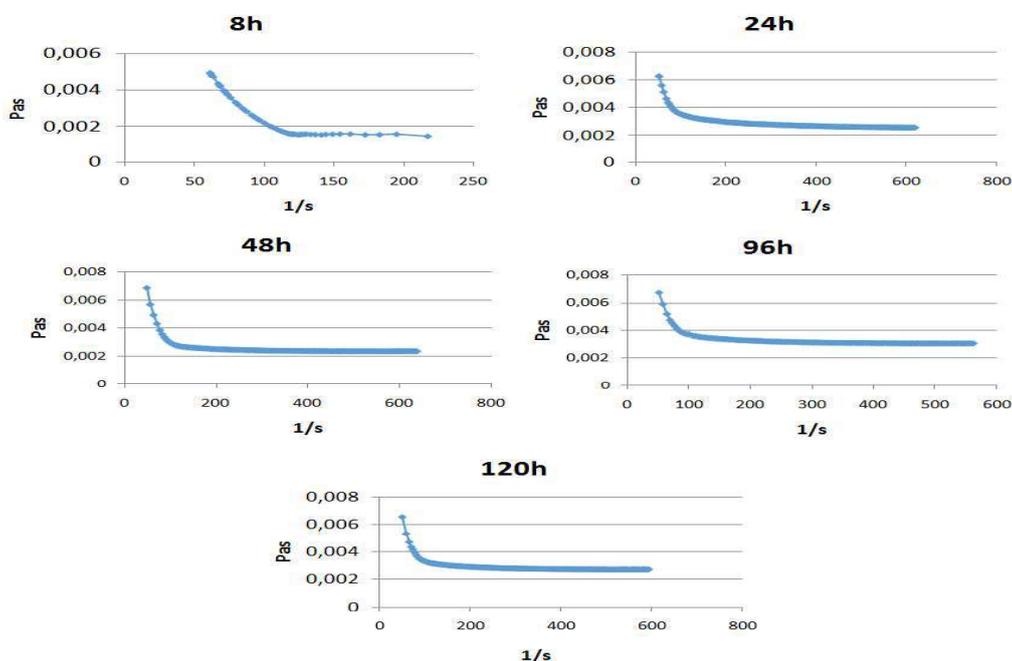


Figura 2: Reologia da goma xantana: Curva de fluxo da goma obtida em cada tempo de cultivo. Análise a 26°C, tensão de 0,01 a 0,5 Pa e 600 segundos.

A concentração de células aumenta ao longo do tempo e a produção de goma xantana é proporcional ao crescimento celular, aumentando ao também ao longo do tempo tendo seu pico em 96 horas (figura 1). O rendimento máximo de goma foi de 1,46 g/L, quantidade

muito baixa quando comparada com a literatura que tem um rendimento máximo de 7 g/L (BRANDÃO, 2013).

O estudo reológico (figura 2) mostra que a goma obtida possui característica pseudoplástica, se comportando como um fluido não-newtoniano, onde a viscosidade diminui com o aumento da taxa de cisalhamento. A viscosidade em 8 horas de cultivo foi a menor observada e foi aumentando com o tempo ficando constante a partir de 48 horas de cultivo, para taxas de cisalhamento maiores que  $200 \text{ s}^{-1}$ . Porém, a viscosidade da goma nesse estudo se revelou muito menor quando comparada a literatura, onde a goma apresenta uma viscosidade de 4 Pa.s, para uma taxa de cisalhamento de 25 até  $1000 \text{ s}^{-1}$  (BRANDÃO, 2013).

A produção de goma foi quase 5 vezes menor e sua viscosidade 100 vezes menor do que a relatada na literatura. Para uma explicação dessa diferença será feito um novo experimento utilizando apenas glicose como fonte de carbono, com isso poderá se concluir se essa diferença se deve a baixa produtividade da bactéria utilizada, ou se a glicerina está interferindo na produção da goma devido as suas impurezas.

A análise qualitativa da goma mostrou que a estrutura contém manose, glicose e ácido glicurônico. Não foram encontrados indícios da presença de ramnose na estrutura da molécula. Essa composição é compatível com a literatura que mostra apenas a presença de ramnose em gomas produzidas pela *Xanthomonas pruni* (MOREIRA, 2001).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível a produção da goma utilizando glicerina proveniente da produção de biodiesel de soja. A goma formada apresentou todas as características químicas e físicas esperadas de uma goma xantana. A produção e qualidade reológica da goma foram inferiores ao relatado na literatura, podendo essa diferença ser devido à linhagem microbiana utilizada, necessitando de mais experimentos para confirmação.

## BIBLIOGRAFIA

- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Bioesel. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/wwwanp/biocombustiveis/biodiesel>>.
- Brandão, L. V; Esperidião, M. C. A; Druzian, J. L. 2009. Produção de goma xantana a partir da fermentação da glicerina bruta residual do biodiesel : rendimento e viscosidade aparente. *Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polimeros*. Outubro, Foz do Iguaçu.
- Brandão, L. V; Assis, D. J; Lopez, J. A; Esperidião, M. C. A; Echevarria, E. M; Druzian, J. I. 2013. Bioconversion from crude glycerin by *Xanthomonas campestris* 2103: Xanthan production and characterization. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 30: 737 – 746.
- Pagliaro, M. 2009. Recent advances in the conversion of bioglycerol into valueadded products. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111: 788-799.
- Luvielmo, M. M; Scamparini, A. R. P. 2009 Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação, *Estudos tecnológicos*, 5:50 – 67.
- Palaniraj, A; Jayaraman, V. 2011. Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris*, *Journal of Food Engineering*, 106: 1- 12.
- Menezes, J. D. S; Druzian, J. I; Padilha, F. F; Souza, R. R. 2012. Produção biotecnológica de goma xantana em alguns resíduos agroindustriais, caracterização e aplicações, *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 8:1761 – 1776.

Moreira, A. S; Vendrusculo, J. L. S; Gil-Turnes, C; Vendrusculo, C. T. 2001. Screening among 18 novel strains of *Xanthomonas campestris* pv *pruni*. *Food Hydrocolloids*, 15: 469 -474.



## A UTILIZAÇÃO DE DIATOMACEA, A VERMICULITA E CÉDULAS SEM VALOR NA CONFEÇÃO DE TIJOLO ECOLÓGICO

Izabella Christynne Ribeiro Valadão<sup>1</sup>, Alan Vieira Alvarez<sup>2</sup>, Jefferson Sant'anna Brum<sup>2</sup>, Bruno Lopes Pedroza<sup>2</sup>, Caio Laport Lavinias<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós Doutora em Engenharia, Docente do Curso de Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente - UVA e Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental – UFF, Niterói-RJ, izavaladiao5@gmail.com.br

<sup>2</sup>Graduando do Curso de Engenharia Civil – UFF, Rio de Janeiro-RJ, alan\_rsc@live.com; brunolopes67@hotmail.com; jefferson-s-brum@hotmail.com; caio.laport.lavinias@hotmail.com.

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O aumento da produção mundial causa impactos negativos no meio ambiente. Como grande consumidor de recursos naturais e energéticos, o setor da construção civil no Brasil dispertou, em 2010, para a sustentabilidade, impulsionado pela Lei 12.305, de Resíduos Sólidos, contribuindo assim para a diversificação de produtos. A confecção de tijolos com resíduos vem de encontro a esta proposta, ao serem compactados em prensa hidráulica eliminam a queima, diferenciando-se do tijolo tradicional. Apresentam maior uniformidade, quando comparados aos tijolos tradicionais. Seu design moderno, tipo modular, reduz tempo e valor de mão de obra, cerca de 30% de economia no custo final da construção. Este trabalho apresenta o desenvolvimento da confecção do tijolo que, além de solo, cimento e água, utilizam resíduos sólidos em sua composição. A proporção entre o solo e o cimento é de 8:1, com umidade em torno de 12%. Os resíduos utilizados são a diatomacea, a vermiculita e cédulas sem valor monetário, fornecidas pelo Banco Central do Brasil. Eles substituem o solo em 25% diminuindo sua extração da natureza. Após moldagem e período de cura os tijolos são avaliados quanto à resistência, apresentando resultados iguais ou superiores a 1,7 Mpa, NBR8491 (ABNT, 2012) e NBR10834 (ABNT, 2012), demonstrando que a adição nos tijolos possibilita a diminuição do passivo ambiental, minimiza a extração de matéria prima e aumenta a diversificação de produtos para o setor da construção civil.

**Palavras-chave:** Construção Sustentável, Reaproveitamento de Resíduos, Bloco Modular, Tijolo auto-portante

## THE USE OF DIATOMACEA, THE VERMICULITE AND BANKNOTES WITHOUT MONETARY VALUE IN THE ECOLOGICAL BRICK

### Abstract

The increase in world production causes negative impacts on the environment. As a major consumer of natural and energetic resources, in 2010, the Brazilian civil construction sector sought sustainability, driven by Law 12,305, of Solid Residues, thus contributing to the diversification of products. The construction of bricks with residues comes against this proposal, when compacted in hydraulic press they eliminate the burning, differing from the traditional brick. They are more uniform when compared to traditional bricks. Its modern, modular design reduces labor time and value, about 30% savings in the final cost of construction. This work presents the

development of brick making that, in addition to soil, cement and water, use solid waste in its composition. The ratio between soil and cement is 8:1, with moisture content around 12%. The residues used are the diatomacea, the vermiculite and banknotes without monetary value, provided by the Central Bank of Brazil. They substitute the soil by 25% reducing their extraction from nature. After molding and curing period the bricks are evaluated for resistance, presenting results equal to or greater than 1,7 Mpa, NBR8491 (ABNT, 2012) and NBR10834 (ABNT, 2012), demonstrating that the addition of the residues in the bricks allows the reduction of environmental liabilities, minimizes the extraction of matter environment and increases the diversification of products for the construction sector.

**Keywords:**Sustainable Construction, Waste Utilization, Modular Block, Self-Supporting Brick

## INTRODUÇÃO

Com design moderno e do tipo modular, a utilização do tijolo ecológico na construção civil reduz tempo e valor de mão de obra em cerca de 30% no custo final. O sistema de encaixe macho/fêmea permite rápido assentamento e os dois orifícios circulares de seu interior formam dutos que podem ser utilizados para a confecção de vigas e pilares (FONSECA *et al.*, 2014) diminuindo o uso de madeira no canteiro de obras. Os dutos ainda podem ser utilizados como câmaras de ar oferecendo isolamento térmico e acústico ou ainda espaço para instalação das redes hidráulica e elétrica, minimizando assim a geração de resíduos na obra.

No final do século XX, a sustentabilidade ganha importância na construção civil pela diversidade de certificações existentes, contribuindo para uma diversificação de produtos, impulsionada pela Lei 12.305 de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). A confecção de tijolos ecológicos com resíduos em sua mistura, se adequa a essa nova visão, pois ao serem compactados em prensa hidráulica eliminam a queima, diferenciando-se do tijolo tradicional e minimizando a poluição atmosférica.

A diatomácea é um mineral de natureza silicosa (Souza *et al.*, 2003), utilizada no processo de filtração da cerveja e segundo GOULART *et al.* (2011) uma cervejeira de grande porte gera cerca de 30.000 Kg/mês deste resíduo. A vermiculita expandida é um mineral com baixa massa específica e condutividade térmica, com aplicação consagrada na construção civil (Ugarte e Monte, 2004), gerando grande volume de descarte desse material como resíduo (França *et al.*, 2016). As cédulas sem valor monetário são descaracterizadas pelo Banco Central do Brasil, responsável pelo saneamento do meio circulante através do recolhimento (JN, 2013) e destruição de cerca de 2,3 bilhões de cédulas impróprias para circulação (BRASIL, 1993).

Este trabalho apresenta a confecção do tijolo que, além de solo, cimento e água, utilizam resíduos sólidos em sua composição, substituindo o solo em 25% e tem como objetivo demonstrar que sua adição nos tijolos possibilita a diminuição do passivo ambiental, minimizando a extração de matéria prima e aumentando a diversificação de produtos para o setor da construção civil.

## MATERIAL E MÉTODOS

São confeccionados tijolos ecológicos em forma de paralelepípedo retangular vazado (Figura 1) conforme NBR 8491 (ABNT, 2012) e definido como componente de alvenaria, tijolo de solo-cimento pela NBR 10834 (ABNT, 2012).

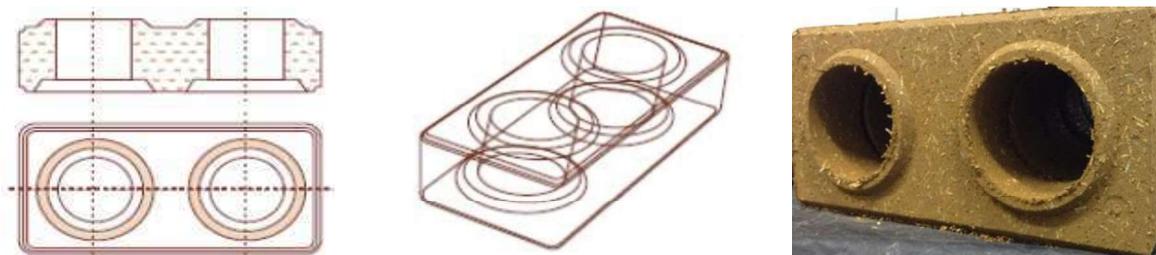


Figura 1. Design do Tijolo Ecológico com encaixe macho/fêmea nos dois orifícios circulares que formam dutos utilizados para confecção de pilares e instalações hidráulica e elétrica.

Constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo, cimento Portland, resíduos e água NBR 10833 (ABNT, 2012), em proporção de 8:1 (solo:cimento) e 12% de umidade. São confeccionadas 20 amostras de tijolo para cada mistura, sendo cada um dos resíduos utilizados em uma mistura diferente, em substituição de 25% da parcela do solo. Em seguida, a massa homogeneizada em betoneira (Valadão, 2015) segue para prensa hidráulica (ECO MÁQUINAS, 2014), com matriz metálica aquecida, responsável pela conformidade mecânica, conforme o recomendado pela NBR 10834 (ABNT, 2012) que quando comparados ao tijolo tradicional, fabricado por extrusão, apresentam melhor desempenho.

A prensa hidráulica possui caixa molde (30x15cm) com matriz aquecida, acoplada à parte móvel, responsável por imprimir a força necessária para realizar a compactação e fornecer o formato final do tijolo. Possui uma caixa carregadora com movimento horizontal, responsável pelo transporte da mistura entre o recipiente de armazenamento e a caixa molde, que ao receber a mistura e através do movimento vertical da prensa, recebe uma compactação de 6 toneladas transformando a mistura em tijolo, conforme sequência apresentada na figura 2.



Figura 2. Sequência de confecção do tijolo na Prensa Hidráulica.

Ao sair da prensa, o tijolo já possui seu formato final, com sua homogeneidade e pigmentação diferenciada. Após a moldagem, os tijolos passam pelo processo de cura (28 dias), para garantir a reatividade do cimento e a obtenção da máxima resistência durante o ensaio de compressão, conforme recomendado pela NBR 8492 (ABNT, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 20 amostras de tijolos feitas para cada mistura, é feita uma média entre os valores obtidos no ensaio de compressão e os resultados estão apresentados na Tabela 1,

Tabela 1. Resistência à compressão para os tijolos de acordo com o resíduo utilizado

Tijolo	Resistência à 28 dias (Mpa)
Solo + Cimento (tradicional)	2,0
Solo + Cimento + 25% cédulas (sem valor monetário)	3,9
Solo + Cimento + 25% vermiculita	2,2
Solo + Cimento + 25% diatomácea (cervejaria)	1,7

A média obtida para a amostra de tijolo tradicional, confeccionada sem resíduo apresenta resistência de 2,0 Mpa, valor acima do recomendado pelas NBR8491 (ABNT, 2012) e NBR10834 (ABNT, 2012), ao adicionar os resíduos há alteração na resistência. As cédulas sem valor monetário apresentam o melhor desempenho, tendo um aumento de 90% na resistência, fator relacionado às fibras existentes no papel moeda. A adição de vermiculita apresenta um ganho inexpressivo de resistência, apenas 10%. E o resíduo diatomácea não apresenta ganho, e sim perda de resistência, com redução de 15%, fator relacionado à parcela orgânica presente no resíduo e que deixa a média da resistência encontrada, a baixo do valor de 2,0Mpa recomendado pelas NBR8491 (ABNT, 2012) e NBR10834 (ABNT, 2012).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A fabricação de tijolos com adição de cédulas sem valor monetário e vermiculita em porcentagem de 25% demonstrou ser viável, resultando em valores, em média, de resistência igual/acima a 2,0Mpa, em atendimento as NBR 8491 (ABNT, 2012) e NBR10834 (ABNT, 2012). A inclusão da diatomácea no tijolo diminuiu a resistência, quando comparado com o tijolo confeccionado sem resíduos, necessitando de maiores estudos para um melhor entendimento. De maneira geral, a interferência dos resíduos cédulas sem valor monetário e vermiculita foi positiva no comportamento mecânico, possibilitando um novo destino para os resíduos em questão, diminuindo o passivo ambiental de sua disposição final.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8491. Tijolo solo-cimento – Requisitos. 2012.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8492. Tijolo solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de ensaio. 2012.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10833. Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - Procedimento. 2012.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10834. Bloco de solo-cimento sem função estrutural - Requisitos. 2012.
- Brasil, Lei n.8.697 de 27 de agosto de 1993. Presidência da República-Casa Civil,Subchefia para Assuntos Jurídicos. 1993.
- Brasil, Lei n. 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. 2010.
- ECO MÁQUINAS. Apresentação Técnica. ECO PREMIUM 2700. 2014.
- França, S.C.A.,Braga,P.F.A.,Couto,H.J.B.,Gonçalves,C.C.Vermiculita,Mais Que Um Mineral Termo Acústico. In: IV Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste, 2016.
- Fonseca, T. L.; Tinoco, L. O.; Silva, K. N. P.; Valadão, I.C.R.P., Vilela, F. O. Tijolos Ecológicos: Suas Características e Vantagens. In: IX JORNIC. Volta Redonda. 2014.
- Goulart,M.R.;Silveira,C.B.da,CAMPOS,M.L.;Almeida,J.A.de;Coimbra,S.M.;Oliveira,A.F.de. Metodologias para reutilização do resíduo de terra diatomácea, proveniente da filtração e clarificação da cerveja. Química Nova, Vol.34, N.4. São Paulo.2011.
- JN, 2013. Edição do dia 21/10/2013 (<http://g1.globo.com/jornal-nacional>).

- Souza, G. P., Filgueira, M., Rosenthal, R., Holanda, J. N. F.. Caracterização de material compósito diatomáceo natural. *Cerâmica*, 49, 40-43, 2003.
- Ugarte, J. F. O.e Monte, M. B. M. Caracterização tecnológica e aplicações de vermiculitas brasileiras. Relatório Técnico Final. CETEM. 2004.
- Valadão,I.C.R.P.Manual de Tijolos Ecológicos com Reaproveitamento de Resíduos.RJ. 2015.



## AJUSTE DE PARAMETRIZAÇÕES DO ALBEDO NA ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO SOLAR REFLETIDA EM SUPERFÍCIE URBANA

Ayrton Zenón De La Cruz Alfaro<sup>1</sup>, Joana Madeira Krieger<sup>2</sup>, Francisco Leite de Albuquerque Neto<sup>3</sup>, Gustavo Bastos Lyra<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Químico, mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói, RJ, [ayrtondelacruz@gmail.com](mailto:ayrtondelacruz@gmail.com)

<sup>2</sup> Engenheira Química, mestranda em Práticas em Desenvolvimento Sustentável, UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, [joanakrieger@gmail.com](mailto:joanakrieger@gmail.com)

<sup>3</sup> Pesquisador, UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, [albuquerque@lma@ufrj.br](mailto:albuquerque@lma@ufrj.br)

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Ciências Ambientais do Instituto de Florestas, UFRJ, Seropédica-RJ, [gblyra@ufrj.br](mailto:gblyra@ufrj.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A radiação solar refletida ( $Q_r$ ) é componente do balanço de radiação, sua quantificação é função do albedo e da radiação solar incidente na superfície ( $Q_g$ ). Este balanço influencia diretamente nos processos biofísicos, ciclos geoquímicos e clima. Este trabalho analisa o ajuste de parametrizações do albedo realizado por meio do software OpenModel para superfície urbana no município do Rio de Janeiro. As medidas de  $Q_g$  e  $Q_r$  foram obtidas por dois piranômetros localizados em terreno plano acima de uma superfície de solo exposto entre maio e junho de 2015. Avaliou-se a precisão (coeficiente de determinação) e exatidão (coeficiente de eficiência de Nash e Sutcliffe e erro absoluto médio) das estimativas de  $Q_r$  em relação às observações. As parametrizações ajustadas apresentaram estimativas precisas e exatas de  $Q_r$ . Dentre as parametrizações, a proposta por Orsini *et al.* (2000) apresentou estimativas mais exatas e precisas, porém semelhantes à proposta por Yang (2006), sendo ambas superiores ao uso do albedo mediano.

**Palavras-chave:** Balanço de energia, modelagem, OpenModel

# FIT OF PARAMETERIZATION OF ALBEDO FOR THE ESTIMATION OF REFLECTED SOLAR RADIATION TO AN URBAN SURFACE

## Abstract

The reflected solar radiation ( $Q_r$ ) is an element of energy balance which can be quantified through albedo and incident solar radiation ( $Q_g$ ). This balance have a direct influence in weather, biophysical and geochemical processes. This paper analyzes the fit method used in OpenModel software on parameterizations of the albedo of an urban surface in the city of Rio de Janeiro. The measurements of  $Q_g$  and  $Q_r$  were performed by two pyranometers positioned above a bare soil surface between May and June of 2015. The precision (coefficient of determination) and accuracy (Nash and Sutcliffe efficiency coefficient and mean absolute error) of the estimates of  $Q_r$  were evaluated. The fit parameterizations showed precise and accurate estimates of  $Q_r$ . Among the parameterizations, the proposal by Orsini *et al.* (2000) presented more accurate and precise estimates, but similar to Yang (2006), both being better than median albedo method.

**Keywords:** Energy balance, modelling, OpenModel

## INTRODUÇÃO

A potência energética obtida por meio da radiação solar é abundante e capaz de suprir as necessidades dos seres humanos. A disponibilidade dessa radiação depende do local, inclinação da superfície, entre outros fatores.

A quantidade de radiação solar incidente à superfície é essencial para o cálculo do balanço de radiação, onde é expressa na forma de intensidade ( $W/m^2$ ). O balanço de radiação tem influência em diferentes processos e escalas na Terra. Esse balanço radiativo afeta o clima, a interação biosfera-atmosfera, os ciclos biogeoquímicos, os processos biofísicos, entre outros.

Devido à dificuldade de mensuração contínua e de qualidade da radiação solar incidente à superfície ( $Q_g$ ) e da radiação solar refletida ( $Q_r$ ) existe a necessidade de desenvolver métodos para estimá-las.

Com isso, o objetivo deste trabalho é avaliar as diferentes parametrizações, ajustadas ao albedo horário para estimativa da radiação de ondas curtas refletida por uma superfície urbana no município do Rio de Janeiro e compará-las com as parametrizações realizadas por De La Cruz *et al.* (2017).

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA) em Santa Cruz, município do Rio de Janeiro ( $22^\circ 55' 13'' S$  e  $43^\circ 41' 6'' W$ ). As medidas de radiação solar refletida e incidente ocorreram durante maio e junho de 2015 e foram obtidos por dois piranômetros instalados numa estação micrometeorológica em área de terreno plano, descampado e com solo nu. Para as análises foram selecionados 14 dias de céu sem nebulosidade, caracterizados por período de insolação superior a noventa por cento com transmissividade global da atmosfera superior a 0,85.

O presente trabalho considerou as parametrizações usadas por De La Cruz *et al.* (2017) para diferentes regiões, com valores ajustados das suas constantes, e o albedo mediano diário constante. As constantes foram ajustadas utilizando o software *OpenModel*, considerando o método de Marquardt. Este método foi utilizado também para ajustar o albedo mediano diário constante. As parametrizações são descritas conforme as equações (1) e (2) abaixo:

$$\alpha_h = \alpha_{60} (A - (B \times \cos Z) + (C \times \cos Z^2) - (D \times \cos Z^3)) \quad (1)$$

$$\alpha_h = \alpha_x + (1 - \alpha_x) \times e^{(E \times ES - \frac{1 - \alpha_x}{2})} \quad (2)$$

em que,  $\cos Z$  é o cosseno do ângulo zenital,  $ES$  é o ângulo de elevação solar em graus e as letras A, B, C, D e E são as constantes presentes nas duas parametrizações.

A radiação solar no topo da atmosfera ( $Q_o$ ),  $Q_g$  e  $Q_r$  foram estimadas para cada uma das parametrizações do albedo segundo equações descritas por De La Cruz *et al.* (2017).

Nos testes,  $Q_r$  estimada em função das parametrizações com as constantes ajustadas foi comparada a  $Q_r$  observada. Para isso, consideraram-se os índices estatísticos: coeficiente de determinação ( $r^2$ ), que permite analisar a precisão das estimativas em relação às observações; o coeficiente de eficiência de Nash e Sutcliffe (COE), que quantifica a exatidão das estimativas e o erro absoluto médio (EAM), que indica o erro médio das estimativas.

Foram utilizados em torno de 70% (nove dias) das medições para ajustar o albedo para o ângulo zenital igual a  $60^\circ$  ( $\alpha_{60}$ ), para a máxima elevação solar ( $\alpha_x$ ) e o albedo mediano ( $\alpha$ ), determinado pela mediana dos albedos obtidos a partir das medidas. Os outros 30% de observações (cinco dias) foram aplicados para testar  $Q_r$  determinado por meio das diferentes parametrizações do albedo horário.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as parametrizações ajustadas, em geral, tiveram maiores valores de  $r^2$  e  $COE$  e menores valores de  $EAM$  em relação às parametrizações não ajustadas avaliadas por De La Cruz *et al.* (2017) (Tabela 1). Dentre as parametrizações ajustadas, observou-se que o  $r^2$  foi igual para a parametrização proposta por Orsini *et al.* (2000) e por Yang (2006). Em relação ao  $COE$ , verificou-se que a parametrização proposta por Orsini *et al.* (2000) teve maior valor, o que reflete valores mais exatos que o Yang (2006) e que o albedo ajustado. O  $EAM$  foi menor para o Orsini *et al.* (2000) ajustado em relação às outras duas parametrizações. Esses resultados indicaram que as estimativas de  $Q_r$  quando considerada a parametrização ajustada de Orsini *et al.* (2000) foi mais precisa e exata. De qualquer forma, as diferenças entre os índices estatísticos avaliados para as parametrizações ajustadas de Orsini *et al.* (2000) e Yang (2006) tiveram diferenças menores que 1%.

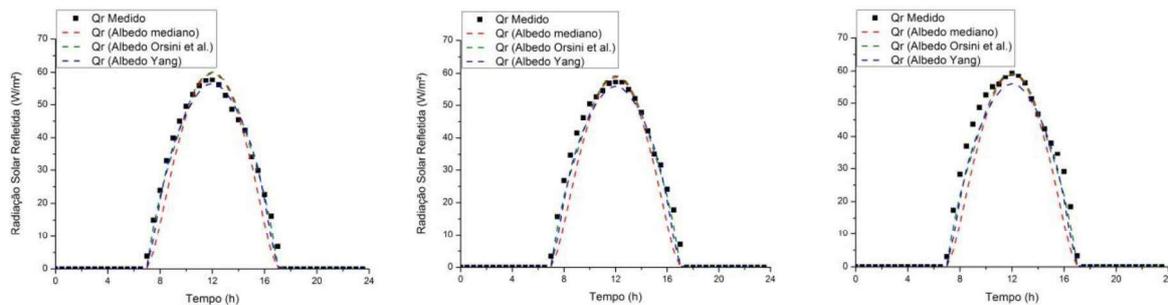
**Tabela 1.** Índices estatísticos dos modelos estudados.

Parametrização	$r^2$	COE	EAM (W/m <sup>2</sup> )
<b>Orsini <i>et al.</i> (2000)</b>	0,9878	0,9646	2,67
<b>Orsini <i>et al.</i> ajustado</b>	0,9856	0,9841	1,60
<b>Yang (2006)</b>	0,9799	0,9634	2,67
<b>Yang Ajustado</b>	0,9856	0,9804	1,82
<b>Albedo mediana</b>	0,9593	0,9515	2,98
<b>Albedo ajustado</b>	0,9593	0,9471	2,93

O modelo de radiação refletida estimada a partir do albedo mediano teve a tendência de subestimar os valores durante o início da manhã e final da tarde enquanto ao meio dia

superestimava a radiação observada (Figura 1). Isso pode ser explicado pelo valor de albedo utilizado não variar durante o dia, sendo ajustado estatisticamente para um valor constante, o que não reflete o seu comportamento sazonal e variado.

O modelo ajustado da parametrização proposta por Yang (2006) se adequou de maneira satisfatória à radiação refletida observada durante o início da manhã e final da tarde, enquanto para os valores próximos ao meio dia teve tendência a subestimativa. Esse resultado pode ser explicado pela diferença de latitudes entre o Rio de Janeiro e a Ilha Manus, local onde o estudo de Yang (2006) foi realizado.



**Figura 2.** Radiação solar refletida pela superfície para cada parametrização de albedo e as observações para os dias: a) 09/06, b) 18/06 e c) 23/06, respectivamente da esquerda para a direita.

A energia refletida estimada a partir do ajuste do albedo proposto por Orsini *et al.* (2000) superestimou os valores próximos ao meio-dia nos dias 09/06 e 18/06. Para o dia 23/06, o modelo conseguiu estimar os valores conforme as observações.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a série de dados avaliada verifica-se que o ajuste das constantes nas parametrizações do albedo melhoram a estimativa da radiação solar refletida pela superfície. Entre as parametrizações, a proposta por Orsini *et al.* (2000) resulta em estimativas mais precisas e exatas da radiação solar refletida.

## BIBLIOGRAFIA

- De La Cruz, A. Z. A., J. M. Krieger, F. L. N. Albuquerque and G. B. Lyra. 2017. Parametrização do albedo para estimativa da radiação solar refletida em superfície urbana. In *XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, 2427-2431. 14-18 de Agosto, Juazeiro.
- Orsini, A., F. Calzolari, T. Georgiadis, V. Levizzani, M. Nardino, R. Pirazzini, R. Rizzi, R. Sozzi and C. Tomasi. 2000. Parameterisation of surface radiation flux at an Antarctic site. *Atmospheric Research*, 54:245-261.
- Yang, F. 2006. Parameterizing the Dependence of Surface Albedo on Solar Zenith Angle Using Atmospheric Radiation Measurement Program Observations. In *Sixteenth ARM Science Team Meeting Proceedings*. 27-31 March, Albuquerque.



## ANÁLISE CLIMATOLÓGICA DA REFRAATIVIDADE ATMOSFÉRICA NA REGIÃO DA ILHA DE TRINDADE

Daniel Cremonini Baptista<sup>1</sup>, Tânia Ocimoto Oda<sup>2</sup>, Rogério Neder Candella<sup>3</sup>, José Francisco de Oliveira Junior<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Meteorologista, mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Rio de Janeiro, RJ, cremonini@marinha.mil.br,

<sup>2</sup> DSc, Meteorologista - IEAPM, Arraial do Cabo-RJ, tania.ocimoto@marinha.mil.br

<sup>3</sup> DSc, Engenharia Oceânica - IEAPM, Arraial do Cabo-RJ, r.candella@marinha.mil.br

<sup>4</sup> DSc, Engenharia Mecânica - UFAL, Maceió-AL, junior\_inpe@hotmail.com

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A região costeira do Brasil possui um intenso tráfego marítimo, composto de vários tipos de embarcações. De forma a garantir a segurança da navegação, tais embarcações são dotadas de equipamentos de comunicação e detecção, rádios e radares, sendo o desempenho desses equipamentos fortemente influenciado pelas condições da propagação eletromagnética na atmosfera. Essa propagação é associada às condições de refratividade nas camadas próximas à superfície do mar e variações verticais ocorrem pela distribuição do vapor d'água na atmosfera. O objetivo deste estudo é avaliar as condições de refratividade atmosférica, utilizando o índice modificado (M), conforme descrito em Oliveira Jr et al. (2005). Para isso, foi realizada uma climatologia prévia do perfil vertical de M, no período de 2006 a 2016, e avaliada a variabilidade das condições desse perfil em função das diferentes situações sinóticas. Os perfis verticais de M foram calculados utilizando as informações das radiossondagens diárias da estação meteorológica da ilha de Trindade (-20o50'; -29o31'). Para todo o período, 10 casos foram classificados como superrefração, 2991 como condição padrão e apenas 1 como subrefração de refratividade atmosférica. Durante a análise dos resultados, verificou-se que os valores de M classificados como normais ou de superrefração estavam associados a um acentuado gradiente vertical de umidade específica e razão de mistura. Nos episódios de superrefração, foi constatada, ainda, a presença de sistemas de alta pressão, favorecendo a intensificação dos movimentos ascendentes e, com isso, inibindo o aporte de umidade para níveis superiores da atmosfera.

**Palavras-chave:** Propagação eletromagnética

## CLIMATOLOGICAL ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC REFRACTIVITY AT THE TRINDADE ISLAND REGION

### Abstract

The Brazilian coastal region has an intense maritime traffic, composed by several types of ships. In order to guarantee navigation safety, such vessels are equipped with communication and detection equipment, radios and radars, and the performance of these equipment is strongly influenced by propagation of electromagnetic conditions in the atmosphere. This propagation is associated to refractive conditions in the layers near the surface

of the sea which, in turn, depends on the vertical distribution of the water vapor and temperature in the air. The objective of this study is to evaluate the atmospheric refractivity conditions, using the modified refractivity index (M), as described by Oliveira Jr *et al.* (2005). Therefore, a previous climatology of the vertical profile M, in the period from 2006 to 2016, and the variability of propagation profile conditions were analyzed in function of different synoptic situations. Vertical profiles of M were calculated using the daily radio soundings information from the meteorological station of Trindade Island (-20°50'; -29°31'). For the whole period, 10 cases were classified as superrefraction condition, 2991 as standard condition and only 1 as subrefraction. During the analysis, it was verified that values of M classified as normal or superrefraction were associated with a marked vertical gradient of specific humidity and mixing ratio. In the superrefraction episodes, it was also verified the presence of high pressure systems, favoring the intensification of the upward movements and, thus, inhibiting the contribution of humidity to higher levels of the atmosphere.

**Keywords:** Electromagnetic propagation

## INTRODUÇÃO

A região costeira do Brasil possui um intenso tráfego marítimo, composto de vários tipos de embarcações. De forma a garantir a segurança da navegação, tais embarcações são dotadas de equipamentos de comunicação e detecção, rádios e radares, sendo o desempenho desses equipamentos fortemente influenciado pelas condições da propagação eletromagnética na atmosfera. 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).

Também em operações navais, o conhecimento dessas características é fundamental, uma vez que dele depende o alcance dos sistemas radar e, conseqüentemente, a detecção de possíveis alvos. Existem sistemas especializados para esse tipo de análise, como, o IREPS, utilizado pela Marinha americana (NOSC, 1987).

O objetivo deste estudo é avaliar as condições de refratividade atmosférica utilizando o índice de refratividade modificado M na região da Ilha de Trindade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi determinada uma climatologia prévia do perfil vertical M, no período de 2006 a 2016, e analisada a variabilidade das condições de propagação em função das diferentes situações sinóticas. O perfil M se baseia no índice de refratividade modificado

$$M = N + 0.157 z \quad (\text{equação 1}),$$

onde N é a refratividade atmosférica, conforme descrito em Oliveira Júnior *et al.* (2005). Os perfis verticais de M foram calculados a partir das informações de radiossondagens diárias da estação meteorológica da ilha de Trindade, pertencente à Marinha do Brasil, localizada a 1160 km do continente, nas coordenadas 20°50'S;29°31'W.

As condições de refratividade da atmosfera, bem como os efeitos nos alcances de comunicação/detecção, dependem das variações de M com a altitude (dM/dz), sendo apresentados na Tabela 1. Para as análises das variações sinóticas, foram utilizados os campos de umidade específica e pressão atmosférica ao nível médio do mar (PNMM), extraídos da Reanálise 1 (NCEP), bem como os dados observados das sondagem atmosféricas da Ilha de Trindade.

Tabela 1 - Condições de Propagação Eletromagnética

Condição de Propagação	Gradiente Vertical de M	Alcance
Confinamento	$< 0 \text{ M.km}^{-1}$	Muito estendido
Superrefração	0 a $79 \text{ M.km}^{-1}$	Estendido
Normal	70 a $157 \text{ M.km}^{-1}$	Normal
Padrão	$118 \text{ M.km}^{-1}$	Nominal
Subrefração	$> 157 \text{ M.km}^{-1}$	Reduzido

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos valores do índice M e dos dados sinóticos, observa-se que as condições meteorológicas mais comumente associadas às condições de superrefração, ou seja, gradiente negativo de M, são a atuação um sistema de alta pressão, com valores de pressão atmosférica de 1025 hpa favoráveis e a presença de um gradiente acentuado nos valores de umidade específica com a altitude.

Tal situação pode ser exemplificada no dia 15 de setembro de 2015, no qual se verifica um duto de evaporação entre 90m a 200m de altitude (Figura 1). Na figura 2, observa-se, através dos valores de PNMM, a atuação de um centro de alta pressão, com valor central de 1025 hPa. Já nas figuras 3, 4 e 5, constata-se o gradiente de umidade específica, com 0.013kg/kg ao nível de 1000hpa, 0,010 kg/kg à 955hpa e 0.005 kg/kg ao nível de 850hpa.

Esses resultados confirmam o preconizado pela metodologia empregada, com os gradientes negativos de umidade específica com a altitude ( $de/dz$ ) implicando em valores negativos de  $dM/dz$ , e, assim, favorecendo a formação de duto de evaporação. Nessas condições de refratividade atmosférica, a detecção dos radares e a comunicação via rádios na região foram, de acordo com a teoria, estendidas, o que resulta em maior alcance.

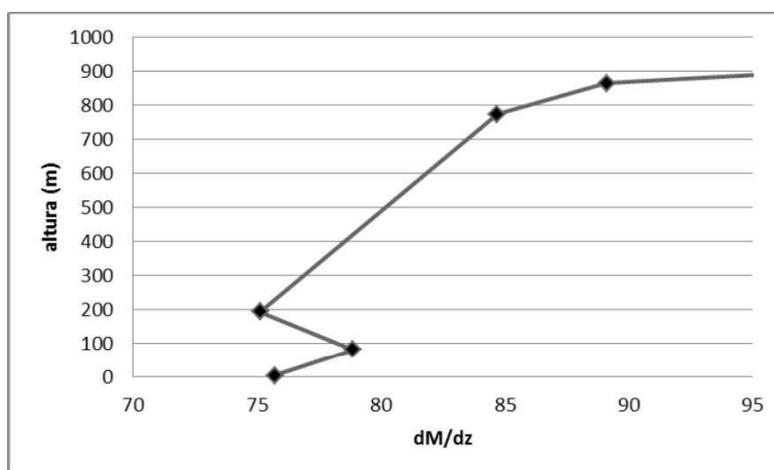


Figura 1 – Perfil de  $dM/dz$  da região da Ilha de Trindade.

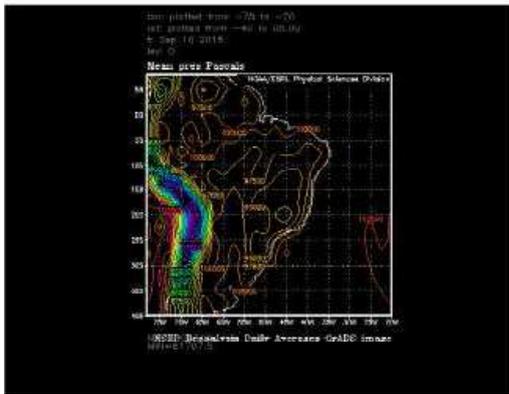


Figura 2 – PNMM.

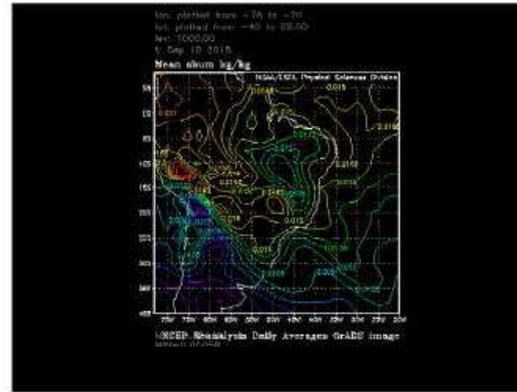


Figura 3 – Umidade Específica 1000 hpa.

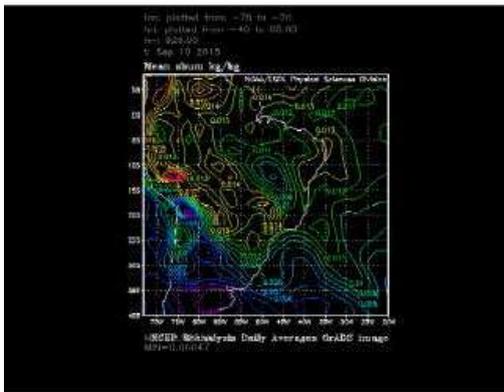


Figura 4 – Umidade Específica 925 hpa.

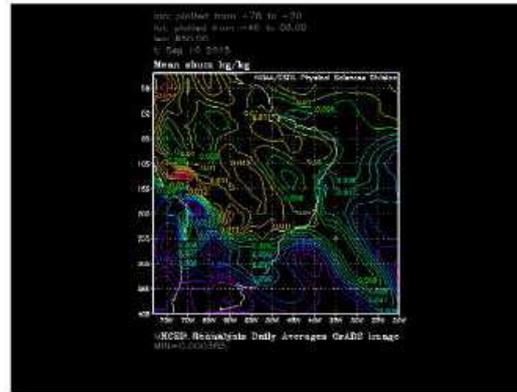


Figura 5 – Umidade Específica 850 hpa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostram que os valores de M classificados como superrefração estão associados a um aumento acentuado do gradiente vertical de umidade específica na região. Vale ressaltar a presença de um sistema de alta pressão quase permanente sobre a ilha da Trindade, 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.

## BIBLIOGRAFIA

- ARYA, S. P.. 1988. Introduction to Micrometeorology. Academic Press, 303 p.
- BEAN, B.R., DUTTON, E.S.. 1968. Radio Meteorology. Dover Publications.
- 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
- NAVAL OCEAN SYSTEMS CENTER. 1987. Technical Document, 1151.
- PINHEIRO, F. R. e 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.



## ANÁLISE DA ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA DE ESPÉCIES FLORESTAIS COM FOLHAS COMPOSTAS EXPOSTAS A DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTOS

Jacqueline Lúcia Guimarães<sup>1</sup>, Luiza Ferreira de Carvalho<sup>2</sup>, Junior Borella<sup>3</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>4</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Professora de Matemática, Mestre em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [jaclucmath@gmail.com](mailto:jaclucmath@gmail.com)

<sup>2</sup>Iniciação Científica. Universidade Federal Fluminense. Departamento Engenharia Agrícola e Meio Ambiente, Niterói, RJ, e-mail: [luizafc@id.uff.br](mailto:luizafc@id.uff.br)

<sup>3</sup>Biólogo, Mestre e Doutor em Fisiologia Vegetal - UFPel - RS, Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas (UFPel). e-mail: [jborella@gmail.com](mailto:jborella@gmail.com)

<sup>4</sup>Mestre em Meteorologia Agrícola e Doutor em Engenharia Agrícola - UFV. Professor, Coordenador da Pós Graduação em Engenharia de Biosistemas Universidade Federal Fluminense (UFF), Brasil, e-mail: [crpereira@vm.uff.br](mailto:crpereira@vm.uff.br)

<sup>5</sup>Bióloga, Mestre e Doutora em Fisiologia Vegetal - UFPel - RS, Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense (UFF), e-mail: [cristinahuther@yahoo.com.br](mailto:cristinahuther@yahoo.com.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A luz é um dos elementos mais importantes para a planta, dessa forma, o estudo da área foliar específica (AFE) se torna necessário para entender seu comportamento e mecanismos de adaptação quando submetidas à diferentes condições climáticas. O trabalho objetivou analisar a AFE de seis espécies florestais que possuem folhas compostas, medindo a folha inteira e folíolos destacados, a fim de comparar estatisticamente as diferenças entre as mesmas. As plantas foram expostas às proporções de sombreamento: 0% (pleno sol); 20; 40; 60; 80 e 90%. Foram realizadas coletas das folhas 305 dias após a semeadura, num experimento inteiramente casualizado. As áreas foram obtidas com o instrumento de medida direta LI-3100C Área Meter, LICOR, Inc. As AFE para todos os níveis de sombreamento foram comparadas através do programa Assistat e analisadas estatisticamente pela Análise de Variância - (ANOVA) pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para todas as espécies, os dados indicaram um padrão de resposta semelhante em ambos os métodos de análise, variando de acordo com os níveis de sombreamento. Essa similaridade dos dados demonstra que, para essas espécies, não é necessário a utilização de métodos muito complexos para a obtenção da área foliar específica.

**Palavras-chave:** Folha composta, folíolos, reflorestamento

# ANALYSIS OF THE SPECIFIC LEAF AREA OF FORESTRY SPECIES WITH COMPOSITE LEAVES EXPOSED TO DIFFERENT SHADING LEVELS

## Abstract

Light is one of the most important elements for the plant, so the study of specific leaf area (AFE) is necessary to understand its behavior and mechanisms of adaptation under the influence of different climatic conditions. The objective of this work was to analyze the AFE of six forest species that have composite leaves, measuring the entire leaf and prominent leaflets to statistically compare the differences between them. The plants were exposed to the proportions of shading: 0% (full sun); 20; 40; 60; 80 and 90%. Leaf samples were collected 305 days after sowing in a completely randomized experiment. The areas were obtained with the direct measurement instrument LI-3100C Meter Area, LICOR, Inc. The AFE for all treatments of shading were compared through the Assitstat program and analyzed statistically by Analysis of Variance - (ANOVA) by the Tukey test at the 5% probability level. For all species, the data indicated a similar pattern of response in both methods of analysis, varying according to the levels of shading. This similarity of the data shows that, for these species, it is not necessary to use complex methods to obtain the specific leaf area.

**Keywords:** Composite leaf, leaflets, reforestation

## INTRODUÇÃO

A recuperação de áreas degradadas exige amplo conhecimento das espécies no que tange suas características anatômicas e fisiológicas de adaptação, a fim de sejam implementadas de forma eficiente (SABBI et al., 2010). Um dos aspectos de grande importância nesse processo é a intensidade luminosa – diretamente relacionada à fotossíntese, e à obtenção de matéria seca e taxa de transpiração – que vai determinar o crescimento de mudas de espécies arbóreas de boa qualidade, para o desenvolvimento da atividade florestal (SCHMILDT et al., 2017).

O crescimento de mudas em ambientes sombreados determina o comportamento e exigências de cada espécie na conversão de energia luminosa em energia química. Portanto, é importante o estudo e avaliação da área foliar em plantas sob diferentes condições ambientais para o entendimento da relação planta-ambiente (MORAES et al., 2013).

Assim, esse trabalho teve como objetivo obter a área foliar específica de seis espécies florestais que possuem folhas compostas, medidas com a folha inteira e com os folíolos destacados, comparando estatisticamente as diferenças entre as mesmas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental “Terraço” da Embrapa Agrobiologia – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, localizada no município de Seropédica-RJ.

As espécies avaliadas foram: *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (braúna), *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. ex Benth. (Jacarandá-da-Bahia), *Chorisia speciosa* (paineira), *Caesalpinia peltophoroides* (Sibipiruna) e *Plathymenia reticulata* Benth (vinhático), expostas aos seguintes níveis de sombreamento: 0% (pleno sol); 20; 40; 60; 80 e 90%. Cada nível de sombreamento foi aferido com um Ceptômetro – AccuPAR – Modelo LP PAR 80. As casas de vegetação foram construídas em madeira, com pé direito de 2,5m e cobertas com telas sombrite de coloração preta.

Aos 305 dias após a semeadura foram coletadas, num experimento inteiramente casualizado, as folhas compostas inteiras e folíolos destacados. A área foliar de cada planta, bem como dos

folíolos foram obtidas por meio do instrumento de medida direta LI-3100C Área Meter, LICOR, Inc.

As áreas foliares específicas (AFE) de todas as espécies para todos os níveis de sombreamento foram comparadas estatisticamente utilizando o programa Assistat (SILVA, 2011). Em seguida realizou-se a Análise de Variância - (ANOVA), pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para verificar as diferenças de área foliar específica entre os níveis de sombreamento. Em última análise foi avaliada a diferença das médias de todas as espécies entre cada tratamento de sombreamento e também as diferenças das médias de todos os sombreamentos entre cada espécie.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores das médias da AFE de todas as espécies, para cada nível de sombreamento. Observa-se que as espécies pioneiras aroeira e braúna, pertencentes à mesma Família e Gênero, apresentaram comportamento similar para cada nível de sombreamento.

*Tabela 1 – Médias da Área Foliar Específica (AFE) das seis espécies florestais em relação aos diferentes níveis de sombreamento*

AFE Espécies	Níveis de Sombreamento					
	0%	20%	40%	60%	80%	90%
(aroeira)	127,40 d	153,43 c	158,49 d	202,87 d	270,08 e	372,06 d
(braúna)	142,30 cd	157,76 c	168,39 d	229,72 cd	264,99 e	399,32 d
(Jacarandá-da-Bahia)	392,54 a	314,84 a	348,50 b	418,88 a	515,47 b	651,43 b
(paineira)	185,15 c	217,94 b	213,86 c	256,03 c	340,17 d	377,34 d
(Sibipiruna)	272,13 b	306,16 a	344,61 b	360,67 b	410,40 c	466,83 c
(vinhático)	303,04 b	312,03 a	412,45 a	423,87 a	572,06 a	700,97 a
CV%	23,79	12,12	15,16	12,04	12,75	8,73

\* As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o sombreamento de 20% as espécies Jacarandá, Sibipiruna e o Vinhático apresentaram a mesma AFE. Entretanto nos demais sombreamentos isso não ocorreu, permanecendo somente o Jacarandá e a Sibipiruna com a mesma AFE no sombreamento de 40% e o Vinhático e o Jacarandá no sombreamento de 60%. No sombreamento de 90% a Paineira apresentou a mesma AFE que a Braúna e a Aroeira.

Nas Tabelas 2 e 3 constam todos os dados analisados em parcelas subdivididas. Na Tabela 2 encontram-se dados da comparação da média da AFE de todas as espécies para cada tratamento. A Tabela 3 apresenta a comparação das médias da AFE de todos os sombreamentos em cada espécie.

*Tabela 2 – Comparação da AFE de todas as espécies em cada tratamento de sombreamento.*

AFE	Níveis de Sombreamento					
	0%	20%	40%	60%	80%	90%
AFE	237,09 e	243,70 e	274,38 d	315,34 c	395,53 b	494,66 a

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV%-a = 11,59

Tabela 3 – Comparação da AFE de todos os sombreamentos em cada espécie.

	Espécies					
	Aroeira	Braúna	Jacarandá	Paineira	Sibipiruna	Vinhático
AFE	214,05 d	227,08 d	440,28 a	265,08 c	360,14 b	454,07 a

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV%-b = 13,82

Os dados apresentados na Tabela 2 estão de acordo com o esperado, pois conforme o aumento do sombreamento, as espécies tendem a aumentar a sua AFE. No entanto, analisando a Tabela 3, verifica-se que algumas espécies, como a aroeira e a braúna, não apresentaram um acréscimo significativo da AFE com o aumento do sombreamento, quando comparadas com as outras espécies. Para os tratamentos a pleno sol e sombreamento de 20% as espécies, em geral, não apresentaram diferença estatística significativa. Da mesma forma, a AFE do Jacarandá e do Vinhático não apresentaram diferença em relação a AFE das espécies (Tabela 3), bem como as espécies aroeira e braúna.

Deve-se considerar que a luz não é o único fator ambiental capaz de influenciar características foliares. Temperatura, características do solo e disponibilidade hídrica também exercem influência sobre a área foliar (BOEGER et al. 2006), já que essa varia de acordo com a superfície da folha e peso próprio, ou seja, representa a disponibilidade da área por grama de folha (GRISI et al., 2011). No entanto, admite-se que dentro de cada tratamento, as condições para todas as espécies eram iguais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, todas as espécies apresentaram respostas similares de acordo com os níveis de sombreamento. A similaridade dos dados demonstra que para essas espécies não é necessário que a medida da área foliar específica seja realizada de forma isolada com os folíolos e que a folha completa, representa a área foliar, não havendo diferenças estatísticas.

## AGRADECIMENTOS

FAPERJ, CAPES, CNPq

## BIBLIOGRAFIA

- BOEGER, M.R.T., KAEHLER, M., MELO JÚNIOR, J.C.F, GOMES, M.Z., OLIVEIRA, L.S., CHAVES, M.C.R. & SCHOTTZ, E.S. Estrutura foliar de seis espécies do subosque de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. *Hoehnea*, v. 33, n. 4, p. 521-531, 2006.
- FANTINI, A.C.; GURIES, R.P. Forest structure and productivity of palmitero (*Euterpe edulis*Martius) in the Brazilian Mata Atlântica. *Forest Ecology and Management*. v.242, p. 185-194, 2007.
- GRISI, F. A.; ANGELO, A. C.; BOEGER, M. R. T.; LEITÃO, C. A. E.; GALVÃO, S. F.; WENDLING, I. Morfoanatomia foliar em mudas de *Schinus terebinthifolius* sob diferentes níveis de saturação hídrica. *Floresta*, v. 41, n. 4, p. 881 - 894, 2011.
- MORAES, L.; SANTOS, R. K.; ZEIZER, T. W.; KRUPPEK, R.A. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. *R. Bras. Bioci.*, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 381-387, out./dez. 2013.

- SABBI, L. B. C.; ÂNGELO, A. C.; BOEGER, M. R. Influência da luminosidade nos aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. (*Anacardiaceae*) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório Iraí, Paraná, Brasil. *Ser. Bot.*, Porto Alegre, v. 65, n. 2, p. 171-181, dez., 2010.
- SCHMILDT, E. R., TREVISAN, E., BELIQUE, M., SCHMILDT, O. Modelos alométricos para determinação da área foliar de cacaueteiro 'PH-16' em sombreamento e pleno sol. *Agroambiente*, v. 11, n. 1, p. 47-55, jan./mar. 2017.



## ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO DE HÍDRICA REVERSA NA ILHA DA TRINDADE E INCLUSÃO FOTOVOLTAICA

Andrey Dias Feio<sup>1</sup>, Caroline Piccoli Miranda de Freitas<sup>2</sup>, Gabriel Cetsuo Nogueira Nonaka<sup>3</sup>,  
Jóice Azeredo Silva<sup>4</sup>, Luisa Queiroz Lopes de Souza<sup>5</sup>, Marcos Alexandre Teixeira<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Arquiteto Urbanista, Mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [andreydias@id.uff.br](mailto:andreydias@id.uff.br),

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, [carolinepiccoli@id.uff.br](mailto:carolinepiccoli@id.uff.br)

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente- UFF, Niterói- RJ,  
[gabrielnonaka@id.uff.br](mailto:gabrielnonaka@id.uff.br)

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental- UFF, Niterói- RJ, [joiceazeredo@id.uff.br](mailto:joiceazeredo@id.uff.br)

<sup>5</sup>Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente- UFF, Niterói- RJ,  
[luisaqueiroz@id.uff.br](mailto:luisaqueiroz@id.uff.br)

<sup>6</sup>Dep. Eng. Agrícola e do Meio Ambiente - Escola Eng. - UFF, Niterói - RJ, [marcos\\_teixeira@id.uff.br](mailto:marcos_teixeira@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A intermitência de algumas das energias renováveis é uma das maiores barreiras para a sua ampla adoção, ainda mais em um ambiente isolado onde é impossível contar com uma rede para atenuar as flutuações na geração frente à necessidade de atendimento da demanda. Assim, para suprir a demanda do Posto Oceanográfico da Ilha da Trindade (POIT, localizado no Litoral do Espírito Santo - Brasil), considerando os dados obtidos do campo fotovoltaico (882 m<sup>2</sup>, 168 kWp, média de 132,7 kWh/dia), realizou-se o dimensionamento básico de uma unidade de hídrica reversa para equilibrar as curvas de geração e de demanda. Para análise das possibilidades, foram considerados três cenários. Obteve-se volumes para os reservatórios de: 147; 64 e 201 m<sup>3</sup> respectivamente, demonstrando a importância da implementação da correta localização do reservatório superior, do impacto do campo fotovoltaico na diminuição do volume do reservatório, bem como da valorização do relevo para diminuir os impactos locais.

**Palavras-chave:** Energia Alternativa; Ilha Isolada; Energia Solar.

## ANALYSIS OF REVERSE WATER INTEGRATION IN THE TRINDADE ISLAND AND PHOTOVOLTAIC INCLUSION

### Abstract

The intermittency of some of the renewable energies is one of the biggest barriers to its adoption, especially at isolated systems, where there is no grid to rely on to mitigate fluctuations between generation and demand curves. Thus, for the Oceanographic Ocean of Trindade Island (POIT, located at Espírito Santo coast - Brazil), taking into considerations a photovoltaic field (882 m<sup>2</sup>, 168 kWp, average energy production 132.7 kWh/day), was conducted the basic design of a reverse hydro unit to balance generation and demand curves. Three scenarios were analysed. Each scenarios associated reservoirs were estimated: 147, 64 and 201 m<sup>3</sup>, demonstrating the importance of proper location of the upper reservoir, the impact on the solar field in

decreasing the reservoir size; as well as the importance of make the best use of given landscape to decrease local impacts.

**Keywords:** Alternative energy; Trindade Island; Solar Energy.

## INTRODUÇÃO

A Ilha de Trindade faz parte do município de Vitória/ES, distante 1.140 km da costa brasileira, caracterizando um caso extremo de isolamento, e possui cerca de 13,5 km<sup>2</sup>. Onde abriga o Posto Oceanográfico da Ilha de Trindade (POIT), sob o comando da Marinha do Brasil, ponto de monitoramento meteorológico e de estudos marinhos (DANI *et al.*, 2007). Atualmente, a energia padrão utilizada na ilha provém apenas de grupos geradores movidos a diesel.

Segundo Rehman *et al.* (2015), hídrica reversa armazena a energia em forma de energia potencial, onde a água é bombeada de um reservatório de nível inferior para um de nível superior. Isso ocorre quando a energia produzida é maior que a demandada. Durante os períodos de baixa produção pelos painéis essa água é turbinada para suprir a demanda.

Como alternativa ao diesel e devido a fatores econômicos, logísticos e ambientais, este trabalho propõe a substituição dos geradores a diesel pela geração de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos associados a um sistema de armazenamento de energia (em função da intermitência).

Comumente, são utilizadas baterias, mas, segundo Manolakos *et al.* (2004) a manutenção e o monitoramento das baterias não podem ser garantidos em áreas remotas, além de serem caras e pesadas. Neste sentido, sugere-se a substituição destas por um sistema de hídrica reversa. Para isto, o trabalho tem como objetivo dimensionar, comparar, e avaliar a viabilidade técnico-ambiental - neste caso representada pela quantidade de volume dos reservatórios e pela disponibilidade de água doce da Ilha - considerando três cenários.

## MATERIAL E MÉTODOS

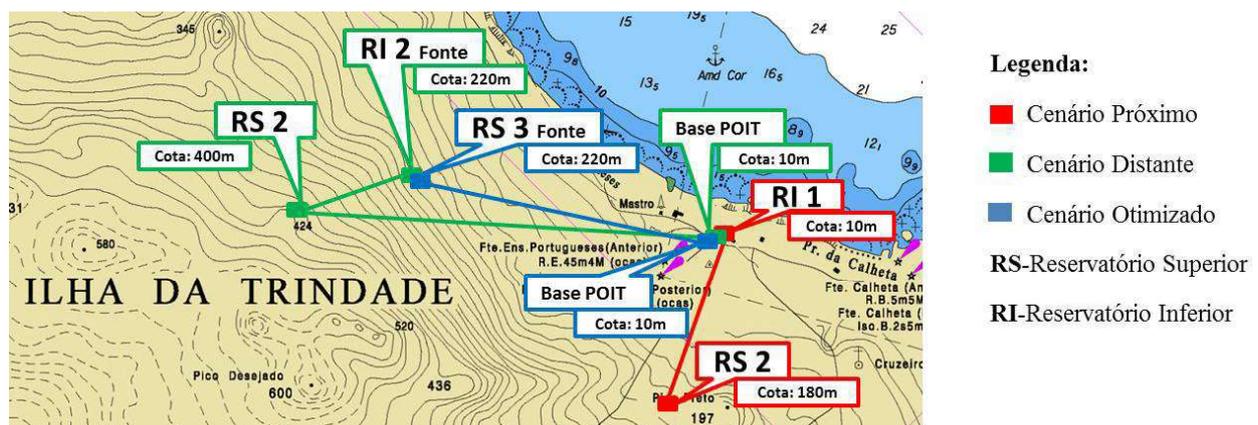


Figura 1. Carta Náutica. Fonte: Centro de Hidrografia e Navegação, 2013

A figura 1 apresenta os locais de instalação dos três cenários - onde: 1, minimiza as distâncias da tubulação e cabeamento, a bomba recebe o excedente do campo fotovoltaico, e a água é bombeada para o reservatório superior, situado no Pico Preto a 180 m, e na ausência do campo fotovoltaico a água é turbinada para a base do POIT a 10 m; 2, também considerando o aporte fotovoltaico, porém localizando a bomba junto à fonte de água doce a 220 m, onde bombeia para o reservatório superior situando a 400m, e turbinada em direção ao POIT a 10 m;

e, 3, sem o aporte fotovoltaico, portanto 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 hídrica reversa foi proposta de forma a atender a demanda nos períodos em que não houvesse geração fotovoltaica, tendo seu dimensionamento feito com base na curva de geração fotovoltaica e de demanda da estação.

Para a escolha da turbina considerou-se a máxima demanda de potência. Já para a seleção da bomba, respeitou-se a maior potência de bombeamento (pico da diferença entre curvas de geração e de demanda).

Tendo como base a Eletrobrás (2000), para o dimensionamento do volume a ser turbinado e a energia excedente necessária considerou-se:

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

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

A tabela 1 apresenta a comparação entre os cenários, sendo respectivamente: 1, 2 e 3. Para todos os cenários, foram considerados bomba de 20 kW, operando com eficiência de 80%; e turbina de 50 kW, operando com eficiência de 86% (exceto para o cenário 3, onde não se utilizou bomba). Para o cenário 2, o reservatório inferior foi alocado junto à tomada de água, cota 220 m; para os demais cenários, considerou-se 10 m (junto a base do POIT).

Tabela 1: Compilação dos resultados entre os cenários

Cenários	Cota do Reservatório Superior [m]	Energia direcionada	
		p/bomba e depois turbinada [kWh/dia]	Vol. do reservatório Sup. [m <sup>3</sup> ]
1	170	211	147,2
2	390	211	64,2
3	210	-	201,6

Dessa forma, os cenários 1 e 2, conforme a tabela 1, demonstraram que a altura dos reservatórios superior em relação ao inferior interfere diretamente no volume bombeado, sendo essas variáveis inversamente proporcionais.

Em relação ao cenário 3, onde se avalia a inserção de uma hídrica utilizando a vazão do córrego local, os resultados indicaram a necessidade de uma volume regulador com capacidade de 201 m<sup>3</sup>. Sabendo que a fonte tem uma vazão estimada da ordem de 230 m<sup>3</sup>/dia, este cenário compromete quase todo o suprimento de água doce, e se apresenta como o de maior impacto para a implementação.

Dentre os cenários, destacou-se a contribuição do parque fotovoltaico para reduzir o volume do reservatório superior – assim diminuindo os impactos na instalação; desse modo, como o cenário 2 demonstrou-se como o melhor cenário técnico-ambiental, capaz de suprir a demanda energética com o menor volume necessário para o reservatório.

Na sua maioria, os sistemas de hídricas reversa se apresentam como sistemas de grande porte com o objetivo dar estabilidade à rede, com unidades de 10 MW como pequenas, 100 kW como mini (REHMAN, 2015), e, no presente caso temos um sistema de 20 kW, uma escala bastante desafiadora que espera-se possa abrir campo para outros sistemas isolados.

A análise aqui feita, certamente é uma primeira aproximação, cujo correto dimensionamento deverá seguir as várias linhas de dimensionamento e otimização como colocado por ERDINC (2012), mas se apresenta como uma análise de viabilidade e para a locação dos reservatórios.

Na sua maioria, os sistemas de hídricas reversa se apresentam como sistemas de grande porte com o objetivo dar estabilidade à rede, com unidades de 10 MW como pequenas, 100 kW como mini (REHMAN, 2015), e, no presente caso temos um sistema de 20 kW, uma escala bastante desafiadora que espera-se possa abrir campo para outros sistemas isolados.

A análise aqui feita, certamente é uma primeira aproximação, cujo correto dimensionamento deverá seguir as várias linhas de dimensionamento e otimização como colocado por ERDINC (2012), mas se apresenta como uma análise de viabilidade e para a locação dos reservatórios.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Concluiu-se que o aumento da diferença de altura entre os reservatórios proporciona menores volumes a serem turbinados, devendo ser maximizado o uso do relevo local.

O campo fotovoltaico caracteriza um elemento importante na minimização dos volumes e, desta forma, provoca menores alterações ao ambiente de implantação.

Considerando os volumes dimensionados para os reservatórios: 147,2; 64,2; 201,6 m<sup>3</sup>, respectivamente, de acordo com os cenários.

O cenário 2 foi o que apresentou o melhor resultado para a implantação, ressaltando a importância de se aproveitar ao máximo as possibilidades geográficas de localização dos elementos do sistema de hídrica reversa na ilha.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Marinha do Brasil e, em especial, aos Comandantes: José Marques Gomes Barbosa, Hélio Guilherme José Coelho e José Corrêa Paes Filho pelo acesso aos dados para a realização dessa análise.

## **BIBLIOGRAFIA**

Centro de Hidrografia e Navegação. *Carta Náutica da Ilha da Trindade*, Produzida em 2013. Disponível em: <<http://mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-nauticas/cartas.html>. Acesso em: 4 jul. 2017.

Dani, Felipe André; Oliveira, Álvaro Borges de. A importância da ilha de trindade para o aumento da plataforma continental e do mar territorial brasileiro. *Revista Eletrônica Direito e Política*, Itajaí, 2: 389-403.

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.
- Manolakos, D., G. Papadakis, D. Papantonis and S. Kyritsis. 2004. A stand-alone photovoltaic power system for remote villages using pumped water energy storage. *Energy* . 29:57-69.
- Rehman, S., L. M. Al-Hadhrami and Al-Hadhrami. 2015. Pumped hydro energy storage system: A technological review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* . 44:586–598.



## ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL EM ESCALA LABORATORIAL UTILIZANDO A METODOLOGIA *NETWORK DATA ENVELOPMENT ANALISYS - DEA*

Rafaela Ferreira Lopes<sup>1</sup>, João Carlos C. B. Soares de Mello<sup>2</sup>, Ivenio Moreira da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheira de Produção, mestranda em Engenharia de Biossistemas - UFF, Niterói, RJ, [rafaelaf@id.uff.br](mailto:rafaelaf@id.uff.br)

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Produção, professor associado - UFF, Niterói, RJ, [jccbsmello@id.uff.br](mailto:jccbsmello@id.uff.br)

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Mecânica, professor adjunto - UFF, Niterói, RJ, [ivenio@vm.uff.br](mailto:ivenio@vm.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar o desempenho da produção de biodiesel em escala laboratorial, aplicando o modelo *Network Data Envelopment Analysis* (DEA). Com este modelo, é possível avaliar a eficiência dos tipos de óleos e seus volumes. Para isso, serão consideradas variáveis de insumo e produto obtidas experimentalmente no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita e Processamento de Produtos Agrícolas (LTPEC) do Departamento de Engenharia da Universidade Federal Fluminense. Esta análise é dividida em três estágios, ou seja, ela consiste numa análise de eficiência em redes. No primeiro estágio, são utilizados o óleo, álcool, catalisador e glicerina (*output* indesejável), entradas utilizadas para analisar a produção de biodiesel bruto (*output*). Já no segundo estágio, o produto intermediário gerado no primeiro estágio é então utilizado como entrada, além do ácido e água deionizada, tendo como saída o biodiesel lavado. E, no terceiro estágio, o produto intermediário gerado no segundo estágio é utilizado como entrada, tendo como produto final o biodiesel lavado e filtrado. Nossos resultados sugerem que há ineficiência sistêmica e que o modelo possui retornos de escala.

**Palavras-chaves:** desempenho, óleos, volumes, estágios.

## EFFICIENCY ANALYSIS OF BIODIESEL PRODUCTION IN A LABORATORY SCALE USING *NETWORK DATA ENVELOPMENT ANALISYS - DEA*

### Abstract

The objective of this work is to analyze the performance of biodiesel production in a laboratory scale, applying the *Network Data Envelope Analysis* (DEA) model. With this model, it is possible to evaluate the efficiency of the types of oils and their volumes. For this, we will consider input and output variables obtained experimentally at the Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita e Processamento de Produtos Agrícolas (LTPEC) located at the Department of Engineering of the Universidade Federal Fluminense. This analysis can be divided into three stages, that is, it comprises an efficiency analysis in networks. In the first stage, they are used for oil, alcohol, catalysts and glycerol (undesirable output), inputs for analysis and production of crude biodiesel (output). In the second stage, the intermediate product generated in the first stage was used as input, in addition to the acid and deionized water, affording washed biodiesel. In the third stage, washed biodiesel was used as input yielding

washed and filtered biodiesel. Our results suggest that systemic inefficiency occurs and the model exhibits scale returns.

Keywords: performance, oils, volumes, stages.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo evidenciar uma análise das culturas de soja, milho, girassol e canola como matérias-primas para a produção de biodiesel, considerando cada etapa do processo de produção, analisando, assim, o desempenho e eficiência de cada etapa, com o intuito de aperfeiçoar a metodologia de produção.

Utilizou-se a técnica não-paramétrica conhecida como *Data Envelopment Analysis* (DEA) devido à sua capacidade de fornecer resultados fidedignos, com a possibilidade de comparações entre várias unidades, fornecendo informações confiáveis sobre o seu desempenho. Esta abordagem é baseada no modelo relacional criado por Kao e Hwang (2008) e melhorado por Kao (2009).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Como o objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência de produção de biodiesel, a glicerina é tratada como um produto indesejável. Para esta avaliação, foi utilizado um modelo *Network* DEA multiplicativo relacional em três estágios, onde as DMUs do modelo são os tipos de matérias-primas, com variação de volume, utilizadas para produzir biodiesel. Sendo assim, há 4 tipos de matérias e 4 volumes diferentes, totalizando 16 DMUs.

Para o primeiro processo, que é a produção do biodiesel, as variáveis de *input* inicial são: óleo (ml), álcool (ml), catalisador (g) e glicerina (ml). A glicerina aparece como um *output* indesejável, os “*outputs*” indesejáveis podem ser incorporados em modelos DEA segundo quatro abordagens principais, como discutido em Oliveira (2004), e neste trabalho, optou-se por considerar o produto indesejável como um *input*. O biodiesel sujo (ml) é um produto intermediário. Para o segundo processo, que é a lavagem do biodiesel, as variáveis de *input* são: biodiesel sujo (ml), água deionizada (ml) e ácido clorídrico (HCl) (ml). O *output* segundo do processo é o biodiesel lavado (ml). E por fim, para o terceiro processo, tem-se como *input* o biodiesel lavado (ml) e como *output* final o biodiesel seco e filtrado (ml). O modelo permite calcular a eficiência global para cada etapa da produção. A Figura 1 apresenta o esquema do processo de produção de uma DMU. Considerando-se que a relação entre os *inputs* e *outputs* são proporcionais, utilizou-se o modelo CCR, com retorno constante de escala. O modelo foi orientado a *output*.

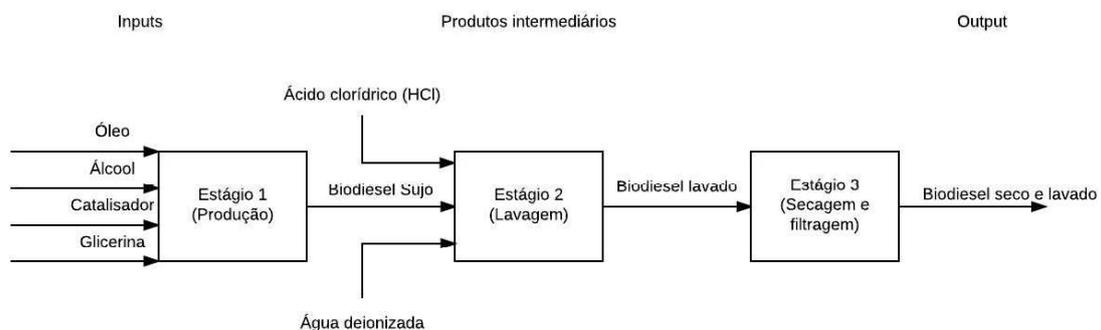


Figura 1 – Representação dos processos de uma DMU.

No conjunto de equações abaixo (1) é apresentado o modelo utilizado neste trabalho.

$E_0 = \min \sum_{i=1}^4 x_{i0}v_i + \sum_{d=1}^2 z_{d0}w_d \quad (1.1)$ <p>s.a.</p> $y_{10}u_1 = 1 \quad j = 1, \dots, 16 \quad (1.2)$ $y_{1j}u_1 - \sum_{i=1}^4 x_{ij}v_i - \sum_{d=1}^2 z_{dj}w_d \leq 0 \quad j = 1, \dots, 16 \quad (1.3)$	$c_{1j}f_1 - \sum_{i=1}^4 x_{ij}v_i \leq 0 \quad j = 1, \dots, 16 \quad (1.4)$ $e_{1j}g_1 - \sum_{d=1}^2 z_{dj}w_d - c_{1j}w_1 \leq 0 \quad j = 1, \dots, 16 \quad (1.5)$ $y_{1j}u_1 - e_{1j}g_1 \leq 0 \quad j = 1, \dots, 16 \quad (1.6)$ $u_1 \geq \varepsilon; v_i \geq \varepsilon, \forall i; w_d, \forall d \geq \varepsilon; g_1 \geq \varepsilon; f_1 \geq \varepsilon \quad (1.7)$
---	--

Onde  $\varepsilon$  é um número infinitesimal não-arquimediano (Charnes et al., 1979; Charnes and Cooper, 1984). As eficiências individuais das DMUs nos estágios 1, 2 e 3 são dadas, respectivamente, pelas equações (2), (3) e (4) abaixo, enquanto que a eficiência global é calculada enquanto que a eficiência global é calculada pelo inverso do escore obtido pelo software LINDO, ou seja,  $\frac{1}{h}$  (devido à orientação a output). Isso foi feito, pois como o modelo aplicado possui entradas exógenas no segundo estágio, ele deixa de ser multiplicativo.

$$E_0^1 = \frac{c_{10}f_1^*}{\sum_{i=1}^4 x_{i0}v_i^*} \quad (2) \quad E_0^2 = \frac{e_{10}g_1^*}{\sum_{d=1}^2 z_{d0}w_d^* + c_{10}f_1^*} \quad (3) \quad E_0^3 = \frac{y_{10}u_1^*}{e_{10}g_1^*} \quad (4)$$

Neste trabalho foi utilizado do *software* LINDO 6.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da aplicação encontram-se na Figura 2. Identificam-se as DMUs em análise e os valores de eficiência obtidos em cada fase bem como a eficiência global.

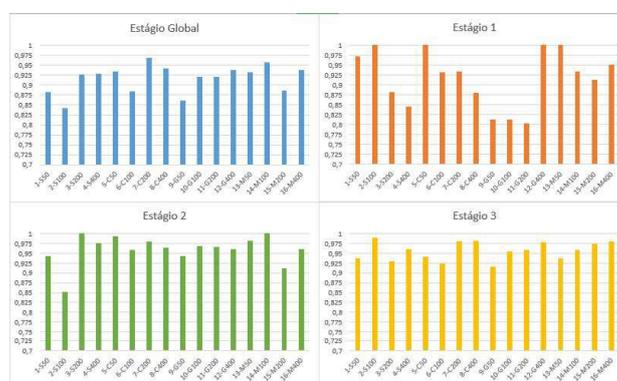


Figura 2 – Resultados da aplicação do modelo.

Com o modelo proposto, o valor médio de eficiência global das empresas obtido foi de 91,65%, observa-se pelo baixo nível de dispersão para as amostras, 3,49.

Com os resultados relativos à avaliação das DMUs, avalia-se que o modelo obteve resultado discriminatório, tendo em vista que nenhuma das DMUs foi considerada eficiente. Para que uma unidade seja eficiente nos modelos *Network* DEA, esta deve ser eficiente em todos os estágios. Sendo assim, ocorreu de não existir uma DMU totalmente eficiente.

Observando-se a eficiência global de todas as empresas, verifica-se que a pontuação mais alta é 96,83%, ocorrida em canola com volume de 200 ml (DMU 7), seguida por 95,76%, ocorrendo em milho de 100 ml (DMU 14). As DMUs menos eficientes no estágio global foram soja com volume de 100 ml (DMU 2) com 84,25% e girassol com volume de 50 ml (DMU 9) com 86,21%.

No que se refere à comparação entre as eficiências médias calculadas para cada estágio, é possível notar que a tendência de melhor desempenho alcançado pelo estágio 2, que é a lavagem do biodiesel, apresenta escore 95,96%. O estágio 1 apresenta o menor escore médio, com 91,70%. No processo de produção cada óleo atua de uma maneira e também pode se notar, na Figura 2, que os óleos de maiores volumes possuem menores eficiências.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme método de pesquisa proposto, os níveis de eficiência calculados para a produção de biodiesel foram discriminatórios. No que se refere aos resultados mensurados, é relevante afirmar que foram identificados níveis sistêmicos de ineficiência – representadas pelas médias de eficiência do estágio global, 1, 2 e 3 da ordem de 0,9165, 0,9170, 0,9596 e 0,9562, respectivamente.

Além disso, observou-se que o modelo proposto possui retornos de escala, mesmo tendo sido aplicados retornos constantes de escala.

Ineficiências no primeiro estágio devem-se principalmente às condições de reação e a características de cada óleo; ineficiências no segundo estágio devem-se a um excesso de catalisador que ao reagir, no processo de lavagem, com ésteres produz água, e conseqüentemente, sabão. Essa saponificação indesejável reduz o rendimento de biodiesel. E, por fim, ineficiências no estágio 3 são conseqüências de ineficiências do estágio 2, pois com a formação de água, no processo de secagem, há mais redução de rendimento. Por uma característica do processo de produção de biodiesel e uma característica dinâmica do modelo *Network* DEA, se houver melhorias no primeiro estágio, modificaria as condições existentes nos estados atuais dos estágios 2 e 3. Isso levaria a uma melhora no estágio global.

## Bibliografia

- Kao, C., Hwang, S. N. 2008. Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*, v. 185, n. 1, p. 418-429.
- Kao, C. 2009. Efficiency measurement for parallel production systems. *European Journal of Operational Research*, v. 196, n. 3, p. 1107-1112.
- Oliveira, L. B. 2004. Potencial de aproveitamento energético de lixo e de biodiesel de insumos residuais no Brasil. Tese DSc. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W. 1984 The non-Archimedean CCR ratio for efficiency analysis: A rejoinder to Boyd and Färe. *European Journal of Operational Research*, v. 15, n. 3, p. 333-334.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E., 1979. Measuring the efficiency of decision-making units. *European journal of operational research*, v. 3, n. 4, p. 339.



## ANÁLISE DO MODELO WRF 3.4 NA PREVISÃO DE EVENTOS DE PRECIPITAÇÃO QUE DESENCADAIAM MOVIMENTOS DE MASSA

Thaís Moreira Guimarães<sup>1</sup>, Marcio Cataldi<sup>2</sup>, Rafael Henrique Oliveira Rangel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [thaismg@id.uff.br](mailto:thaismg@id.uff.br)

<sup>2</sup> Doutor em Eng. Civil, Depto de Eng. Agrícola e do Meio Ambiente – UFF, Niterói-RJ, [mcataldi@id.uff.br](mailto:mcataldi@id.uff.br)

<sup>3</sup> Mestre em Ciências em Eng. Civil – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, [rangel@lamce.coppe.ufrj.br](mailto:rangel@lamce.coppe.ufrj.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Os eventos catastróficos de deslizamentos dos últimos anos no Estado do Rio indicam que os esforços em prever este tipo de desastre estão aquém do ideal, visto que muitas vidas foram perdidas. Está em desenvolvimento um estudo que propõe uma metodologia eficaz em prever movimentos de massa, a partir de um modelo físico de deslizamentos e a entrada em tempo real da precipitação. Como primeira parte deste estudo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os resultados das simulações do modelo numérico de previsão do tempo WRF na RMRJ, afim de definir o conjunto de parametrizações físicas mais adequado para este tipo de simulação. Para tal, tomou-se como referência as bacias dos rios Quitite e Papagaio, na Zona Oeste, alvo de um evento intenso de precipitação e deslizamentos em fevereiro de 1996. Foram executadas três simulações com o WRF, do dia 10 ao dia 14 de fevereiro de 1996. A primeira utilizou parametrizações padrão do modelo e as outras duas, parametrizações que apresentaram bons resultados no prognóstico da precipitação do megadesastre da Região Serrana, em 2011. Para validar os resultados do modelo obteve-se a série histórica de dados observados da estação pluviométrica do Alto da Boa Vista. As simulações do modelo mostram que o experimento 1 apresentou níveis de precipitação próximos ao observado, enquanto os outros dois não demonstraram habilidade em prever este evento de chuva. Portanto, as configurações do experimento 1 serão utilizadas nas etapas futuras deste trabalho.

**Palavras-chave:** Modelagem Atmosférica, Deslizamentos, Parametrização, Weather Research and Forecasting

## ANALYSIS OF THE WRF 3.4 MODEL TO PREDICT RAINFALL EVENTS THAT TRIGGERS LANDSLIDES

### Abstract

The catastrophic landslide events of recent years in Rio de Janeiro State indicate that efforts to predict this type of disaster are far from ideal, since many lives were lost. It is under development a study that proposes an effective methodology to predict landslides, from a physical landslides model and the entry of the real time precipitation. As first part of this study, the present work aims to evaluate the simulations results of the WRF weather forecast numeric model to predict precipitation in a given location and to define the most suitable physical parameterization for RMRJ. For that, the basins of the Quitite and Papagaio rivers in the West Zone of the city were taken as reference, since it was target of an intense precipitation and landslide event in February 1996. Three simulations were executed in the WRF model, from day 10 to day 14 of February 1996. The first

one used standard parameterizations of the model and the other two, parameters that presented good results in the precipitation prognosis in the megadisaster of the Serrana Region in 2011. In order to validate the model results, it was obtained the observed historical series of the Alto da Boa Vista pluviometric station. Model simulations show that experiment 1 presented precipitation levels close to observed, while the other two did not demonstrate the ability to predict this rainfall event. Therefore, the configurations of experiment 1 will be further applied in this study.

**Keywords:** Atmospheric Modelling, Landslides, Parameterization, Weather Research and Forecasting

## INTRODUÇÃO

A precipitação tem papel importante na disponibilidade hídrica e energética do Brasil, mas também pode ser vista como vilã, quando ocorre de forma muito intensa e contínua, desencadeando desastres naturais. Segundo Reboita et al. (2010), o total anual de precipitação no Sudeste é em torno de 1500 mm, com seus máximos pluviométricos no verão. No Estado do Rio de Janeiro, de acordo com Silva *et al.* (2000), 60% dos movimentos de massa ocorrem no período chuvoso, estreitando relações entre a chuva e a ocorrência deste tipo de desastre.

Varnes (1978) classifica deslizamentos em translacionais ou rotacionais. Segundo HUNGR *et al.* (2014), alguns dos movimentos de massa mais catastróficos, ocorridos até hoje, em todo o globo, são deslizamentos translacionais. Diversos trabalhos constataam que deslizamentos do tipo translacionais rasos são os mais frequentes no Estado do Rio de Janeiro (e.g. DOURADO *et al.*, 2012; FERNANDES *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2000)

Além de sofrer deslizamentos do pior tipo, o Rio de Janeiro é um dos estados brasileiros com maior ocorrência de movimentos de massa, explicadas pela associação de alta densidade demográfica, eventos comuns de precipitação intensa e topografia com declividade acentuada (CENAD, 2014; FURLAN *et al.*, 2011). Grandes eventos ocorridos nas últimas décadas, como os deslizamentos em Angra dos Reis, o desastre do morro do Bumba em Niterói e o megadesastre da região serrana ocasionaram inúmeras perdas de vida e milhares de desabrigados (CEPED, 2012; FERNANDES e DOURADO, 2013).

Diante do contexto geodemográfico e climático em que se encontra o Rio de Janeiro e das consequências dos últimos eventos de deslizamentos na região, verifica-se que a prevenção de desastres está aquém do ideal. Desta forma, um estudo em desenvolvimento propõe uma nova metodologia, que visa prever deslizamentos através da modelagem física de encostas a partir da previsão da precipitação em tempo real. O presente trabalho, como primeira parte do estudo supracitado, objetiva analisar a capacidade do modelo atmosférico Weather Research and Forecasting (WRF) em prever a precipitação para três dias à frente e avaliar qual a parametrização física mais adequada para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a previsão da precipitação, tomou-se como base o evento de intensa precipitação seguido de uma série de deslizamentos de massa ocorrido nas bacias dos rios Quitite e Papagaio, na Zona Oeste do Rio de Janeiro, na madrugada do dia 13 de fevereiro de 1996. Este evento é considerado um dos mais catastróficos para o município, com deslizamentos e inundações por toda a cidade (DERECZYNSKI *et al.*, 2017).

O modelo atmosférico adotado neste estudo é o Weather Research and Forecasting, versão 3.4. (SKAMAROCK *et al.* (2008). Como condições iniciais e de contorno, foram utilizados os produtos do Climate Forecast System Reanalysis (CFSR - SAHA et al., 2010), do National Centers for Environmental Prediction (NCEP), a cada 6 horas, com resolução espacial horizontal de 0.5°, para simular o evento de precipitação de 10 a 14 de fevereiro de 1996.

O modelo foi configurado com quatro grades aninhadas, utilizando interação unidirecional (*one way*), em que os fluxos entre as grades ocorrem apenas das grades de menor resolução para as de maior. O horizonte de previsão é de 96 h, com resultados gerados a cada 1 h. As resoluções espaciais horizontais são 27 km, 9 km, 3 km e 1 km, e 27 níveis verticais. Todas as grades utilizam passo de tempo de 120s e topografia de resolução espacial de aproximadamente 900m.

Foram realizados três experimentos com o modelo, com parametrizações diferentes. Cada parametrização calcula processos físicos da atmosfera através de metodologias distintas, gerando resultados diferentes. A primeira simulação utilizou as parametrizações “*default*” do modelo. A segunda e terceira simulações utilizaram parametrizações propostas por Barcellos e Cataldi (2017) ao simular a precipitação que ocasionou o desastre da região serrana em 2011.

A validação dos resultados do modelo WRF se deu através da comparação com os dados observados de precipitação da estação convencional Alto da Boa Vista (ABV), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Esta estação localiza-se próxima à sub-bacia. Para quantificar as diferenças, calculou-se os erros relativos e absolutos entre os resultados de cada experimento e os dados observados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação observada na estação ABV no dia 13 de fevereiro de 1996, que equivale à soma das medições horárias de 10h do dia 12 até as 9h do dia 13, é de 193,1 mm. Dentre as simulações feitas, apenas o experimento 1 aproxima-se deste valor, totalizando 150,9 mm de chuva no dia 13, resultando em um erro relativo de 22% e um erro absoluto de 42 mm (Figura 1). Os experimentos 2 e 3 não apresentaram habilidade em prever a precipitação para este evento, visto que não simulam nem metade da chuva observada.

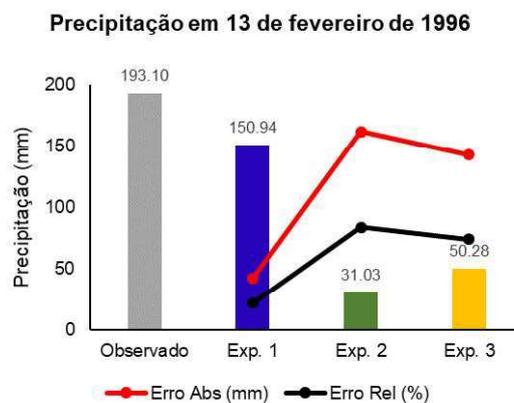


Figura 1: Precipitação observada, precipitação simulada nos três experimentos e seus respectivos erros absolutos e relativos.

A Figura 2 ilustra a espacialização da precipitação acumulada de 24h do dia 13, gerada pelo experimento 1, e a área da sub-bacia em estudo, mostrando que esta região recebeu grandes quantidades de chuva (cor avermelhada) condizendo com os dados observados da estação ABV.

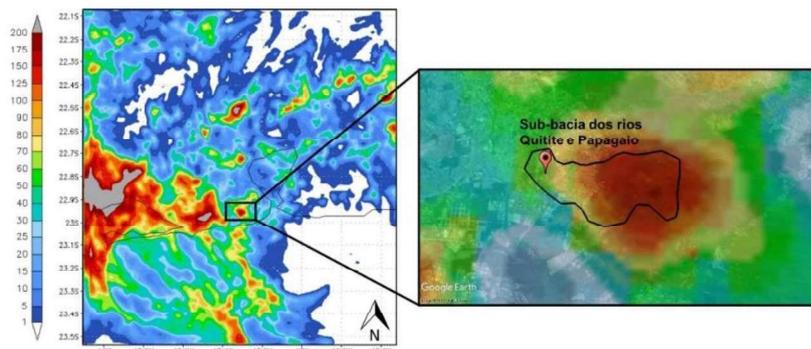


Figura 2: Espacialização da precipitação acumulada em 24h no dia 13/02/1996 e detalhe da sub-bacia estudada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo WRF 3.4 mostrou capacidade em prever a precipitação do evento em questão para um horizonte de 3 dias a frente com um erro relativo de 22%.

Dentre os experimentos realizados, o experimento 1, com parametrizações *default* do modelo, apresentou previsão mais próxima ao observado, mostrando ser o mais adequado para eventos deste tipo e na RMRJ.

## BIBLIOGRAFIA

- Barcellos, P. C. L.; M. Cataldi. 2017. Extreme Events: Forecasting The 2011 Natural Hazard In The Serrana Region of Rio De Janeiro Through The One-Way Coupling of Wrf-Smap Models. In: *Anais VII Simpósio Internacional de Climatologia*. 18-22 Set. Petrópolis-RJ.
- CENAD. 2014. Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2013. *Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres*. Brasília-DF.
- CEPED. 2013. Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Brasil. *Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres*. 120p. Florianópolis-SC.
- Dereczynski, C.P.; R.N. Calado; A.B. Barros. 2017. Chuvas Extremas no Município do Rio de Janeiro: Histórico a partir do Século XIX. *Anuário do Instituto de Geociências* 40: 17-30
- Dourado, F.; T.C. Arraes; M.F. Silva. 2012. O Megadesastre da região serrana do Rio de Janeiro. *Anuario do Instituto de Geociencias* 35: 43–54.
- Fernandes, N. F. *et al.* 2001. Condicionantes Geomorfológicos dos Deslizamentos nas Encostas. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 2: 51–71.
- Fernandes, N. F.; F. Dourado. 2013. Os Escorregamentos da Enseada do Bananal e do Morro da Carioca em Angra dos Reis na Baía de Ilha. In: *Interação Homem - Meio nas Zonas Costeiras*. Ed. M. Rodrigues, S. Pereira e S. Bergamaschi. ch 7, 137–146. Br-Pt: Corbã.
- Furlan, M. C. *et al.* Vulnerabilidade socioeconômica à ocorrência de eventos extremos: proposta metodológica. In: *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, 4540–4546. 30 Abril - 05 Maio, Curitiba.
- Hungr, O.; S. Leroueil.;L. Picarelli. 2014. The Varnes classification of landslide types, an update. *Landslides*, 11: 167–194.
- INMET. 2017. Dados Pluviométricos Planaltina Alto da Boa Vista - Rio de Janeiro. *Sistema de Informações Hidro-Meteorológica*.

- Reboita, M. S. *et al.* 2010. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 25:185–204.
- Saha, S. *et al.* NCEP Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) 6-hourly Products. Disponível em: <<https://rda.ucar.edu/datasets/ds093.0/>>. Acesso em: 6 nov. 2017.
- Silva, F. L. M.; J. Pimentel; A.C.N. Freitas. 2000. Inventário De Escorregamentos Do Estado Do Rio De Janeiro. CPRM. Brasília-DF.
- Skamarock, W. C. *et al.* 2008. A Description of the Advanced Research WRF Version 2. *NCAR Technical Notes*, p. 88.
- Varnes, D. J. 1978. Slope movements types and processes. In: *Landslides Analysis and Control* Ed. R. L. Schuster; R.J. Krizek, 11-33. Washington: National Academy of Science.



## APROVEITAMENTO DA GLICERINA RESIDUAL DO BIODIESEL DE ÓLEO DE FRITURA POR PROCESSO DE FERMENTAÇÃO

Thais Reis Victorino<sup>1</sup>, Roberto Guimarães Pereira<sup>2</sup>, Sorele Batista Fiaux<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Química, Mestre em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói, RJ,  
thais\_victorino@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Mecânico, Doutor em Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia - UFF, Niterói, RJ,  
temrobe@vm.uff.br.

<sup>3</sup> Engenheira Química, Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Faculdade de Farmácia - UFF, Niterói, RJ, sorele\_fiaux@id.uff.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Glicerina tem sido gerada em grandes quantidades como um subproduto da indústria do biodiesel. Este estudo teve por objetivo o reaproveitamento da glicerina do biodiesel obtido a partir de óleo de fritura para o crescimento do fungo *Aspergillus niger* em processo fermentativo. A concentração celular e a produção de ácidos foram estudadas de acordo com a composição e o pH inicial do meio de cultivo. O melhor resultado foi obtido em pH igual a 3,5, e com a concentração mais alta de glicerina, 80 g/L, indicando que as impurezas da glicerina não afetaram o crescimento. O cultivo de *A. niger* pode ser usado, por exemplo, para a produção de lipídeos microbianos.

**Palavras-chave:** Processo verde, Reaproveitamento de resíduos, Fermentação

### USE OF RESIDUAL GLYCERIN OF FRYING OIL BIODIESEL BY FERMENTATION PROCESS

#### Abstract

Glycerin is usually produced in large amounts as a by-product of the biodiesel industry. This research aimed to study the use of glycerin derived from frying oil biodiesel production as raw material for the growth of *Aspergillus niger* in fermentation process. The composition and initial pH of the culture medium were varied and the dry mass concentration and the total acid production were measured. The best result was obtained at pH=3,5 and at the highest glycerin concentration, 80 g/L. This is an indication that glycerin impurities did not inhibit the growth. The cultivation of *A. niger* can be used, for example, to produce microbial lipids.

**Keywords:** Green Process, Waste Reuse, Fermentation

### INTRODUÇÃO

Desde que se iniciou a produção de alimentos e recursos materiais em larga escala começaram os impactos na natureza. O uso de petróleo e seus derivados para gerar energia contribuiu para o aumento de gases de efeito estufa e de material particulado na atmosfera (MENDONÇA,

2003). O biodiesel é um biocombustível de origem renovável com menores emissões de poluentes e de gases de efeito estufa. Apesar disso, durante sua produção, há formação de glicerina, que pela grande demanda de biodiesel, está em excesso no mundo. Levando-se em consideração os aspectos econômicos e ambientais deste rejeito, torna-se uma necessidade estudar meios para o seu reaproveitamento. Neste trabalho, a glicerina foi utilizada em uma fermentação. Os processos fermentativos são bastante consolidados em outros setores da indústria, como de alimentos, de bebidas e de medicamentos, embora a matéria-prima usualmente empregada seja diferente da glicerina do biodiesel. A glicerina utilizada no trabalho foi proveniente da produção de biodiesel a partir do óleo de cozinha residual e foi usada para o crescimento da espécie de fungo *Aspergillus niger*. A utilização tecnológica de dois passivos ambientais, a glicerina e o óleo de cozinha residual, contribui para a diminuição dos impactos ambientais e econômicos decorrentes de sua geração e descarte.

O *A. niger* é um dos mais importantes microrganismos empregados em processos biotecnológicos. Este microrganismo é, há várias décadas, utilizado para produzir enzimas e ácido cítrico (LIGUORI et al., 2013).

O presente trabalho teve o intuito de reaproveitar dois passivos ambientais – a glicerina e o óleo de cozinha residual. A glicerina foi obtida do processo de produção de biodiesel a partir de óleo de cozinha residual e utilizada para o cultivo do fungo *A. niger*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **PRODUÇÃO DO BIODIESEL PARA OBTENÇÃO DA GLICERINA RESIDUAL**

O óleo de fritura foi adicionado lentamente e sob agitação à uma solução de hidróxido de potássio (catalisador) dissolvido em álcool etílico na proporção de 1% (m.v<sup>-1</sup>), numa relação de volume de álcool e de óleo de 2:5, até a mistura completa. O conjunto foi colocado em ultrassom (Hielscher) com amplitude de 60% por 15 minutos, para a reação. Após esse tempo, a mistura foi mantida em funil de separação por um dia para a separação das fases. A glicerina, sem nenhuma purificação (30% de glicerol), foi utilizada para o cultivo do fungo.

### **MICRORGANISMO E CONDIÇÕES DE CULTIVO**

Foi utilizado o fungo *Aspergillus niger* INCQ 40065, gentilmente cedido pela Fiocruz. O cultivo foi realizado em erlenmeyers de 500 mL contendo 100 mL de meio inoculados com esporos do fungo, a 30 °C e sem agitação. A composição e o pH dos meios de cultivo utilizados estão apresentados na Tabela 1. A concentração celular em termos de massa seca de células, o pH e a acidez por titulação com NaOH foram determinados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Figura 1 mostra a concentração celular (Figura 1a), o pH (Figura 1b) e a acidez titulável (Figura 1c) em função do tempo de cultivo. O crescimento do fungo no meio de cultivo 4, que apresentava a maior concentração de glicerina, foi bastante superior aos demais. Desta forma não se verificou a inibição do crescimento devido às impurezas constituintes da glicerina bruta do biodiesel.

No presente estudo foi possível obter mais de 20 g.L<sup>-1</sup> de biomassa, a partir da glicerina sem purificação indicando que não há inibição para o crescimento dos microrganismos, o que é desejável segundo (ALMEIDA, 2013) na geração de alguns ácidos orgânicos como oxálico e cítrico.

O perfil de pH e de acidez foi diferente para cada meio testado. Em alguns (1 e 2) a variação do pH não foi compatível com a variação da acidez, o que pode ter acontecido pela presença

e/ou consumo de nutrientes de caráter ácido ou básico pelos s. Novamente, o meio 4, que apresentava a maior concentração de glicerina, foi o que apresentou maior produção de ácido, atingindo 2,9 g.L<sup>-1</sup> em aproximadamente 200 horas.

Tabela 1: Composição dos meios de cultivo (Yokoya, F., 1992)

Composição	Meio 1	Meio 2	Meio 3	Meio 4
Glicerina (g.L <sup>-1</sup> )	10	10	10	80
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (g.L <sup>-1</sup> )	2,06	2,06	2,06	2,06
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (g.L <sup>-1</sup> )	1	1	1	1
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (g.L <sup>-1</sup> )	1	1,8	1	1,4
Fe <sup>+2</sup> (como FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O) (mg.L <sup>-1</sup> )	0	0	1,3	0,4
Zn <sup>+2</sup> (como ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O) (mg.L <sup>-1</sup> )	0	0	0,25	0,2
Cu <sup>+2</sup> (como CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O) (mg.L <sup>-1</sup> )	0	0	0,05	0,2
Mn <sup>+2</sup> (como MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O) (μg.L <sup>-1</sup> )	5	135	135	70
pH	5	2	2	3,5

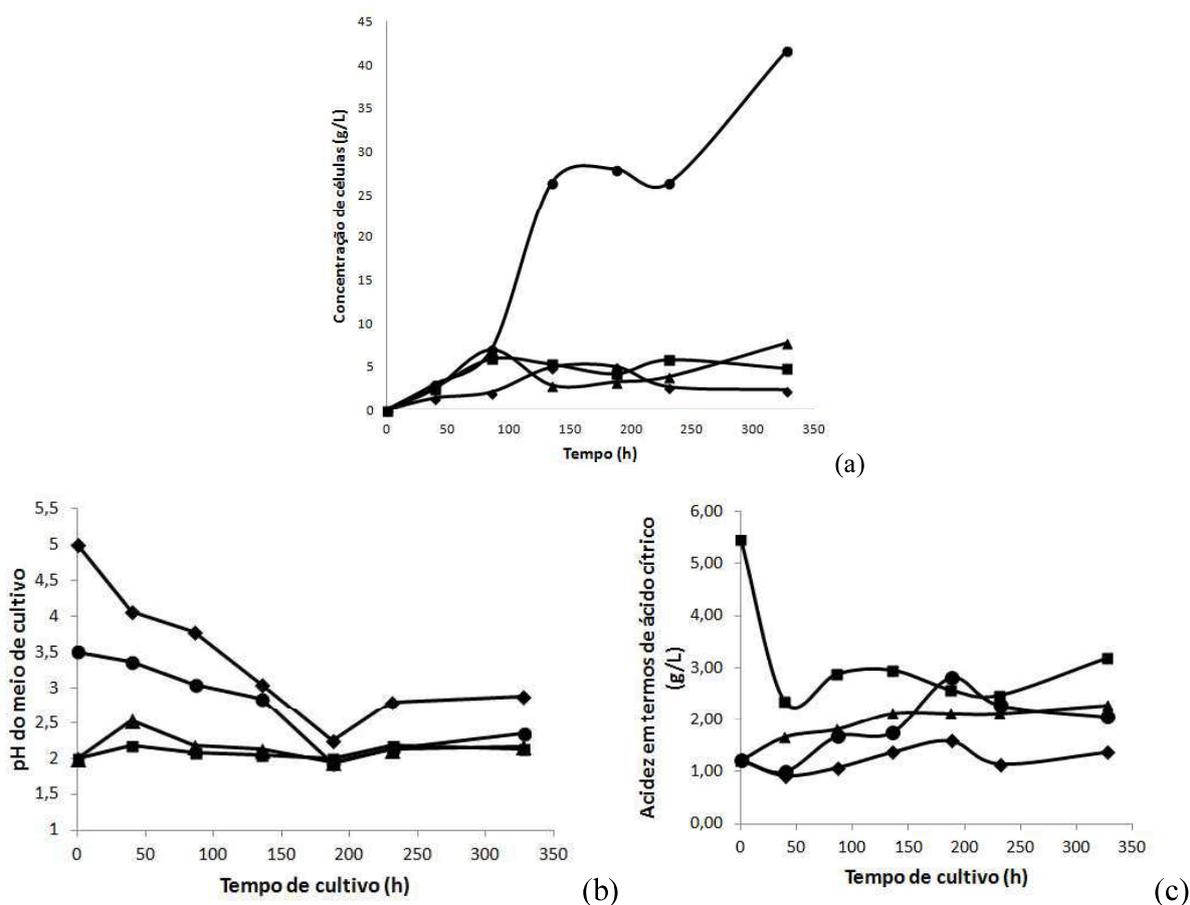


Figura 1. Variação da concentração celular (a), do pH (b) e da acidez (c) em função do tempo. Legenda: Meios de cultivo ♦ 1, ■ 2, ▲ 3 e ● 4.

O aumento da acidez foi acompanhado pelo decréscimo do pH na titulação indicando a formação de ácido.

As poucas pesquisas utilizando glicerina de biodiesel em cultivos de *A. niger* mostram seu grande potencial para obtenção de substâncias de interesse. A formação de ácido oxálico foi relatada (ANDRÉ *et al.*, 2010). A glicerina de biodiesel também já foi utilizada como complemento para o meio sólido na produção de ácido cítrico (SCHNEIDER *et al.*, 2014) e para a obtenção de lipídeos microbianos. André *et al.* (2010), estudando a produção de lipídeos, obtiveram crescimento de *A. niger* entre 6 e 8 g.L<sup>-1</sup> a partir de até 60 g.L<sup>-1</sup> de glicerina purificada (70 % em glicerol (m.m<sup>-1</sup>)). No presente estudo foi utilizado maior quantidade de glicerina no meio de cultivo o que é o desejável pois é um rejeito, embora tenha sido produzido menos ácido não foi necessário processos de purificação da glicerina. Há um grande potencial para a obtenção de lipídeos, considerando que eles são proporcionais à biomassa no início da fase estacionária de crescimento (ANDRÉ *et al.*, 2010). Com relação as demais substâncias do meio de cultivo, podemos dizer que estes sais contem fontes importantes de nutrientes que são capazes de manter o microrganismo vivo. Segundo Yokoya (1992) a deficiência de Mn<sup>+2</sup> é capaz de aumentar o acúmulo de ácido cítrico, neste estudo verificou-se que as concentrações de 5 e 135 µg/L podem ter inibido a formação de ácido cítrico enquanto que a de 70µ/L (média) no meio de cultivo 4, favoreceu a formação de ácido.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível utilizar a glicerina subproduto da produção de biodiesel de óleo de fritura, sem purificação alguma, para o cultivo de *Aspergillus niger*. O meio de cultivo com maior quantidade de glicerina forneceu maior biomassa e maior concentração de ácido. A biomassa formada pode ser usada para a obtenção de lipídeos e na geração energia em biodigestores com aeração.

## AGRADECIMENTOS

A FAPERJ pelo apoio financeiro. A FIOCRUZ por ceder o microrganismo.

## BIBLIOGRAFIA .

- ANDRÉ, A., P. DIAMANTOPOULOU, A. PHILIPPOUSSIS, D. SARRIS, M. KOMAITISA e S. PAPANIKOLAOU. 2010. Biotechnological conversions of bio-diesel derived waste glycerol into added-value compounds by higher fungi: production of biomass, single cell oil and oxalic acid. *Industrial Crops and Products*, 31: 407-416.
- ALMEIDA, J.R.M. Microrganismos para produção de químicos a partir da glicerina bruta gerada na produção de biodiesel. 2011. *Circular Técnica Embrapa*, 07:1-6.
- LEGISA, M. e M. MATTEY. 1986. Glycerol as an initiator of citric acid accumulation in *Aspergillus niger*. *Enzyme Microb. Technol.*, 8: 258-259.
- LIGUORI, R., A. AMORE e V. FARACO. 2013. Waste valorization by biotechnological conversion into added value products. *Appl Microbiol Biotechnol*, 97: 6129–6147. doi: 10.1007/s00253-013-5014-7
- MENDONÇA, F. 2003. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias. *Terra Livre*, I: 205-221.
- SCHNEIDER, M., G. F. ZIMMER, E. B. CREMONESE, R. C. S. SCHNEIDER e V. A. CORBELLINI . 2014. By-products from the biodiesel chain as a substrate to citric acid production by solid-state fermentation. *Waste Management and Research*, 32: 653-660.

YOKOYA, F. 1992. Série Fermentações Industriais, Nº1. In Fermentação Cítrica. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”, Nº 1, 1-79. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”.



## ATROPELAMENTO DE FAUNA: UM ESTUDO DE CASO NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DA TIRIRICA

Luiza Teixeira Gomes da Silva<sup>1</sup>, Sávio Freire Bruno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bióloga, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, luizatgs@hotmail.com.

<sup>2</sup> Médico Veterinário, UFF, Niterói-RJ, saviofreirebruno@hotmail.com.

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Atropelamento de animais silvestres nas rodovias brasileiras causa grande impacto para a fauna nacional, ameaçando populações de diversos animais, sendo os acidentes nas rodovias uma das maiores causas diretas de mortalidade de animais silvestres. O presente trabalho estuda a mortalidade dos vertebrados por atropelamento em um trecho de 2,5 quilômetros da RJ-102, que está inserido no Parque Estadual da Serra da Tiririca. O trecho da “Serrinha de Itaipuaçu”, que inclui a Estrada Gilberto Carvalho e a Estrada de Itaipuaçu, tem uma busca pelas carcaças, ativa a pé, pelo período de um ano. A identificação das carcaças encontradas no trecho é realizada a partir de fotos e recolhimento das mesmas, buscando relacionar dados com questões como sazonalidade e padrões de atropelamentos em trechos específicos da via, a partir do georreferenciamento. Durante nove meses de trabalho foram encontrados 56 animais atropelados, entre eles destacam-se *Didelphis aurita* e *Coendou prehensilis*. Ao final do trabalho espera-se gerar discussões que sirvam para embasar propostas junto a administração do Parque, como melhoria na sinalização da estrada e medidas mitigadoras para reduzir os atropelamentos de animais silvestres da estrada.

**Palavras-chave:** Atropelamento, ecologia, estrada, mata atlântica.

### ROAD KILLS OF WILDLIFE: A CASE STUDY IN THE STATE PARK OF SERRA DA TIRIRICA

#### Abstract

Road kills of wild animals on Brazilian highways cause great impact for the national fauna, threatening populations of several animals, road accidents being is the major direct causes of mortality of wild animals. The present work studies the mortality of vertebrates by road kill on a 2.5 km stretch of RJ-102, which is inserted in the Serra da Tiririca State Park. The "Serrinha de Itaipuaçu" stretch, which includes the Gilberto Carvalho Road

and the Itaipuaçu Road, has a search for the carcasses, active per walk, for a period of one year. The identification of the carcasses found in the section is made from photos and recollection of the same, seeking to relate data with issues such as seasonality and road kills patterns in specific stretches of the road, based on georeferencing. During nine months of work were found 56 animals run over, among them stand out *Didelphis aurita* and *Coendou prehensilis*. At the end of the work, it is hoped to generate discussions to support proposals with the Park administration, such as improvement in road signs and mitigating measures to reduce road killings of wild animals.

**Keywords:** Road kills, ecology, road, atlantic forest.

## INTRODUÇÃO

A biodiversidade vem sofrendo com a perda de habitat, ao longo do tempo por alguns fatores, dentre eles pode-se citar a fragmentação, o aumento das estruturas urbanas, a caça, as queimadas (PEREIRA, 2001) e também, ainda que pouco estudada, a presença de estradas e rodovias (FAHRIG e RYTWINSKI, 2009). O estudo da influência de estradas e rodovias em ecossistemas, denomina-se ecologia de estradas nome proposto por Forman (1998, apud Rizatti, 2012). Esse estudo busca encontrar e minimizar os efeitos negativo das estradas e sua influência no meio abiótico e biótico como o efeito de borda, fragmentação, entrada de espécies exóticas, o desmatamento para a construção da estrada, poluição e principalmente os atropelamentos (COFFIN, 2007).

Estudos atuais do Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas (CBEE) apontam que 475 milhões de animais silvestres morrem por ano em estradas brasileiras, entre eles, 90% são vertebrados de pequeno porte como sapos, pequenas aves e serpentes. 9% são animais de médio porte como gambás, lebres e macacos e 1% que equivale a 5 milhões de animais de grande porte morrendo atropelado por ano, como as onças, as antas e o lobo guará. Esses dados mostram a importância do estudo na área já que de acordo com Seiler e Heldin (2006) o atropelamento de fauna já é considerada a maior causa direta de mortalidade de animais por ação antrópica.

O presente trabalho tem como objetivos, contabilizar e identificar as espécies de animais silvestres mortas por atropelamento em um trecho da BR-102, avaliar quais as espécies mais suscetíveis aos atropelamentos, determinar um padrão de distribuição de atropelamentos, relacionando com as características do ambiente do entorno da rodovia para ao final propor medidas de mitigação para diminuir a problemática.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo está sendo feito no Parque Estadual da Serra da Tiririca (PESET), uma área de proteção integral, que está localizado na região litorânea do Rio de Janeiro, o qual inclui as cidades de Niterói e Maricá, tendo seu limite na rodovia RJ-106. Os locais de estudo, são nos trechos de subida e descida da RJ-102, que inclui a Estrada Gilberto Carvalho e a Estrada de Itaipuaçu, cuja a distância é de aproximadamente 2,5 Km. Essa estrada foi escolhida devido a sua grande quantidade de curvas sinuosas, poucas sinalizações e medidas de redução de velocidade.

A pesquisa se iniciou em fevereiro de 2017 e terminará em fevereiro de 2018. As observações são feitas semanalmente, nas primeiras horas do dia. O trecho é percorrido a pé com auxílio dos Guardas do PESET. Todas as carcaças são fotografadas para identificação, georreferenciados e separadas por espécies, serão contabilizados todos os vertebrados

encontrados. Todas as carcaças encontradas serão retiradas do local, para evitar a recontagem do animal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento foram efetuados um total de 39 campos que resultaram na coleta de 56 espécimes atropelados, esses animais foram divididos nas 4 classes de vertebrados terrestres (répteis, anfíbios, aves e mamíferos), além disso, também foram contabilizados os animais cuja a identificação não foi possível por conta do estado da carcaça.

Entre os répteis, foram encontrados 14 animais sendo 4 lagartos e 10 serpentes. Entre os anfíbios foram encontrados 14 animais, sendo todos anuros. Entre as aves foi encontrada apenas 1 animal, um urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*). Entre os mamíferos foram encontrados 19 animais, sendo 9 Gambás-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), 5 ouriços-cacheiro (*Micoureus paraguayanus*), 1 cuíca (*Micoureus paraguayanus*), 3 saguis (*Callithrix*) e um morcego. Além disso ainda foram encontradas 8 carcaças não identificadas.

O animal com maior número de atropelamentos (9) é o *Didelphis aurita*, esses animais apresentam adaptação às alterações ambientais que são causadas pela construção de rodovias, elas apresentam plasticidade de comportamento e além disso se adaptam facilmente às mudanças do ambiente, se beneficiando da proximidade com o humano no entorno das rodovias (FISHER,1997).

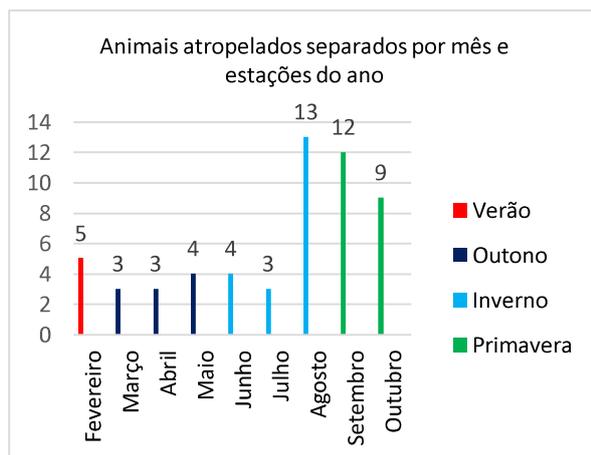


Figura 1: Carcaças separadas por meses e estações do ano que foram encontradas.

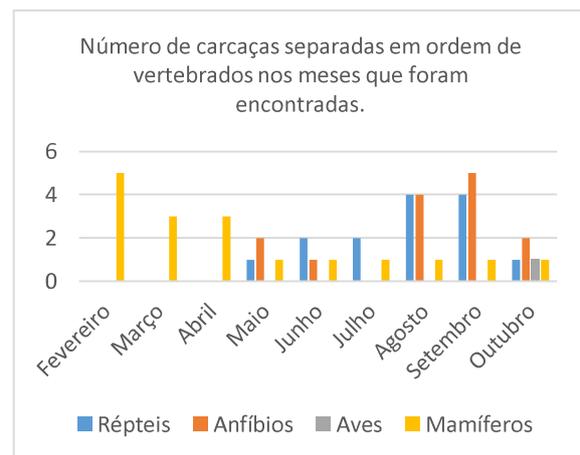


Figura 2: número de carcaças separadas por classes de vertebrados e meses, sem levar em consideração as carcaças não identificadas.

Nos répteis, a relação de atropelamento está ligada a época reprodutiva e recrutamento de filhotes, principalmente serpentes, que podem ser mais suscetíveis ao atropelamento nesse período em que estão procurando parceiros (LEMA, 2002). A atividade dos répteis tendem a ser limitada nas épocas frias, em que se reduz a atividade do animal, podendo reduzir também a taxa de atropelamento (OUTEIRAL, 2006).

Os anfíbios contabilizam mais de 2/3 de todos os animais atropelados, porém esse alto índice não implicam necessariamente em grandes impactos populacionais (BEEBEE, 2013). Foi observado no trabalho que o maior número de anfíbios foram encontrados na área iluminada da estrada, que atrai insetos alados e consequentemente os anuros em busca de alimentação, fazendo da estrada uma armadilha. (COELHO et al., 2012)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento o mês em que mais se encontrou animais atropelados foi no mês de setembro (Figura 1) entre os animais mais frequentes nesse mês se encontram os répteis e os anfíbios com 4 representantes cada um, além deles ainda foram encontrados 1 mamífero e 4 animais não identificados. O mês de setembro foi o que mais se obteve anfíbios atropelados, contabilizando 5 animais. A maior incidência de répteis foi observada no mês de agosto e setembro ambos com 4 espécimes. Os mamíferos foram encontrados em maior quantidade no mês de fevereiro, porém é possível observar que em todos os meses estudados até o momento foram encontrados mamíferos atropelados. As aves apresentaram até o momento apenas um indivíduo encontrado no mês de outubro (Figura 2).

## BIBLIOGRAFIA

- BEEBEE, T. J. C. *Effects of road mortality and mitigation measures on amphibian populations*. Conservation Biology, 27, 657-668, 2013.
- COELHO, I. P.; TEIXEIRA, F. Z.; COLOMBO, P.; COELHO, A. V. P.; KINDEL, A. *Anuran road-kills neighboring a peri-urban reserve in the Atlantic Forest, Brazil*. Journal of Environmental Management, 112, 17-26, 2012.
- COFFIN, A. W. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, Florida, v. 15, set. 2007.
- FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. *Ecology and Society*, Ontario, jan. 2009. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art21/>>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- FISHER, A.W. *Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do pantanal*, MS. Campo Grande MS, 44p. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 1997.
- OUTEIRAL, A.B. *História natural de uma comunidade de serpentes da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil*. Tese de doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- PEREIRA, G. A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Paraná, n. 3, p. 33-51, jan./jun. 2001.
- RIZATTI, L. G. *Ecologia de estradas em regiões neotropicais: revisão*. Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/120785>>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- SEILER, A.; HELDIN, J. Mortality in wildlife due to transportation. In DAVENPORT, J; DAVENPORT, J.L. *The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*. Irlanda: Universidade College Cork. 2006. p. 165-190.



## **AVALIAÇÃO DA ANTECIPAÇÃO DA CONVECÇÃO NA REGIÃO AMAZÔNICA NA CLIMATOLOGIA DO MODELO COMMUNITY ATMOSPHERE MODEL VERSÃO 3.1 (CAM3.1)**

Yuri Moreira Barbosa Pinto<sup>1</sup>, Marcio Cataldi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro ambiental, mestrando em engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, yurimoreira@id.uff.br

<sup>2</sup> Meteorologista, Doutor em Engenharia Civil – COPPE/UFRJ, Professor Adjunto no Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente – UFF, Niterói – RJ, mcataldi@id.uff.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A análise de Modelos de Circulação Geral da Atmosfera – MCGA é importante para que haja conhecimento das regiões onde há e onde não há uma representatividade correta dos fenômenos atmosféricos que ocorrem. O Community Atmosphere Model versão 3.1, é um MCGA já implementado e utilizado para previsões sazonais no Laboratório de Monitoramento e Modelagem de Sistemas Climáticos - LAMMOC com grande suporte da comunidade científica. Com auxílio de programas de visualização gráfica foi possível avaliar a climatologia de precipitação do modelo comparando com a climatologia pseudo-observada do projeto CPC - Unified Gauge-Based Analysis Of Global Daily Precipitation, tendo como resultados diferenças absolutas e relativas. A partir desses resultados foi possível verificar que o modelo antecipa a ocorrência dos processos convectivos na transição do período seco para o período úmido na região da Amazônia.

**Palavras-chave:** modelagem climática, previsão climática, CAM 3.1, modelagem numérica

### **Evaluation of the Convection Anticipation in the Amazon Region in the Climatology of the Model Community Atmosphere Model version 3.1 (CAM3.1)**

#### **Abstract**

The analysis of Models of General Circulation of the Atmosphere - MGCA is important to have knowledge of the regions where there is a correct representation of the atmospheric phenomena that occur. The Community Atmosphere Model version 3.1, is an MGCA already implemented and used for seasonal forecasts in the Laboratory of Monitoring and Modeling of Climate Systems - LAMMOC with great support of the scientific community. With the aid of graphic visualization programs, it was possible to evaluate the precipitation climatology of the model, comparing it with the pseudo-observed climatology of the CPC - Unified Gauge-Based Analysis of Global Daily Precipitation project, resulting in absolute and relative differences. From these results it was possible to verify that the model anticipates the occurrence of the convective processes in the transition from the dry period to the humid period in the Amazon region.

**Keywords:** climate modeling, climate prediction, CAM 3.1, numerical modeling

## INTRODUÇÃO

O clima é um fator determinante para o entendimento de diversos processos acontecidos na natureza. Influencia na formação de solos, rios, na salinidade dos mares e para os seres vivos, pode determinar, por exemplo, a localização de fauna e flora, a velocidade de desenvolvimento de espécies de plantas (MARRA, P. P. et al., 2005; PASTOR e POST, 1986). Para o ser humano, o entendimento do clima é importante para o planejamento de suas atividades. A previsão de eventos extremos, tais como estiagens prolongadas e chuvas intensas, é de fundamental importância para a segurança de cidades, atividades agrícolas, abastecimento hídrico e energético. Visando a solução do planejamento e a antecipação desses eventos podem ser usadas ferramentas que utilizam as teorias sobre as interações dinâmicas e termodinâmicas que ocorrem no sistema climático como os MCGA para auxiliar as tomadas de decisão (SAMPAIO e DIAS, 2014). Através da modelagem é possível a antecipação de eventos futuros com bases em dados observados presentes, que servem de entrada para o modelo, podendo antecipar o comportamento da atmosfera. Além disso, é possível a simulação dos efeitos de uma atividade antrópica como o desmatamento, impactos da construção de represas, mudança de cursos de rios e outros tipos de mudança do tipo de solo em uma região (IPCC, 2014). Apesar dos avanços na modelagem climática, ainda existem inúmeras fontes de incertezas durante o processo da simulação do sistema climático. Essas incertezas ou erros são ocasionados por fatores relacionados, por exemplo, com as simplificações necessárias para a resolução das equações discretizadas, resolução da grade, baixa representatividade do tipo e uso do solo e parametrizações em alguns locais, rede de dados observados pouco ampla para calibração e importação de dados para os modelos (KATTSOV, et al., 2005). A fim de ter o conhecimento das regiões onde o modelo consegue representar a precipitação de modo mais representativo, foram feitas análises visuais comparando a climatologia de precipitação do CAM3.1 com a climatologia de precipitação pseudo-observada de projeto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado para a região da América Latina comparando a climatologia gerada pelo modelo NCAR/CAM 3.1 em comparação com a climatologia observada de precipitação no mesmo período (1979-1999). Esse modelo foi escolhido por já existir um conhecimento prévio da sua implementação, por ser de código-aberto e pela facilidade de suporte dada pelo grupo de desenvolvedores do NCAR, além de já ter sido utilizado em diversos estudos para o Brasil como Cataldi et al. 2013 e Pinto et al. 2015.

Os primeiros modelos dessa linhagem foram inicialmente chamados de Community Climate Model (CCM), baseados no modelo espectral Australiano e também numa versão adiabática do modelo espectral do ECMWF (Centro Europeu de Meteorologia). Os MCGA normalmente têm baixa resolução espacial, devido ao custo computacional envolvido para a resolução do grande número de equações em cada ponto de grade. Entretanto, mesmo com limitações na representação dos processos de menor escala, o modelo consegue simular bem os fluxos e o escoamento atmosférico em grande escala. (Dias, T. L., 2014).

Para realização do estudos de comparação fez-se necessário a aquisição de dados binários diário da base de dados de precipitação baseado em estações do CPC, o *CPC -Unified Gauge-Based Analysis Of Global Daily Precipitation* (CPC\_U) descrito por Chen, et al. 2008, juntá-los e gerar uma média mensal para o período de 1979-1999 a fim de comparar com a climatologia do modelo CAM 3.1 no mesmo período com auxílio do software NCL.

Através de scripts foram realizadas a interpolação da grade de 1,4deg do CAM 3.1 para a grade de 0,5deg com auxílio do método “*path recovery*” (GU, 2004) do módulo “*ESMF\_regrid*” do NCL, a comparação de dados e a geração de imagens da climatologia mensal de precipitação do CPC\_U, do modelo CAM 3.1, da diferença absoluta entre o modelo e a base de dados de precipitação e a diferença relativa entre eles. Dessa forma foi possível avaliar visualmente os resultados nas regiões brasileiras, ou seja, a distribuição espacial e temporal das diferenças e sua representatividade em relação a precipitação total média observada em cada mês.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi feita a comparação visual entre as climatologias de precipitação do modelo e a climatologia de precipitação pseudo-observada do projeto CPC\_U, com o propósito de observar as áreas onde existem maiores valores absolutos e/ou relativos de diferença entre estas climatologias de precipitação. Um exemplo desses resultados pode ser observado na Figura 1.

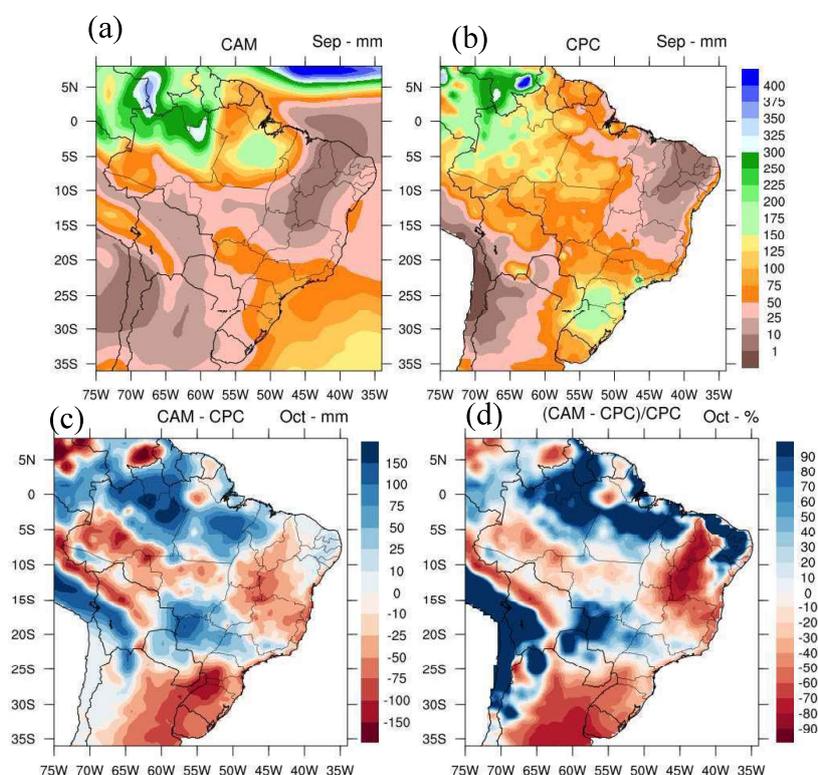


Figura 1. Exemplo de figuras geradas para inspeção inicial sobre da climatologia modelada para o mês de setembro. (a) Climatologia de precipitação do modelo CAM3.1, (b) climatologia de precipitação pseudo-observada do projeto CPC\_U, (c) anomalia absoluta de precipitação e (d) anomalia relativa de precipitação para o mês de setembro.

A partir da inspeção visual destes resultados, foi possível notar uma diferença significativa nos valores de de precipitação, principalmente na região Amazônica e na região Central do Brasil. Este padrão se repetiu durante todo o período de transição entre o período seco e o período úmido, ou seja, os meses de agosto a outubro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos até o momento permitem notar que o modelo antecipa o padrão de convecção na região amazônica durante os meses de agosto a outubro (final do inverno e início da primavera). Este padrão pode estar associado tanto com as representações da

superfície utilizadas no CLM 2.0 (modelo de superfície acoplado ao CAM 3.1), quanto aos processos paramétricos de convecção presentes no CAM 3.1. Estas hipóteses serão investigadas, sendo realizados testes alterando a configuração destas duas estruturas do modelo, afim de se buscar uma solução, via código computacional do modelo, para este problema e, com isso, melhorar a capacidade de previsão do modelo.

## **BIBLIOGRAFIA**

- CATALDI, M.; SÁ, R. V.; Mafra, S. 2013, Preliminary Results of The Application of NCAR/CAM 3.0 In The Brazilian Power System Operation Planning. In: V Simpósio Internacional de Climatologia, 2013, Florianópolis.
- DIAS, T. L.. Estudo da Influência do degelo do Ártico no clima global. Mestrado em Engenharia Civil – Rio de Janeiro: COPPE/ UFRJ, 2014
- CHEN, M. et al. Assessing objective techniques for gauge-based analyses of global daily precipitation. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, v. 113, n. 4, 2008.
- GU, H.; ZONG, Z.; HUNG, K. C. A modified superconvergent patch recovery method and its application to large deformation problems. *Finite Elements in Analysis and Design*, v. 40, n. 5–6, p. 665–687, 2004.
- IPCC. Climate Change 2014 Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014.
- KATTSOV, V. M. et al. Future climate change: modeling and scenarios for the Arctic. The Arctic Climate Impact Assessment. Scientific Report. Cambridge University Press. 2005.
- MARRA, P. P. et al. The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. *Oecologia*, v. 142, n. 2, p. 307–315, 2005.
- PASTOR, J.; POST, W. M. Influence of climate, soil moisture, and succession on forest carbon and nitrogen cycles. *Biogeochemistry*, v. 2, n. 1, p. 3–27, 1986.
- PEIXOTO, J.P., E A.H. OORT. *Physics of Climate*. American Institute of Physics, New York. 500 pp, 1991.
- PINTO, Y. M. B., GRACILIANO, R. P., GRAÇA, F. F, NIELSEN, D. M., VASCONCELOS G. S., SANCHO, L. M. B., RANGEL, R. H. O., SÁ, R. V. E CATALDI, M. 2015. Operational implementation of model cam 3.1 for seasonal climate forecasts at UFF and UFRJ. VI Simpósio Internacional de Climatologia.



## **AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO ESPACIAL A PARTIR DE DADOS LIDAR APLICADOS À ALTURA DE ÁRVORES**

Letícia da Cunha Mose Ferreira<sup>1</sup>, Cristiane Nunes Francisco<sup>2</sup>, Claudio Belmonte de Athayde Bohrer<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geógrafa, mestrando em Engenharia de Biossistemas - UFF, Niterói-RJ, [leticiaacmf@id.uff.br](mailto:leticiaacmf@id.uff.br)

<sup>2</sup> Doutora em Geociências, UFF, Niterói, Rio de Janeiro, [cristianenf@id.uff.br](mailto:cristianenf@id.uff.br)

<sup>3</sup> Doutor em Geografia, UFF, Niterói, Rio de Janeiro, [cbohrer@id.uff.br](mailto:cbohrer@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O sistema LIDAR é uma tecnologia que permite a obtenção de informações tridimensionais acerca da superfície terrestre com alta precisão. Atualmente, a aquisição de dados através da tecnologia LIDAR (Light Detection and Ranging) tem ganhado grande destaque na área florestal aplicado na estimativa de variáveis dendrométricas. Através da tecnologia de varredura a laser, é possível obter modelos digitais de altura do terreno e da cobertura florestal e, assim, possibilitar a estimativa da altura da cobertura vegetal. O presente trabalho tem como objetivo avaliar os modelos digitais de altura das árvores, gerados pela subtração dos modelos de superfície e terreno obtidos por métodos diferentes métodos de interpolação, através da validação por cálculos de erros entre os valores estimados e as medidas da altura de árvores feitas em campo com equipamento de hipsômetro a laser. Foram aplicados os métodos de interpolação Inverso da Distância Ponderada com ponderação simples e ao quadrado e Vizinho Natural na geração dos modelos digitais. Apesar das número reduzido de amostras de campo, os resultados preliminares demonstraram que, de acordo com as medidas de erros, o Inverso da Distância Ponderada com ponderação simples obteve melhor desempenho. Há necessidade, assim, da continuidade dos estudos com ênfase levantamento de número significado de amostras para validação dos resultados.

**Palavras-chave:** laser scanner aerotransportado; modelos digitais; geoprocessamento

## **EVALUATION OF SPACIAL INTERPOLATION METHODS FROM LIDAR DATA APPLIED TO TREE HEIGHT**

### **Abstract**

The LIDAR system is a technology that allows obtaining three-dimensional information about the earth's surface with high precision. Currently, the acquisition of data through LIDAR (Light Detection and Ranging) technology has gained great prominence in the forest area applied in the estimation of dendrometric variables. Through laser scanning technology, it is possible to obtain digital models of terrain height and forest cover and, thus, make it possible to estimate the height of the vegetation cover. The present work has the objective of evaluating the digital models of tree height, generated by the subtraction of the surface and ground models obtained by different methods of interpolation, through the validation by calculation of errors between the estimated values and the measures of the height of trees made in the field by laser scanner terrestrial equipment.

Inverse Weighted Distance with simple and squared weighting and Natural Neighbor interpolation methods were applied in the generation of digital models. Despite the reduced number of field samples, the preliminary results showed that, according to the error measures, the Inverse Weighted Distance with simple weighting obtained better performance. There is thus a need for continuity of studies with emphasis on the significance of the number of samples for validation of the results.

**Keywords:** airborne laser scanning; digital models; geoprocessing

## INTRODUÇÃO

O sistema LIDAR é uma tecnologia que permite a obtenção de informações tridimensionais acerca da superfície terrestre com alta precisão e tem demonstrando uma excelente capacidade para aquisição de grande quantidade de informações em curto intervalo de tempo (POPESCU, 2002). De acordo com Centeno e Mitishita (2007), a varredura a laser aerotransportada é constituída por equipamentos e métodos desenvolvidos visando a determinação de coordenadas de pontos na superfície a partir de uma aeronave. Além disso, permite coletar dados precisos e com maior velocidade, pois une na mesma plataforma aerotransportada o Sistema de Navegação Global por Satélites, que fornece a posição da aeronave, e o Sistema de Navegação Inercial que determina os ângulos de atitude da aeronave, possibilitando assim o cálculo da distância entre o sensor e o alvo situado no terreno (BALTSAVIAS, 1999).

O advento da tecnologia de levantamentos de dados a partir de perfilamento a laser permitiu que se tornasse uma fonte de aquisição de amostras de dados para a construção de modelos digitais que representem a altimetria terrestre, bem como a altura do recobrimento vegetal (CENTENO, 2007). Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os modelos digitais de altura de árvores, gerados através do uso de três interpoladores diferentes. A validação dos modelos digitais gerados consistiu no cálculo de erros entre as superfícies interpoladas e amostras das alturas de árvores na obtidas em campo a partir de o equipamento de hipsômetro a laser.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, com cerca de 6 km<sup>2</sup>, está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, localizada na Macrobacia da Região Oceânica da cidade de Niterói – RJ, (Figura 1). Os dados de LIDAR aerotransportado foram obtidos através de perfilamento a laser realizado em 2014 para o município de Niterói. A partir desses dados, foram gerados modelos digitais de elevação referentes às altitudes do terreno (MDT) e da superfície (MDS).

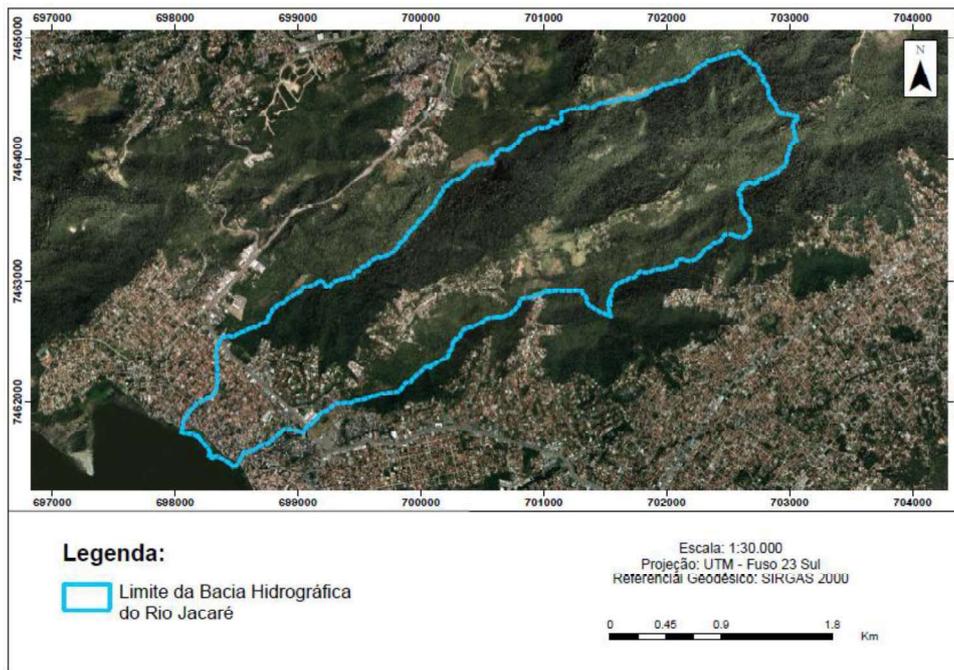


Figura 1. Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, Niterói – RJ.

Os algoritmos de interpolação utilizados para a geração dos modelos digitais foram o Inverso da Distância Ponderada - IDP (Inverse Distance Weighted - IDW), com ponderação simples (valor 1) e ao quadrado (valor 2), e o Vizinho Natural (CHILDS, 2007). Após a geração dos MDT e MDS, foram gerados os Modelos Digitais de Altura das Árvores (MDAA) através da diferença entre os modelos.

As medidas das alturas das árvores em campo foram realizadas no alto curso da bacia do rio Jacaré com o equipamento de hipsômetro a laser TruPulse™ 200/200B.

A validação MDAA gerados pelos três interpoladores foi realizada a partir do cálculo do Erro Médio (EM), Erro Médio Absoluto (EMA), Erro Quadrático Médio (EQM) e Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise das medidas de erro, verifica-se que o interpolador IDP com ponderação simples obteve os melhores resultados entre os MDAA gerados pelos três interpoladores (Tabela 1). O EM indica que houve superestimação de 0,32 metro do valor calculado, enquanto, no IDP com ponderação ao quadrado, o erro médio foi de 1,38 metros e, no Vizinho Natural, houve subestimação de 0,50 metro. O EMA indica que os três métodos de interpolação ficaram com erros acima de 1 metro. Em geral, os erros demonstraram que o IDP com ponderação ao quadrado apresentou o pior desempenho, principalmente, o EQM. A diferença entre os valores estimados e observados foi próxima a 0 metro em duas amostras do interpolador IDP com ponderação simples, enquanto que os outros dois interpoladores apresentaram erros próximos ou superiores a 1 metro em todas as amostras. A média das alturas das árvores no MDAA gerada pelo IDP com ponderação simples também se apresentou mais aproximada à média dos valores observados em campo (Tabela 2). O desvio-padrão também apresentou o mesmo comportamento, ou seja, para o valor observado esta medida foi de 2,74 metros, mais próxima ao valor estimado pelo IDP com ponderação simples, 3,10 metros, do que aos valores estimados pelos outros dois interpoladores.

Tabela 1. Erro entre os valores de altura das árvores estimados e observados.

Amostra	Diferença (em metros)		
	IDP (simples)	IDP (ao quadrado)	Vizinho Natural
Árvore 1	-1,20	2,50	-2,10
Árvore 2	2,60	3,10	0,70
Árvore 3	-0,20	-1,30	-1,80
Árvore 4	0,08	1,20	1,08
<b>EM</b>	<b>0,32</b>	<b>1,38</b>	<b>-0,53</b>
<b>EMA</b>	<b>1,02</b>	<b>2,03</b>	<b>1,42</b>
<b>EQM</b>	<b>2,06</b>	<b>4,75</b>	<b>2,33</b>
<b>REQM</b>	<b>1,44</b>	<b>2,18</b>	<b>1,53</b>

Tabela 2. Altura das árvores estimada pelos interpoladores e observadas em campo.

Amostra	Altura da árvore (m)			
	Observado	IDP (simples)	IDP (ao quadrado)	Vizinho Natural
Árvore 1	17	15,80	19,50	14,90
Árvore 2	16,70	19,30	19,80	17,40
Árvore 3	18	17,80	16,70	16,20
Árvore 4	11	11,08	12,20	12,08
<b>Média</b>	<b>15,68</b>	<b>15,99</b>	<b>17,05</b>	<b>15,15</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>2,74</b>	<b>3,10</b>	<b>3,05</b>	<b>1,98</b>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho avaliou três MDAA, obtidos através de dados LIDAR aerotransportados e interpolados por três diferentes métodos de interpolação. De acordo com as medidas de erro, observou-se que o IDP com ponderação simples apresentou melhor desempenho entre os interpoladores testados – IDP com ponderação quadrada e o Vizinho Natural. Também foi este interpolador que apresentou valor de média da altura das árvores mais próxima à média estimada em campo.

Levando em consideração o tamanho da área de estudo e a heterogeneidade da vegetação presente, a continuidade deste estudo passa pelo levantamento de um número significativo de pontos de amostras em campo, sendo estes estatisticamente relevantes, e para que os cálculos de erros entre os valores estimados e observados resultem em uma validação mais precisa.

## BIBLIOGRAFIA

- Baltsavias, E.P. 1999. Airborne laser scanning: basic relations and formulas. In *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 54: 199–214.
- Centeno, J. A. S., Mitishita, E. A. 2007. Laser scanner aerotransportado no estudo de áreas urbanas: A experiência da UFPR. In *XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 04, v. 1, p. 3645-3652. São Jose dos Campos.
- Centeno, J. A. S., Mitishita, E. A. 2007. Laser Scanner Aerotransportado no Estudo de Áreas Urbanas In: *Geoinformação em Urbanismo: Cidade real X Cidade virtual*. Ed. Oficina de Textos, p. 351-368. São Paulo.

Childs, C. Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst. 2004. *ESRI Education Services*. July-September: 32-35.

Popescu, S. C. 2002. Estimating plot-level forest biophysical parameters using smallfootprint airborne lidar measurements. 115p. Ph.D. Blacksburgh, Virginia.



## **BIODIGESTÃO DE ESTERCO SUÍNO EM DIFERENTES TEMPERATURAS DE OPERAÇÃO PARA A UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS DENTRO DO CONCEITO DE COGERAÇÃO**

Bruno Pereira Domingues<sup>1</sup>, Ozeias Batista dos Santos<sup>2</sup>, Sorele Batista Fiaux<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Mecânico, mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ, [brunopd@id.uff.br](mailto:brunopd@id.uff.br)

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Química, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, [ozeiassantos@id.uff.br](mailto:ozeiassantos@id.uff.br)

<sup>3</sup> Doutora em Processos Químicos e Bioquímicos, UFF, Niterói, RJ, [sorele\\_fiaus@id.uff.br](mailto:sorele_fiaus@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Nas últimas décadas a suinocultura brasileira vem sofrendo grandes transformações com a globalização e a evolução da legislação ambiental. Surge, com isso, a necessidade de adequação do tratamento dos resíduos gerados. Esse tratamento pode ser feito em biodigestores utilizando o biogás formado para a geração de energia elétrica. A energia térmica dissipada pelo gerador elétrico pode, por sua vez, ser utilizada para manter uma temperatura ideal no biodigestor. O objetivo deste trabalho foi estudar a produção de biogás a partir de esterco suíno em três diferentes temperaturas. As faixas usadas foram: temperatura ambiente (sem controle), 33 a 35°C (mesofílica) e 48 a 50°C (termofílica). A condição termofílica apresentou os melhores resultados.

**Palavras-chave:** digestão anaeróbica, eficiência energética, termofílica

## **SWINE MANURE ANAEROBIC DIGESTION IN DIFFERENT OPERATIONAL TEMPERATURES FOR THE USE OF BIOGAS USING THE CONCEPT OF COGENERATION**

### **Abstract**

In the last decades, the Brazilian swine breeding has undergone great transformations with the globalization and the evolution of the environmental legislation. There is therefore a need to adequately address the waste generated. This treatment can be carried out in biodigesters using the biogas formed for the generation of electric energy. The thermal energy dissipated by the electric generator can be used to maintain an ideal temperature in the biodigester. The aim of this work was to study the biogas production from swine manure at three different temperatures. The ranges used were: room temperature (uncontrolled), 33 to 35°C (mesophilic) and 48 to 50°C (thermophilic). The thermophilic condition presented the best results.

**Keywords:** anaerobic digestion, energy efficiency, thermophilic

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a suinocultura brasileira vem sofrendo grandes transformações seja pelas exigências de um mercado global competitivo e especializado, seja pela evolução das legislações ambientais. Surge um dos maiores problemas para a suinocultura, a adequação ambiental do tratamento e destino dos resíduos, sem comprometer a sustentabilidade econômica da produção. Esse cenário tem gerado a busca de soluções tecnológicas à disposição dos dejetos suínos, compatíveis com as condições econômicas dos produtores, que atendam as exigências legais e que sejam de fácil operacionalização (DIESEL et al., 2002).

Os sistemas biológicos anaeróbios são caracterizados por apresentarem reduzida produção de lodo, consumo de energia e custos de implantação e simplificada operação. Há ainda a possibilidade de geração de renda com os gases da biodigestão e com a venda de créditos de carbono, proporcionando viabilidade à produção suinícola (KONZEN, 2007).

O processo de biodigestão anaeróbia consiste em degradar substâncias orgânicas complexas produzindo metano, dióxido de carbono e outros gases em menor quantidade ( $H_2S$  e  $H_2$ ). Segundo Chernicharo (2007), pode-se distinguir quatro etapas sequenciais no processo global da biodigestão: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Normalmente a etapa limitante é a fase metanogênica, onde os micro-organismos são mais sensíveis a variações de pH, temperatura, acúmulo de ácidos orgânicos.

Dentre os fatores físicos, a temperatura é um dos mais importantes, influenciando diretamente a velocidade do metabolismo microbiano. O crescimento microbiano pode ser dividido em três faixas de temperatura: psicrófila (0 a 20°C), mesófila (20 a 45°C) e termófila (45 a 60°C). Temperaturas mais elevadas normalmente resultam em processos mais eficientes, mas, mais importante que temperaturas elevadas é a manutenção de uma temperatura uniforme dentro do reator, visto que, mudanças bruscas de temperatura, com curta duração, podem provocar perdas na eficiência de remoção de Demanda Química de Oxigênio - DQO (CHERNICHARO, 2007).

A cogeração visa o uso da energia que não foi aproveitada no processo primário na geração de uma segunda forma de energia, aumentando a eficiência da conversão do combustível. Em virtude das características construtivas que atribuem ao motor do ciclo Diesel maior eficiência térmica e confiabilidade, se prioriza a utilização destes como geradores de energia elétrica.

O rendimento real dos motores Diesel, está entre 30% a 38%. As perdas energéticas em um motor de combustão ocorrem principalmente pelos gases de exaustão e do calor rejeitado pelo fluido de arrefecimento (BASSI, 2012) e os gases do escapamento saem com temperatura em torno de 400 °C. Na cogeração, os gases de exaustão podem ser utilizados diretamente em processos térmicos, assim, com a adoção dos conceitos de cogeração é possível recuperar cerca 58% da energia, no caso da suinocultura, do biogás. Essa energia térmica poderia ser usada para manter a temperatura adequada dentro biodigestores, o que dependeria da quantidade e qualidade do biogás formado.

O objetivo deste trabalho foi estudar a produção de biogás a partir de esterco suíno em três condições diferentes de temperatura.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a construção dos biodigestores foram usadas garrafas PET de três litros acondicionadas em câmaras climatizadas para a manutenção da temperatura nas faixas de 48 a 50 °C (termófila) e 33 a 35 °C (mesófila) e uma câmara permaneceu à temperatura ambiente (sem controle). Cada câmara de climatização foi constituída de uma caixa de isopor de 37 L,

com espessura final de sete centímetros para impedir a perda de calor e permitir a mensuração da energia utilizada no processo. Um sistema de aquecimento e circulação de água foi instalado em cada câmara de climatização com controle por um termômetro COELTLZ11.

A análise e controle da temperatura foi feita automaticamente com auxílio de um sistema em Arduino. Esse monitoramento permitiu a mensuração da quantidade de ciclos de aquecimento, proporcionando dados para o cálculo energético necessário para realização do processo e para a sua confirmação foi usado um contador de pulsos eletromecânico.

Os biodigestores em triplicata, foram denominados segundo a temperatura como HT (termofílico) 1, 2 e 3, MT (mesofílico) 1, 2 e 3 e LT (sem controle de temperatura) 1, 2 e 3. Cada biodigestor possuía três saídas: uma para a retirada dos gases para análise, uma para medição do volume de gás e outra a retirada do substrato líquido para análise de parâmetros físico-químicos. Os biodigestores foram operados em regime de batelada.



*Figura. 1: Biodigestores e respectivos gasômetros (Foto do autor).*

O gás produzido foi recolhido em gasômetros (galões em polietileno translúcido com capacidade de 20 litros) cheios de água, sendo o volume de gás medido pela quantidade de água deslocada pelo gás que entrava no gasômetro. O esterco foi coletado na Fazenda Escola de Veterinária da Universidade Federal Fluminense, localizada em Cachoeira de Macacu-RJ. Cada biodigestor foi carregado com 1,3 litros de esterco e 1,3 litros de água deionizada. Durante três meses foram analisadas a composição e o volume produzido de CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>S, através de métodos químicos colorimétricos utilizando o kit de análise de campo da empresa ALFAKIT. As amostras de gases foram colhidas 2 vezes por semana.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A figura 1 mostra a cinética da produção de metano em cada réplica do experimento. Observa-se uma variabilidade na produção, comum nos bioprocessos. É patente a maior taxa inicial da produção de metano nos biodigestores termofílicos em comparação com os demais. Os biodigestores de temperatura ambiente (sem controle) tiveram a produção retardada, passando a produzir somente após o término do período de temperaturas mais baixas (inverno) e entrada do período mais quente (verão).

O volume de biogás acumulado foi de 5,96, 3,74 e 1,62 L (média da triplicata), respectivamente, para a condição termofílica, mesofílica e sem controle de temperatura. O gás formado apresentou, respectivamente em cada condição, a composição em metano de

51,37%, 37,06% e 47,30%. O teor de metano obtido na melhor condição é compatível com a literatura que mostra uma variação entre 50 e 65% (SELVARAJ *et al.*, 2017). A produção na melhor condição (termofílica) foi em média de 2,45 L<sub>CH4</sub>/kg de esterco e 4,77 L<sub>biogás</sub>/kg de esterco (4,58 L<sub>biogás</sub>/L de esterco). Considerando que a produção de biogás é muito variável, sendo encontrados valores de 0,5 L<sub>biogás</sub>/L<sub>esterco</sub> em batelada (KONZEN, 1983) e 89 L<sub>biogás</sub>/kg<sub>esterco</sub> em contínuo (SOUZA e CAMPOS, 2007), a produção neste trabalho pode ser considerada boa.

Os dados mostram a influência da temperatura e sua importância para o tempo de processo. O uso de biodigestores termofílicos proporcionou uma taxa de produção maior sem prejudicar a qualidade do biogás em termos de metano, representando potencial diminuição do tempo de processo e gasto com energia para a mesma qualidade de biogás. O experimento mostrou superioridade do tratamento termofílico sobre os demais.

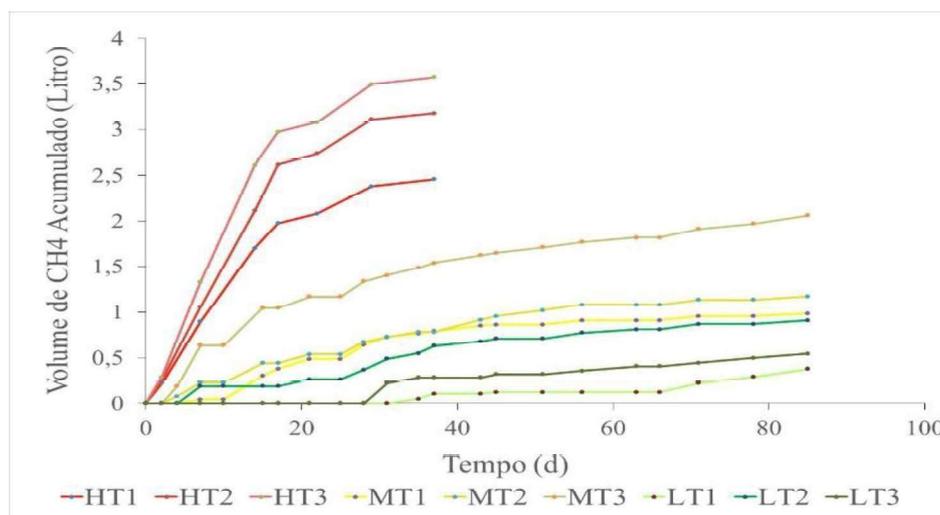


Figura 2. Gráfico de Produção de Metano Acumulado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A operação do biodigestor em condições termofílicas proporcionou maior produção de metano do que a operação em condição mesofílica ou sem controle de temperatura. A boa qualidade do biogás formado no sistema termofílico permite seu aproveitamento para geração de energia em motores diesel.

## BIBLIOGRAFIA

- BASSI, A. F. 2012. Análise da Perda Energética no Cilindro em Motor Diesel Através da Termografia. Mestrado. Teses. Universidade Federal de São João Del Rei, MG.
- CHERNICHARO, C.A. de L. 2007. *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Reatores Anaeróbios*. 2.ed. Belo Horizonte: UFMG
- DIESEL, R.; MIRANDA, C.R.; PERDOMO, C.C. 2002. *Coletânea de Tecnologias sobre Dejetos Suínos*. Concórdia: EMBRAPA-CNPASA.
- KONZEN, E. A. 1983. Manejo e Utilização dos Dejetos de Suínos. Concórdia: EMBRAPA-CNPASA. (Circular Técnica, 6).
- KONZEN, E. A. 2007. Aproveitamento Energético de Biogás: A experiência da Suinocultura no Tratamento de Efluentes. In *24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. 2-7 Setembro, Minas Gerais.

- SELVARAJA, R., NASIRA, K.T.A., VASAA, N. J., NAGENDRABA S.M.S. 2017. Monitoring of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> composition in a biogas matrix from different biomass structures. *Sensors and Actuators B*. 249: 378–385
- SOUZA, C. de F., and CAMPOS, J. A. 2007. Avaliação do Tempo de Retenção Hidráulica, Agitação e Temperatura em Biodigestores Operando com Dejetos de Suínos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2: 1743-1745.



## CARBONO DO SOLO SOB DIFERENTES USOS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Marcella Leal Santos<sup>1</sup>, Stoécio Maia<sup>2</sup>, Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues<sup>3</sup>, Ademir Fontana<sup>3</sup>, Guilherme Donagemma<sup>3</sup>, Fabiano Balieiro<sup>3</sup>, Thamires de Sá Valle<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói – RJ, [marcellaleal@id.uff.br](mailto:marcellaleal@id.uff.br)

<sup>2</sup> Professor, Instituto Federal de Alagoas, Maceió, AL

<sup>3</sup> Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A conversão de vegetação nativa em áreas agrícolas promove o declínio do conteúdo da matéria orgânica do solos (MOS) e, visto sua relação estreita com as propriedades do solo, interfere negativamente nas dinâmicas e qualidade do solo. Em razão das singularidades bioclimáticas do semiárido nordestino e dada à contínua ocupação e degradação do bioma Caatinga pela pecuária extensiva e agricultura itinerante, busca-se com esta pesquisa avaliar a influência do tempo de conversão da vegetação nativa em agrossistemas sobre o teor de carbono (C) do solo nos estados de Alagoas e Paraíba. Foram coletadas amostras em 18 áreas com diferentes tempos de mudança de uso de terra (vegetação nativa em sistemas agropastoris), nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm e analisou-se os teores de C e N total. Na camada de 0-10 cm, a pastagem convertida há 4 anos (P4) apresentou o maior teor de C (25,82 g Kg<sup>-1</sup>), enquanto para as camadas 10-20 e 20-30 cm, o maior teor C foi dado pela agricultura com 2 anos de conversão (A2), 21,53 e 12,46 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. A área agrícola convertida há 20 anos (A20) correspondeu ao menor teor de C em todas as camadas, com 6,60, 4,99 e 4,47 g kg<sup>-1</sup> nas camadas 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente.

**Palavras-chave:** Caatinga, matéria orgânica e mudança da vegetação.

## SOIL CARBON UNDER DIFFERENT LAND USES IN SEMIARID NORTHEASTERN BRAZIL

### Abstract

The conversion from native vegetation to agricultural areas promotes a decline of soil organic matter (SOM) content and, due to its close relationship with soil properties, it also causes negative effects in soil dynamics and quality. Considering the bioclimatic singularities of the northeastern semi-arid region and given the continuous occupation and degradation of the Caatinga biome by extensive livestock and itinerant agriculture, this research aims to evaluate the conversion time from native vegetation to agrosystems effects on soil carbon (C) content in the states of Alagoas and Paraíba. Samples were collected in 18 areas with distinct time since conversion from native vegetation, at depths of 0-10, 10-20 and 20-30 cm. The C and N levels were analyzed in each layer. In the layer 0-10 cm, the pasture converted 4 years ago (P4) presented the highest C content (25,82 g Kg<sup>-1</sup>), while in the layers 10-20 and 20-30 cm the highest C content was given by agriculture with 2 years since conversion (A2), 21,53 and 12,46 g kg<sup>-1</sup>, respectively. The agricultural area converted 20 years ago (A20) corresponded to

the lowest C content in all layers with 6,60, 4,99 and 4,47 g kg<sup>-1</sup> in the 0-10, 10-20 and 20-30 cm layers, respectively.

**Keywords:** Caatinga, organic matter, vegetation cover change.

## INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo (MOS) proporciona grandes benefícios às propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, que por sua vez influencia a capacidade produtiva dos solos (WHITBREAD, 1995). Estudos mostram que a MOS contribui diretamente na capacidade de troca catiônica, na retenção de água e nutrientes, para a estabilidade estrutural e para a atividade microbológica do solo (BALDOCK e SKJEMSTAD, 2000; SILVA *et al.*, 2004), assumindo assim papel fundamental na sustentabilidade dos agroecossistemas (DENEFF *et al.*, 2007).

A conversão da vegetação nativa em sistemas agrícolas convencionais tem acarretado em um significativo declínio do conteúdo da MOS (WHITBREAD, 1995; LAL *et al.*, 2004) e na deterioração da estrutura do solo (RESCK *et al.*, 2008). Segundo o relatório divulgado em 2017, pelo Ministério do Meio Ambiente, o desmatamento da Caatinga já atinge cerca de 46% da sua área total. A pecuária extensiva e a exploração agrícola com práticas de agricultura itinerantes, como o corte e queima de resíduos, assumem papel central na degradação desse bioma (BRASIL, 2016).

O semiárido abrange 969.589 km<sup>2</sup> do território brasileiro (BRASIL, 2005), onde 67% desta área concentra-se na região Nordeste. Caracteriza-se por um regime pluviométrico extremamente irregular, com precipitações médias anuais inferiores à 800 mm e temperaturas médias anuais de 23 a 27° C (BRITO *et al.*, 2007); ademais, tem a maior parte da sua extensão ocupada por uma vegetação adaptada às condições de aridez, de fisionomia variada, denominada Caatinga. É o único bioma exclusivamente brasileiro e que detém a maior biodiversidade entre as regiões semiaridas do planeta, encontrando-se, porém, seriamente ameaçado (BRASIL, 2016). A associação desses fatores bioclimáticos confere características bastante peculiares ao bioma que condicionam a formação e distribuição dos solos, assim como a intensidade das atividades agrossilvipastoris e socioeconômicas da região (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Tendo em vista que há poucos estudos sobre a conversão de vegetação nativa para sistemas agrícolas e pecuários realizados no bioma Caatinga e a importância deste bioma altamente susceptível à degradação, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a influência do tempo de conversão da vegetação nativa em áreas cultivadas e de pastejo nos teores de carbono do solo nos estados da Paraíba e Alagoas.

## MATERIAL E MÉTODOS

As áreas amostradas distribuem-se nos municípios de Catolé do Rocha, Santa Luzia, Santana do Ipanema, Batalha e Traipu, sendo os dois primeiros localizados no estado da Paraíba e os demais no estado de Alagoas. As áreas selecionadas representam a realidade da agricultura predominante no semiárido: pequenos agricultores, sem assistência técnica e que praticam a agricultura itinerante.

As amostras de solo foram coletadas em áreas com diferentes tempos de conversão de vegetação nativa em áreas agrícolas, as quais as condições de uso do solo selecionadas foram: mata nativa (caatinga), denominada no estudo de MN; áreas com tempo de mudança de uso de vegetação nativa para pastagem de 4, 6, 10, 20 e 30 anos (P4, P6, P10, P20 e P30, respectivamente) e áreas com tempo de mudança de uso de vegetação nativa para sistemas

agrícolas de 2, 11, 12, 15, 19, 20, 30, 38, 40, 47, 50 e 90 anos (A2, A11, A12, A15, A19, A20, A38, A40, A47, A50 e A90, respectivamente). A amostragem dos solos foi feita nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30, em 3 triplicatas. As amostras foram secas ao ar e passadas em peneira de 2,0 mm (TFSA) e maceradas com o auxílio de grau e pistilo de ágata. Determinou-se os teores de C e N total em um analisador elementar CHN.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar, na camada de 0-10 cm, que o teor de C referente a MN, 23,73 g Kg<sup>-1</sup>, está entre os mais elevados, porém é superado pelo P4 (25,82 g Kg<sup>-1</sup>) (Figura 1). Uma possível explicação é o aporte de matéria orgânica proporcionada pelas raízes da pastagem na camada mais superficial do solo (COSTA *et al.*, 2009). Estudos, como o de Neill *et al.* (1996), mostram o aumento do teor de C na camada mais superficial após a mudança de uso da terra (vegetação nativa em pastagem). Entretanto, muitos outros fatores, que vão desde as propriedades do solo ao tipo de manejo, influenciam no acúmulo/perda da matéria orgânica do solo, tanto que, das pastagens, apenas o P4 evidenciou o aumento da MOS.

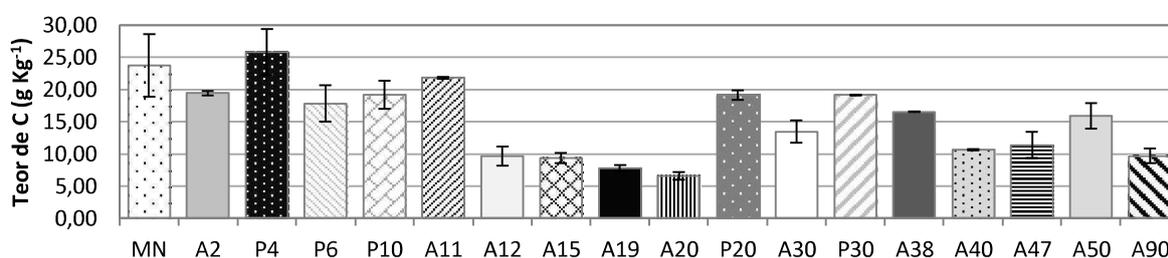


Figura 1. Teor de C na camada de 0-10 cm. Barras indicam o desvio padrão das amostras.

Na profundidade de 10-20 cm de solo, MN não obteve um teor de C muito expressivo (16,64 g Kg<sup>-1</sup>), mas ainda sim manteve-se atrás apenas de A2 (21,53 g Kg<sup>-1</sup>) e P4 (17,62 g Kg<sup>-1</sup>) (Figura 2). Os demais usos mostraram uma tendência ao declínio de C até o tempo de conversão de 20 anos e, a seguir, apresentaram uma suave recuperação do teor de C ao longo do tempo.

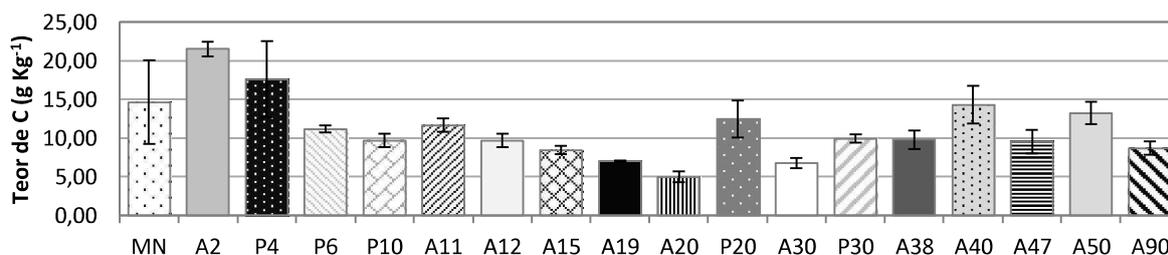


Figura 2. Teor de C na camada de 10-20 cm. Barras indicam o desvio padrão das amostras.

Com relação à camada de 20 à 30 cm, os teores de C revelaram-se com variações menos bruscas quando comparados entre si (Figura 3). O maior teor de C (12,46 g Kg<sup>-1</sup>) referiu-se ao tratamento A2 e o menor (4,47 g Kg<sup>-1</sup>) correspondeu ao A20.

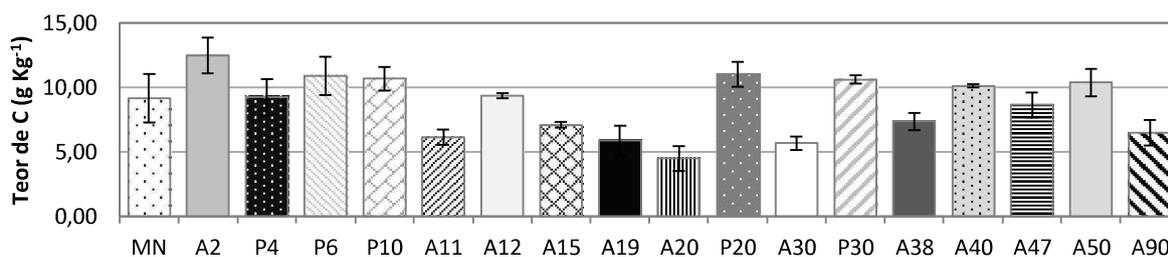


Figura 3. Teor de C na camada de 20-30 cm. Barras indicam o desvio padrão das amostras.

A relação C/N refere-se ao grau de decomposição da MOS, em que  $C/N < 10$  indica decomposição acelerada,  $10 < C/N < 20$  moderada e  $C/N > 20$  decomposição lenta. Os valores obtidos para os tratamentos em cada camada encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Relação C/N. Os valores estão seguidos de seus respectivos desvios padrão.

Prof (cm)	MN	A2	P4	P6	P10	A11	A12	A15	A19
0-10	12,67 ± 0,42	11,05 ± 0,02	12,48 ± 0,31	11,48 ± 0,05	13,83 ± 1,47	11,25 ± 0,05	10,01 ± 0,08	8,73 ± 0,65	9,90 ± 0,33
10-20	10,88 ± 0,42	11,45 ± 0,43	10,99 ± 1,22	10,36 ± 0,97	9,95 ± 0,84	9,41 ± 0,34	6,92 ± 0,89	7,33 ± 0,50	10,44 ± 1,09
20-30	9,02 ± 0,53	9,52 ± 0,49	8,32 ± 0,52	10,27 ± 2,09	8,39 ± 2,24	6,19 ± 0,54	6,89 ± 0,63	6,68 ± 0,51	8,57 ± 1,35
	A20	P20	A30	P30	A38	A40	A47	A50	A90
0-10	10,52 ± 0,40	11,29 ± 0,07	14,79 ± 0,94	11,99 ± 0,18	9,76 ± 0,50	10,03 ± 0,08	9,18 ± 0,96	12,37 ± 0,13	12,46 ± 1,06
10-20	8,95 ± 0,63	8,90 ± 0,77	11,2 ± 0,19	10,48 ± 0,85	7,56 ± 0,03	11,13 ± 0,79	9,01 ± 1,21	12,34 ± 0,17	12,64 ± 1,58
20-30	8,81 ± 1,27	7,92 ± 0,47	10,51 ± 0,39	10,17 ± 0,34	6,59 ± 0,19	10,21 ± 0,14	8,72 ± 1,19	11,00 ± 0,78	10,86 ± 1,14

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos resultados apresentados, constata-se que os teores de C tendem a decair após a mudança de uso do solo nas camadas mais superficiais do solo, exceto em alguns casos, os quais podem ter tido influências de fatores, como tipo de solo e manejo no acréscimo de C.

## AGRADECIMENTOS

À Embrapa Solos e ao Instituto Federal de Alagoas.

## BIBLIOGRAFIA

- Baldock, J. A., Skjemstad, J. O. 2000. Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack. *Organic Geochemistry* 31: 697-710.
- Brasil. Ministério da Integração Nacional. 2005. *Nova delimitação do Semiárido brasileiro*. Brasília, DF.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2016. *Monitoramento e mapeamento de áreas desmatadas no bioma Caatinga*. Brasília, DF.
- Brito, L. T. de L., Moura, M. S. B. de, Gama, G. F. B. 2007. *Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido.
- Costa, O. V., Cantarutti, R. B., Fontes, L. E. F., Costa, L. M., Nacif, P. G. S., Faria, J. C. 2009. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. *R. Bras. Ci. Solo* 33: 1137-1145.
- Denef, K., Zotarelli, L., Boddey, R. M., Six, J. 2007. Microaggregate-associated carbon as a diagnostic fraction for management-induced changes in soil organic carbon in two Oxisols, *Soil Biology and Biochemistry* 39 (5): 1165-1172.
- Lal, R. 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science* 304: 1623-1627.
- Neill, C., Fry, B., Melillo, J., Steudler, P., Moraes, F.L., Cerri, C. C. 1996. Forest-and pasture-derived carbon contributions to carbon stocks and microbial respiration of tropical pasture soils. *Oecologia* 107: 113-119.
- Oliveira, L. B. de, Fontes, M. P. F., Ribeiro, M. R., Ker, J. C. 2009. Morfologia e classificação de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. *R. Bras. Ci. Solo* 33:1333-1345.
- Resck, D. V. S., Ferreira, E. A. B., Figueiredo, C. C., Zinn, Y. L. 2008. *Dinâmica da matéria orgânica no Cerrado*. In: Santos, G.A.; Silva, L.S.; Canellas, L.P. & Camargo, F.O., eds. Fundamentos

- da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole.
- Silva, I. R., Novais, R. F., Barros, N. F., Silva, E. F. 2004. Manejo de resíduos e matéria orgânica do solo em plantações de eucalipto: uma questão estratégia para a manutenção da sustentabilidade. *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Boletim Informativo* 29 (3): 10-20.
- Whitbread, A. M. 1995. Soil organic matter: its fractionation and role in soil structure. *Soil Organic Matter Management for Sustainable Agriculture* 56: 124-130.



## DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE NOVA ESTRUTURA DE SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA BASEADA NO MODELO SMAP

Clarissa Rizzini Freitas<sup>1</sup>, Márcio Cataldi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental, Engenharia de Biossistemas - UFF, Niterói-RJ, [clarissarf@id.uff.br](mailto:clarissarf@id.uff.br).

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil, Engenharia de Biossistemas - UFF, Niterói-RJ, [marcio.cataldi@gmail.com](mailto:marcio.cataldi@gmail.com).

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biossistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A modelagem hidrológica para previsão de afluências é uma ferramenta de grande importância em diversas esferas de atuação ligadas à energia hidroelétrica, sendo utilizada em diferentes cenários de tomadas de decisões em todo o território nacional, o que resulta em uma necessidade de precisão dos resultados fornecidos pelos modelos, assim como adaptabilidade para diversas regiões do país. Neste contexto, o presente estudo desenvolveu uma ferramenta mais robusta para a modelagem hidrológica, a partir da ampliação da atuação do modelo SMAP (Soil Moisture Accounting Procedure) para bacias hidrográficas extensas e com características distintas em seu território, propondo uma nova estrutura de reservatórios, parâmetros e equações. Este modelo necessita de observações fluviométricas de apenas uma estação representativa da bacia hidrográfica inteira. O desempenho da nova metodologia foi analisado através de um estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio Paraná, trecho incremental à usina hidroelétrica de Itaipu, que se adequa à metodologia objeto deste estudo por apresentar regiões com diferentes propriedades hidrológicas e de solo. Foram utilizados dados de entrada de precipitação, evapotranspiração e vazão, fornecidos pela ANA e ONS em plataformas online, e dados de precipitação prevista provenientes dos modelos “Global Forecast System” (GFS) e “Climate Forecast System” (CFS). As previsões realizadas apresentaram assertividade acima das previsões oficiais realizadas pelo ONS, de acordo com as métricas utilizada neste estudo. O bom desempenho do modelo demonstrou que o mesmo foi capaz de simular de forma representativa a hidrologia de bacias hidrográficas extensas e heterogêneas, expandindo sua aplicabilidade.

**Palavras-chave:** Modelagem Hidrológica, Grandes Bacias, Usina hidrelétrica de Itaipu.

## DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF A NEW HYDROLOGICAL SIMULATION STRUCTURE BASED ON THE SMAP MODEL

### Abstract

Hydrological modeling for inflow forecast is a very important tool in many spheres of activity related to hydropower, being used in different scenarios of decision making in Brazil, which results in the need for precision of the results provided by the models as well as adaptability for different regions of the country. In this context, the present study developed a more robust tool for a hydrological modeling, based on SMAP (Soil Moisture Accounting Procedure) model, to apply on extensive hydrographic basins with different characteristics in its territory, proposing a new structure of reservoirs, parameters and equations, with the need of only one fluviometric station representative of the entire river basin. The performance of the new methodology was analyzed through a case study in the Paraná River basin, an incremental stretch to the Itaipu hydroelectric power plant, which suits the methodology of this study, presenting regions with different hydrological and soil

properties. Rainfall, evapotranspiration and flow data, provided by ANA and ONS on online platforms, and forecast precipitation data from the Global Forecast System (GFS) and Climate Forecast System (CFS) models were used. The hydrological forecasts made with the new structure presented assertiveness above the official forecasts made by the ONS, according to the metrics used in this study. The good performance of the model demonstrated that it could representatively simulate the hydrology of extensive and heterogeneous watersheds, expanding its applicability.

**Keywords:** Hydrological Modeling, Large Basins, Itaipu Hydroelectric Power Plant.

## INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica brasileira apresenta grande predominância hidroelétrica, sendo complementada, na ausência de reserva hidroenergética, pela energia termoelétrica, geralmente a custos mais elevados. A fim de minimizar o uso de usinas térmicas e otimizar o uso dos recursos hídricos disponíveis, a modelagem hidrológica para previsão de afluências é uma ferramenta de grande importância em diversas esferas de atuação ligadas à energia elétrica (COLLISCHONN *et al.*, 2007). Segundo Di Bello (2005), os modelos tradicionalmente adotados no planejamento da operação do setor elétrico tinham característica estocástica, realizando a previsão de vazões com base nas estatísticas de séries temporais. Este cenário começou a mudar diante da necessidade de diminuição dos erros associados ao cálculo de afluências e compreensão dos processos físicos envolvidos no ciclo hidrológico, já que a previsão era comprometida principalmente para locais com regime hidrológico sem sazonalidade definida ou com grande variabilidade mensal, como as bacias hidrográficas da região sul do Brasil. Desta forma, foi iniciado um processo de testes e utilização de modelos determinísticos, como o *Soil Moisture Accounting Procedure* (SMAP) (ONS, 2007).

Os cálculos do SMAP são realizados de forma a representar toda a bacia hidrográfica, sem levar em conta a variabilidade espacial das características físicas da área de drenagem (LOU, 2010). Para que seja possível a utilização de variáveis e parâmetros com valores médios que representem toda a área da bacia, sem grande queda da qualidade dos resultados simulados, a utilização deste modelo fica atrelada a áreas de drenagem menores e homogêneas. Desta forma, bacias hidrográficas grandes e heterogêneas são comumente divididas em sub-bacias possíveis de serem modeladas pelo SMAP. Esta solução possui uma limitação: a necessidade de observações fluviométricas para cada sub-bacia modelada. Desta forma, a modelagem hidrológica de bacias hidrográficas grandes e heterogêneas, que não apresentam disponibilidade de observações fluviométricas ao longo de sua área de drenagem, não pode ser realizada de forma representativa pelo o modelo SMAP.

Considerando as limitações apresentadas, o presente estudo tem o objetivo de propor uma metodologia de simulação hidrológica determinística para grandes bacias hidrográficas, procurando alcançar uma maior robustez ao simplificar o uso de dados de entrada; testando a nova metodologia para a bacia hidrográfica incremental à usina hidrelétrica (UHE) de Itaipu.

## MATERIAL E MÉTODOS

A proposta metodológica do presente estudo foi desenvolvida a partir das equações do modelo SMAP, que é um modelo determinístico de simulação hidrológica do tipo transformação chuva-vazão (LOPES *et al.*, 1982), ou seja, representa matematicamente a parcela do ciclo hidrológico entre a precipitação e a vazão.

O modelo SMAP busca representar o armazenamento e fluxos de água na bacia através de três reservatórios lineares hipotéticos: o reservatório do solo, o reservatório subterrâneo e o reservatório de superfície, que correspondem às quantidades de água armazenadas na zona aerada do solo, na zona saturada do solo e na superfície da bacia hidrográfica, respectivamente.

Para representar o armazenamento de água em regiões de planícies inundáveis, ONS (2007) desenvolveu uma versão especial do modelo SMAP, acrescentando um quarto reservatório em cascata com o reservatório de superfície.

O novo modelo semi-concentrado, objeto deste estudo, possui estrutura semelhante ao SMAP, com a diferença de que a bacia hidrográfica modelada será dividida de acordo com suas características de solo e escoamento, de forma que cada sub-divisão possua um conjunto de parâmetros e reservatórios próprios, possibilitando o cálculo de vazões fictícias para cada região. Por fim, as vazões fictícias são somadas, resultando na vazão natural da bacia hidrográfica inteira.

A metodologia proposta foi então analisada em um estudo de caso, utilizando-se como área de estudo a bacia hidrográfica do Rio Paraná, especificamente no trecho localizado à montante da UHE Itaipu e à jusante das UHEs Porto Primavera e Rosana. Esta sub-bacia apresenta extensão geográfica de 150.000 km<sup>2</sup>. Analogamente à sua amplitude territorial, a sub-bacia possui grande heterogeneidade em suas características de solo e escoamento hidrológico. Para uma melhor descrição destas características, esta sub-bacia foi dividida em duas regiões: (i) a margem esquerda do rio Paraná, que se caracteriza por sua superfície montanhosa, de rápida resposta hidrológica à chuva; e (ii) a margem direita, que se caracteriza pela baixa altimetria e suas consequentes planícies de inundação, possuindo regime hidrológico de lenta resposta à chuva (ONS, 2007; VAZZOLER *et al.*, 1997).

Foram obtidos os dados de entrada referentes à área de estudo descrita, necessários para o cálculo da nova metodologia: série histórica de precipitação acumulada em 24h (ANA, 2016); série histórica de vazões naturais diárias da UHE Itaipu (ONS, 2016); Evapotranspiração Potencial mensal para a UHE Itaipu (ONS, 2004); e área de drenagem (ANA, 2016).

Após obtenção dos dados de entrada, foi possível realizar a calibração do modelo, onde se estima os parâmetros necessários para o cálculo da simulação hidrológica, através da comparação entre a série histórica de vazão natural e a vazão calculada. Nesta etapa, foi utilizado o período de 07/04/2005 a 31/01/2007. Em seguida, foi realizada a validação do modelo, onde são testados os parâmetros previamente calibrados para novos períodos: 01/01/2009 a 31/12/2012 (período 1) e 01/01/2003 a 31/12/2005 (período 2). Com os parâmetros calibrados e validados, a etapa de previsão hidrológica pôde ser iniciada.

Foram realizadas previsões de vazão com três tipos de combinação dos dados de entrada de precipitação prevista: (i) modelo GFS complementado pelo modelo CFS (UFF RD); (ii) modelo GFS complementado pelo ensemble do modelo CFS (UFF ens); (iii) precipitação realizada (UFF obs). As previsões foram feitas para doze meses entre jun/2016 e mai/2017. Para cada mês de previsão, foi realizado o procedimento de reinicialização do modelo, sempre rodado na data oficial do Programa Mensal da Operação (PMO) do ONS, para fins de comparação dos resultados.

Por fim, as métricas utilizadas neste estudo estão descritas nas equações (1) a (4).

$$E = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_{o(t)} - Q_{c(t)})^2}{\sum_{t=1}^T (Q_{o(t)} - \bar{Q}_o)^2}; \quad -\infty \leq E \leq 1 \quad (1)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^T \frac{|Q_{o(t)} - Q_{c(t)}|}{Q_{o(t)}}; \quad 0 \leq MAPE \leq \infty \quad (2)$$

$$C.E. = (1 - MAPE) + E; \quad -\infty \leq C.E. \leq 2 \quad (3)$$

$$EMA = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^T |Q_o(t) - Q_c(t)| \quad (4)$$

Onde E é o Coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe, adimensional; MAPE é o Erro de Percentagem Média Absoluta adimensional; C.E. é o Coeficiente de Eficiência, adimensional; EMA é o Erro Médio Absoluto, em m<sup>3</sup>/s; Q<sub>o</sub>(t) é a vazão natural realizada, em m<sup>3</sup>/s; Q<sub>c</sub>(t) é a vazão calculada, em m<sup>3</sup>/s; e  $\overline{Q_o}$  é a média das vazões naturais realizadas, em m<sup>3</sup>/s.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A nova metodologia apresentou bons resultados nas etapas de calibração, atingindo um C.E. de 1,84; assim como na etapa de validação, com C.E. de 1,54 no período 1 e 1,61 no período 2.

Foram geradas previsões de vazão com a nova metodologia para os doze meses analisados, com as três combinações de precipitação prevista. As previsões geradas foram comparadas com os dados realizados de vazão natural, assim como a previsão oficial do PMO realizadas pelo ONS. As vazões previstas com a nova metodologia apresentam resultados mais próximos ao realizado, quando comparados com a previsão oficial do ONS. A simulação realizada com a chuva observada obteve melhor desempenho, o que expõem o erro associado à previsão de precipitação. Os resultados numéricos presentes nesta análise estão expressos na tabela 1.

Tabela 1. Erros MAPE e EMA para o período de jun/2016 a mai/2017.

	ONS	UFF ens	UFF RD	UFF obs
MAPE (%)	26%	24%	20%	16%
EMA (m <sup>3</sup> /s)	11457	10644	9027	7452

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise dos resultados apresentados, conclui-se que o presente estudo obteve sucesso no desenvolvimento de uma metodologia de simulação hidrológica para grandes bacias hidrográficas, atingindo maior robustez ao simplificar o uso de dados de entrada, garantindo a qualidade de seus resultados. O teste realizado para a bacia hidrográfica incremental à UHE Itaipu apresentou maior assertividade em relação à metodologia utilizada pelo ONS para o período analisado. Para estudos futuros, recomenda-se o teste da metodologia proposta para outras bacias hidrográficas adequadas às premissas deste estudo.

## BIBLIOGRAFIA

- ANA - Agência Nacional de Águas. 2016. *Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos*. Disponível em <hidroweb.ana.gov.br/>, acessado em 06/07/2016.
- Collischonn, Walter et al. 2007. Medium-range reservoir inflow predictions based on quantitative precipitation forecasts. *Journal Of Hydrology*. 344:112-122.
- Di Bello, R. C. 2005. *Análise do comportamento da umidade do solo no modelo chuva-vazão SMAP II – versão com suavização hiperbólica estudo de caso: região de barreiras na bacia do rio Grande - BA*. Dissertação de mestrado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- Lopes, J. E., Braga B.F.F., Conejo, J.L., 1982, SMAP - A Simplified Hydrologic Model in Applied Modeling in Catchment Hydrology, *Water Resources Publication*.

- LOU, R. F. 2010. *Modelagem hidrológica chuva-vazão e hidrodinâmica aplicada na bacia experimental do rio Piabanha/Rj*. Dissertação de mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- ONS. 2004. *Evaporações líquidas nas usinas hidrelétricas*. RE 3/214.
- ONS. 2007. *Novo modelo de previsão de vazões com informação de precipitação para o trecho incremental de Itaipu*, Nota Técnica nº 173/2007, 63p, Revisão 2.
- ONS. 2016. *Operador Nacional do Sistema Elétrico*. Disponível em <<http://www.ons.org.br/>>, acessado em 06/07/2016.
- Vazzoler, A.E.A.M. Agostinho, A.A. and Hahn N.S. 1997. *A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: Aspectos Físicos, Biológicos e Socioeconômicos*. Maringá: EDUEM: Nupélia.



## DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO E ATRIBUTOS DO SOLO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Angélie de Castro Santiago Lattari<sup>1</sup>, Daniela Marques Correia<sup>2</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>3</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Engenheira de Produção, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, angeliecastro@hotmail.com

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola – UFF, Niterói-RJ, danedmc@gmail.com

<sup>3</sup>Agrônomo, Dr. Engenharia Agrícola - UFV, Viçosa-MG, Professor UFF, Niterói-RJ, crpereira@vm.uff.br

<sup>4</sup>Bióloga, Mestre e Doutora em Fisiologia Vegetal - UFPel. Pós-Doutoranda em Engenharia de Biosistemas UFF, Niterói-RJ, cristinahuther@yahoo.com.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A importância e a eficácia de sistemas agroflorestais (SAFs) sucessionais como alternativa sustentável para a produção agrícola requerem maior detalhamento demonstrativo localizado. Atributos químicos do solo, foram avaliados em seis unidades demonstrativas de SAFs sucessionais (3 tratamentos e 2 repetições), com três graus de adensamento de plantio (condensado, ampliado e normal, de acordo com o indicado para a monocultura), comparando-se os tratamentos aplicados. O experimento foi instalado em uma propriedade rural no Município de São Gonçalo, Estado do Rio de Janeiro. A área total ocupada pelo experimento é de cerca de 292m<sup>2</sup>, sendo dividida em seis unidades demonstrativas de 44m<sup>2</sup>, cada uma. Mesmo em fase inicial, os SAFs implantados já revelam um bom potencial de melhoras das qualidades químicas e biológicas do solo, especialmente no que tange aos teores de nutrientes.

**Palavras-chave:** agrossilvicultura, espaçamentos de plantio, desenvolvimento sustentável, agricultura familiar.

## DIFFERENT PLANT DENSITY AND SOIL ATTRIBUTES IN AGROFORESTRY SYSTEMS

### Abstract

The relevance and effectiveness of successional agroforestry systems as a sustainable alternative for agricultural production require greater and localized demonstration detailing. Soil chemical attributes were evaluated in six units of successional agroforestry systems (3 treatments and 2 replications), with three degrees of planting densification (condensed, expanded and normal as indicated for monoculture systems), comparing the applied treatments. The experiment was installed in a rural property in São Gonçalo, State of Rio de Janeiro. The total area occupied by the experiment is about 292m<sup>2</sup>, being divided in six demonstrative units of 44m<sup>2</sup>, each one. Even in the initial phase, the agroforestry systems already present a good potential for improving the soil chemical and biological attributes, especially with respect to the nutrient contents.

**Keywords:** intercropping, crop spacing, sustainable development, family farming.

## INTRODUÇÃO

Na busca pela sustentabilidade e pela preservação dos recursos naturais, os sistemas agroflorestais (SAFs) sucessionais têm se apresentado como uma excelente alternativa para a produção de alimentos. Sua adequada aplicação produz benefícios de ordem ambiental, econômica e social, como melhoras significativas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SIQUEIRA *et al.*, 2015), baixos custos de implantação e de manejo, alta produtividade, fortalecimento da agricultura familiar, fixação do homem no campo (FILHO e SILVA, 2012; STEENBOCK e VEZZANI, 2013).

Para se obter os benefícios produzidos pelos SAFs, é preciso que o planejamento do sistema inclua a escolha adequada das espécies e o arranjo espacial pertinente, considerando, especialmente, o espaço a ser ocupado pelas copas e a arquitetura das raízes. Dessa forma, o objetivo deste estudo consiste na definição de espaçamentos ideais de cultivo em SAFs, para as espécies utilizadas, com vistas à maximização dos benefícios oferecidos por tais sistemas. Para tanto, estabeleceu-se uma comparação de unidades demonstrativas de SAFs sucessionais, implantadas sob três graus de adensamento, acompanhando o pH, matéria orgânica e os principais elementos nutricionais presentes no solo (Nitrogênio, Potássio e Fósforo).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma propriedade rural, no Município de São Gonçalo, Estado do Rio de Janeiro. A área total ocupada foi de cerca de 292 m<sup>2</sup>, dividida em seis unidades demonstrativas de 44 m<sup>2</sup> (8,0 m X 5,5 m). A área recebeu aterro no ano de 2012 e estava em pousio desde então.

Os três tratamentos aplicados foram relativos ao espaçamento entre as espécies cultivadas, nas respectivas unidades demonstrativas. Foram eles: espaçamento normal (tratamento 1 - espaçamentos normalmente praticados na monocultura, considerando também o espaço ocupado por raízes tuberosas e o seu tempo de saída do sistema), espaçamento duplo (tratamento 2 - espaçamentos até duas vezes maiores do que o espaçamento normal) e espaçamento condensado (tratamento 3 - espaçamento de até metade do espaçamento normal). Nas unidades demonstrativas foram cultivadas as mesmas espécies (com diferenças apenas nos espaçamentos adotados), em quatro canteiros: em dois deles cultivou-se hortaliças folhosas e ervas aromáticas, intercaladas com espécies frutíferas; nos outros dois se cultivou espécies agrícolas anuais consorciadas com espécies semiperenes e frutíferas.

Amostras de solo foram coletadas antes da implantação dos tratamentos e a cada 60 dias (a partir de 30 dias após a implantação do experimento), nas profundidades de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm. Foram analisados atributos químicos do solo como pH, teores de nitrogênio, fósforo assimilável, potássio assimilado, e matéria orgânica. Utilizou-se delineamento estatístico de blocos ao acaso e a análise de variâncias com o teste *t Student* para a comparação entre os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira profundidade, todos os tratamentos apresentaram valores de pH em torno de 8,0, para os diferentes períodos analisados, havendo uma queda 30 dias após a implantação do experimento (Figura 1). A maior discrepância foi observada, também 30 dias após a instalação do experimento, na profundidade de 10 a 20 cm, no tratamento com espaçamento

condensado. Provavelmente devido à decomposição da matéria orgânica proveniente da cobertura vegetal do solo, associada ao maior volume de chuva observado no período.

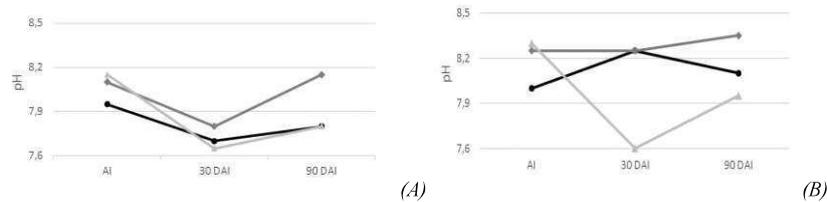


Figura 1. Evolução do pH do solo em diferentes profundidades: (A) 0 a 10 cm. (B) 10 a 20 cm. Espaço normal (—●—), espaço duplo (—■—) e espaço condensado (---▲---). Antes da Implantação (AI) e Dias após a implantação (DAI).

Com relação aos teores de nitrogênio (N) no solo, se observa maiores quantidades na primeira profundidade, havendo um pequeno aumento nos teores presentes em todos os tratamentos (Figura 2), porém, permanecendo no patamar considerado teor médio (de 0,80 a 1,50 g/ Kg), segundo Gama (2004). O tratamento de maior adensamento apresentou um pequeno incremento. Na segunda profundidade, o tratamento com maior adensamento no cultivo apresentou um incremento e manteve-se constante nos dois últimos períodos, enquanto que os demais tratamentos apresentaram uma pequena queda após a instalação do experimento. Observou-se variações muito pequenas nos três tratamentos, com valores em torno de 1,0 g/ Kg, também permanecendo no patamar de teor médio do nutriente no solo.

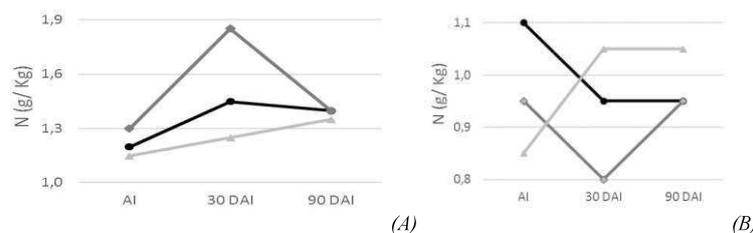


Figura 2. Evolução do nitrogênio no solo (g/ Kg) em diferentes profundidades: (A) 0 a 10 cm. (B) 10 a 20 cm. Espaço normal (—●—), espaço duplo (—■—) e espaço Condensado (---▲---). Antes da Implantação (AI) e Dias após a implantação (DAI).

Na Figura 3, são apresentados gráficos da evolução do fósforo (P) assimilável no solo nos três tratamentos. A primeira profundidade que apresenta a maior disponibilidade de fósforo assimilável no solo (valores superiores a 200 mg/ Kg de solo) nas amostras dos três tratamentos, mesmo antes da instalação do experimento, havendo ainda um aumento desses teores após a implantação dos SAFs principalmente para o tratamento com espaço duplo no último período analisado nessa profundidade. Tal acréscimo deve-se provavelmente à constante adição de resíduos vegetais à superfície do solo, aumentando a atividade de decomposição de matéria orgânica no ambiente edáfico.

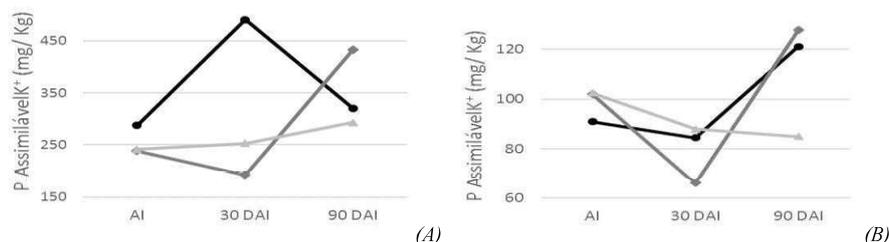


Figura 3. Evolução do fósforo assimilável no solo (mg/ Kg) em diferentes profundidades: (A) 0 a 10 cm. (B) 10 a 20 cm. Espaço normal (—●—), espaço duplo (—■—) e espaço Condensado (---▲---). Antes da Implantação (AI) e Dias após a implantação (DAI).

Quanto aos teores de potássio assimilável ( $K^+$ ) no solo, os valores obtidos para a primeira profundidade apresentaram uma tendência de aumento nos três tratamentos, passando do nível de teor médio para o de alto teor (acima de 0,50 cmol/ Kg de solo) de  $K^+$  no solo (Figura 4).

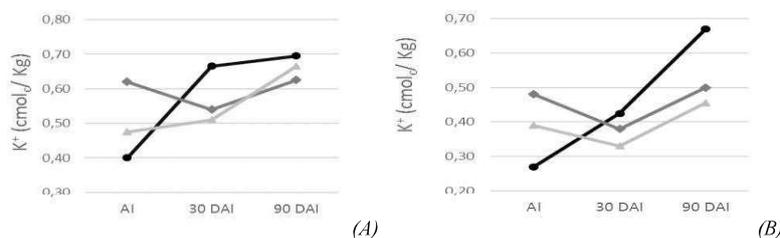


Figura 4. Evolução do potássio assimilável no solo (cmol/ Kg) em diferentes profundidades: (A) 0 a 10 cm. (B) 10 a 20 cm. Espaçamento normal (●), espaçamento duplo (◆) e espaçamento Condensado (◄). Antes da Implantação (AI) e Dias após a implantação (DAI).

Quanto aos teores de matéria orgânica no solo (Figura 5), na primeira profundidade todos os tratamentos obtiveram valores dentro dos limites de teor médio, demonstrando tendência de aumento, com exceção do tratamento com densidade normal. Tal tendência deve-se provavelmente ao fato de que frequentemente era depositado material vegetal no solo, bem como ao aumento da atividade da fauna do solo, no entanto, na segunda profundidade a presença de matéria orgânica não foi tão presente.

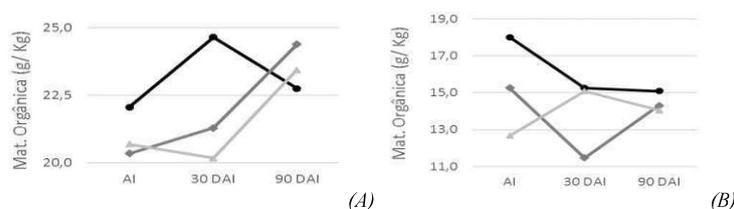


Figura 5. Evolução da matéria orgânica no solo (g/ Kg) em diferentes profundidades: (A) 0 a 10 cm (B) 10 a 20 cm. Espaçamento normal (●), espaçamento duplo (◆) e espaçamento Condensado (◄). Antes da Implantação (AI) e Dias após a implantação (DAI).

Comparando-se os três tratamentos, durante o período analisado, as diferenças entre os valores obtidos nos atributos químicos do solo não foram significativas, sob o ponto de vista estatístico, tanto da primeira quanto da segunda profundidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As unidades demonstrativas de SAFs sucessionais implantadas com três graus de adensamento demonstraram, em uma tendência geral, que conforme o pH se aproximava de ideias (entre 4,5 e 6) houve um aumento na disponibilidade de nutrientes no solo.

O teor de matéria orgânica também é influenciado pela utilização de SAFs, promovendo um maior incremento.

## BIBLIOGRAFIA

- Filho, G. C. M.; Silva; F. R. 2012. Benefícios sociais, econômicos e ambientais dos sistemas agroflorestais (SAFs) em pequenas propriedades rurais. *Inclusão Social*. 6. 219-225.
- Gama, J. R. N. 2004. *Solos: Manejo e Interpretação*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Siqueira, E. R.; Siqueira, P. Z. R.; Fontes, M. A.; Rabanal, J. E. M. 2015. *Sistemas agroflorestais sucessionais*. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Steenbock, W. e Vezzani, F. M. 2015. *Agrofloresta: aprendendo a produzir com a natureza*. Curitiba: Fabiane Machado Vezzani.



## EFEITO DO NaCl NA GERMINAÇÃO DE TOMATE EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Rubiana Pereira Borges<sup>1</sup>, Daniela Marques Correia<sup>2</sup>, Ana Carolina Barbosa do Canto<sup>2</sup>, Raphael Martins Page<sup>2</sup>, Hugo Vieira Andrade<sup>2</sup>, Luiz Gonzaga Allochio Zucolotto<sup>3</sup>, Thelma de Barros Machado<sup>4</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>5</sup>, Camila Ferreira de Pinho<sup>6</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma UNICERP, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, e-mail: [rubianapb@gmail.com](mailto:rubianapb@gmail.com)

<sup>2</sup>Iniciação Científica. Universidade Federal Fluminense. Departamento Engenharia Agrícola e Meio Ambiente. Rua Passo da Pátria, 156, bloco D, sala 236, São Domingos, Campus Praia Vermelha, Niterói, RJ, Brasil.

<sup>3</sup>Biólogo, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, e-mail: [allochio@gmail.com](mailto:allochio@gmail.com)

<sup>4</sup>Farmacêutica, Mestre e Doutor em Química de Produtos Naturais, UFRJ. Professora, UFF, Brasil. e-mail: [thel34@gmail.com](mailto:thel34@gmail.com)

<sup>5</sup>Mestre em Meteorologia Agrícola e Doutor em Engenharia Agrícola - UFV. Professor, Coordenador da Pós Graduação em Engenharia de Biosistemas Universidade Federal Fluminense (UFF), Brasil. Endereço: Rua Passo da Pátria, 156. São Domingos, Niterói, RJ. CEP 24210-240. Brasil e-mail: [crpereira@vm.uff.br](mailto:crpereira@vm.uff.br)

<sup>6</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Fisiologia Vegetal- UFPel RS. Pós Doutora em Engenharia de Água e Solo. Professora Adjunta do Instituto de Tecnologia - Departamento de Engenharia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, Brasil. Endereço: Instituto de Tecnologia Rodovia BR-465 CEP:23897000 - Seropédica, RJ – Brasil. e-mail: [camilafepi@hotmail.com](mailto: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, Universidade Federal Fluminense (UFF), Brasil. Endereço: Rua Passo da Pátria, 156. São Domingos, Niterói, RJ. CEP 24210-240. Brasil. e-mail: [cristinahuther@yahoo.com.br](mailto:cristinahuther@yahoo.com.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O tomate é uma das hortaliças mais consumidas pelos brasileiros, sendo o Sudeste a região maior produtora. O estresse causado pela salinidade é um fator que diminui a germinação, fotossíntese e o crescimento das plantas. O índice de velocidade de germinação (IVG) é uma forma de demonstrar a viabilidade de sementes de tomate. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes concentrações de NaCl na germinação de sementes de tomate da variedade Santa Cruz. O experimento foi conduzido em casa de vegetação onde sementes de tomate foram plantadas em dois substratos: areola e terra vegetal. As doses do sal, aplicadas no dia da semeadura, foram: 0; 8,75(25%); 17,5(50%); 26,25(75%); 35(100%) gr/l de NaCl, sendo que a dose de 100% equivale a concentração de sal na água do mar. Houve uma significativa diferença entre os substratos sendo areola com IVG superior. O estresse salino provocou uma diminuição na germinação das sementes de tomate, sendo que quanto maior a dose menor a germinação.

**Palavras-chave:** Estresse salino, areola, terra vegetal, Índice de velocidade de germinação (IVG)

## **EFFECT OF NaCl ON SUBSTRATE ON GERMINATION OF TOMATO SEEDS**

### **Abstract**

The tomato is one of the vegetables most consumed by Brazilians, being the Southeast the most producing region. Stress caused by salinity is a factor that decreases germination, photosynthesis and plant growth. The germination speed index (GSI) is a way to demonstrate the viability of tomato seeds. The objective of this work was to evaluate the influence of different concentrations of NaCl on the germination of tomato seeds of the Santa Cruz variety. The experiment was conducted in a greenhouse where tomato seeds were planted in two substrates: areola and vegetal soil. The dose of the salt, applied at the sowing day, was: 0; 8.75 (25%); 17.5 (50%); 26.25 (75%); 35 (100%) gr/l NaCl, and the 100% dose is the salt concentration in seawater. There was a significant difference between the substrates being areola with superior (GSI). Saline stress caused a decrease in germination of tomato seeds, and the higher the dose the lower the germination.

**Keywords:** Saline stress, areola, vegetable soil, Germination speed index (GSI)

### **INTRODUÇÃO**

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais produzidas e mais consumida pelos brasileiros. E apesar de muitos o relacionarem a Europa principalmente a Cultura Italiana, o tomate tem origem andina, ou seja, América Central (TREICHEL, 2016).

Segundo IBGE 2016, o sudeste brasileiro concentra 41,1% de toda produção nacional. Sendo uma cultura de alto valor agregado, onde o vigor e germinação das sementes é um fator importante (BARROS, 2002).

A escolha de um substrato para obtenção de mudas leva em consideração aeração, presença de patógenos e salinidade. Sendo que a salinidade diminui o potencial osmótico da semente reduzindo sua absorção de água e a concentração de íons, no protoplasma induzindo modificações metabólicas nas plantas (CONUS 2009), e de acordo com Ebrahim (2017) esses efeitos são capazes de diminuir a germinação, crescimento e fotossíntese nas plantas.

Segundo Moraes (2012) fatores bióticos e abióticos interferem na germinação de sementes, que por sua vez tem sua qualidade fisiológica avaliada pela sua viabilidade e vigor. O índice de velocidade de germinação (IVG) atesta a viabilidade de sementes. O IVG é um índice calculado relacionando a quantidade de germinação e os dias após plantio, sendo este adimensional.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes concentrações de NaCl na germinação de sementes de tomate em dois substratos diferentes.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada no Campus Gragoatá da Universidade Federal Fluminense, em Niterói, onde foram semeadas sementes de tomate da variedade Santa Cruz®, em bandejas de 200 células de polietileno, em dois substratos diferentes: areola e terra vegetal comercial Verde Vida®. Ambos foram regados com 2 ml de solução contendo as concentrações de 0; 8,75(25%); 17,5(50%); 26,25(75%); 35(100%) gr/l

de NaCl. Cada tratamento com 10 plantas e 10 repetições. Sendo a dose de 100% equivalente a concentração do mar (SZIKSZAY, 1993) Onde as sementes permaneceram por 6 horas até a primeira irrigação. A taxa de germinação foi aferida todos os dias, até o décimo quinto dia, onde a maioria dos tratamentos continha taxa de germinação igual a zero. Foi calculado o índice de velocidade de germinação segundo Moraes et al 2012. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com areola apresentou maior IVG, sendo estatisticamente diferente do outro substrato, como pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1: Índice de velocidade de germinação em diferente substrato.**

Tratamentos	IVG
Terra Vegetal	4,306 a*
Areola	7,272 b

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Shao 2014, quando estudou diferentes materiais para obtenção de terra vegetal, encontrou diferenças na germinação de trigo devido ao material de origem desta terra vegetal, o que pode explicar a grande diferença entre os tipos de solo.

O IVG foi maior na dose 0, onde não há presença de NaCl. Nas doses 1 e 2 são estatisticamente iguais. Nas doses 3 e 4 encontram-se os menores índice de germinação, sendo essas as que contém maiores níveis de NaCl. Em germinação de *Atriplex halimus*, planta nativa do mediterrâneo conhecida como salgadeira, sendo esta uma espécie vegetal tolerante a salinidade, Shaygan et al (2017) encontraram resultado semelhante, onde houve uma germinação de 70% na dose 0 e nas doses de -0,07 à -0,28 MPa de NaCl essa germinação cai para 50% e nas doses maiores entre -0,56 à -1,12 MPa germinação menor que 30% e na dose de -1,5 menos de 5% de germinação.

Conus et al (2009) em experimento com sementes de milho expostas a vários sais, a germinação nesta cultura não foi afetada, mas o NaCl foi o sal que mais interferiu negativamente no vigor e desenvolvimento das plântulas de milho. Na Tabela 2 pode-se observar que quanto maior a dose de NaCl menor IVG, nos dois substratos.

**Tabela 2: Índice de velocidade de germinação em relação as doses de NaCl nos dois substratos.**

Tratamentos	IVG
0%	10,41b*
25%	8,045ab
50%	4,69ab
75%	3,39a
100%	2,41a

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

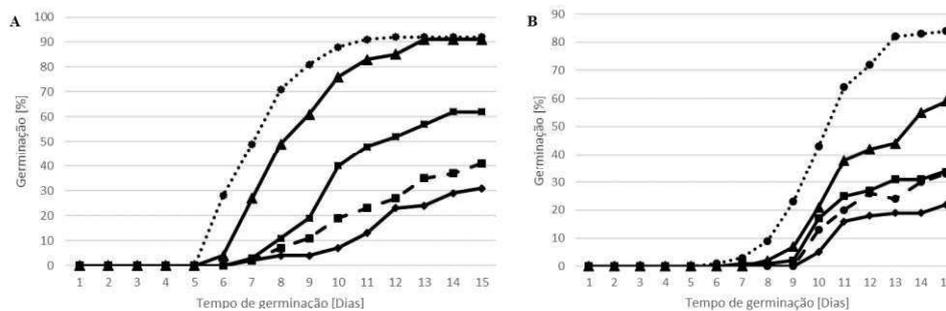


Figura 1: Porcentagem de germinação em diferentes sustratos em relação aos dias pós semeadura. Substratos: (A) areola (B) terra vegetal. Doses: (●) 0% (▲) 25% (■) 50% (◆) 75% (◊) 100%

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

NaCl é um fator limitante na germinação de sementes de tomate variedade Santa Cruz®, no entanto, dependendo do tipo de substrato, ocorre maior ou menor interação, o que afeta o índice de velocidade de germinação.

## Agradecimentos

Agradeço a CAPES, FAPERJ, CNPq, pela concessão de bolsas.

## Bibliografia

- Barros, D.I. et al. 2002. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate *Revista Brasileira de Sementes*, v.24, n.2 p.12-16
- Conus, L.A. et al. 2009. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. *Revista Brasileira de Sementes*, v.31, n.4 p.67-74
- Ebrahim, M.K.H. Saleem, A.R. 2017. Alleviating salt stress in tomato inoculated with mycorrhizae: Photosynthetic performance and enzymatic antioxidants. *Journal of Taibah University for Science*.
- Ferreira, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFPA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- IBGE. 2016. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro v.29 n.12 p.182
- Moraes, D.M. et al. 2012. Práticas laboratoriais em Fisiologia Vegetal. Pelotas. Editora Cópias Santa Cruz Ltda.
- Shao, L. et al. 2014. Effects of aqueous extract of soil-like substrate made from three different materials on seed germination and seedling growth of rice. *Acta Astronautica*. v.96 p.83-88
- Shaygan, M. Baumgartl, T. Arnold, S. 2017 Germination of *Atriplex halimus* seeds under salinity and water stress. *Ecological Engineering*. v.102 p.636-640
- Szikszy M. 1993. Geoquímica das Águas. São Paulo, Boletim IGUSP, Série didática no 5, IG-USP, 166p.
- Treichel, M. et al. 2016. *Anuário brasileiro do tomate*. Santa Cruz do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz.



## EFLUENTES DE ESTERILIZAÇÃO POR AUTOCLAVE E REUSO

Geraldina Lemos de Oliveira<sup>1</sup>, Marcos Alexandre Teixeira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Enfermeira, Mestranda em Eng. de Biosistemas - UFF, Rio de Janeiro-RJ, [geraldinalemos@yahoo.com.br](mailto:geraldinalemos@yahoo.com.br).

<sup>2</sup> Dep. de Eng. Agr. e do Meio Ambiente – Escola de Eng. - UFF, Rio de Janeiro-RJ, [marcos\\_teixeira@id.uff.br](mailto:marcos_teixeira@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas – WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 – Niterói – RJ, Brasil

### Resumo

As empresas, estão cada vez mais induzidas/forçadas a minimizar resíduos empregando Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) e/ou buscando certificação voluntária, como o selo verde. O objetivo deste trabalho foi questionar-se sobre o tratamento dos efluentes de esterilização por autoclave e seu reuso. A norma regulamentar mais recente é a ISO 14001 de 2015, que inclui como requisitos garantir o cumprimento da legislação ambiental. No âmbito das unidades hospitalares, os processos de tratamentos da água mais usados são a destilação e osmose reversa, neste trabalho focou-se nos fluxos associados à operação das autoclaves de esterilização. A metodologia utilizada foi revisão bibliográfica de literatura nacional e internacional, incluindo-se artigos publicados e normatizações brasileiras sobre o tratamento da água e reuso dos efluentes de esterilização por autoclaves. Foram encontrados 17 artigos científicos com a finalidade de responder o objetivo do trabalho e encontrado 8 regulamentos entre normas, resoluções, consulta pública e portarias em vigor no Brasil. O consumo de água e energia no Centro de Material e Esterilização (CME) é muito grande, e muitas empresas buscam soluções a fim de minimizar os custos e desperdícios dos efluentes das autoclaves hospitalares. O sucesso do sistema de gestão ambiental depende do comprometimento de todos os níveis e funções do estabelecimento, a fim de evitar os impactos ambientais que possam ocorrer e intensificar o marketing empresarial positivo.

**Palavras-chave:** Ambiental. Água. Qualidade. Sustentabilidade.

## EFFLUENTS OF AUTOCLAVE STERILIZATION AND TREATMENT FOR REUSE

### Abstract

Companies are increasingly induced / forced to compete, seeking to minimize waste by using Environmental Management Systems (EMS) and / or seeking voluntary certification, such as the green label. The objective of this work was to question the treatment of autoclave sterilization effluents and their reuse. The latest standard is ISO 14001 of 2015, with requirements to ensure compliance with environmental legislation. The most seen water treatments in hospitals are distillation and reverse osmosis. The methodology used was literature review of national and international literature, including published articles and Brazilian regulations, on water treatment and reuse of autoclaves sterilization effluents. Were found 17 scientific articles with the aim of answering the objective of the study and found 8 regulations among norms, resolutions, public consultation and ordinances in force in Brazil. Water and energy consumption in the CME is very large, and many companies are looking for solutions to minimize the costs and waste of effluents from hospital autoclaves. The success of the environmental management system depends on the commitment of all levels and functions of the establishment in order to avoid the environmental impacts that may occur and intensify positive business marketing.

**Keywords:** Environmental. Water. Quality. Sustainability

## INTRODUÇÃO

Os efluentes hospitalares, comumente excluídos da lista de rejeitos prejudiciais à saúde, merecem nossa atenção, uma vez que representam grandes volumes de água sendo desperdiçados, lançadas diretamente na rede pública de esgoto (CONAMA, 2005).

Talvez, devido a sua prodigiosa hidrografia, o Brasil descuidou-se do uso racional iludindo-se por séculos com a tese de que seus recursos hídricos fossem inesgotáveis; o que não mais é uma realidade para a maioria das indústrias. Equipamentos de uso específico a por exemplo da autoclave, operada com bomba a vácuo despejam à cada ciclo de operação, grande quantidade de efluentes, o qual tem o potencial de reuso para outros fins, antes de sua destinação final na rede coletora de esgoto (RIO DE JANEIRO, 2015).

O CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente na sua resolução nº 358, artigo 3º, postula que é da incumbência do responsável legal pelos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde o gerenciamento de seus resíduos desde a geração até a destinação final, de modo a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública. Assim, cabe aos hospitais assumirem o tratamento às águas residuais, considerando a possibilidade de serem reutilizadas, minimizando os impactos de seu descarte no meio ambiente. (BRASIL, 2005)

A Resolução do CONAMA nº 430, de 2011, no artigo 3º, declara que os efluentes oriundos de serviços de saúde, desde que atendidas as normas sanitárias específicas vigentes, podem ser lançados em rede coletora de esgotos sanitários conectada a estação de tratamento; e ser lançados diretamente após tratamento especial (BRASIL, 2011).

Atualmente o mundo está tão competitivo que as empresas estão buscando aumentar seu nível de responsabilidade ambiental para se diferenciarem, uma vez que os consumidores estão visando a importância da preservação do planeta, e assim construindo uma abordagem conceitual em conciliar a proteção do meio ambiente com a competitividade mercadológica, e respondendo assim um chamado para o desenvolvimento sustentável (MENDES, 2010).

O consumo de água e energia no CME (Centro de Material e Esterilização) é elevado, e os equipamentos de autoclave que operam ou todos que operam a temperaturas de aproximadamente 134 °C, em pressões de vácuo próximas de 2 kg/cm<sup>2</sup>, fazem uso da bomba de vácuo com selo d'água, e a selagem desta bomba gasta uma média de 350 l/h, adicionando-se ainda os 40 litros por hora consumidos no gerador de vapor, totalizando uma média de 390 litros por ciclo, de uma hora de duração (SPILLARE, 2015).

O tratamento da água por osmose reversa pode ser utilizada na área de limpeza do CME, e no abastecimento das lavadoras e das autoclaves. O processo de esterilização necessita do tratamento da água, principalmente se a água for muito dura, e recomenda a osmose reversa para tratar também a água para não prejudicar o equipamento. Neste tipo de tratamento é constatado um alto desempenho do sistema, chegando a mais de 95% de eficiência em quase todos os parâmetros analisados (SOBECC, 2013; OENNING JUNIOR, 2006).

Ao longo deste artigo apresentam-se as principais características e abordagens das normas regulatórias aplicáveis ao tratamento e reuso dos efluentes das autoclaves, assim como os possíveis benefícios neste processo para os consumidores e empresas; além dos impactos – positivos e negativos – do reuso deste efluente para o meio ambiente.

## MATERIAL E MÉTODOS

Revisão bibliográfica de literatura nacional e internacional com base em artigos publicados e normas brasileiras vigentes que abordem o tratamento da água, com uso de osmose reversa (ou outro processo equivalente), para produção de água como insumo em autoclaves de

esterilização que operam em Centro de Material e Esterilização (CME), assim como eventual tratamento e reuso dos efluentes.

No desenvolvimento desse estudo foram utilizados como fonte de levantamento de dados Lilacs, Scielo, Portarias, Normas Resoluções direcionadas colegiadas, Manuais do usuário autoclave, ABNT NBR ISO, e revista e artigos científicas da SOBECC. Foram pesquisados artigos científicos que estivessem indexadas nas bases de dados no período de 2004 a 2017, disponíveis na língua portuguesa e estrangeira.

## **RESULTADO E DISCUSSÃO**

Foram encontrados 17 artigos científicos com a finalização de responder ao objetivo do trabalho. Os resultados demonstraram que na literatura existem poucos estudos específicos sobre o tratamento para reuso de efluentes das autoclaves hospitalares.

Não há legislação própria para o tratamento do reuso da água para os equipamentos do setor do Centro de Material e Esterilização, sendo encontrados 8 regulamentos entre normas, resoluções, consulta pública e portarias em vigor no Brasil.

Os artigos científicos encontrados, em sua maioria, evidenciam em reuso das águas pelo tratamento de esgoto sanitário para fins industriais, tipos de água para uso farmacêuticos e exigências aplicáveis de tratamento para consumo humano.

Há diversas tecnologias para tratamento de água no mercado disponíveis para os estabelecimentos de saúde como a água purificada pelo método de destilação e a osmose reversa, a fim de assegurar uma maior segurança do processamento dos materiais pelo CME, e benefício para a conservação dos materiais e equipamentos.

Houve avanço na responsabilidade ambiental pelas empresas em adquirir certificações voluntárias como o selo verde, importância em atender às normas ambientais como a ABNT NBR ISO 14001/2015, que visa alcançar um equilíbrio entre o meio ambiente, a sociedade e a economia, interesse na redução de custos econômicos com o sistema de gestão ambiental ocasionado pela diminuição de resíduos dos efluentes para os esgotos sanitários e pagamentos de outorgas, conscientização agregada à competitividade comercial onde os consumidores estão visando e cobrando a preservação do planeta e preocupação por um desenvolvimento sustentável.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As empresas, tanto públicas quanto privadas, estão cada vez mais pressionadas a reduzir o desperdício de água, a fim de prever o alcance simultâneo de dois elementos importantes que são a proteção da saúde pública e manutenção da integridade dos ecossistemas, porém é necessário avaliar a relação custo-benefício, pois algumas soluções para o desperdício podem provocar aumento de custos indesejáveis no produto final.

Um dos conceitos que suporta ações para redução de custos por consumir menos energia, menos água, e reduzindo a produção de resíduos, é a ecoeficiência, muitas vezes apontado pela Alta Direção como fator de sucesso para o sistema, promovendo a redução de impactos ambientais.

Existem registros de empresas que buscam equipamentos de menor consumo de água e energia para diminuir os gastos operacionais no CME, em especial a possibilidade de reciclar a água utilizada pela bomba de vácuo e pelo gerador de vapor, garantindo para a instituição a redução de custo e conseqüente favorecimento de sustentabilidade financeira.

O sucesso dos sistemas de gestão ambiental se baseia no comprometimento de todos os níveis e funções nos estabelecimentos, alavancando as oportunidades de prevenção dos impactos ambientais adversos e estimular impactos ambientais que beneficiam as empresas, como o marketing positivo. Sendo também essencial para a diminuição da demanda gerando menos efluentes descartados no meio ambiente e aumentando a disponibilidade de água para a população.

## REFERÊNCIAS

Brasil. ABNT NBR ISO 14001-2015. *Sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso*. 3º edição. 06.10.2015

Mazzer, C.; Cavalcanti, O. A. *Introdução à gestão ambiental de resíduos*. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/i04-aintroducao.pdf>. Acesso em: 17 de Maio de 2017.

Mendes, L. *Gestão ambiental, custo ou benefício para a micro e pequena empresa?: Um estudo de caso no setor de laticínios*. Disponível em: [https://intranet.ifs.ifsuldeminas.edu.br/eder.clementino/GEST%c3%83O%20AMBIENTAL/L EGISLA%c3%87%c3%83O%20AMBIENTAL/REGULAMENTOS\\_LATIC%c3%8dNIO/G estao%20Ambiental\\_%20Custo%20ou%20Benef%c3%adcio.doc](https://intranet.ifs.ifsuldeminas.edu.br/eder.clementino/GEST%c3%83O%20AMBIENTAL/L EGISLA%c3%87%c3%83O%20AMBIENTAL/REGULAMENTOS_LATIC%c3%8dNIO/G estao%20Ambiental_%20Custo%20ou%20Benef%c3%adcio.doc). Acesso em: 17 de Maio de 2017.

Brasil. Resolução CONAMA nº430, de 13 de Maio de 2011. *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA*. Publicada no DOU nº 92, de 16 de Maio de 2011, pág. 89.

Brasil. Resolução CONAMA nº358, de 29 de Abril de 2005. *Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências*. Publicada no DOU no 84, de 4 de maio de 2005, Seção 1, páginas 63-65.

Oenning Junio, A.; Pawlowsky, U. *Avaliação de tecnologias avançadas para o reuso de água em indústria metalomecânica*. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v12n3/a08v12n3.pdf>. Acesso em: 17 de Maio de 2017.

Rio de Janeiro. Assembleia Legislativa. Projeto de Lei Complementar PLC Nº 321/2015. *Dispõe sobre o reuso de água não potável e dá outras providências*. <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/scpro1519.nsf/abd34b2abf66f28583257dd50062b89d/4b044f7e9fb2320383257e26005ca8b2?OpenDocument&CollapseView>. Acesso em: 18 de Maio de 2017.

SOBECC. 2013. *Práticas recomendadas SOBECC: Centro de material e esterilização, centro cirúrgico, recuperação pós-anestésica*. 369p. São Paulo: Manole. 6º ed.

Spillari, C. *Autoclave da Cisa economiza água na esterilização*. Disponível em: <http://www.revistapanoramahospitalar.com.br/2015-01-autoclave-da-cisa-economiza-agua-na-esterilizacao-15866>. Acesso em: 20 de Maio de 2017.



## **Emissões absolutas e intensidade de emissão em duas pastagens produtivas, mantidas com fertilização nitrogenada, e em duas pastagens degradadas no Sul da Bahia**

Fabiano Barbosa Alecrim<sup>1</sup>, Bruno José Rodrigues Alves<sup>2</sup>, Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues<sup>3</sup>, Cláudia de Paula Rezende<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, mestrando Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ, [alecrim\\_fabiano@hotmail.com](mailto:alecrim_fabiano@hotmail.com)

<sup>2</sup> PhD em Ciência do Solo, Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ, [bruno.alves@embrapa.br](mailto:bruno.alves@embrapa.br)

<sup>3</sup> PhD em Geoquímica, Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, [renato.rodrigues@embrapa.br](mailto:renato.rodrigues@embrapa.br)

<sup>4</sup> Dr. em zootecnia, Ceplac, Itabela-BA, [claudiaprezende@hotmail.com](mailto:claudiaprezende@hotmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A concentração atmosférica dos gases do efeito estufa (GEE) como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) tem aumentado desde o final do século XVIII. A agropecuária contribui, principalmente, pelas emissões de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>, sendo necessário compreender e quantificar as emissões desses gases para adoção de estratégias de mitigação. Objetivou-se nesse trabalho avaliar a intensidade de emissão de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> em áreas de pastagens *Brachiaria brizantha* cv. Marandu revendo o efeito da composição da dieta na quantidade na forma de N nas excretas do gado e suas consequências para emissões de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>. A investigação ocorreu na Estação Experimental de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia. Duas áreas distintas foram divididas em pastagens degradadas, sistema contínuo, e pastagens intensificadas, replantadas, fertilizadas com 150 kg de N/ha dosados em 3 aplicações e rotação de piquetes. Na área A1, distribuiu-se 12 vacas e novilhas nelores mestiços com peso médio de 450 kg, e na A2, 6 garrotes e novilhas com peso médio de 315 kg, em uma taxa de lotação de 3 UA/ha nas parcelas recuperadas e 0,7 UA/ha nas degradadas. A A1 apresentou uma redução de 60% na intensidade de emissão no pasto fertilizado comparado ao degradado, enquanto a A2 reduziu 70%. As pastagens fertilizadas apresentaram ganhos médios de peso de 600 g/cab/dia com consumo de 12 kg MS/cab/dia, enquanto as pastagens degradadas perdas de peso e baixo consumo foram observados. A recuperação de pastagens degradadas é uma importante estratégia de mitigação dos GEE.

**Palavras-chave:** Mitigação; GEE e Agropecuária.

## **Absolute emissions and intensity of emission in two productive pastures, maintained with nitrogen fertilization, and in two degraded pastures in the South of Bahia**

### **Abstract**

The atmospheric concentration of greenhouse gases (GHGs) such as carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) has increased since the late eighteenth century. The agricultural sector contributes mainly to

the emissions of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>, being necessary to understand and quantify the emissions of these gases for the adoption of mitigation strategies. The objective of this study was to evaluate the emission intensity of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> in pasture areas *Brachiaria brizantha* cv. Marandu reviewing the effect of diet composition on the amount of N in cattle excreta and its consequences for N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> emissions. The research was carried out at the Experimental Station of Zootecnia of the Extreme South of Bahia. Two distinct areas were divided into degraded pastures, continuous system, and intensified pastures, replanted, fertilized with 150 kg of N / ha dosed in 3 applications and rotation of pickets. In the A1 area, 12 crossbred cows and heifers with an average weight of 450 kg were distributed, and in A2, 6 broilers and heifers with a mean weight of 315 kg, at a stocking rate of 3 AU / ha in the recovered plots and 0,7 AU / ha degraded. The A1 presented a reduction of 60% in the intensity of emission in the fertilized pasture compared to the degraded, while the A2 reduced by 70%. Fertilized pastures presented mean weight gains of 600 g / hr / day with a consumption of 12 kg DM / hr / day, while degraded pastures, weight losses and low consumption were observed. The recovery of degraded pastures is an important GHG mitigation strategy.

**Keywords:** Mitigation; GEE e Agriculture

## INTRODUÇÃO

As mudanças na energia do sol, como na rotação, órbita e inclinação da Terra têm gerado e continuam gerando mudanças climáticas naturais. As atividades humanas são outra fonte de mudanças no clima que tem sido estudada há pouco mais de 100 anos. Durante esse período, concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera passaram de 275 a 285 ppm (FORSTER et al., 2007) para 389 ppm em 2010 (CHEN et al., 2011) enquanto a temperatura média da superfície da Terra aumentou aproximadamente 0,8°C nesse período (IPCC, 2014).

A agricultura contribui principalmente com as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (MOSIER et al., 2004). A maior parte das emissões entéricas de CH<sub>4</sub> é associada à pecuária (IBGE, 2013; MCTI, 2016), enquanto o aumento da concentração de N<sub>2</sub>O na atmosfera é atribuído ao uso de fertilizantes nitrogenados e às excretas dos animais (IPCC, 2013). Em nível global, estima-se que agropecuária contribua com cerca de 22% do total de emissões de CO<sub>2</sub>, 22% do total das emissões de N<sub>2</sub>O e 55% do total das emissões de CH<sub>4</sub> (IPCC, 2007). No Brasil, a agropecuária foi responsável por 33% das emissões brasileiras em termos de CO<sub>2</sub> equivalentes, onde o CO<sub>2</sub> contribuiu com 54% das emissões, o CH<sub>4</sub> com 34,5% e o N<sub>2</sub>O com 11% (MCTI, 2016). Assim, estratégias de mitigação das emissões de GEE na pecuária de corte são peça chave para alterar a trajetória de toda agropecuária brasileira, considerando a necessidade de aumentar os níveis de produtividade para atender à demanda por produtos agropecuários com baixas taxas de conversão de áreas nativas. (GOUVELLO et al., 2010).

Diante da problemática, o objetivo geral dessa investigação é avaliar a intensidade de emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O em sistemas de pastagens intensificadas e degradadas. Os objetivos específicos são: Analisar as emissões de GEE nas áreas monitoradas; Ganho de peso dos animais em função dos sistemas de pastagens; Consumo e digestibilidade da forragem; Nitrogênio excretado como urina e fezes;

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o período de 22 de fevereiro a 30 de agosto de 2017, na Estação Experimental de Zootecnia do Extremo Sul da Bahia (ESSUL). Duas áreas da fazenda, A1 e A2, formadas por pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, foram selecionadas pela similaridade de histórico e manejo. Uma parcela de cada área foi recuperada e fertilizada com 150 kg de N/ha em 3 doses durante o ano e submetida à rotação de piquetes com 6 dias de ocupação e 30 dias de descanso. A outra parcela das áreas A1 e A2, denominada controle, foi mantida em sistema contínuo com pasto degradado. Doze vacas e novilhas mestiças nelores, com peso médio de 450 kg, ocuparam a A1 e seis novilhas e

garrotes nelores mestiços, com peso médio de 315 kg, a A2. Em função da oferta de forragem, tem sido possível manter uma carga animal de 0,7 UA/ha nas pastagens degradadas, enquanto que as pastagens intensificadas suportam 3,0 UA/ha.

Nas duas áreas estão sendo avaliadas as emissões de GEE. Os animais têm peso monitorado a cada 28 dias, assim como avaliações de oferta e resíduo de forragem, realizadas a cada 7 dias com a finalidade de se estimar a disponibilidade de matéria seca de forragem (MS) de um piquete (Rezende et al. 2008), e as quantidades de N excretadas como urina e fezes. A entrada de N vem da forragem consumida pelo animal onde entre 5% e 20% é retido nos animais (Bussink e Oenema, 1998). Há uma correlação positiva entre consumo e digestibilidade (Chilliard et al., 1995). Foi observado o pastejo dos animais nos piquetes e coletadas amostras de forragem na mesma altura do bocado do animal para determinação da digestibilidade da matéria seca e teor de nitrogênio. Para quantificação de N nas excreções foram realizadas coletas de amostra *spot* durante micção espontânea com a finalidade de determinar N total pelo método Kjeldahl (Alves et al., 1999), e volume urinário (Chizzotti et al., 2004). As fezes foram secas ao ar durante 48 horas e moídas até a granulometria de talco para determinação de N total pelo método de Kjeldahl (Alves et al., 1999) e determinação de sólidos voláteis. Assim, elaborou-se uma estimativa preliminar das emissões de GEE de excretas em função do tipo de pastagem, utilizando-se os fatores de emissão de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> obtidos por Santos C. et al., 2016 na mesma região desse trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área A1, o pasto recuperado mostra ganhos de peso acima de 600 g/cab./dia, associados a um consumo de 12 kg MS/cab./dia, enquanto que perdas de peso são observadas na área degradada, com baixo consumo de MS (Figura 1). Aproximadamente, 50 % do N ingerido se aloca nas fezes e outros 50 % na urina. Considerando o resultado do estudo de emissões de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> de excretas, também em condução na mesma fazenda (Santos C. et al., 2016) verifica-se que a pastagem produtiva emite mais GEE, expressa em equivalentes de CO<sub>2</sub>, superior a área degradada, porém, a intensidade de emissão foi reduzida em 60 %.

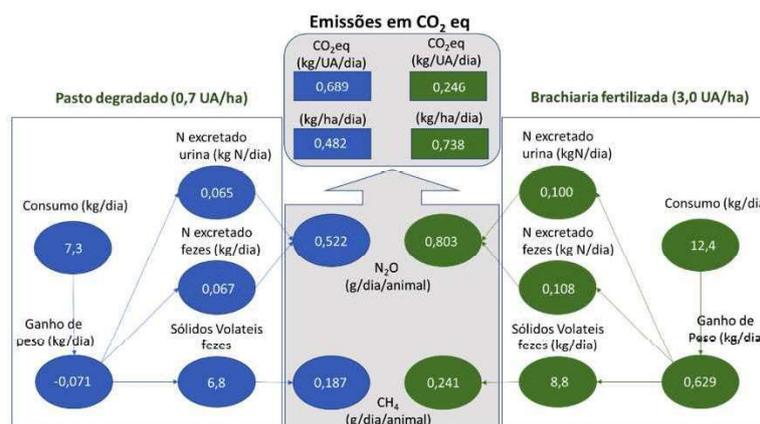


Figura 1. Consumo de forragem, ganho de peso e excreção por bovinos Nelore em regime contínuo de pastejo em pastagem degradada e em pastejo rotativo (7/28) em pastagem recuperada de *Brachiaria brizantha*, Marandú, fertilizada com N, e estimativas de emissões de GEE (CO<sub>2</sub>eq) por área e por unidade animal (450 kg peso vivo).

Na área A2, os níveis de consumo por animal foram mais baixos, o mesmo ocorrendo com as excreções, em função dos animais apresentarem menor peso médio. Não houve grande

diferença quanto as emissões de GEE por área, porém houve drástica redução da intensidade de emissão (Figura 2).

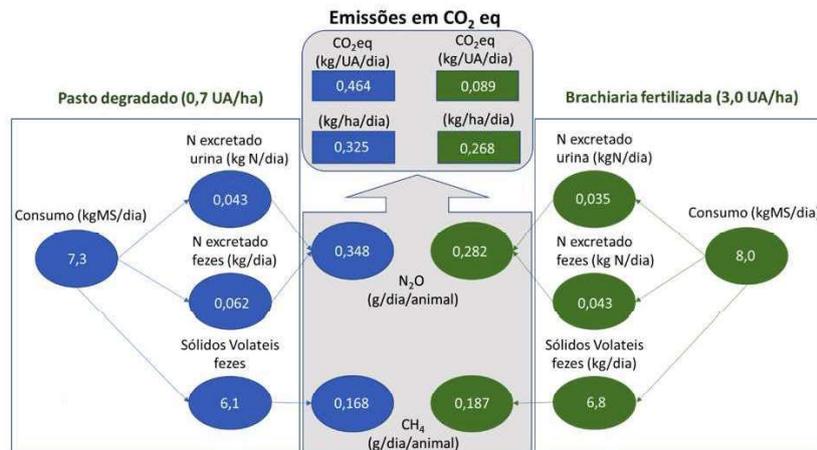


Figura 2. Consumo de forragem, ganho de peso e excreção por bovinos Nelore em regime contínuo de pastejo em pastagem degradada e em pastejo rotativo (7/28) em pastagem recuperada de *Brachiaria brizantha*, Marandú, fertilizada com N, e estimativas de emissões de GEE (CO<sub>2</sub>eq) por área e por unidade animal (450 kg peso vivo).

Cardozo et al., 2016, avaliaram a intensidade de emissão em 3 sistemas de pastagens e com 3 alturas distintas durante 3 anos. Concluíram que pastos manejados em alturas mais baixas apresentam maior impacto ambiental, além de maior emissão de GEE. A quantidade anual de CO<sub>2</sub>eq emitido por carcaça produzida, foi 35,47% nas pastagens melhoradas em relação as degradadas (Cardozo et al., 2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pastagens fertilizadas com N permitiram uma redução significativa na intensidade de emissão de CO<sub>2</sub>eq. comparadas com a pastagens degradadas.

Os animais manejados em pastagens fertilizadas com N apresentaram maior ganho de peso em comparação aos animais manejados em pastagens degradadas.

## Agradecimentos

À Embrapa Solos, Embrapa Agrobiologia, Ceplac-Ba e UFF por proporcionarem condições para realização da investigação.

## Bibliografia

- D.W. BUSSINK, O. OENEMA. 1998. Ammonia volatilization from dairy farming systems in temperate áreas. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51:19-33
- ALVES, B.J.R., OLIVEIRA, O.C.D., BODDEY, R.M., URQUIAGA, S. 1999. Métodos isotópicos. In: *ed. Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo*, SANTOS, G.A., CAMARGO, F.A.O., P. 337-357. Porto Alegre : Editora Genesis.
- CARDOSO, Abmael da Silva. 2012. Avaliação das emissões de gases de efeito estufa em diferentes cenários de intensificação de uso das pastagens no Brasil central 84f. Dissertação Mestrado em Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

- CARDOSO, A., BRITO, L., JANUSCKIEWICZ, E.R. 2017. Impact of Grazing Intensity and Seasons on Greenhouse Gas Emissions in Tropical Grassland. *Ecosystems*, 20:845-859.
- CHILLIARD, Y., DOREAU, M., BOCQUIER, F., LOBLEY, G. E. 1995. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to variations in food supply. In: OLIVEIRA, L.O.F.; SANTOS, S.A.; ABREU, U.G.P.; CRISPIM, S.M.S. & NOGUEIRA, E. Uso de Indicadores nos Estudos de Nutrição Animal Aplicados aos Sistemas de Produção a Pasto. *Documentos / Embrapa Pantanal*, ISSN 1981-7233; 120, p. 24, 2012.
- FUJIHARA, T.; ÆRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. 1997. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Agricultural Science*, 109:7-12.
- Chizzotti, M.L.; Valadares, S.C.F.; Valadares, R.F.D.; Chizzotti, F.H.M.; Marcondes; M.I. & Fonseca, M.A. 2007. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:138-146.
- FORSTER, P., RAMASWAMY, V., ARTAXO, P., BERNTSEN, T., BETTS, R., FAHEY, D.W., HAYWOOD, J., LEAN, J., LOWE, D.C., MYHRE, G., NGANGA, J., PRINN, R., RAGA, G., SCHULZ, M., VAN DORLAND, R., 2007. Changes in atmospheric constituents and in radioactive forcing. In: SOLOMON, S., QIN D., MANNING M., CHEN Z., MARQUIS, M., AVERT, K.B., IGNORANT, M., MILLER, H.L. (Eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Bases*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- GOUVELLO, C; SORES-FILHO, B. S & NASSAR, A. 2010. Estudo de Baixo Carbono para o Brasil. Uso da Terra, Mudanças do Uso da Terra e Floresta. *Banco Mundial*. 288p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Produção da pecuária municipal, Rio de Janeiro, 41:1-68.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, 104 p.
- IPCC 2014. Intergovernmental Panel. on Climate Change. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Eds. PICHES-MADRUGA, O. R.; SOKONA, Y.; FARAHANI, E.; KADNER, S.; SEYBOTH, K.; ADLER, A.; BAUM, I.; BRUNNER, S.; EICKEMEIER, P.; KRIEMANN, B.; SAVOLAINEN, J.; SCHLOMER, S.; VON STECHOW, C.; ZWICKEL, T.; MINX, J. C. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 2016. Comunicado Nacional das Emissões de Gases de Efeito Estufa. Disponível em: [www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br).
- MOSIER, A.; WASSMANN, R.; VERCHOT L., KING J.; PALM C. 2004. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soils: sources, sinks and mechanisms. *Environment, Development and Sustainability* 6:11-49.
- SANTOS, C. A. 2016. Estoques de C e N e emissões de óxido nitroso sob cobertura vegetal de pastagem de *Brachiaria brizantha* e mata, em Itabela (BA). Dissertação (Mestrado

em Agronomia, Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.



## ESTADO DA ARTE DA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO NA PERDA DE SOLOS E CONTROLE À EROSÃO

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, mestrando em engenharia de Biosistemas -UFF, Niterói-RJ, [marllushenrique.paiva@gmail.com](mailto: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](mailto: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](mailto:rachel.prado@embrapa.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O tipo de uso e cobertura da terra, bem como manejo do solo e da água na agricultura podem influenciar na quantidade de nutrientes e sedimentos lixiviados pelos processos erosivos, pondo em risco a qualidade dos serviços ambientais. Neste trabalho, buscou-se identificar o estado da arte de pesquisas realizadas no Brasil e na América Latina sob seu aspecto metodológico, voltadas à avaliação do impacto de iniciativas conservacionistas nos serviços ecossistêmicos de perda de solos e controle à erosão. Para tal, realizou-se um levantamento e organização de publicações científicas em uma base de dados, contendo informações sobre modelos e parâmetros atualmente empregados. Foram levantados 85 artigos indexados, período (1990 até 2016), segundo uso de palavras chaves, nas seguintes bases de publicação internacionais: SCOPUS e WEB of SCIENCE. Os indicadores avaliados foram aplicados em métodos clássicos de estimativa de erosão, erodibilidade do solo e erosividade da chuva, seguidos de precipitação (26%), turbidez (10%) e vazão (10%). Dentre os modelos, verificou-se maior aplicação dos tradicionais, USLE, MUSLE, RUSLE e SWAT para a medição das taxas de potencial erosivo e geração de sedimentos (63%). Poucos (6%) aplicaram métodos para integração de indicadores na paisagem. 75% dos estudos foram desenvolvidos em áreas agrícolas, seguidos por florestas (28%) e pastagem (25%). Dos estudos analisados, a maioria foi no Brasil (65%), seguido de Chile e Costa Rica. Como etapas futuras, serão analisadas com maior detalhamento, as metodologias que integram indicadores na paisagem, de baixo custo e de fácil aplicação e que utilizam a abordagem dos serviços ecossistêmicos.

**Palavras-chave:** Processo erosivo, metodologias, modelos, indicadores.

## STATE OF THE ART OF THE EVALUATION OF THE IMPACTS OF CONSERVATION SHARES IN LAND LOSS AND EROSION CONTROL

### Abstract

The type of land use and cover, as well as soil and water management in agriculture can influence the amount of nutrients and sediments leached by erosion processes, jeopardizing the quality of environmental services. This work aimed to identify the state of the art of research carried out in Brazil and Latin America under its methodological aspect, aimed at evaluating the impact of conservation initiatives on ecosystem services of soil loss and erosion control. For that, a survey and organization of scientific publications was carried out in a data base, containing information on models and parameters currently used. 85 articles indexed, period (1990 to 2016), according to the use of key words, were published in the following international publication databases: SCOPUS and WEB of SCIENCE. The evaluated indicators were applied in classical methods of estimation of

erosion, soil erodibility and rainfall erosion, followed by precipitation (26%), turbidity (10%) and flow (10%). Among the models, there was a greater application of the traditional, USLE, MUSLE, RUSLE and SWAT to measure the rates of erosive potential and sediment generation (63%). Few (6%) applied methods for integrating indicators into the landscape. 75% of the studies were developed in agricultural areas, followed by forests (28%) and pasture (25%). Of the studies analyzed, most were in Brazil (65%), followed by Chile and Costa Rica. As future steps, the methodologies that integrate landscape indicators, which are low cost and easy to apply and which use the ecosystem services approach will be analyzed in greater detail.

**Key words:** Erosive process, methodologies, models, indicators.

## INTRODUÇÃO

O processo erosivo constitui-se a principal causa de degradação dos solos, trazendo, como consequência, prejuízos ao setor agrícola e ao meio ambiente, com reflexos não só econômicos, mas também sociais (BENNETT, 1955).

Para GUERRA e MENDONÇA (2004), tal processo tem causas relacionadas à própria natureza, como a quantidade e a distribuição das chuvas, declividade, comprimento, a forma das encostas e o tipo de cobertura vegetal. Porém, os autores também apontam que as atividades antrópicas, como o uso e manejo da terra inadequados, tendem a promover desequilíbrio das condições naturais, através da aceleração das feições erosivas e deposição dos sedimentos de solo produzidos. Justamente por ser o recurso natural mais amplamente e intensamente utilizado, seja para atividades urbanas quanto agropecuárias, o controle da erosão, torna-se necessário à medida que a quantidade de solo removida atinge taxas acima de nível considerado aceitável comprometendo, portanto, a capacidade produtiva do solo e prejudicando os serviços ecossistêmicos, que segundo ALTMANN (2008) são as funções ecológicas percebidas como suporte e proteção das atividades humanas de produção e consumo.

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).

Há, atualmente, inúmeras proposições metodológicas e equações empíricas empregadas, para prever as perdas de solo e subsidiar tomadas de decisões no planejamento conservacionista localmente. No entanto, salienta-se que há certa complexidade em suas aplicações e carência de informações-chaves.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo identificar o estado da arte de pesquisas realizadas no Brasil e na América Latina, sob seu aspecto metodológico, voltadas à avaliação do impacto de iniciativas conservacionistas nos serviços ecossistêmicos de perda de solos e controle à erosão.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi baseada em duas etapas iniciais da metodologia *Knowledge Development Process - Constructivist* (ProknowC), proposto por Ensslin *et al.* (2012), a saber: 1) seleção da base bibliográfica que proporcionará a revisão de literatura, e; 2) análise bibliométrica da base de dados levantados.

Na primeira etapa, utilizou-se uma combinação de 10 termos de busca, tomados de 3 a 3, nas seguintes bases de publicação internacional SCOPUS e WEB pd SCIENCE: *Erosion Control, Landscap, Methods, Land Use, Land Cover, Monitoring, Ecosystem Services, Indicators, sedimentation e Latin America*. A análise combinatória simples gerou 120 possibilidades de

agrupamentos, o que permitiu levantar e mapear 85 artigos científicos mais relevantes ao tema, no período de 1990 até 2016, dentre os 3.018 ofertados.

Na segunda etapa, dos periódicos selecionados, buscou-se através de uma estatística simples quantificar a porcentagem da frequência de indicadores de estimativa de erosão e geração de sedimentos nos estudos, bem como verificar os métodos e modelos usados e seu campo de aplicação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 85 artigos selecionados, observou-se em sua totalidade que a unidade de estudo consistia na bacia hidrográfica, justamente por ser uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, o seu exutório. Em relação ao uso de terra (**Figura 1**), verificou-se que a agricultura e a pastagem foram o objeto de estudo mais frequente, devido a forte influência que tais práticas potencialmente impactam nos serviços ecossistêmicos e portanto na qualidade e disponibilidade de água. O estudo em florestas serviu como parâmetro comparativo de referência em relação às demais formas de manejo e uso da terra. O horizonte dos estudos variava em média de 2 a 3 anos.

Das metodologias e equações mais utilizadas, verificou se (**Figura 2**) que as tradicionais USLE, MUSLE, RUSLE e SWAT foram às metodologias mais amplamente empregadas para a medição das taxas de potencial erosivo e geração de sedimentos.

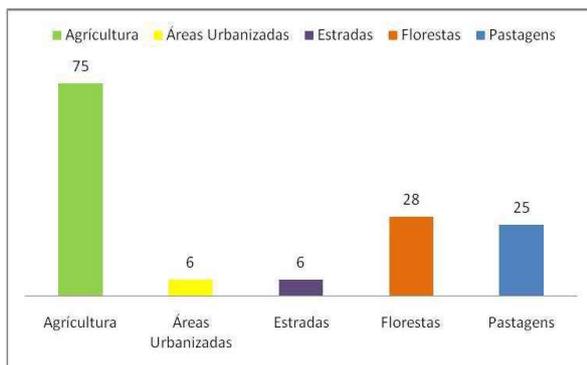


Figura 1. Uso de Terra

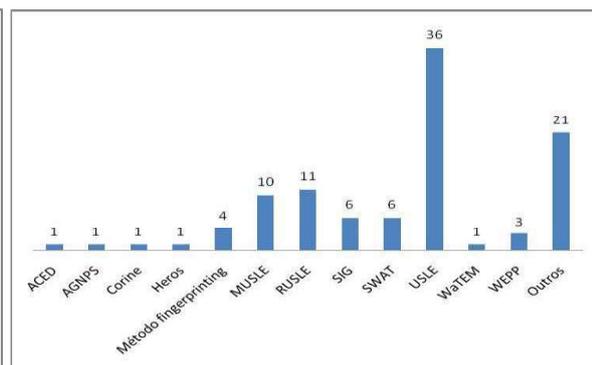


Figura 2. Metodologias

Nota-se que os parâmetros estudados mais representativos (**Figura 3**) foram as variáveis dos modelos tradicionais, erodibilidade do solo e erosividade da chuva seguidos de precipitação, vazão e turbidez. Dos artigos selecionados nas bases internacionais SCOPUS e WEB of SCIENCE, percebe-se que houve maior publicação brasileira sobre a temática observada (**Figura 4**), se comparada com demais países da América Latina vistos durante a pesquisa.

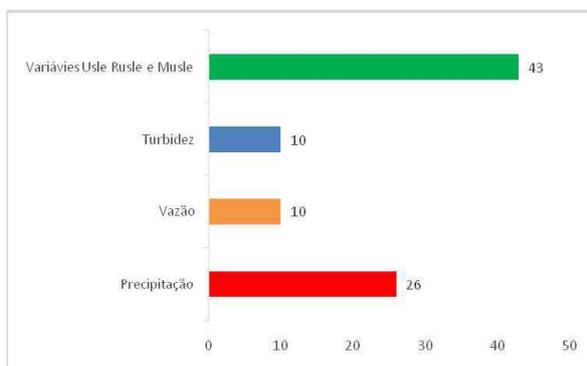


Figura 3. Indicadores utilizados nos estudos

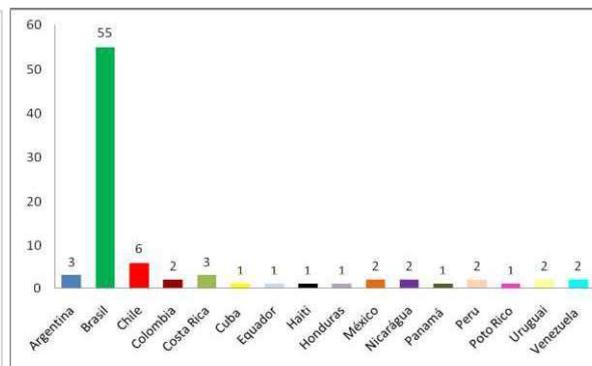


Figura 4. Países onde os estudos foram realizados

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da singularidade dos resultados obtidos, verifica-se que o uso de métodos e modelos empíricos e ou paramétricos hidrológicos de erosão para caracterização de áreas vulneráveis a erosão e sedimentação em bacias hidrográficas são os mais empregados para estimativa das taxas de erosão. Adicionalmente a esses modelos, observa-se o uso conjunto de mapas temáticos em ambiente Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Tais informações permitem uma descrição espacial das características físicas da área de interesse, gerando portanto, melhores considerações sobre as informações derivadas dos modelos. No entanto, entende-se que tais informações apresentam deficiências em virtude das simplificações e adaptações necessárias para sua aplicação em outras áreas, assim como na obtenção de série históricas de dados dos indicadores utilizados. Um outro desafio é o custo e viabilidade de sua aplicação no âmbito de projetos e programas de conservação pelos tomadores de decisão e atores locais, devido à sua complexidade e custo elevado do monitoramento dos indicadores necessários aos modelos. Desta forma, como etapas futuras serão analisadas com maior detalhamento as metodologias que integram indicadores na paisagem, de baixo custo e de fácil aplicação e que utilizem a abordagem dos serviços ecossistêmicos.

### Bibliografia

- ALTMANN, Alexandre. *Pagamentos por serviços ecológicos: uma estratégia para a restauração e preservação da mata ciliar no Brasil?* 2008. 121f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul. Rio Grande do Sul, 2008.
- BENNETT, H.H: *Elements of soil conservation*, 2<sup>a</sup> ed. Tokyo: Kogakusha. 1955
- ENSSLIN, L. et al. *Avaliação do desempenho de empresas terceirizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão-constructivista*. Revista Pesquisa Operacional, v.30, n.1, p.125-152, 2012
- GUERRA, A. J. T. O início do Processo Erosivo. In: *Erosão e Conservação dos Solos - Conceitos, Temas e Aplicações*. A. J. T. GUERRA; SILVA, Antônio Soares e R.G.M. BOTELHO (orgs.). Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 1999, pp. 15-55
- 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.



## ESTADO DA ARTE DA ESPECTROSCOPIA NIR PARA A DETERMINAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

Thalita de Moura Negrão<sup>1</sup>, André Marcelo de Souza<sup>2</sup>, Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Química, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [thalitanegrao26@gmail.com](mailto:thalitanegrao26@gmail.com)

<sup>2</sup> Analista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, [andremarcelo.souza@embrapa.br](mailto:andremarcelo.souza@embrapa.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, [renato.rodrigues@embrapa.br](mailto:renato.rodrigues@embrapa.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Os laboratórios de análise de solos no Brasil realizam a determinação de carbono orgânico do solo (COS) por métodos de referência de via úmida ou seca. Os métodos de via úmida são em grande maioria baseados em dicromatometria, na qual a matéria orgânica do solo é oxidada com dicromato de potássio em meio ácido. Por outro lado, os métodos de via seca consistem na combustão da amostra de solo na presença de oxigênio com o objetivo de converter todo o carbono em CO<sub>2</sub>. Porém ambas as vertentes possuem como desvantagens a geração de resíduos, o custo das análises e a demora na liberação de resultados. Os métodos de via úmida geram resíduos agressivos ao meio ambiente devido à utilização de dicromato de potássio. Por sua vez, alguns métodos de via seca podem formar resíduos sólidos de difícil tratamento. Estima-se que no Brasil existe um potencial de mais de 8 milhões de análises de COS por ano e que apenas 1/3 dessa demanda é atendida pelos laboratórios de solos sendo um dos gargalos as metodologias de referências. Diante disto, pesquisas atuais apontam a espectroscopia (NIR) como o método moderno mais promissor para análise de COS. A espectroscopia NIR é uma técnica rápida, não destrutiva, não gera resíduos agressivos ao meio ambiente e de baixo custo. O objetivo desse trabalho é apresentar o estado da arte da espectroscopia NIR para análise de COS, destacando suas vantagens em relação aos métodos tradicionais e os recentes avanços da técnica nesse tipo de aplicação.

**Palavras-chave:** COS, calibração multivariada, fertilidade de solos.

**Agradecimentos:** Embrapa Solos, BID- Banco interamericano de desenvolvimento, SpecLab.

### State of the art of NIR spectroscopy for the determination of soil organic carbon

#### Abstract

Soil analysis laboratories in Brazil perform soil organic carbon (SOC) determination by wet or dry reference methods. Wet methods are mostly based on dichromatometry, in which soil organic matter is oxidized with acid dichromate potassium dichromate. On the other hand, the dry path methods consist of the combustion of the soil sample in the presence of oxygen in order to convert all the carbon into CO<sub>2</sub>. However, both aspects have as disadvantages the generation of waste, the cost of the analyzes and the delay in the release of results. Wet methods normally may generate chemical wastes that can be aggressive to the environment due to the use of potassium dichromate. In like manner, some dry-run methods can form solid wastes that are difficult and

expansive to treat correctly. It is estimated that in Brazil there is a potential of more than 8 million SOC analyzes per year and that only 1/3 of this demand is accomplished due to many reasons including the bottlenecks of the reference methodologies. In this context, current research points to spectroscopy (NIR) as the most promising modern method for SOC analysis. NIR spectroscopy is a fast, non-destructive technique that does not generate aggressive waste to the environment and is cost effective. The objective of this work is to present the state of the art of NIR spectroscopy for SOC analysis, highlighting its advantages over traditional methods and the recent advances in technique in this type of application.

**Keywords:** SOC, multivariate calibration, Soil Fertility

## INTRODUÇÃO

A reconhecida aptidão agrícola do Brasil e a crescente demanda por conhecimento pleno dos seus solos tornam as pesquisas nessa área estratégicas para o aumento da produtividade agrícola de forma sustentável. Assim, anualmente, milhões de análises de diversos atributos relacionados à química, fertilidade e classificação do solo são realizadas em centenas de laboratórios de todo o país. Dentre essas análises, pode-se citar uma que demanda um esforço significativo e tempo da rotina dos laboratórios: a determinação de carbono orgânico do solo (COS). Este atributo, dentre outros, é tradicionalmente utilizado na avaliação da fertilidade do solo e é um critério de diagnóstico utilizado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (CLAESSEN *et al.*, 1997).

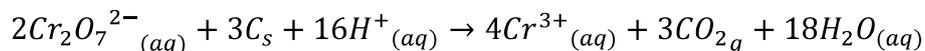
Dentre as diversas metodologias empregadas para determinação de carbono, uma que se destaca foi desenvolvida por Walkley & Black em 1934, que utiliza o princípio da combustão úmida com agentes oxidantes, como o dicromato de potássio por exemplo. Este método e demais similares ainda é um dos mais empregado em laboratórios de solos. Entretanto, problemas ambientais têm estimulado a substituição desse procedimento por outros que geram menor quantidade de resíduos potencialmente tóxicos. Outra metodologia em uso atualmente para a determinação de carbono no solo é a combustão por via seca empregando analisadores elementares. Todavia, os custos para a aquisição e manutenção desses equipamentos ainda limitam a sua utilização em grande parte dos laboratórios brasileiros. As pesquisas atuais apontam que a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) é a técnica alternativa mais promissora para a determinação de COS, em substituição total ou parcial aos métodos tradicionais supracitados (SOUZA *et al.*, 2015).

O objetivo desse trabalho é utilizar as metodologias de referência supracitadas para a determinação de COS e de carbono total na construção de modelos de calibração para a determinação desses atributos do solo empregando espectroscopia no infravermelho próximo. O trabalho encontra-se em fase de desenvolvimento e futuramente os resultados serão apresentados em uma publicação completa.

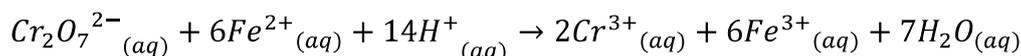
## MATERIAL E MÉTODOS

Um total de 1.000 (mil) amostras de fertilidade de solos representativos do território brasileiro serão analisadas nessa pesquisa. Essas amostras serão analisadas por via seca usando as metodologias propostas por Nelson e Sommers (NELSON & SOMMERS, 1996) e por via úmida através da oxidação do carbono com dicromato (WALKLEY & BLACK, 1934). Para o método de oxidação do dicromato, serão transferidos 0,5 g de amostra de solo para um frasco Erlenmeyer de 250,0 mL, onde será adicionado 10,0 mL de solução de dicromato de potássio 0,4 mol L<sup>-1</sup>. Após este procedimento, um tubo de ensaio com água (25,0 mm de diâmetro e 250,0 mm de altura) será posicionado dentro do Erlenmeyer contendo a solução de dicromato e o solo. O sistema será aquecido usando uma placa elétrica até a fervera leve durante cinco minutos. Após arrefecimento, serão adicionados ao sistema 80,0 mL de água

destilada, 2,0 mL de ácido ortofosfórico e 3,0 gotas de indicador de difenilamina. A reação química da oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio em ácido ortofosfórico e dada por:



O sistema será titulado utilizando uma solução de sulfato ferroso de amônio 0,1 mol L<sup>-1</sup> até a cor mudar de azul para verde. A reação baseia-se na titulação do excesso de dicromato após oxidação com solução de sulfato de amônio ferroso:



Uma amostra em branco (solução sem a presença do analito) também será titulada. A concentração de COS será calculada pela equação 1, em que 0,6 é um fator derivado do volume em mL de dicromato, volume total de solução em mL, massa equivalente de carbono em g e massa de amostra de solo em kg. A equação 1 é adotada pela EMBRAPA, (PEREIRA *et al*, 2006) e é uma adaptação da equação original proposta no método Walkley e Black (WALKLEY & BLACK, 1934).

$$SOC_{(g\ Kg^{-1})} = \left( \frac{40 - \text{volume da solução em mL usada na titulação da amostra}}{\text{volume da solução em mL usada na titulação do branco}} \right) \times \left( \frac{40}{\text{volume da solução em mL usada na titulação do branco}} \right) \times 0,6 \quad \text{Equação 1}$$

Para análise de combustão a seco, serão utilizadas 25 mg de amostra de solo em um analisador elementar PerkinElmer 2400 sob as seguintes condições: temperatura de combustão: 925 oC, temperatura de redução: 640 °C, gás de pureza mínima: He (99,995%), O2 (99,995%) e N2 (99,0%) e pressão de 1,5, 1 e 4 bar, respectivamente.

As análise por espectroscopia NIR serão realizada no SpecSolo-Scan® na faixa de 400 a 2500nm e 250 varreduras.

## RESULTADOS PRELIMINARES E DISCUSSÃO

Uma breve pesquisa bibliográfica empregando a combinação dos termos {soil} e {NIR} resultou em 1,427 trabalhos publicados, busca realizada em 19 de novembro de 2016, web of science. Diante dessa significativa quantidade de trabalhos publicados nesse tema, fica evidente que a importancia da espectroscopia NIR como uma técnica analítica alternativa para determinação de carbono no solo.

A Tabela 1 apresenta as vantagens e desvantagens do uso da espectroscopia NIR e as principais metodologias de referencia mais utilizadas para análise de SOC.

Tabale1. Vantagens e desvantagens das metologias empregadas para a determinação de COS.

Métodos analíticos		Principais vantagens	Desvantagens
Metodologia Clássica	Oxidação via úmida	Simplicidade analítica e baixo custo	Método destrutivo de análise, geração de resíduos tóxicos contendo íons cromo, elevado tempo de análise, sujeita a erros de exatidão e precisão.
	Via seca	Pouco manuseio da amostra, mais preciso e exato que o método de via úmida, mede simultaneamente N e H	Método destrutivo de análise, geração de resíduos sólidos, custo da análise pode ser superior ao método de via úmida, não faz distinção entre carbono orgânico e carbono inorgânico.

Metodologia Alternativa	Espectroscopia	Rápida, não destrutiva, limpa (não gera resíduos nocivos ao meio ambiente), requer o uso de reagentes químicos, baixo custo e menor tempo de análise	Necessidade de um banco de dados robusto que englobe a variabilidade dos solos da região de interesse.
-------------------------	----------------	--	--

Futuramente serão apresentados os resultados das modelagens de carbono por espectroscopia NIR utilizando como referência as metodologias estudadas nesse trabalho preliminar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução e a disseminação do uso da espectroscopia NIR para a determinação de carbono no solo reforçam o potencial do método e são os principais motivadores para a realização dessa pesquisa. Oportunamente os resultados finais dessa pesquisa serão publicados na íntegra.

### Agradecimentos

Embrapa Solos e BID- Banco interamericano de desenvolvimento e SpecLab.

### Bibliografia

CLAESSEN, M.E.C., BARRETO, W. de O., PAULA, J.L. de, DUARTE, J.L. de P.M.N., 1997. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Embrapa - CNPS. Documentos, Rio de Janeiro, 2011. 2a ed, 212 p.

NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties. Part 2. Madison, Soil Science Society of America, 1982. p.539-579.

NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: SPARKS, D.L.; PAGA, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T. & SUMMER, M.E., eds. Methods of soil analysis: Chemical methods. Part 3. Madison, Soil Science Society of America, 1996. p.961-1010.

PEREIRA, M. G.; VALLADARES, G. S.; DOS ANJOS, L. H. C.; BENITES, B. M.; ESPINDOLA JR, A.; EBELING, A. G. Organic carbon determination in histosols and soil horizons with high organic matter content from Brazil. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.63, n.2, p.187-193, Mar./Apr. 2006

SOUZA, A. M.; COELHO, M. R.; FONTANA, A.; BRESSAN, C. & POPPI, R. J. Determinação de carbono orgânico do solo por espectroscopia NIR e calibração multivariada. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXXV, Natal 2015, Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015.

WALKLEY BLACK A, BLACK L.A. 1934. An examination of the Dgtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37, 29–38.



## ESTUDO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM FOLHAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

Alessandra Ribeiro de Paula<sup>1</sup>, Mariana Gonçalves do Amaral<sup>2</sup>, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira<sup>3</sup>, Thelma Barros de Machado<sup>4</sup>, Leonardo da Silva Hamacher<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, alessandrap@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduanda de Engenharia Agrícola - UFF, Niterói-RJ, mgamaral29@gmail.com

<sup>3</sup> D. Sc. - UFF, Niterói-RJ, rjarigueira@id.uff.br

<sup>4</sup> D. Sc. - UFF, Niterói-RJ, thel34@gmail.com

<sup>5</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, doutorando em Ciência, Tecnologia e Inovação— UFF, Niterói-RJ, lshamacher@gmail.com

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A análise fitoquímica da espécie *Coffea arabica* L. registra a cafeína como seu princípio ativo, que é encontrado não só nos grãos, mas em outras partes da planta, com exceção das raízes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre a condutividade elétrica e o teor de constituinte químico em folhas de café, especificamente avaliar a relação massa-volume e teor de marcador químico em folhas secas e frescas. Foi utilizado um experimento inteiramente casualizados, adotando folhas frescas e secas, 4 ensaios, e 4 volumes de solução de exsudato (75, 70, 65, 60 mL), com 3 repetições. O volume que melhor representou a quantificação da condutividade elétrica, nas condições em que o experimento foi executado, com coeficiente de determinação de 96,95%, foi de 65 mL. Em relação ao doseamento de cafeína nas folhas obtiveram-se os resultados médios de 0,005032 µg/g de amostra fresca, e 0,005654 µg/g de amostra desidratada. O teor médio de água inicial das folhas frescas de 70% b.u., e das folhas desidratadas de 60% b.u., a perda de matéria seca foi de 10%, portanto, o conteúdo em µg/g de amostra de folhas frescas para desidratadas aumentou proporcionalmente. Logo, a quantidade de constituinte químico, cafeína, variou em função da relação do peso de matéria fresca e seca em folhas de café e para a determinação da condutividade elétrica deve-se utilizar 65 mL de volume de embebição para  $3,0 \pm 0,5$  g em folhas frescas e secas de café. Além disso, não houve significância entre a condutividade elétrica e o constituinte químico.

**Palavras-chave:** constituinte químico; polaridade; secagem; cafeína.

## STUDY OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN COFFEE LEAVES (*Coffea arabica* L.)

### Abstract

The active principle of *Coffea arabica* L. is caffeine being found not only in grains but in other parts of the plant, with the exception of the roots. The objective of this work was to evaluate the relationship between the electrical conductivity and the chemical constituent content in coffee leaves. Specifically evaluate the mass-volume ratio and chemical constituent content in fresh and dry leaves. We used a completely randomized experiment,

adopting fresh and dried leaves, 4 trials, and 4 volumes of exudate solution (75, 70, 65, 60 mL) with 3 replicates. The volume that best represented the quantification of the electrical conductivity under the conditions in which the experiment was performed, with a determination coefficient of 96,95%, was 65 mL. The mean values of 0,005032  $\mu\text{g} / \text{g}$  of fresh sample and 0,005654  $\mu\text{g} / \text{g}$  of dehydrated sample were obtained for the caffeine test. The initial water content of fresh leaves of 70% w.b. and dehydrated leaves of 60% w.b., the dry matter loss was 10%, so the content of  $\mu\text{g} / \text{g}$  fresh leaf sample for dehydration increased proportionally. Therefore, the amount of chemical constituent, caffeine, varied according to the proportion by weight of fresh matter and dry matter in the coffee leaves and to determine the electrical conductivity, it is necessary to use 65 mL of imbibition volume to  $3,0 \pm 0,5$  g in fresh and dried coffee leaves. In addition, there was no significance between the electrical conductivity and the chemical component.

**Keywords:** chemical constituent; polarity; drying; caffeine.

## INTRODUÇÃO

A cafeína é uma das drogas mais consumidas em todo o mundo e data de muitos séculos, devido os efeitos estimulantes. E está presente em diversas espécies de plantas, como: chás, cafés, refrigerantes, chocolates, bebidas esportivas, alguns remédios do tipo analgésico ou contra gripes (BRAGA; ALVES, 2000).

A análise fotoquímica da espécie *Coffea arabica* L. registra a cafeína como seu princípio ativo, que é encontrado não só nos grãos como em outras partes da planta, com exceção das raízes (LORENZI E MATOS, 2008).

A condutividade elétrica pode ser avaliada em folhas secas ou frescas, no qual os valores são proporcionais à quantidade de lixiviados na solução, correspondendo à liberação de exsudatos que está diretamente associada à integridade das membranas celulares (SHANNON, 1997). Neste caso, a cafeína presente na planta *Coffea arabica* L., devido a sua ação terapêutica associada ao parâmetro físico-químico da condutividade elétrica, pode qualificar-se como referência no controle de qualidade da matéria-prima vegetal e de medicamentos fitoterápicos (NOGUEIRA, 2017).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre a condutividade elétrica e o teor de constituinte químico em folhas de café (*Coffea arabica* L.). Especificamente avaliar a relação massa-volume e teor de constituinte químico em folhas secas e frescas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas folhas de café (*Coffea arabica* L.) oriundas do Estado de MG, da cidade de Lambari. 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.

Foram utilizadas folhas frescas, com aspecto verde-escuro, integras e sem presença de patógenos. A secagem das folhas foi realizada em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 5 horas, segundo metodologia de Martinazzo et al. (2007) e Prates et al. (2012). Para a relação massa-volume foi utilizado  $3,0 \pm 0,5$  g de folhas frescas ou secas, o volume de água deionizada foi de 75, 70, 65, 60 mL.

As folhas foram cortadas em pedaços medindo 1 x 1 cm, submersos em água deionizada e colocadas em repouso por 24 horas em ambiente com temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , com 3 repetições. Após a pesagem, em grama, de cada amostra, a condutividade elétrica foi medida utilizando-se um Condutivímetro Digimed (DM-31) – TECNAL bancada, em  $\mu\text{S cm}^{-1}$ . Os resultados finais foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

Posteriormente, considerou-se um delineamento inteiramente casualizados em esquema fatorial 2 x 4 x 4. Adotando-se 2 tipos de folhas (frescas e secas), 4 ensaios (1 a 4 ensaios), e 4 volumes de solução de exudato (75, 70, 65, 60 mL), com 3 repetições.

Na quantificação da condutividade elétrica as soluções, tanto para folhas frescas quanto secas, foram filtradas utilizando filtro quantitativo de filtragem rápida.

A determinação de teor de umidade das folhas foi realizada em estufa com circulação forçada de ar, a  $105^\circ\text{C}$ , por 24 horas, segundo metodologia de Asae Standards (2000).

O doseamento da cafeína foi realizado no Laboratório de Qualidade Físico Químico, da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal Fluminense, conforme metodologia descrita por Li et al. (1990).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Houve variação na quantificação da condutividade em função da constituição das folhas e diferença para os diferentes volumes utilizados, quanto ao estudo da relação massa-volume para folhas frescas de café.

Foi identificada uma diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre os ensaios com folhas secas de café. Considerando as características das folhas frescas, após a secagem, ocorreu variação na quantificação da condutividade considerando, também, a variação na sua constituição. Não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para os diferentes volumes utilizados, nos ensaios realizados, quanto ao estudo da relação massa-volume para folhas secas de café. Entretanto, houve interação significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para os fatores ensaios e volume. Essa interação indicou que para cada ensaio executado os valores da condutividade elétrica variaram de acordo com o volume estudado.

Observando as amostras foi possível deduzir que ao diminuir a quantidade de água deionizada a condutividade teve um aumento em relação ao maior volume adotado, 75 mL. Considerando que a condutividade elétrica diz respeito à concentração de íons no soluto, pode-se concluir que com 60 mL haverá uma quantidade maior de íons em comparação aos 75 mL.

Ao analisarmos as condições de folhas frescas e secas pode-se observar que houve diversas interações, ao nível de 5% de probabilidade, entre os ensaios e volumes estudados. Isso indicou que tanto para folhas frescas quanto para secas a quantificação da condutividade elétrica será variável quando determinada em diferentes volumes.

As interações referentes às Folhas, Ensaios e Volumes foram analisadas segundo a determinação das equações de regressão, a fim de determinar o melhor ajuste entre a condutividade elétrica das folhas frescas e seca e o volume de embebição. O volume que

melhor representa a quantificação da condutividade elétrica, nas condições em que o experimento foi executado, e de acordo com o coeficiente de determinação, foi de 65 mL.

Em relação ao doseamento de cafeína tanto em folhas frescas quanto em secas obtiveram-se os resultados de 0,005032 µg/g de amostra fresca, e 0,005654 µg/g de amostra desidratada, respectivamente.

Considerando o teor médio de água inicial das folhas frescas de 70% b.u., e das folhas desidratadas de 60% b.u., a perda de matéria seca foi de 10%. Portanto, o conteúdo em µg/g de amostra de folhas frescas para desidratadas também aumentou proporcionalmente.

Ao analisar a correlação entre a condutividade elétrica e teor de cafeína para as folhas frescas e secas, pode-se observar que não houve significância, ao nível de 5% de probabilidade, entre as amostras estudadas. O coeficiente de regressão para folhas frescas foi considerado de moderada precisão, enquanto que para folhas secas de forte precisão.

Em relação à correlação entre condutividade elétrica e constituinte químico ainda são necessários estudos que possibilitem a afirmação precisa da eficiência deste método.

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.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se que:

1. A quantidade de constituinte químico, cafeína, varia em função da relação do peso de matéria fresca e seca em folhas de café;
2. Para a determinação da condutividade elétrica deve-se utilizar 65 mL de volume de embebição para  $3,0 \pm 0,5$  g em folhas frescas e secas de café;
3. Para as folhas de café, tanto frescas como secas, não houve significância entre a condutividade elétrica e constituinte químico. Portanto, torna-se necessário efetuar estudos para avaliar a quantificação da condutividade elétrica em diferentes folhas de plantas medicinais.

## **BIBLIOGRAFIA**

ASAE STANDARDS. 2000. Standards engineering practices: data: moisture measurement-forages, ASAE S358.2 DEC99. American Society of Agricultural Engineers, p. 565- 572.

BRAGA, L. C.; ALVES, M. P. 2000. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. *Revista Brasileira Ciência e Movimento*, v. 8, p. 33–37.

LI, S. ; BERGER, J. ; HARTLAND, S. 1990. UV spectrophotometric determination of theobromine and caffeine in cocoa beans. *Analytica Chimica Acta*.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. 2008. *Plantas medicinais no Brasil:nativas e exóticas*. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum.

MARTINAZZO, A.P.; CORRÊA, P.C.; MELO, E.C.; BARBOSA, F.F. 2007. Difusividade efetiva em folhas de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf submetidas à secagem com diferentes comprimentos de corte e temperaturas do ar. *Revista Brasileira Plantas Medicinai*s, v.9, p.68-72.

NOGUEIRA, T.L. 2017. Estudo da condutividade elétrica em plantas medicinais. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Niterói.

PRATES, M.F.O., REIS, R.C., DEVILLA, I.A., FARIA, R.Q., & LIMA JUNIOR, A.F. 2012. Cinética de secagem de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (fruta-de-lobo). *Revista brasileira plantas medicinais*, v. 14, p. 514-521.

SHANNON, M. C. 1997. Adaptation of plants to salinity. *Advances in Agronomy*, v. 60, p. 75-120.



## **ETNOECOLOGIA COMO FERRAMENTA DE ESTUDO DO PATRIMÔNIO CULTURAL E BIOLÓGICO DO RIO PARAÍBA DO SUL**

Fernando Matias de Melo<sup>1</sup>, Tassia Cristina Bello de Vasconcelos<sup>2</sup>, Bruno Jorge Batista dos Santos<sup>3</sup>, Ricardo Gomes da Silva<sup>4</sup>, Diego Ramos Inácio<sup>5</sup>, Sávio Freire Bruno<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Biólogo, Mestre, PGEB – UFF – fernando.ecobio@gmail.com

<sup>2</sup>Médica Veterinária, Doutora, Prefeitura Municipal de Resende, RJ – tassia.vasconcelos@gmail.com

<sup>3</sup>Biólogo - Professor da Prefeitura Municipal de Volta Redonda-RJ

<sup>4</sup>Biólogo, mestrando PGEB - UFF

<sup>5</sup>Graduando em Geografia UERJ

<sup>6</sup>Médico Veterinário; Biólogo, Professor Titular – PGEB / UFF saviobruno@id.uff.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A bacia do rio Paraíba do Sul está localizada em um importante bioma, a Mata Atlântica, e as atividades humanas a influenciam diretamente. Por meio de uma abordagem etnoecológica, este estudo teve como objetivo caracterizar a atividade de pesca na região do Médio Paraíba do Sul, no estado do Rio de Janeiro, entre maio de 2014 a janeiro de 2015. Foi evidenciada a continuidade de uma atividade pesqueira bastante explorada historicamente, com predominância de pescadores esportivos ou amadores. Notoriamente, há duas áreas distintas: uma mais impactada pela ação humana e com baixa qualidade ambiental e outro com melhor preservação. Consequentemente, as atividades pesqueiras foram mais evidentes entre os pescadores da segunda área, onde se pode notar uma maior riqueza e disponibilidade de espécies de peixes. Para as artes de pesca, essas foram diversas e, desde que de acordo com o regulamento legal, podem ser reconciliados com ações de gestão relacionadas à proteção da natureza, mantendo a tradição local e secular da atividade pesqueira. Em conclusão, a pesca faz parte da vida local diária e representa os costumes e o meio de vida dessas populações. A etnoecologia foi importante para a geração de dados e caracterização dessa atividade na região.

Palavras-chave: caracterização de pesca, pescadores, população ribeirinha, riqueza biológica

## **Ethnoecology as a study tool of cultural and biological heritage of the Paraíba do Sul River**

### **Abstract**

The *Paraíba do Sul* River basin is localized at an important biome, the Atlantic Forest, and human activities influence directly it. By an ethnoecological approach, this study aimed to characterize the fishing activity in the river. There was a predominance of sport or amateur fishermen as the continuity of an activity quite exploited historically. Notoriously, there are two distinct areas: one more human impacted and with a poor environmental quality; and other with a better one. Consequently, the consumption and sale of fish were more evident among fishermen at the second area, where it can be noted a greater richness and availability of fish species. For the fishing gear, under law regulation, they can be reconciled to the management actions related to protection nature, keeping a fishing centuries-old local tradition. In conclusion, the fishing is a part of the daily local life and the ethnoecology was important to generating data and characterization of this local anthropic action.

Key-words: fishing characterization, fishermen, riverine population, biological wealth

## INTRODUÇÃO

A bacia do Rio Paraíba do Sul localiza-se na abrangência do bioma Mata Atlântica (AGEVAP, 2006). Devido à sua riqueza biológica e níveis de ameaça, tal bioma é classificado como um *Hot Spot* mundial (Pinto et al., 2006; CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL, 2012).

O Rio Paraíba do Sul estende-se pelos estados brasileiros de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, com o trecho fluminense apresentando a maior área de florestas remanescentes da Mata Atlântica (AGEVAP, 2006). Estudos cartográficos associados às observações de campo demonstram que a região do Médio Paraíba do Sul é a mais impactada de toda a bacia hidrográfica (SUPMEP/INEA, 2012).

Nesse contexto socioambiental, podem ser encontrados moradores locais que albergam um conhecimento consagrado, sendo reconhecidas pela própria sociedade e denominadas por Marques (1995) como “especialistas nativos”. Dessa forma, surge a etnoecologia, baseando-se no valor da sabedoria tradicional, derivada das experiências que um indivíduo e sua comunidade têm sobre o mundo natural (TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2009).

Diante desse quadro, por meio de uma abordagem etnoecológica, este estudo se propôs realizar uma avaliação quanto aos patrimônios culturais e biológicos do Rio Paraíba do Sul, realizando uma associação entre as atividades de pesca e a sobrevivência de espécies na região.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se na Região do Médio Paraíba do Sul, no estado do Rio de Janeiro, e corresponde à porção do rio Paraíba do Sul inserido entre a represa do Funil, no município de Itatiaia, e a Barragem de Santa Cecília, no município de Barra do Piraí. Designou-se como área amostral, sua porção inferior, composta pelos municípios de Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral e Barra do Piraí. Para efeito da organização e comparação dos dados, tal área foi subdividida em duas áreas contíguas, denominadas A (abrangendo os municípios de Barra Mansa e Volta Redonda) e B (Pinheiral e Barra do Piraí) (Figura 1).

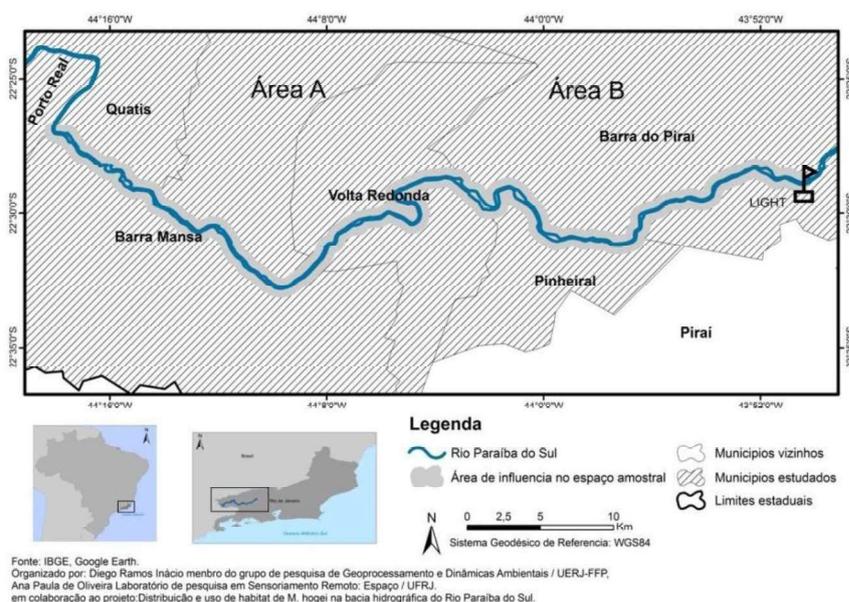


Figura 1. Mapa representativo da área amostral de 66 km, na qual o Rio Paraíba do Sul atravessa os municípios de Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral e Barra do Piraí.

O trecho A é caracterizado por intensa industrialização, com grande adensamento populacional, pouca ou nenhuma cobertura florestal em alguns trechos do rio e grande parte dos afluentes está obstruída, canalizada e/ou com baixa qualidade ambiental (IBGE, 2014). O trecho B caracteriza-se por baixa taxa de ocupação nos leitos e afluentes do rio e em sua grande parte é pouco industrializado, com presença de cobertura florestal em estágio de regeneração natural de inicial a média em alguns trechos do rio. Apresenta importantes afluentes não canalizados (IBGE, 2014).

A coleta de dados por meio da etnoecologia ocorreu entre maio de 2014 a janeiro de 2015 e se deu pela participação de 36 entrevistados das duas áreas amostrais, sendo 18 participantes para cada área.

Como forma de sistematizar a coleta de informações, foi utilizada a “Metodologia Geradora de Dados – MGD” proposta por Posey (1987) e utilizada por Moura e Marques (2008), para a elaboração de questionário de entrevista, além da realização de perguntas com respostas tanto evidentes como muito específicas, que exigissem conhecimento aprofundado, conforme proposto por Johannes, 1981, apud Silvano, 2004; e Silvano e Valbo-Jorgensen, 2008.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Quanto às atividades da pesca na região, puderam ser realizadas 36 entrevistas nesse espaço amostral, sendo 32 com pescadores e quatro com trabalhadores de areais. Dos 32 pescadores, 24 (75%) foram caracterizados como pescadores esportivos ou amadores, devido ao fato de não comercializarem o pescado e não fazerem uso do mesmo para subsistência. Dois dos participantes (6%) realizam a pesca profissionalmente. Outros seis pescadores (18,8%) informaram vender esporadicamente o pescado e 13 (40,6%) fazem do pescado um complemento à refeição domiciliar.

Sobre as artes de pesca, os dados gerais apontam que os apetrechos mais utilizados pelos pescadores na área amostral em geral são: vara e molinete, citados por 27 (84,4%) dos pescadores; e rede e tarrafa, utilizadas por 26 (81%) dos entrevistados. A utilização do “peneirão” foi citada por apenas um dos pescadores, na área A.

Acredita-se que a relação de consumo e exploração comercial do pescado, no trecho estudado, esteja relacionada com a qualidade ambiental dos trechos amostrados, e consequentemente com a riqueza e disponibilidade de espécies. Essa constatação tem relação direta com baixa qualidade ambiental proveniente da poluição dos municípios de Barra Mansa e Volta Redonda e essa diferenciação ficou clara durante as entrevistas, uma vez que muitos dos pescadores da área entre Barra Mansa e Volta Redonda manifestaram ter desistido da pesca profissional nestas localidades, pela escassez, baixa qualidade e alta probabilidade de contaminação do pescado por “elementos químicos” industriais (metais pesados). De fato, segunda a AGEVAP, 2006, a degradação ambiental motivada pela poluição tóxica e orgânica e, principalmente, por materiais suspensos, reduziu significativamente a atividade pesqueira, além de as barragens construídas na bacia não apresentam escadas para peixes, o que impede as várias espécies de subirem os rios para a desova. Corrobora ainda nesse aspecto, o estudo sobre a integridade biótica de Araújo (1998).

Quanto às artes de pesca, os dados apontam que a prática com base em redes de espera e tarrafa é comumente utilizada entre os pescadores do trecho amostrado. O uso destes apetrechos na área B (Pinheiral e Barra do Pirai) apresenta-se duas vezes maior do que o mesmo uso na área amostral A (Barra Mansa e Volta Redonda). Nesse sentido, a Instrução Normativa N.º 43 (IBAMA, 2004) regula o uso de tais apetrechos, podendo ser utilizados, porém dentro dos requisitos legais para áreas continentais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de pesca praticadas por comunidades locais, de zonas rurais, e/ou ribeirinhas presentes na área de estudo representam mais do que uma atividade esportiva, de lazer ou simplesmente comercial. Essa prática representa os costumes e o meio de vida dessas populações.

Considerando a escassez de informações referentes à atividade pesqueira na Região do Médio Paraíba do Sul, acredita-se que a mostra de dados apresentada no presente estudo contribua para um melhor entendimento sobre a prática da pesca em âmbito regional e incentive novos estudos sobre a pesca e sua relação com o recurso pesqueiro disponível na Região do Médio Paraíba do Sul.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Araújo FG, 1998. Adaptação do Índice de Integridade Biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Biologia*, 58(4): 547-558.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de pesquisas, coordenação de população e indicadores sociais. Available in: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Accessed in: February 2015.

Moura FBP & Marques JGW. 2008. Zooterapia popular na Chapada Diamantina: uma medicina incidental? *Ciência & saúde coletiva*, 13 (2): 2179-2188.

Marques JGW, 1995. Pescando pescadores: etnoecologia abrangente no baixo São Francisco Alagoano. São Paulo: Edusp.

Pinto LPS et al., 2006. Mata Atlântica Brasileira: os desafios para a conservação da biodiversidade de um *hotspot* mundial. In: Rocha CFD et al. (Eds), *Biologia da conservação: Essências*. São Carlos: RIMA. p.91-118.

Posey DA. 1987. Introdução, etnobiologia: teoria e pratica. In: D. Ribeiro (Ed.). *Suma Etnológica Brasileira*. Petrópolis: Vozes. p.15-25.

AGEVAP. Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2006. Plano de recursos hídricos da bacia do rio paraíba do sul. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC.

Silvano RAM. 2004. Pesca Artesanal e Etnoictiologia. In: Begossi, A. (Org.) *Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia*. São Paulo: Hucitec/Nepam/Nupaub/ Fapesp.

Silvano RAM & Valbo-Jorgensen J. 2008. Beyond fishermen's tales: contributions of fishers' local ecological knowledge to fish ecology and fisheries management. *Environment, development and sustainability*, 10: 657-675.

Rio de Janeiro. Secretaria de Estado do Ambiente. 2012. Avaliação ambiental do rio Paraíba do Sul trecho Funil - Santa Cecília. Relatório Técnico. Rio de Janeiro.

Toledo VM & Barrera-Bassols N A. 2009. Etnoecologia: uma ciência pós-normal que estuda as sabedorias tradicionais. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 20: 31-45.



## EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO DETERMINADA COM DADOS EM GRADE DA UNIVERSIDADE DE DELAWARE

Christiane Nascimento Santos<sup>1</sup>, Anderson Amorim Rocha Santos<sup>2</sup>, Mônica Carneiro Alves Senna<sup>3</sup>, Gustavo Bastos Lyra<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Meteorologista, Mestrado em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ, christianens@id.uff.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Mestrado em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ, aamorims@gmail.com

<sup>3</sup> Meteorologista, Professora, UFF, Niterói-RJ, monicasenna@id.uff.br

<sup>4</sup> Meteorologista, Professor, UFRRJ, Seropédica-RJ, gblyra@ufrj.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Avaliou-se a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) estimada pelo método de Thornthwaite com dados em grade em relação a  $ET_0$  estimada pelo método Penman-Monteith - FAO56 com dados observados para o estado do Rio de Janeiro. O método Penman-Monteith - FAO56 (PM-FAO56) requer para sua aplicação dados de radiação solar, temperatura e umidade do ar e velocidade vento. No presente estudo, para estimativa de  $ET_0$  PM-FAO56 foram utilizadas séries climáticas (1961 - 2010) obtidas em estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no estado do Rio de Janeiro (RJ). O método de Thornthwaite necessita apenas de dados temperatura do ar, sendo  $ET_0$  estimada por este método baseada em séries climáticas (1961 - 2010) em grade da Universidade de Delaware. O desempenho do método de Thornthwaite em relação ao método PM-FAO56 foi avaliado por meio de índices estatísticos (coeficiente de determinação -  $r^2$ , índice de concordância de Willmott -  $d$  e índice de desempenho de Camargo e Sentelhas). As estações avaliadas apresentaram índice  $d$  de Willmott (exatidão) com valores entre 0,77 e 0,94;  $r^2$  (precisão) entre 0,55 e 0,80, e índice  $c$  com desempenho classificado entre "Mediano" e "Muito Bom". A utilização de dados em grade é uma alternativa em locais onde não existam séries climáticas, ou mesmo em locais com séries de baixa qualidade e não contínuas.

**Palavras-chave:** Penman-Monteith, Thornthwaite, temperatura do ar

## REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION FOR THE STATE OF RIO DE JANEIRO ESTIMATE WITH GRIDDED DATA OF DELAWARE UNIVERSITY

### Abstract

The reference evapotranspiration ( $ET_0$ ) estimated by the Thornthwaite method with gridded data in relation to  $ET_0$  estimated by the Penman-Monteith method - FAO56 with data for the state of Rio de Janeiro was evaluated. The Penman-Monteith - FAO 56 method requires solar radiation, air temperature and humidity and wind speed. In this study, to calculate  $ET_0$  PM-FAO56, were used observed climatic series (1961 – 2010) from weather stations of the National Institute of Meteorology (INMET) in the state of Rio de Janeiro (RJ). The method of Thornthwaite only needs air temperature and  $ET_0$  estimated by this method was based on the gridded climate series (1961 - 2010) from University of Delaware. The performance of the Thornthwaite method in relation to the PM - FAO56 method was evaluated by means of statistical indices (coefficient of determination -  $r^2$ ,

Willmott - d concordance index and Camargo and Sentelhas performance index). The evaluated stations showed accuracy between 0.77 and 0.94,  $r^2$  values between 0,55 and 0,80, and index c with “Very Good” to “Moderate” performances. Use gridded series constitutes a viable alternative where there aren't climate series, or even place with low quality and non-continuous series.

**Keywords:** Penman-Monteith, Thornthwaite, air temperature

## INTRODUÇÃO

A evapotranspiração é um importante constituinte do ciclo hidrológico e, assim sendo, de extrema relevância em diversas atividades humanas que tratam da utilização e manejo da água (COSTA et al., 1998), como por exemplo, a modelagem hidrológica e meteorológica (BEZERRA et al., 2008). A evapotranspiração pode ser determinada por métodos diretos. Entretanto, a sua medição apresenta custos elevados. Desta forma, métodos para sua estimativa vêm sendo propostos por diversos pesquisadores com as mais diferentes concepções e número de variáveis envolvidas. (MENDONÇA et al., 2003).

O método-padrão recomendado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), em seu boletim nº56, é o Penman-Monteith (PM-FAO56) parametrizado. Sua estimativa denominada evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) requer dados de saldo de radiação, fluxo de calor no solo e valores médios diários de velocidade do vento, temperatura e umidade do ar. Esta quantidade significativa de variáveis é uma limitação para sua aplicação, pois, nas estações meteorológicas ativas, muitas vezes não se dispõem de observações de todos os elementos necessários à aplicação deste método. Além disso, há regiões onde não existem estações meteorológicas ou as séries das estações existentes não são contínuas. Uma alternativa é a utilização de bancos de dados em grade, ou seja, dados gerados de forma integrada a rede de estações existentes, suprimindo, assim, a falta de dados observados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a  $ET_0$  estimada pelo método de Thornthwaite com base de dados em grades obtidos da Universidade de Delaware em relação a  $ET_0$  estimada pelo método de PM-FAO56 em função de dados observados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o estado do Rio de Janeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

A estimativa da evapotranspiração de referência foi obtida pelo método-padrão PM-FAO56 (eq. 1) utilizando-se os dados observados (1961-2010) obtidos em 10 estações meteorológicas convencionais pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizadas no estado do Rio de Janeiro: Paty do Alferes (ALF), Maricá (MAR), Iguaba Grande (IGB), Itaperuna (ITA), Santa Maria Madalena (SMM), Campos dos Goytacazes (GOY), Cordeiro (COR), Resende (RES), Rio de Janeiro (RIO) e Angra dos Reis (ANG).

**Erro!** Fonte de referência não encontrada.  
(1)

em que:  $ET_0$  é a evapotranspiração de referência ( $\text{mm d}^{-1}$ );  $R_n$  é o saldo de radiação à superfície ( $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ );  $G$  é o fluxo de calor no solo ( $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ );  $T$  é a temperatura do ar média diária à 2 m de altura ( $^{\circ}\text{C}$ );  $u_2$  é a velocidade do vento a 2 m de altura ( $\text{m s}^{-1}$ );  $e_s$  é a média diária da pressão de saturação vapor d'água do ar ( $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ );  $e_a$  é a média diária da

pressão real de vapor d'água do ar (kPa);  $\Delta$  é a inclinação da curva de pressão de vapor no ponto da temperatura do ar média (kPa °C<sup>-1</sup>); e  $\gamma$  é o coeficiente psicrométrico (kPa °C<sup>-1</sup>).

Os dados em grade utilizados para comparação com o método-padrão foram obtidos no banco de dados da Universidade de Delaware, que disponibiliza médias mensais de temperatura do ar interpoladas para 0,5 x 0,5° de grade de latitude e longitude para todo o planeta, gerados com base em dados de redes climatológicas e disponibilizados em [https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.UDel\\_AirT\\_Precip.html](https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.UDel_AirT_Precip.html).

Os dados da Universidade de Delaware foram utilizados para a estimativa da evapotranspiração pelo método de Thornthwaite. Este é um método empírico e define evapotranspiração como um índice de eficiência térmica. Desta forma, o método de Thornthwaite para a estimativa da evapotranspiração tem como única variável independente a temperatura do ar, sendo expressa pela equação:

**Erro! Fonte de referência não encontrada.**  
(2)

em que:  $T_i$  é a temperatura do ar média mensal (°C); e coeficiente  $a$  (eq. 3) é dado pela seguinte equação:

**Erro! Fonte de referência não encontrada.**  
(3)

em que:  $I$  (eq. 4) é o índice de calor da região

**Erro! Fonte de referência não encontrada.**  
(4)

O índice  $I$  se modifica para cada região, pois este deve ser calculado com valores climatológicos de temperatura do ar, ou seja,  $T_i$  é a média mensal de todos os anos de estudo calculado para cada mês.

Ainda que o método de Thornthwaite calcule a evapotranspiração potencial (ETP), ressalta-se que esta se aproxima numericamente de  $ET_0$ , sendo essa estimada pelo método PM-FAO56, e assim possível sua comparação.

O desempenho do método de Thornthwaite estimado em função das séries da Universidade de Delaware foi avaliado por meio de índices estatísticos, sendo eles: regressão linear simples com intercepto ( $\beta_0$ ) e coeficiente angular ( $\beta_1$ ), coeficiente de determinação ( $r^2$ ), a raiz do quadrado médio do erro (RQME), índice de concordância  $d$  (WILLMOTT, 1981) e índice de confiança  $c$  de Camargo e Sentelhas (1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para a análise estatística entre a  $ET_0$  estimada por Thornthwaite (Univ. de Delaware) em relação a  $ET_0$  determinada por PM-FAO56 (INMET) apresentaram intercepto da regressão ( $\beta_0$ ) entre -0,17 (Itaperuna) e 1,21 (Maricá) e o coeficiente angular ( $\beta_1$ ) entre

0,83 (Paty dos Alferes) e 0,52 (Santa Maria Madalena) (Tabela 1). Em relação à precisão das estimativas, a estação que apresentou maior coeficiente de determinação ( $r^2 = 0,80$ ) foi Itaperuna, enquanto a menor precisão ( $r^2 = 0,55$ ) das estimativas foi observada na estação Angra dos Reis.

O menor RQME foi apresentado em Itaperuna ( $0,48 \text{ mm d}^{-1}$ ) e o maior foi em Iguaba ( $0,78 \text{ mm d}^{-1}$ ). O índice **d** de concordância de Willmott apresentou o melhor desempenho na estação Itaperuna ( $0,94$ ). A pior exatidão (índice **d**) foi observada em Santa Maria Madalena ( $0,77$ ). Ao se considerar o índice de confiança, a estação com o melhor desempenho foi a de Itaperuna, com valor  $0,84$ , sendo classificada como “Muito Bom”. A estação Angra dos Reis teve o menor índice **c** ( $0,61$ ), sendo classificada como “Mediano”.

As estações de Itaperuna ( $0,84$ ), Paty dos Alferes ( $0,79$ ) Campos dos Goytacazes ( $0,77$ ) com classificações “Muito bom”, se encontram mais próximas aos pontos de grade utilizadas pela Universidade Delaware e em regiões com altitudes mais homogêneas aos pontos de grade que foram feitas as comparações de dados.

Em contrapartida, a estação Angra dos Reis, que mesmo localizada em regiões de clima úmido, o que de acordo com Pereira et al. (2012), favoreceria a aplicação do método de Thornthwaite, apresentou desempenho “Mediano” neste estudo, pois encontra-se localizada em região onde o relevo em torno favorece que o ponto de grade dos dados interpolados possa estar localizado em altitude diferente da estação, isso explicaria seu desempenho mais baixo.

Tabela 1. Análises estatísticas entre a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) estimada por Thornthwaite (Univ. de Delaware) em relação a  $ET_o$  determinada por PM-FAO56 (INMET)

ID	$\beta_0$	$\beta_1$	$r^2$	RQME	d	c
ALF	0,30	0,83	0,76	0,49	0,91	0,79
MAR	1,21	0,52	0,67	0,68	0,82	0,67
IGB	0,56	0,74	0,69	0,78	0,86	0,72
ITA	-0,17	1,04	0,80	0,48	0,94	0,84
SMM	0,91	0,52	0,64	0,70	0,77	0,62
GOY	-0,03	0,89	0,75	0,65	0,89	0,77
COR	0,66	0,86	0,68	0,53	0,89	0,73
RES	0,36	0,92	0,68	0,54	0,90	0,74
RIO	0,26	0,75	0,69	0,77	0,81	0,67
ANG	1,04	0,59	0,55	0,63	0,83	0,61

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estimativas de  $ET_o$  obtidas em função dos dados em grade da Universidade de Delaware se aproximam satisfatoriamente das estimativas de  $ET_o$  obtidas com base nas observações da rede de estações do INMET, de forma que a utilização dos dados de Delaware são uma alternativa viável em locais onde não existe uma rede de estações meteorológicas ou onde as estações possuam séries de baixa qualidade e não contínuas.

## Bibliografia

Bezerra, B. G. D de, Silva, B. B. da and Ferreira, N. J. 2008. Estimativa da evapotranspiração real diária utilizando-se imagens digitais TM-Landsat 5. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 23(3): 305-317.

Camargo, A. P. and Sentelhas, P. C. 1997. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 5(1): 89-97.

Costa, J. P. R., Eloi, C. M. A. and Moraes, J. C. 1998. Avaliação do comportamento da evapotranspiração em área de floresta tropical úmida da Amazônia. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Brasília.

Mendonça, J. C., Sousa, E. D., Bernardo, S., Dias, G. P. and Grippa, S. 2003. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) na região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7(2): 275-279.

Pereira, A. R., Sedyama, G. C. and Villa Nova, N. A., 2012. *Evapotranspiração*. 1ª ed. v.500, p.323. Campinas: Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola.

Willmott, C. J. 1981. On the validation of models. *Physical Geography*, 2(2), 184-194.



## **FÓRMULA FECHADA PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE DE CAMPO NO PROCESSO DE INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO**

Marcelo de Oliveira Temperini<sup>1</sup>, Gustavo Bastos Lyra<sup>2</sup>, Fábio Freitas Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciado em Matemática, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [marcelotemperini@id.uff.br](mailto:marcelotemperini@id.uff.br)

<sup>2</sup> Doutor em Física do Ambiente Agrícola, DCA/IF/UFRRJ, Seropédica-RJ, [gblyra@gmail.com](mailto:gblyra@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutor em Modelagem Computacional, RCN/IHS/UFF, Rio das Ostras-RJ, [fabiofreitasferreira@id.uff.br](mailto:fabiofreitasferreira@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Neste artigo destaca-se um recurso natural abundante em nosso planeta, a água, que ao passar do tempo vem sendo utilizada de forma insustentável, principalmente nas irrigações das grandes plantações, em que o desperdício desse precioso bem é excessivo. Necessita-se assim de um controle, de uma gestão, ou seja, um manejo de irrigação adequado. Será apresentada então a técnica de manejo utilizando o cálculo da capacidade de campo, para auxiliar no combate ao desperdício de água.

**Palavras-chave:** van Genuchten, Equação de Richards, Irrigação, Manejo.

## **CLOSED FORMULA FOR CALCULATING FIELD CAPACITY IN THE PROCESS OF INFILTRATION OF WATER IN THE SOIL**

### **Abstract**

In this article we will highlight an abundant natural resource on our planet, water, which over time has been used unsustainably, mainly in the irrigations of large crops where the waste of this precious good is excessive. So we need a control, a management, that is, an adequate irrigation scheduling. We will show the management technique using the calculation of the field capacity, to assist in combating water waste.

**Keywords:** van Genuchten, Richards equation, Irrigation, Management.

### **INTRODUÇÃO**

O agronegócio é o maior consumidor de água no planeta (TUCCI, 2001); Há um desperdício de água na irrigação do solo, quando o solo está devidamente saturado. Além de técnicas

agrícolas para medir a infiltração da água no solo, que são demoradas e de alto custo, atualmente usa-se um modelo matemático para modelar tal fenômeno, conhecido como a equação de Richards (1931).

Mesmo com a umidade volumétrica do solo calculada, é necessário definir a capacidade de campo. Tal medida nos possibilita indicar exatamente o momento que é necessário realizar a irrigação do solo. A capacidade de campo foi definida por Veihmeyer & Hendrickson (1949), que descreveram tal parâmetro como “a quantidade de água retida pelo solo após a drenagem de seu excesso, quando a velocidade do movimento descendente praticamente cessa, o que, usualmente, ocorre dois a três dias após a chuva ou irrigação, em solos permeáveis de estrutura e textura uniformes”.

Scardua (1972) e Reichardt & Libardi (1974) apresentaram dados de capacidade de campo obtidos em laboratório. Brunini et al. (1975) apresentou uma das primeiras tentativas de determinar a água retida pelo solo em condições de campo. Moldenhauer (1975) adicionou condicionadores de solo, aumentando sua capacidade de retenção de água. Reichardt et al (1976, 1980 e 1987) tratou o problema da variabilidade espacial do solo em relação às suas propriedades de retenção e de transmissão de água, em experimentos de drenagem interna. Também apresentou dados de água disponível em vários solos típicos da Amazônia, assim como propôs várias formas de conservar água no solo. Reichardt (1987, 1988) apresentou mais detalhes sobre o conceito de capacidade de campo, assim como dois exemplos com dados obtidos no campo.

Mello et al. (2002) calculam a capacidade de campo por meio do ponto de inflexão, porém usando um polinômio cúbico obtido por regressão. Sun e Yang (2013) mostraram que a capacidade de campo tem dependência da textura do solo, assim como usaram a equação de van Genuchten modificada, em conjunto com a equação de Richards para obtenção de tal medida.

O objetivo do presente trabalho é propor uma fórmula derivada da equação de van Genuchten para determinação da capacidade de campo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O solo é um sistema trifásico formado por uma parte sólida, uma líquida e uma gasosa. Os espaços livres do solo, os poros, são ocupados pela parte líquida e gasosa, que se subdividem em macroporos e microporos. Os poros do solo permitem que a água seja armazenada numa proporção que varia de acordo com a relação entre macroporos e microporos. Desse total de água armazenada no solo, as plantas conseguem absorver a água que se encontra na faixa denominada capacidade de água disponível (CAD). A capacidade de água disponível é calculada a partir de seus limites superior e inferior, respectivamente, denominados de capacidade de campo ( $A_{cc}$ ) e ponto de murcha permanente ( $A_{pmp}$ ). Capacidade de campo é quantidade máxima que o solo armazena sem que haja perda por percolação (drenagem profunda) ou pressão. Isto é, há um equilíbrio gravitacional. O ponto de murcha permanente é limite ínfimo de armazenamento de água, a partir de qual a planta não consegue extrair água do solo. O estresse hídrico ocorrerá quando o armazenamento de água estiver acima da capacidade de campo (por excesso de umidade) ou abaixo de uma fração da CAD, denominada água facilmente disponível ( $AFD = f CAD$ ), sendo  $f$  o fator de depleção. Portanto, os momentos ideais para irrigação devem ocorrer a entre o ponto de murcha permanente e AFD. O cálculo da capacidade de campo e ponto de murcha permanente pode

variando entre solos, e até mesmo dentro do mesmo tipo de solo, pois existem várias propriedades físicas que estão diretamente ligados com a proporção e distribuição de macroporos e microporos.

Para obter a curva de retenção de água no solo, assim como a capacidade de campo atualmente utiliza-se programas computacionais baseados nos parâmetros obtidos empiricamente e na relação potencial hidráulico *versus* umidade volumétrica do solo obtido por van Genuchten (VAN GENUCHTEN, 1980),  $\theta(h) = \theta_{res} + (\theta_{sat} - \theta_{res})(1 + |\alpha h|^n)^{-m}$ , em que,  $\theta$  é o conteúdo de saturação por água ( $cm^3 cm^{-3}$ ),  $\theta_{res}$  é o conteúdo de água residual após secagem do solo ( $cm^3 cm^{-3}$ ) e  $\alpha$  ( $cm^{-1}$ ),  $n$  e  $m$  (adimensionais) são fatores empíricos de forma. Não considerando muita flexibilidade de perda,  $m$  pode ser obtido pela relação (KROES, 2008),  $m = 1 - 1/n$ .

Com a curva de retenção de água, ajustada pela equação de van Genuchten, Dexter & Bird (2001) definiram o seu ponto de inflexão como o ótimo para o preparo do solo em termos de umidade, e a capacidade de campo como equivalente à tensão de 10 *kPa*. Assim,  $h$  na capacidade de campo, é obtida pela derivada segunda da equação de van Genutchen igualada à zero, o que resultou na relação a seguir:

$$h = \frac{1}{\alpha} \frac{n}{\sqrt{n(-m-1)+(n-1)}} \quad (1)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros da equação de van Genutchen e a capacidade de campo foram obtidas em experimento em solo caracterizado como franco-argilo arenoso localizado na cidade Arapiraca, AL. A capacidade de campo foi determinada por meio de medidas horárias da umidade volumétrica realizadas com um reflectômetro de conteúdo de água (*CS616 Water Content Reflectometers*, Campbell Scientific, Utah) e os parâmetros da equação de van Genutchen ajustados com base em medidas da umidade e do potencial de água no solo medido por um tensiômetro automático (*257-L Soil Mixture Sensor*, Campbell Scientific, Utah, realizados simultaneamente no mesmo solo nas profundidades de 0 - 0,30 cm e 0,15 cm, respectivamente (Lyra et al., 2007). O ajuste dos coeficientes da eq. de van Genutchen as medidas foi realizado pelo método dos mínimos quadrados, e resultou para o melhor ajuste ( $r^2 = 0,97$ ) nos seguintes coeficientes  $\theta_s = 0,205 (\pm 0,001) cm^3/cm^3$ ,  $\theta_r = 0,055 (\pm 0,003) cm^3/cm^3$ ,  $\alpha = 8,4345 (\pm 0,3215) cm^{-1}$  e  $n = 1,7452 (\pm 0,0378)$ . A capacidade de campo definida como a umidade ( $\theta_{cc}$ ) dois dias depois de uma chuva que elevou a umidade do solo a saturação, foi de 0,1764, que apresentou diferença em relação ao valor obtido pela eq. 1 (Tabela 1) de menos de 4%, com erro absoluto menor que  $< 10^{-3} cm^3 cm^{-3}$ . Quando expresso em termos de potencial matricial de água no solo ( $h_{cc}$ ), o erro foi maior é de em torno de 26%, devido a relação entre umidade volumétrica e potencial de água no solo ser expresso por uma relação exponencial, sendo o erro repassado a  $h_{cc}$  maior.

Tabela 1. Cálculo da capacidade de campo

Parâmetro	$h_{cc}$ (cm)	$\theta_{cc}$ ( $cm^3/cm^3$ )
Experimental	0,0920	0,1764
Calculado	0,0728	0,1839
Erro	0,0192	0,0075

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fórmula proposta estima a umidade volumétrica na capacidade de campo com baixo erro e pode ser usado para determinação desse parâmetro para aplicações práticas. Essa abordagem diminui o tempo e o custo da capacidade de campo em condições experimentais.

## Bibliografia

Brunini, O., Reichardt, K. e Grohmann, F. *Determinação da água disponível em Latossolo Roxo em condições de campo*. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 15. Campinas, 1975. Anais, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.81-7, 1975.

Dexter, A. R. e Bird, N. R. A. *Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve*. Soil Till. Res., 57:203- 212, 2001.

Kroes , J. G., van Dam J. C., Groenendijk , P., Hendriks, R. F. A., Jacobs , C. M. J., *SWAP version 3.2. Theory description and user manual*. Wageningen, Alterra, Alterra Report1649 (02), ISSN 1566-7197, 2008.

Mello, C. R. De, Oliveira, G. C. De, Resck, D. V. S.,Lima, José Maria de, Júnior, Moacir De Souza Dias.*Estimativa da capacidade de campo baseada no ponto de inflexão da curva característica*. Revista Ciênc. agrotec., Lavras, v.26, n.4, p.836-841, jul./ago., 2002.

Moldenhauer, W. C. *Soil conditioners*. Madison, Soil Science Society of America, Special Publication Series, n.7, p.186, 1975.

Rebouças, A. da C. *Água e Desenvolvimento rural*. Estudo Avançado, vol. 15, n.43, São Paulo, ISSN 1806-9592.

Reichardt, K. e Libardi, P. L. *An analysis of soil-water movement in the field. I. Hydrological Field site characterization*. Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo, 1974. (Boletim científico, 24).

Reichardt, K., Grohmann, F., Libardi, P. L. e Queiroz, S. V.. *Spatial variability of physical properties of a tropical soil. I. Geometric properties*. Piracicaba, Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo, 1976. (Boletim técnico, 4 e 5).

Reichardt, K. *Physico-chemical conditions and development of roots*. In: Symposium on Root/Soil System, Londrina, 1980. Anais. Londrina, Instituto Agrônômico do Paraná; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Conselho Nacional de Pesquisa, p.103-14, 1980.

Reichardt, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo, Manole, p.188, 1987.

Reichardt, K. *Capacidade de Campo*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.12, n.3, p.211-216, 1988.

Richards, L. A. *Capillary conduction of liquids through porous mediums*. Journal of Applied Physics 1, 318, 1931. DOI: 10.1063/1.1745010.

Scardua, R. *Porosidade livre da água de dois solos do município de Piracicaba, SP.* p. 83, 1972. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

Sun1, H. and Yang, J., *Modified Numerical Approach to Estimate Field Capacity.* J. Hydrol. Eng. 2013.18:431-438. 2013.

Tucci , C. E. M. *Gestão de água no Brasil.* ISBN: 85-87853-26-0. UNESCO, Brasília, 2001.

van Genuchten, M. T. *A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils.* Soil Science Society of America Journal, 44 (5), 892-898, 1980.

Veihmeyer, F. J. e Hendrickson, A. H. *Methods of measuring field capacity and wilting percentages of soil.* Soil Science, v.68, p.75-94, 1949.



## **IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE VÁCUO PARA ANÁLISE DE AMOSTRAS DE ÁGUA POR ESPECTROMETRIA DE MASSA COM ACELERADORES**

Daniela dos Santos Bragança<sup>1</sup>, DSC Macario KD, DSC Oliveira FM.

<sup>1</sup>Engenheira Química, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [danielabragana@yahoo.com.br](mailto:danielabragana@yahoo.com.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A análise de radiocarbono por Espectrometria de Massa com Aceleradores (AMS) apresenta aplicações em diversas áreas da ciência. O carbono 14 é capaz de fornecer informações sobre a cronologia de processos, fração biogênica de materiais ou ainda ser usado como rastreador. Vários materiais podem ser analisados por esta técnica, mas para a correta aplicação desta faz-se necessário um rigoroso tratamento químico das amostras que serão convertidas em grafite e então analisadas no espectrômetro. Neste contexto a implementação de novas técnicas visando a preparação de amostras de novos tipos de materiais é de grande relevância;

**Palavras-chave:** Radiocarbono, análise de água, AMS.

### **Vacuum system implementation for water samples analysis by acceleration mass spectrometry**

#### **Abstract**

The radiocarbon analysis by Acceleration Mass Spectrometry (AMS) presents applicabilities in many areas of science. The  $^{14}\text{C}$  is able to provide information about processes cronology, materials biogenic fractions or even being used as a tracker. Many materials can be analysed with this technique, but for its proper application it is necessary a rigorous chemical treatment of samples, which at a later stage, will be transformed in graphite and be analysed by the spectrometer. In this context, the implementation of new techniques aiming the preparation of new materials samples is extremely relevant.

**Keywords:** Radiocarbon, water analysis, AMS.

## INTRODUÇÃO

O radiocarbono ( $^{14}\text{C}$ ) é produzido na atmosfera através da interação entre o gás nitrogênio presente nesta, e raios cósmicos de alta energia. Ele é então oxidado a  $^{14}\text{CO}_2$  e posteriormente incorporado ao ciclo global do carbono.

A distribuição do  $^{14}\text{C}$  varia para os diferentes tipos de reservatório. No ambiente marinho, essa distribuição é mais lenta do que na atmosfera isso faz com que sistemas marinhos e terrestres, quando isolados de interações atmosféricas, apresentem a razão  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  menor do que a encontrada no dióxido de carbono atmosférico ou em sistemas onde o carbono tenha sido recentemente fixado por fotossíntese. Assim, os estudos com base no  $^{14}\text{C}$  visam compreender melhor o ciclo do carbono, bem como o impacto dos fatores climáticos e antropogênicos sobre este (Pack et al., 2014).

Quanto ao ciclo aquático de carbono, algumas das formas de carbono envolvidas são carbono inorgânico dissolvido e carbono orgânico dissolvido, conhecido pelas siglas em inglês DIC e DOC, respectivamente.

O DIC encontrado em camadas mais profundas do mar possui sinais isotópicos diferentes dos encontrados na superfície, assim o  $^{14}\text{C}$  também pode ser utilizado para estudar fenômenos oceânicos como a ressurgência, e serve como ferramenta para análise desse fenômeno sob a ação de fenômenos climáticos, uma vez que a ressurgência pode influenciar a vida de um ecossistema em uma região (Santos, 2011).

O DOC pode ser usado como indicador de poluição aquática, uma vez que quando o seu nível está alto, pode ser observada a depleção do oxigênio dissolvido o que gera a redução da biodiversidade, afetando um ecossistema aquático como um todo (Tue-Ngeun et al, 2005).

O presente trabalho aborda a adaptação da estrutura do LAC-UFF para tornar possível a análise de  $^{14}\text{C}$  presente em amostras de água.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Preparo da amostra padrão

Antes do manuseio de uma amostra real, é necessário que o método de preparo de amostra a ser grafítizada apresente confiabilidade, o que no caso de amostras para análise de radiocarbono, significa a não contaminação por radiocarbono externo do sistema contendo a amostra.

Afim de analisar a confiabilidade do processo, preparou-se uma solução de 700 mg de bicarbonato de sódio, diluídos em 1L de água ultra pura. Posteriormente, 3 alíquotas de 100 mL foram dispostas em garrafas de vidro de mesmo volume. As garrafas foram então lacradas com uma tampa de borracha e dispostas com a tampa para baixo; A tampa foi conectada uma agulha, que funcionaria como dreno e com auxílio de uma seringa, 30 mL de gás  $\text{N}_2$  foram introduzidos em cada uma delas. Enquanto o gás era introduzido, o mesmo volume de solução era expulso pelo dreno. Desta forma, criou-se um *headspace* inerte. Posteriormente, introduziu-se 1 mL de ácido fosfórico 85% nas garrafas para a liberação do gás carbônico da amostra. As garrafas foram postas em estufa a 40 °C, por 4 dias. A etapa seguinte foi a de

purificação em linha de vácuo, onde cada amostra teve o gás extraído durante um intervalo de tempo respectivo.

Após a etapa de purificação as amostras são levadas à mufla durante 550°C por 7h afim de serem grafitizadas. Ao final desta etapa as amostras já estão em forma de grafites e podem ser prensadas em catodos de alumínio e medidas no acelerador (Macario et al. 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da medição da pressão de gás de cada amostra durante o intervalo de tempo específico (Tabela 1) pôde-se observar que quanto maior o intervalo de tempo da extração, maior a quantidade de gás liberado.

*Tabela 1-Pressões X intervalos de tempo*

Amostra 1	
Tempo (min)	Pressão (psia)
10	0,656
Amostra 2	
Tempo (min)	Pressão (psia)
15	0,93
Amostra 3	
Tempo (min)	Pressão (psia)
20	1,556

Isso ocorre pois o gás carbônico dissolvido no sistema tem maior tempo para passar para a fase gasosa. Quanto maior a quantidade de gás liberada, maior será a quantidade de grafite obtida na grafitização. Para ser medido no acelerador, é necessário 1 mg de grafite.

Pelo fato do bicarbonato utilizado para o preparo do padrão ser de origem mineral, o gás carbônico liberado não deve apresentar em sua molécula o radiocarbono, uma vez que o seu tempo de decaimento é de 5730 anos. Após serem analisadas pelo espectrômetro, uma contaminação pequena foi detectada (1%) nas amostras, o que para análise de radiocarbono é considerada dentro da faixa de aceitação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados gerados por AMS após as análises dos grafites apontaram contaminação de 1% por carbono recente, o que comprova que o esquema experimental montado foi eficiente, logo, para uma análise de amostra real, o erro associado ao experimento tende a ser menor, e assim pode-se chegar o mais próximo possível da idade real da amostra.

## Bibliografia

Macario KD, Gomes PRS, Anjos RM, Carvalho C, Linares R, Alves EQ, Oliveira FM, Castro MD, Chanca IS, Silveira MFM, Pessenda LCR, Moraes LMB, Campos TB, Cherkinsky A. 2013. The Brazilian AMS Radiocarbon Laboratory (LAC-UFF) and the intercomparison of results with CENA and UGAMS. *Radiocarbon* 55(2–3):325–30.

Pack MA, Xu X, Lupascu M, Kessler JD, Czimeczika CI. 2014. A rapid method for preparing low volume CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> gas samples for <sup>14</sup>C AMS analysis. *Organic Geochemistry*, 78: 89-98.

Santos MG, Ferguson J, Acaylar K, Johnson KR, Griffin S, Druffel E. 2011. Delta<sup>14</sup>C and Delta<sup>13</sup>C of seawater DIC as tracers of coastal upwelling: a 5-year time series from Southern California. *Radiocarbon*, 53: 669–677.

Tue-Ngeun O, Sandford RC, Jakmunee J, Grudpan K, McKelvie ID, Worsfold PJ. 2005. Determination of dissolved inorganic Carbon (DIC) and dissolved organic carbon (DOC) in freshwaters by sequential injection spectrophotometry with on-line UV photo-oxidation. *Analytica Chimica Acta*, 554:17-24.



## INFLUÊNCIA DE DIFERENTES NÍVEIS DE INTENSIDADE LUMINOSA SOBRE OS TEORES DE PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS EM IPECACUANHA

Caíssa Machado Perucci Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Jessica Barreto de Moraes<sup>2</sup>, Luiza Ferreira de Carvalho<sup>3</sup>, Glauce Christian Alves Duarte<sup>4</sup>, Cristina Moll Huther<sup>5</sup>, Thelma de Barros Machado<sup>6</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Mestre, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [caissaperucci2@gmail.com](mailto:caissaperucci2@gmail.com)

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFF, Niterói-RJ, [jessicabm@id.uff.br](mailto:jessicabm@id.uff.br)

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFF, Niterói-RJ, [luizafc@id.uff.br](mailto:luizafc@id.uff.br)

<sup>4</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde - UFF, Niterói-RJ, [glaucecad@yahoo.com.br](mailto:glaucecad@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [cristinahuther@yahoo.com.br](mailto:cristinahuther@yahoo.com.br)

<sup>6</sup>Professora Doutora do Departamento de Tecnologia Farmacêutica - UFF, Niterói-RJ, [thel34@gmail.com](mailto:thel34@gmail.com)

<sup>7</sup>Professor Doutor do Departamento Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, [crpereira@vm.uff.br](mailto:crpereira@vm.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A ipeca (*Carapichea ipecacuanha*) é uma planta de sub-bosque que apresenta dificuldades de adaptação a ambientes com alta intensidade luminosa. Possui um alto valor de mercado, uma vez que os princípios ativos produzidos por suas raízes dispõem de propriedades fitoterápicas, no entanto, devido ao uso extrativista em que é exposta, apresenta riscos de erosão genética. Sendo assim, para viabilizar seu cultivo de forma comercial, sem que haja a necessidade de explorar as espécies nativas é fundamental estudos em ambientes artificiais, a fim de indicar um melhor manejo para essa espécie. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o teor de pigmentos (clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides) de plantas de ipecacuanha, cultivadas em canteiros com diferentes níveis de sombreamentos (50, 70 e 90%) durante as estações do ano. Nos tratamentos mais sombreados foram verificados maiores concentrações de teores de pigmentos foliares, no entanto, para a clorofila *a*, somente na estação de inverno não ocorreu diferença entre os três sombreamentos. Estes resultados revelam que plantas de ipecacuanha quando expostas a uma maior incidência solar dispõem de diferentes estratégias no acúmulo e uso de pigmentos fotossintéticos, podendo promover diferentes respostas fisiológicas.

**Palavras-chave:** clorofila, sombreamento, ipeca

# INFLUENCE OF DIFFERENT LEVELS OF LIGHT INTENSITY ON PHOTOSYNTHETIC PIGMENT CONTENTS IN IPECACUANHA

## Abstract

The ipeca (*Carapichea ipecacuanha*) is a subsurface plant that presents difficulties of adaptation to environments with high luminous intensity. It has a high market value, since the active principles produced by its roots have phytotherapeutic properties, however, due to the extractive use in which it is exposed, presents risks of genetic erosion. Therefore, in order to enable its cultivation in a commercial way, without the need to explore the native species, studies in artificial environments are essential, in order to indicate a better management for this species. Thus, the objective of this study was to evaluate the pigment content (chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoids) of ipecacuanha plants grown in beds with different levels of shading (50, 70 and 90%) during seasons year. However, for chlorophyll a, only in the winter season there was no difference between the three shades. These results show that ipecacuanha plants when exposed to a higher solar incidence have different strategies in the accumulation and use of photosynthetic pigments, being able to promote different physiological responses.

**Keywords:** Chlorophyll, shading, ipecac

## INTRODUÇÃO

A ipecacuanha (*Carapichea ipecacuanha*) é uma planta com propriedades medicinais que apresenta melhor desenvolvimento quando cultivada em ambientes com baixa luminosidade e alta umidade relativa. Esta condição climática interfere na sua produção de metabólitos, principalmente quando exposta a maiores níveis de radiação. Assim, é necessário explorar formas de melhor manejo para essa espécie a fim de viabilizar seu cultivo de forma comercial. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o teor de pigmentos foliares de plantas de ipecacuanha, cultivadas em canteiros dispostas em casas de vegetação com diferentes níveis de sombreamentos (50, 70 e 90%) durante as estações do ano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Fluminense, no período entre setembro de 2015 a outubro de 2016. As ipecas foram dispostas em três casas de vegetação, com diferentes níveis de sombreamento (50, 70 e 90%) e irrigadas em dias alternados a fim de manter a capacidade de campo. A extração dos pigmentos foliares foi realizada com material fresco (descartando a nervura principal das folhas), 75 mg com quatro repetições de cada tratamento. O material foi macerado sob luz difusa com acetona 80%. Logo em seguida foi filtrado e medida a absorbância em espectrofotômetro UV-340G marca Gehaka, nos comprimentos de onda para carotenoides (450nm), clorofila *b* (645nm) e clorofila *a* (663nm).

Posteriormente foram realizados os cálculos de acordo com as equações descritas por Hendry e Price (1993), e os valores obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com auxílio do programa SISVAR 5.6 e comparadas pelo teste de Tukey com um nível de 5% e expressos em medidos em miligramas de clorofila por grama de massa fresca de folha.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação nos teores de pigmentos fotossintéticos é um dos ajustes de proteção que as espécies vegetais possuem quando são expostas a diferentes fatores de estresse ambiental, como por exemplo, excesso de luminosidade (MARTINAZZO *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2011). As plantas de ipecacuanha dispostas na casa de vegetação com sombreamento de 50% demonstraram uma redução nos valores da concentração das clorofilas *a*, *b*, total e carotenóides para as quatro estações do ano avaliadas, enquanto que nas casas de vegetação

mais sombreadas (70 e 90%), foram verificados valores mais altos (Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4).

Tabela 1. Teores de clorofila *a*, *b*, clorofila total e carotenóides da ipecacuanha em relação aos diferentes níveis de sombreamento, para a estação da Primavera de 2015.

	SOMBREAMENTOS (%)		
	50	70	90
Clorofila <i>a</i>	1, 232 b	2, 151 ab	3, 251 a
Clorofila <i>b</i>	0, 464 b	0, 680 b	1, 279 a
Carotenóides	0, 459 b	0, 705 ab	1, 043 a
Clorofila total	1, 696 b	2, 831 ab	4, 531 a
Razão clorofila <i>a/b</i>	2, 810 <sup>Ns</sup>	3, 168 <sup>Ns</sup>	2, 521 <sup>Ns</sup>

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Ns: não significativo.

Tabela 2. Teores de clorofila *a*, *b*, clorofila total e carotenóides da ipecacuanha em relação aos diferentes níveis de sombreamento, para a estação do Verão de 2016.

	SOMBREAMENTOS (%)		
	50	70	90
Clorofila <i>a</i>	2, 231 b	3, 344 a	2, 932 ab
Clorofila <i>b</i>	0, 730 b	1, 177 a	1, 032 ab
Carotenóides	0, 745 b	1, 108 a	0, 984 ab
Clorofila total	2, 961 b	4, 521 a	3, 963 ab
Razão clorofila <i>a/b</i>	3, 075 <sup>Ns</sup>	2,841 <sup>Ns</sup>	2, 859 <sup>Ns</sup>

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Ns: não significativo.

Tabela 3. Teores de clorofila *a*, *b*, clorofila total e carotenóides da ipecacuanha em relação aos diferentes níveis de sombreamento, para a estação do Outono de 2016.

	SOMBREAMENTOS (%)		
	50	70	90
Clorofila <i>a</i>	1, 785 b	3, 366 a	2, 699 ab
Clorofila <i>b</i>	0, 590 b	1, 347 a	0, 971 ab
Carotenóides	0, 620 b	1, 175 a	0, 973 ab
Clorofila total	2, 375 b	4, 714 a	3, 670 ab
Razão clorofila <i>a/b</i>	3, 097 <sup>Ns</sup>	2, 538 <sup>Ns</sup>	2, 866 <sup>Ns</sup>

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Ns: não significativo.

Tabela 4. Teores de clorofila *a*, *b*, clorofila total e carotenóides da ipecacuanha em relação aos diferentes níveis de sombreamento, para a estação do Inverno de 2016.

	SOMBREAMENTOS (%)		
	50	70	90
Clorofila <i>a</i>	2, 027 <sup>Ns</sup>	3, 063 <sup>Ns</sup>	2, 944 <sup>Ns</sup>
Clorofila <i>b</i>	0, 717 b	1, 251 a	1, 228 ab
Carotenóides	0, 756 <sup>Ns</sup>	1, 056 <sup>Ns</sup>	1, 114 <sup>Ns</sup>
Clorofila total	2, 745 <sup>Ns</sup>	4, 314 <sup>Ns</sup>	4, 172 <sup>Ns</sup>
Razão clorofila <i>a/b</i>	2, 842 <sup>Ns</sup>	2, 475 <sup>Ns</sup>	2, 347 <sup>Ns</sup>

\* As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Ns: não significativo.

Na primavera (Tabela 1), as plantas cultivadas no sombreamento de 90% obtiveram os maiores valores significativos de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides, enquanto que para as plantas dispostas no sombreamento de 50% os valores dessas concentrações foi reduzido. No verão e no Outono (Tabela 2 e Tabela 3), as plantas cultivadas no sombreamento de 70% obtiveram o maior valor significativo de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides, diferindo das demais. Diversos trabalhos, como os de Lee et al., (2000) e Martins et al., (2009), também

relatam maiores teores de clorofilas em plantas sombreadas em relação às de pleno sol. No inverno, não foi encontrada diferença significativa para clorofila *a*, total, carotenoides e razão clorofila *a/b* nas plantas dispostas sob os três sombreamentos (50, 70 e 90%) (Tabela 4).

A razão entre a clorofila *a* e *b* de maneira geral, diminui com a redução da intensidade luminosa, devido a uma maior proporção relativa de clorofila *b* em ambientes sombreados, que pode estar associada à sua degradação mais lenta em relação à clorofila *a* (LEE et al., 2000). Valores mais baixos nos teores de pigmentos fotossintéticos, em plantas mais expostas ao sol, podem indicar que essas folhas estejam sofrendo um processo de fotoinibição onde esses pigmentos atuam como proteção a esse excesso de radiação que chega a planta (GOMES, 2008). O aumento da concentração de clorofila *b* em plantas mais sombreadas pode ser analisado como uma importante característica na adaptabilidade do vegetal em ambientes sombreados, uma vez que a quantidade de fótons de luz que chega às plantas de sombra é menor que em plantas expostas ao sol (TAIZ et al., 2017).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos revelam que a sazonalidade e a intensidade luminosa ao qual o vegetal é exposto influenciam no acúmulo e uso de pigmentos fotossintéticos, tendo em vista que esses pigmentos atuam de forma protetora ao excesso de fótons de luz que chega aos fotossistemas. Desta forma pode ser observado que o inverno foi a estação do ano em que a degradação desses pigmentos foi menor, quando comparado com as demais estações do ano, e que as plantas cultivadas em casa de vegetação com sombreamento de 50% obtiveram os menores valores em todas as estações analisadas.

**Agradecimentos:** Para a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ e a Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior.

## Bibliografia

- Gomes, I. A. C.; Castro, E. M.; Soares, A. M.; Alves, J. D.; Alvarenga, M. I. N.; Alves, E.; Barbosa, J. P. R. A. D.; Fries, D. D. Alterações morfofisiológicas em folhas de *Coffea arabica* L. cv. Oeiras sob influencia do sombreamento por *Acacia mangium* Willd. *Ciência Rural*, v. 38, p.109-115, 2008.
- Lee, D.W.; Oberbauer, F.; Johnson, P.; Baskaran, K.; Mansor, M.; Mohamad, H.; Yap, S. K. Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of two southeast asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. *American Journal of Botany*, v.87, n. 4, p. 447-455, 2000.
- Martinazzo, E. G.; et al. 2007. Efeito do Sombreamento sobre o Crescimento Inicial e Teor de Clorofila Foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga) – Família Myrtaceae. *Revista Brasileira de Biociências*, 5:162-164.
- Martins, J.R.; Alvarenga, A. A.; Castro, E. M.; Silva, A. P. O.; Oliveira, C.; Alves, E. Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. *Ciência Rural*, v.39, n. 1, p.82-87, 2009.
- Souza, G. S.; et al. 2011. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. Ex Baker (Guaco) cultivadas sob malhas. *Enciclopedia biosfera*, 7:1-14.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I. M.; Murphy, A. 2017. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre: Artmed.



## INFLUÊNCIA DO BALANÇO HÍDRICO SOBRE A SALINIDADE DA LAGOA DE ARARUAMA - RJ

Ângelo Cezar Borges de Carvalho<sup>1</sup>, Murilo Vincente de Carvalho<sup>2</sup>, Julio Wasserman<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Geoquímica Ambiental –UFF, Niterói, RJ, [angelo\\_carvalho@icloud.com](mailto:angelo_carvalho@icloud.com)

<sup>2</sup> Mestrando em Geoquímica Ambiental –UFF, Niterói, RJ, [murilovicente@hotmail.com](mailto:murilovicente@hotmail.com)

<sup>3</sup> PhD. Oceanografia Química, PPG Geoquímica Ambiental – UFF, Niterói, RJ, [julio.wasserman@gmail.com](mailto:julio.wasserman@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Lagoas costeiras, dependendo do balanço hídrico regional, podem apresentar comportamento hipossalino até hipersalino. O equilíbrio desses sistemas lagunares é precário, onde alterações mínimas no clima podem causar mudanças em suas características físicas, químicas e biológicas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta da salinidade na Lagoa de Araruama em cenários de balanço hídrico positivo e negativo. Os resultados mostraram que, em ano úmido, a salinidade final em algumas regiões do sistema ficaram abaixo da concentração de sal do oceano. No período seco, todos os setores da laguna apresentaram salinidade acima de 37. Portanto, torna-se evidente que a menor alteração, neste caso pluviosidade, gerou uma resposta automática para distribuição de sal do sistema.

**Palavras-chave:** Modelagem Ambiental, Ecossistema Lagunar, Hipersalinidade, Gerenciamento Costeiro.

## INFLUENCE OF THE WATER BALANCE IN THE SALINITY OF THE LAGOON OF ARARUAMA

### Abstract

Coastal lagoons, depending on the regional hydric balance, may present hyposaline's up until as hypersaline's behave. The equilibrium of these lagoon systems is precarious, where minimal changes in the climate can cause changes in physical, chemical and biological characteristics of it. Therefore, the intention of this paper was to analyse the salinity response of the Araruama's lagoon in scenarios of positive and negative hydric balance. The results showed that in a wet year, the final salinity in some regions of the system have registered the concentration of salt below than ocean. In the dry period, all the section of the lagoon presented salinity above 37. Accordingly, it is evident that in case of rainfall, the smallest change has generated an automatic reponse for salt's distribution of the system.

**Keywords:** Computational Modeling, Lagunar Ecosystem, Hypersalinity, Coastal Management.

## INTRODUÇÃO

Lagoas Costeiras, dependendo das condições climáticas locais e geomorfológicas, podem apresentar concentração de sal, comportando-se desde uma lagoa hiposalina até hipersalina (Kjerfve 1986; Carmouze, Knoppers, and Vasconcelos 1991). Segundo Kjerfve (1986 e 1994) este comportamento pode ser encontrado em lagoas costeiras tipo “sufocada”, onde existe um único canal de ligação entre o sistema aquático e o oceano com troca de massas restrita. Desta forma, a laguna costeira, ao reter água do mar em seu interior somado a um balanço hídrico negativo (*output* por evaporação superando *input* por descargas fluviais e pluviais), ocorrerá magnificação da concentração do sal, conferindo ao sistema a condição hipersalina (Kjerfve et al. 1996).

A Lagoa de Araruama é um sistema costeiro hipersalino resultado de condições climáticas semi-áridas com ventos noroestes, pequena dimensão da bacia de drenagem e entrada do tipo sufocada, conferindo ao sistema uma salinidade média de 52 (Kjerve *et al.*, 1996). Os principais cursos fluviais que abastecem o sistema são: Rio das Moças, Mataruna e Salgado com descargas médias de 1,02 m<sup>3</sup>/s, 0,51 m<sup>3</sup>/s e 0,32 m<sup>3</sup>/s. A área de estudo está localizada na Região dos Lagos, costa litorânea do estado do Rio de Janeiro, entre as latitudes 22°49' - 22°57' S e as longitudes 042°00' - 042°25' W (Figura 1).

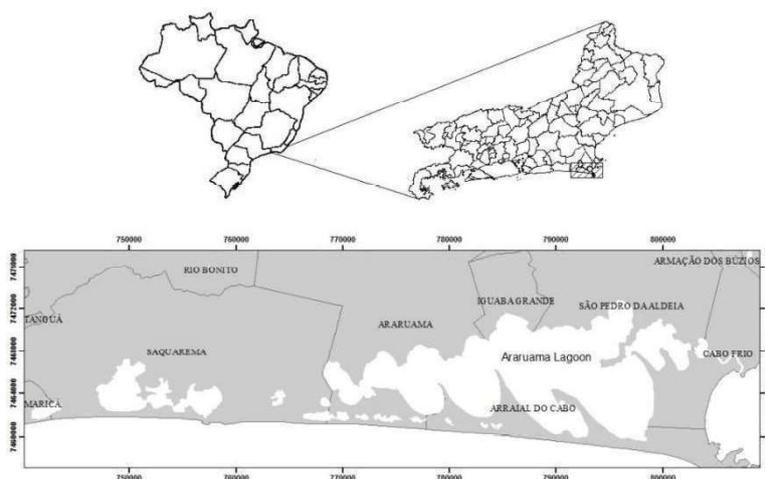


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, Lagoa de Araruama, RJ

As lagoas costeiras “sufocadas” têm seu equilíbrio sistêmico precário, onde alterações do clima, mudanças hidrológicas, dragagens e influências antropogênicas podem causar mudanças em suas características físicas, químicas e biológicas (Gava, 2008). Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta da salinidade na Lagoa de Araruama em cenário de balanço hídrico positivo e negativo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho consiste na aplicação de modelos hidrodinâmicos e de transporte de sal que fazem parte do SisBaHiA® - **Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental**. Devido às características da Lagoa de Araruama, como possuir um corpo d'água raso, com influência de ventos intensos e frequentes, onde a variação de salinidade e

temperatura na coluna d'água não é significativa (Souza et al. 2003), optou-se por modelos bidimensionais promediado na vertical (2DH). Esta aproximação possibilita uma análise consistente da área e diminui o custo computacional da modelagem (Gomes, 2009).

Partindo das considerações feitas na introdução e do objetivo proposto foram definidos dois cenários: o primeiro, com efeito do balanço hídrico em um ano úmido (2009) e o segundo, com o efeito do balanço hídrico em um ano seco (2015). Em ambos os casos, a sazonalidade entre os períodos de verão (janeiro) e inverno (julho) foi analisada. Os dados de entrada como: vento, evaporação, precipitação, vazão média, carga de esgoto e constantes harmônicas da maré estão de acordo com cada período simulado dos respectivos anos de estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, são apresentados os resultados de salinidade após o tempo determinado de simulação dos cenários de verão/inverno do ano de 2009 e 2015. O instante escolhido para representação dos mapas de distribuição da salinidade corresponde à estufa de maré vazante mais próxima do fim do tempo das simulações, que foi de 720 horas, ou seja, um mês (Figura 2).

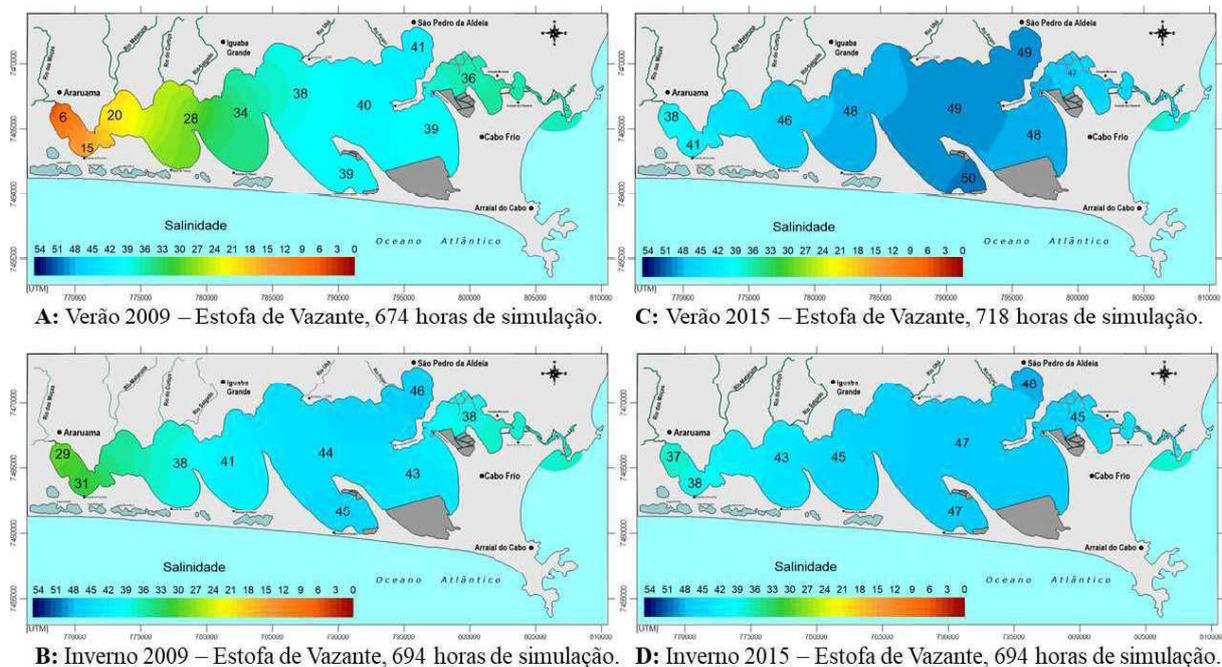


Figura 2 - Distribuição de salinidade da Lagoa de Araruama nos cenários de verão/inverno de 2009 e 2015.

Quando comparados os valores sazonais da distribuição da salinidade no interior da lagoa a diferença fica evidente, pois o regime climático típico da região é composto por um verão chuvoso e um inverno seco (Barbière 1984). Em janeiro de 2009 onde a pluviosidade registrada nas estações meteorológicas de Iguaba Grande foi de 248 mm/mês, Arraial do Cabo de 170 mm/mês e evaporação equivalente a 80 mm/mês, a região oeste da lagoa, que tem sua salinidade influenciada pelo aporte fluvial dos rios, foi igual a 6, aumentando no sentido do centro da laguna com salinidade equivalente a 40. Ao analisar o inverno do mesmo ano, com a pluviosidade reduzida para 26 mm/mês em Iguaba Grande, 77 mm/mês em Arraial do Cabo e evaporação equivalente a 57 mm/mês, essa mesma área marcou salinidade igual a 29 onde novamente houve magnificação no sentido do centro lagunar com salinidade de 44.

Partindo para o verão de 2015, onde a pluviosidade ocorreu apenas em Arraial do Cabo o equivalente a 0.2mm/mês e evaporação de 172 mm/mês, a região oeste apresentou uma salinidade igual a 38, ou seja, seis vezes maior que 2009 e no centro lagunar o ganho de salinidade foi de 22,5% registrando uma salinidade de 49. Contudo, durante o inverno de 2015 com uma pluviosidade de 37.6 mm/mês e evaporação 216 mm/mês ocorreu um decaimento da salinidade por toda lagoa. O centro lagunar registrou salinidade igual a 47 e a região oeste 37.

Mesmo que o ano de 2015 tenha invertido o padrão, com um verão seco e inverno chuvoso, tal fato não impediu a comprovação da influência do balanço hídrico sobre a concentração de sal da lagoa de Araruama, pelo contrário, evidenciou que a menor alteração, neste caso uma elevação da pluviosidade, gerou uma resposta automática para o equilíbrio sistêmico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alterações climáticas interferem na condição salina de lagunas “sufocadas”. Períodos de balanço hídrico positivo para o sistema lagunar de Araruama podem significar perda da condição hipersalina do centro lagunar sentido extremo oeste durante uma estação chuvosa. Em períodos úmidos o aporte fluvial reduz significamente, a salinidade na região oeste. Ainda que em um ano chuvoso como 2009, em condições climáticas típicas, a sazonalidade deve elevar a concentração de sal no período de inverno. No ano de 2015, com a inversão do padrão climático típico, fica evidente que, mesmo em período de balanço hídrico negativo, a concentração de sal da laguna responde automaticamente à pluviosidade.

## BIBLIOGRAFIA

- Barbière, Evandro Biassi. 1984. “Cabo Frio E Iguaba Grande, Dois Microclimas Distintos a Um Curto Intervalo Espacial.” In *Restingas: Origem, Estrutura, Processos.*, edited by L. D. LACERDA, Ch. 1, 3–13. Niteroi: CEUFF.
- Carmouze, J. P., B. Knoppers, and P. Vasconcelos. 1991. “Metabolism of a Subtropical Brazilian Lagoon.” *Biogeochemistry* 14 (2): 129–48.
- Gava, G. L. 2008. “Avaliação De Renovação De Águas Na Lagoa De Araruama – Rj, Via Abertura De Canal Com O Mar No Extremo Oeste.” *UFRJ*. UFRJ.
- Gomes, N. F. 2009. “Análises de Circulação Hidrodinâmica E de Transporte de Sal Em Um Estuário Hipersalino: Lagoa de Araruama - RJ.” UFRJ.
- Kjerfve, B. 1986. “Comparative Oceanography of Coastal Lagoons.” In *Estuarine Variability*, edited by Douglas A. Wolfe, 63–81. Elsevier.
- Kjerfve, B. 1994. “Costal Lagoons.” In *Costal Lagoon Processes*, edited by B. Kjerfve, 60th ed., 1–8. Elsevier Science Publishers.
- Kjerfve, B., Schettini, C.A.F, Knoppers, B., Lessa, G., and Ferreira, H.O., 1996. “Hydrology and Salt Balance in a Large Hypersaline Coastal Lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil.” *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 42 (6): 701–25.

Kjerfve, B. 1986. "Comparative Oceanography of Coastal Lagoons." *Estuarine Variability*, no. October: 63–81.

Souza, M. F. L., B. Kjerfve, B. Knoppers, Weber F. Landim De Souza, and R. N. Damasceno. 2003. "Nutrient Budgets and Trophic State in a Hypersaline Coastal Lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil." *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57: 843–58.



## MAPEAMENTO DAS FITOFISIONOMIAS DOS MANGUEZAIS DA APA GUAPIMIRIM ATRAVÉS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Margarete Santos Pimentel<sup>1</sup>, Cristiane Nunes Francisco<sup>2</sup>, Viviane Fernandez Cavalcanti<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Cientista Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas-UFF, Niterói-RJ, [margo-santos@hotmail.com](mailto:margo-santos@hotmail.com).

<sup>2</sup> Dr<sup>a</sup> em Geociências-UFF, Niterói-RJ, [cristiane@id.uff.br](mailto:cristiane@id.uff.br).

<sup>3</sup> Dr<sup>a</sup> em Meio Ambiente-UFF, Niterói-RJ, [vi.oliveira@gmail.com](mailto:vi.oliveira@gmail.com).

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O manguezal é caracterizado como um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes oceânicos e terrestres, constituindo zonas de elevada produtividade biológica. Apesar de considerados como Áreas de Preservação Permanente e integrantes do Bioma Mata Atlântica, encontram-se seriamente ameaçados pela expansão das atividades antrópicas. A caracterização estrutural da vegetação dos manguezais constitui valiosa ferramenta no que concerne à resposta desse ecossistema às condições ambientais existentes, bem como aos processos de alteração do meio ambiente. Os estudos com sensoriamento remoto em manguezais pode contribuir na caracterização e monitoramento e, desta, na conservação deste ecossistema. Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo mapear e caracterizar, com uso do Sensoriamento Remoto, as fitofisionomias nos manguezais da APA Guapimirim para identificação desenvolvimento de bosques e reconhecimento dos gêneros de mangue. Estão sendo utilizadas imagens orbitais Sentinel, com 10m de resolução espacial, e GeoEye, com 0,5m, para mapeamento da vegetação através da classificação orientada a objetos (GEOBIA) e mineração de dados. Resultados preliminares com imagens do Sentinel indicam que sete classes de uso e cobertura foram identificadas na área da APA: Floresta de mangue, mangue com *sp.* associadas, *sp.* associadas, pastagem, urbano, solo exposto e água, selecionadas através dos atributos do minerador, para geração do mapa de Uso e Cobertura da área. O mapeamento terá continuidade com a imagem Geoeeye para identificar os gêneros e o desenvolvimento da floresta de mangue. E com o uso do espectrorradiômetro para caracterização espectral em campo, obtendo assim uma comparação dos resultados gerados

**Palavras-chave:** Bosques de mangue, Área de Preservação Permanente, desenvolvimento estrutural, GEOBIA.

## MANGROVES MAPPING OF VEGETATION TYPES USING REMOTE SENSING IN APA GUAPIMIRIM

### Abstract

The mangrove is characterized as a coastal ecosystem of transition between the oceanic and terrestrial environments, constituting zones of high biological productivity. Although considered as Permanent Preservation Areas and members of the Atlantic Forest Biome, they are seriously threatened by the expansion of

anthropic activities. The structural characterization of the mangrove vegetation constitutes a valuable tool for the response of this ecosystem to the existing environmental conditions as well as to the processes of alteration of the environment. The studies with remote sensing in mangroves can contribute to the characterization and monitoring, conservation of this ecosystem. In this context, the present study aims to map and characterize, with the use of Remote Sensing, the phytophysognomies in the APA Guapimirim mangroves to define the development of forests and the recognition of mangrove genera. Sentinel orbital images with 10m spatial resolution and GeoEye with 0.5m are used for vegetation mapping through object oriented classification (GEOBIA) and data mining. Preliminary results with images of Sentinel indicate that seven classes of use and coverage were identified in the APA area: Mangrove forest, mangrove with sp. associated, sp. associated, pasture, urban, exposed soil and water, selected through the attributes of the miner, to generate the map of Usage and Coverage of the area. The mapping will continue with the Geoeye image to identify the genera and development of the mangrove forest. And with the use of the spectrometer for spectral characterization in the field, thus obtaining a comparison of the generated results.

**Keywords:** Mangrove forests, Permanent Preservation Area, structural development, GEOBIA.

## INTRODUÇÃO

O manguezal é caracterizado como um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes oceânicos e terrestres, situado nas regiões tropicais e subtropicais, morfológicamente associados à costa de baixa energia ou ocorrendo junto à desembocadura de rios, estuários, lagunas costeiras, baías e enseadas onde houver influência de marés (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000).

São considerados Áreas de Preservação Permanente (APP), segundo o artigo 4º da Lei 12.651/2012, que institui o Código Florestal, e parte integrante do Bioma Mata Atlântica, protegidos, assim, também pela Lei 11.428/2006, que instituiu a Lei da Mata Atlântica. Entretanto, esse ecossistema encontra-se seriamente ameaçado. De acordo com a FAO (2007), o Brasil perdeu no mínimo 50 mil ha nos últimos 25 anos ao longo da sua costa.

Os manguezais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim representam o último reduto contínuo desse ecossistema no entorno da Baía de Guanabara. Apesar de sofrer grande pressão antrópica, a existência dessa unidade tem contribuído eficazmente para a conservação dos manguezais daquela área. De acordo com Cavalcanti et al (2009) as florestas de mangue da APA Guapimirim apresentaram maior desenvolvimento estrutural do que os bosques de mangue da região do entorno.

A caracterização estrutural da vegetação dos manguezais constitui valiosa ferramenta no que concerne à resposta desse ecossistema às condições ambientais existentes, bem como aos processos de alteração do meio ambiente (SOARES, 1999)

Por outro lado, a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto para o estudo e análise do ecossistema manguezal é de grande valia e pode contribuir para a conservação e monitoramento deste ecossistema (CUNHA-LIGNON et al., 2011)

A maioria dos mapeamentos realizados consideram os manguezais como uma única floresta, insuficiente no estudo e compreensão das características do mangue e seu estado real de conservação. Pois mesmo com menor diversidade vegetal relativa, se comparada a uma floresta ombrófila, a floresta de mangue apresenta dificuldades para a identificação da

composição de gêneros dentro de uma mesma unidade vegetal (REBELO-MOCHEL e PONZONI, 2007)

Neste contexto o presente estudo, tem por objetivo mapear e caracterizar com uso do Sensoriamento Remoto, as fitofisionomias dos Manguezais da APA Guapimirim, como subsídio para ampliar o conhecimento sobre a floresta de mangue da região, como a definição do desenvolvimento dos bosques e reconhecimento dos gêneros de mangue, auxiliando na tomada de decisão, para a preservação e manejo desse ecossistema.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, compreende a faixa litorânea dos municípios de Guapimirim, Itaboraí, Magé e São Gonçalo, localizados na orla oriental da Baía de Guanabara.



*Figura 1- Localização da área de Estudo*

Para realização do estudo foi utilizada a imagem do satélite Sentinel-2A, adquirido em 06/2017, com resolução espacial de 10m em 4 bandas espectrais - azul, verde, vermelha e infravermelha, para o mapeamento de uso e cobertura através da classificação orientada a objetos (GEOBIA), segmentação em multiresolução e mineração de dados que auxiliou na escolha dos atributos e classes de mapeamento.

Na segunda fase, também utilizando GEOBIA, será produzido o mapeamento de reconhecimento dos gêneros de mangue e os estágios de desenvolvimento estrutural, com imagens do satélite Geosy-1, obtida em 09/2011 com resolução espacial de 0,5 metro e 4 bandas espectrais - azul, verde, vermelha e infravermelha.

Conjuntamente serão realizadas saídas de campo na área de estudo, para validar os resultados obtidos de identificação de gêneros e desenvolvimento estrutural, e analisar comparativamente as assinaturas espectrais das imagens com a radiometria medida in situ, utilizando um espectralradiômetro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas manualmente amostras da imagem no software Argis e separadas em sete classes de uso e cobertura da APA Guapimirim: Água, Solo exposto, Urbano, Pastagem, Floresta de Mangue, Mangue com espécies Associadas e espécies Associadas.

Essas classes serviram de banco de dados para o Minerador de dados WEKA, que gerou uma árvore de decisão, tendo como base os atributos estatísticos; de cada banda espectral, do índice de vegetação (NDVI) e do Principal componente (PCA), que auxiliaram na escolha dos segmentos para confecção do mapa temático de Uso e Cobertura da APA, como primeiros resultados do estudo.

Tendo em vista todos os trabalhos já realizados na APA que geraram mapas de Uso e Cobertura, e a pressão antrópica que a área vem sofrendo ao longo dos anos, um mapa temático com imagem de 2017, pode comparar e avaliar o atual estado de conservação e as alterações ambientais sofridas pelo bosque de Mangue ali inserido servindo de ferramenta para estratégias de conservação da Unidade de Conservação.

## BIBLIOGRAFIA

Cavalcanti, V. F., M. L. G. Soares, G. C. D. Estrada, and F. O. Chaves. 2009. Evaluating Mangrove Conservation through the Analysis of Forest Structure Date. *Journal of Coastal Research*, 56:390-394.

Cunha-Lignon, M., C. Coelho Jr., R. Almeida., R. P. Menghini, Y. Schaeffer-Novelli, G. Cintrón and F. Dahdouh-Guebas. 2000. Characterisation of mangrove forest types in view of conservation and management: a review of mangals at the Cananéia region, São Paulo State Brazil. *Journal of Coastal Research*, 64:57.

Rebelo-Mochel, F. and Ponzoni, F. J. 2007 Spectral characterization of mangrove leaves in the Brazilian Amazonian Coast: Turiaçu Bay, Maranhão State. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 79:683–692.

Schaeffer-Novelli, Y., G. Cintrón-Molero and M. L. G. Soares and T. De-Rosa. 2000. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 3:561–570.

Soares, M. L. G. 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 59:503–515.



## MÉTODO *DRASTIC* DE AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE - AQUÍFERO GUARATIBA (RJ)

Glaucio Silva de Carvalho<sup>1</sup>, Cristiane Nunes Francisco, Camilo Ivan Ordonez Aritzabal

<sup>1</sup> Geólogo, mestrando em Engenharia de Biosistemas- UFF, Niterói-RJ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense - glaucioscarvalho@gmail.com

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Visando avaliar os parâmetros físicos que influem na qualidade da água subterrânea em áreas suscetíveis a atividade humana foram desenvolvidos métodos para avaliação da vulnerabilidade de tais corpos hídricos, procurando refletir a natureza das diferentes localidades em que se aplicavam. Entretanto o método *DRASTIC*, desenvolvido pela EPA (agência de ambiental americana), tem se mostrado o método mais bem aceito. O método tem como objetivo avaliar a vulnerabilidade intrínseca a contaminação através da aplicação dos seguintes parâmetros físicos, que influem na permeabilidade e infiltração do solo: (D) *Depth* - profundidade; (R) *Recharge* - recarga; (A) *Aquifer* - aquífero; (S) *Soil* - pedologia; (T) *Topography* – topografia/ declividade; (I) *Impact* - impacto na zona vadosa; e (C) *Conductivity* - condutividade hidráulica; (Aller et al 1987). O presente trabalho visa avaliar a potencialidade e os desafios do método *DRASTIC* aplicado ao aquífero Guaratiba, localizado na Zona Oeste do Rio de Janeiro, tendo em vista o padrão de uso do solo atual e precariedade do saneamento básico na região. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma aplicação através do software Quantum GIS (QGIS), cuja aplicação é de livre utilização.

**Palavras Chaves:** Parâmetros Físicos, Água Subterrânea, Contaminação, Áreas Suscetíveis.

### Abstract

In order to evaluate the physical parameters that influence the quality of groundwater in areas susceptible to human activity, methods were developed to evaluate the vulnerability of such water bodies, trying to reflect the nature of the different locations in which they were applied. However, the *DRASTIC* method, developed by the EPA (American environmental agency), has proven to be the most widely used method. The method aims to evaluate the intrinsic vulnerability to contamination through the application of the following physical parameters, which influence the soil permeability and infiltration: (D) *Depth*; (R) *Recharge*; (A) *Aquifer*; (S) *Soil*; (T) *Topography* / slope; (I) *Impact* on the vadose zone; and (C) *Conductivity*; (Aller et al 1987). The present work aims to evaluate the potentials and challenges of the *DRASTIC* method applied to the Guaratiba aquifer located in the West Zone of Rio de Janeiro, considering the current land use pattern and the precariousness of basic sanitation in the region. This work presents the development of an application through the Quantum GIS software (QGIS), which the application is free to use.

### INTRODUÇÃO

O trabalho surge da necessidade de uma abordagem multicritério para avaliação e gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos. A área de estudo se encontra inserida em uma região da cidade em franco crescimento, sofrendo com o impacto antrópico crescente, principalmente devido às grandes obras para as Olimpíadas na região e a ocupação urbana desordenada.

Com o elevado consumo das águas superficiais na RA (Região administrativa) de Guaratiba, fazendo parte da região metropolitana do Rio de Janeiro, a água subterrânea passa a ser uma alternativa estratégica de abastecimento. Ao contrário da vazão dos corpos hídricos superficiais a água proveniente de aquíferos não sofre o impacto direto das variações de sazonais e climáticas. Porém é preciso ressaltar, a água subterrânea sofre o impacto tanto de sua exploração excessiva quanto do fluxo de contaminantes em áreas em que o saneamento básico é deficiente gerando assim fontes de contaminação.

O conceito de vulnerabilidade das águas subterrâneas baseia-se no pressuposto de que as águas subterrâneas proporcionam proteção natural contra os impactos frente à contaminação, especialmente no que diz respeito aos contaminantes que infiltram a partir da superfície terrestre. As aplicações SIG são frequentemente usadas para estimar a vulnerabilidade da água subterrânea devido à facilidade de uso e eficiência em manipular, analisar, e incorporar dados com uma componente espacial, tais como dados geológicos e hidrogeológicos (Shirazi et al., 2012).

## MATERIAL E MÉTODOS

O Método DRASTIC busca quantificar a vulnerabilidade relativa pela soma dos índices ponderados para sete variáveis hidrogeológicas: Profundidade da água subterrânea (X5), taxa de recarga natural (X4), matriz formador do aquífero (X3), Meio do solo (X2), Topografia/declividade (X1), Impacto na zona vadosa (X5) e condutividade hidráulica (X3).

*Tabela 1: Parâmetros do Método DRASTIC e seus Pesos Relativos*

	Parâmetros	Pesos Relativos
D	Profundidade da Zona Saturada do Solo	5
R	Recarga do Solo	4
A	Características do Aquífero	3
S	Solos (Pedologia)	2
T	Topografia	1
I	Impacto da Zona não Saturada	5
C	Condutividade Hidráulica	4

**Profundidade do nível freático(D)** - implica na espessura da zona não saturada, onde a água advinda da precipitação infiltra no solo arrastando consigo o contaminante, atingindo o aquífero. A ideia principal é que quanto menor for a profundidade do nível d'água, maior será a probabilidade de o aquífero ser contaminado (Aller et al., 1987).

**Recarga(R)** - a recarga do aquífero é a quantidade de água por unidade de superfície do solo e que ajuda a realimentar a zona saturada (aquífero). É considerado o principal veículo transportador do contaminante. A recarga resulta essencialmente da fração da precipitação que não é evapotranspirada nem escoada superficialmente (Ribeiro, 2005). A recarga do aquífero representa quantidade média anual de infiltração e não se relaciona a intensidade ou a duração deste evento. Geralmente, os índices de recarga dos aquíferos livres e o potencial de contaminação, são maiores nesses do que nas áreas com aquíferos confinados (Hirata e Fernandes, 2008). Pois, quanto maior for a recarga, maior será o potencial para a contaminação da água subterrânea.

Nas áreas urbanizadas é conveniente fazer um recenseamento das zonas não cobertas e se for possível efetuar um levantamento pedológico e mapeamento de geologia urbana. A menor classe de recarga é atribuída aos terrenos cobertos. Nas áreas verdes assume-se que a recarga corresponde aos calculados localmente pelo método de Turc ou Thornthwaite a partir de dados anuais de temperatura e precipitação (Civita, 1994). As fugas podem ser incorporadas pela estimativa do volume (água potável e esgoto) relatados pela autoridade abastecimento de água, dividido pela superfície da área urbana

**Material do aquífero (A)** – A natureza do aquífero de acordo com suas unidades geológicas determina a mobilidade do contaminante em atravessar a zona não saturada até atingir o nível freático, ou seja, o tempo de residência do contaminante (Aller et al., 1987). Quanto maior for o tempo de residência do contaminante no aquífero, mais atenuado será o seu efeito. Quanto mais permeável for, mais vulnerável ele será.

**Solo(S)** - Corresponde à parte superior da zona vadosa ou não saturada, que se caracteriza pela atividade biológica intensa. Em conjunto com o parâmetro a eles determinam a quantidade de água de percolação que atinge a superfície freática. Neste caso, os solos com maior porcentagem de argila e silte indicam maior capacidade de retenção d'água e conseqüentemente aumentam o tempo de permanência do contaminante na zona não saturada.

**Topografia(T)** - Contribui para o cálculo do índice DRASTIC, em função do declive, quanto maior for o declive menor será o potencial de poluição, devido à maior escorrência superficial. A topografia tem sua relevância porque o gradiente e o sentido do fluxo subterrâneo frequentemente podem ser inferidos pela inclinação da superfície no caso dos aquíferos livres.

**Impacto (I)** - da zona não saturada determina o tempo que o contaminante leva a atingir o nível freático. O tipo de material constituinte na zona não saturada determina as características da atenuação do contaminante com o material abaixo do solo e acima do nível d'água.

**Condutividade hidráulica (C)** - determina a quantidade de água que atravessa o aquífero por unidade de tempo e por unidade de seção. Sendo que os materiais, muito permeáveis, encurtam o tempo que o contaminante leva ao aquífero.

O índice final é obtido pela soma ponderada das várias pontuações encontradas. Esses fatores são correlacionados de acordo com a seguinte equação (Eq.1):

$$\text{Índice DRASTIC} = [ DrDw + RrRw + ArAw + SrSw + TrTw + Irlw + CrCw ]$$

A espacialização destes dados foi realizada em SIG por meio do software livre Quantum GIS 2.4.

### Parâmetros Físicos Avaliados

#### Topografia/Declividade

No mapa gerado em ambiente Quantum Gis foi gerado conforme a classificação na tabela abaixo:

*Tabela 2: Classificação da declividade para o método DRASTIC.*

Declividade	Intervalo	Vulnerabilidade	Peso
Alta	>30%	1	1
Média	≤30% e 20%	2	1
Baixa	≤20% e 10%	3	1
Muito Baixa	≤10% e 3%	4	1
Plana	≤3%	5	1

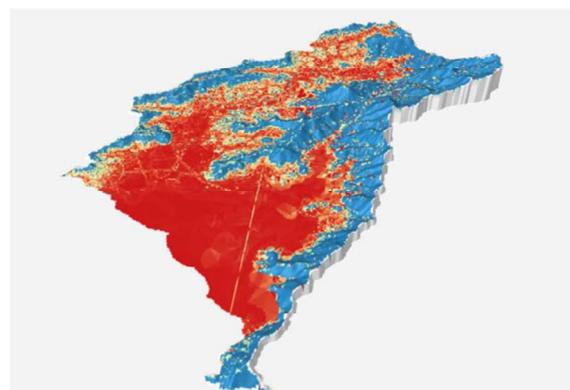
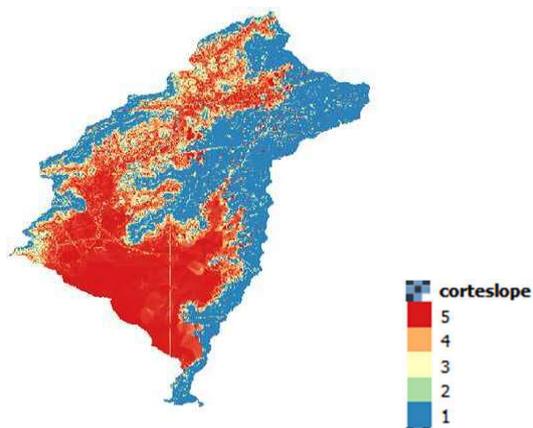


Figura 1: Mapa DRASTIC para declividade RA de Guaratiba      Figura 2: Modelo 3D- Topografia

#### Condutibilidade Hidráulica

Até 100 metros de distância da calha do rio, área correspondente a planície de inundação da drenagem, que é onde está situada a porção do aquífero sedimentar arenosa, com melhores características hidráulicas, varia em sua maior porção entre 0,05 a 0,1 cm/dia em contraste com a porção mais areno-argilosa possuindo em média 0,009 cm/seg (VIEGAS et al, 1996).

*Tabela 3: Valores Típicos de Condutividade Hidráulica*

Litologia	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
Cascalho	$10^{-2}$	$10^2$
Areia	$10^{-4}$	1
Silte	$10^{-7}$	$10^{-3}$
Argila	$10^{-10}$	$10^{-7}$
Basalto (Fraturado)	$10^{-5}$	1
Carste Calcário	$10^{-4}$	10
Arenito	$10^{-8}$	$10^{-4}$
Calcáreo, Dolomita	$10^{-7}$	$10^{-4}$
Xisto	$10^{-11}$	$10^{-7}$
Cristalino Fraturado	$10^{-7}$	$10^{-2}$
Cristalino Denso	$10^{-12}$	$10^{-8}$



**Figura 3: Mapa de Condutibilidade**

*Tabela 4: Classificação da condutibilidade hidráulica aplicado ao método DRASTIC*

Condutibilidade Hidráulica	
Valor (m/dia)	Valor Atribuído
0- 0,004	1
0,004 – 0,014	2
0,014-0,03	4
0,03-0,045	6
0,045-0,095	8
>0,095	10

## RESULTADOS PARCIAIS

Depois de gerados os dois mapas podemos observar uma melhor resposta ao parâmetro declividade visto que na região que indica menor declividade e portanto maior suscetibilidade segundo o método DRASTIC apresenta maior contaminação com a maior concentração  $\text{NO}_3$ . Porém para o parâmetro condutibilidade hidráulica essa mesma região não obteve a mesma resposta, pois a mesma área correspondente tem menor condutibilidade, se localizando a 200 metros da drenagem fluvial. Portanto fora da região que se insere a planície de inundação.

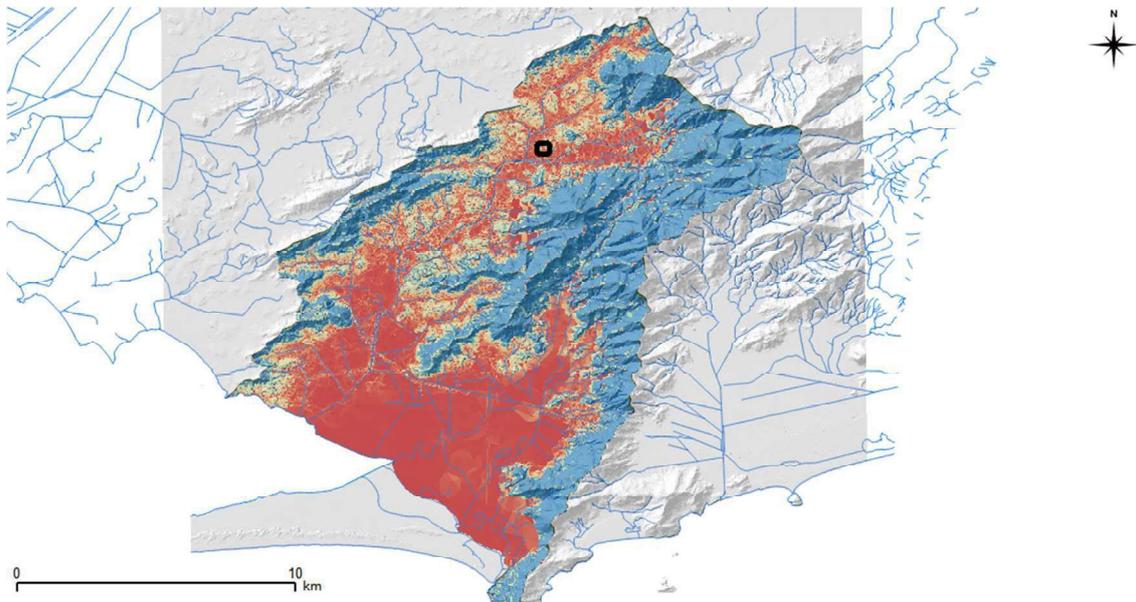


Figura 4: Mapa de declividade/ Drenagem, em destaque anomalia de concentração  $\text{NO}_3$ .

### Bibliografia

Aller, L.; Bennet, T.; Lehr, J.H. and Petty; R.J., 1987. DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeological settings. U.S. *EPA Report* 600/2-85/018.

Shirazi, S.M., Imran, H.M., Shatirah, A., 2012. GIS-Based DRASTIC method for groundwater vulnerability assessment: a review. *Journal of Risk Research*, 15(8), 991-1011.

Civita, M. *Aquifer Vulnerability maps to pollution*, Pitagora Ed., Bologna, 1994.

RIBEIRO, L. F. T; MENDES, M. P. Definições e Critérios de Delimitações para as Várias Tipologias de Área Integradas em *REN – Recursos Hídricos Subterrâneos*. Centro de Geociências. Instituto do Superior Técnico (IST). 21/05. 2010.

HIRATA, R.C.A., FERNANDES, A. J. Vulnerabilidade à Poluição de Aquíferos. In: FEITOSA, [et al.]. *Hidrologia: conceitos e aplicações*. 3. Ed.rev. e ampl.- Rio de Janeiro. CPRM: LABHID, 2008. 812p. 2008.



## MODELAGEM ESTOCÁSTICA DA EVOLUÇÃO DE UM PORO EM UM PROCESSO DE DISSOLUÇÃO E PRECIPITAÇÃO

Renan de Souza Torres<sup>1</sup>, Fábio D. Aarão Reis<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Civil - U.E.R.J, pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho - UFF, Mestrando de Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói, R.J., renstorres@gmail.com

<sup>2</sup> Bacharel em Física, mestre em Física e Doutor em Física - P.U.C., Niterói-RJ, reis@if.uff.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A simulação da dissolução de um material poroso por reagentes transportados por um fluido através da amostra e precipitação de produtos no seu interior foi realizada por meio de modelos estocásticos, alterando a distribuição de tamanhos de poros, velocidade de migração dos reagentes ao longo da amostra, taxas de dissolução e precipitação. Deste modo, representações das variações não triviais de macro e microporosidade observadas na dissolução de calcário por soluções salinas contendo CO<sub>2</sub> que simulam condições para sequestro de carbono estão sendo criadas. O modelo de simulação está em fase de análise do seu correto funcionamento devido a uma não conformidade em um ponto essencial para o código que exigiu a reformulação dos resultados e análises.

**Palavras-chave:** meios porosos; difusão; modelos estocásticos; sequestro de carbono.

## STOCHASTIC MODELING OF THE EVOLUTION OF A PORE IN A DISSOLUTION-PRECIPITATION PROCESS

### Abstract

Dissolution simulation of a porous material by reagents transported in a fluid through sample and precipitation of products was done by stochastic models. Distribution of pore sizes, speed of reagents migration throughout the sample, rates of dissolution and precipitation were changed. Establishing representations of the nontrivial variations of macro and microporosity observed in the dissolution of limestone by saline solutions containing CO<sub>2</sub>, which simulate conditions to sequestration of carbon. Simulation modeling is under analysis to verify its function due to a nonconformity that was detected in an essential part of the code, which required reformulation in the results and analyzes.

**Keywords:** porous environment; diffusion; stochastic models; CO<sub>2</sub> storage.

## INTRODUÇÃO

Dissolução de minerais é um fenômeno de grande impacto ambiental, o que justifica uma intensa atividade de pesquisa na área, seja com trabalho de campo, estudo em laboratório ou desenvolvimento de modelos (BRANTLEY, 2013). A dissolução de minerais tem influência nas propriedades físicas e químicas de solos (CHADWICK *et al*, 2006) e na regulação da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera (BENER *et al*, 2006; HARVEY *et al*, 2013). Neste segundo grupo de aplicações, destacam-se os processos de sequestro de carbono por injeção de CO<sub>2</sub> em reservatórios de água ou óleo para sua conversão em carbonatos ou silicatos nas ditas reações de dissolução (HARVEY *et al*, 2013). As consequências destes processos, benéficas ou não, motivam experimentos com injeção de soluções contendo CO<sub>2</sub> em diferentes materiais, como cimento (BRUNET *et al*, 2013) e calcário (LUQUOT *et al*, 2014).

No trabalho recente de Luquot e Rodriguez (2014), com dissolução de calcário (99% calcita) por soluções com diferentes concentrações de CO<sub>2</sub>, foram observadas alterações não triviais da porosidade e permeabilidade (LUQUOT *et al*, 2014). Por exemplo, para pressões baixas de CO<sub>2</sub>, observa-se uma redução de permeabilidade com aumento da porosidade. Este efeito parece estar relacionado com o entupimento dos macroporos da amostra, enquanto os microporos aumentam continuamente. O experimento simula condições usuais para sequestro de carbono.

O objetivo deste projeto é estudar modelos estocásticos de dissolução de sólidos porosos para explicar este tipo de fenômeno. Serão combinados modelos de transporte em meios porosos (AARÃO REIS e DUNG DI CAPRIO, 2014) e modelos de dissolução de grãos cristalinos (SILVEIRA E AARÃO REIS, 2015; AARÃO REIS, 2015), com os quais nosso grupo de pesquisa tem experiência.

## MATERIAL E MÉTODOS

A principal técnica de cálculo utilizada neste projeto é a simulação computacional de modelos de Mecânica Estatística fora do equilíbrio termodinâmico em redes, também chamados simplesmente de modelos estocásticos (LUTTGE, ARVIDSON e FISCHER, 2013).

A aplicação de modelos estocásticos é uma solução recorrente para descrever fenômenos naturais pois existem evidências que sugerem que algumas observações de tais fenômenos não são passíveis de explicação ao utilizar-se de modelos baseados em soluções determinísticas. Geralmente, processos de transporte são modelados através de condições de contorno definidas para uma equação diferencial parcial que possa assim descrever o balanço de concentração local em determinados campos. No entanto, as incertezas devido a uma heterogeneidade espacial de parâmetros dominantes costumam ser levadas em consideração durante as análises probabilísticas das propriedades de vazão e transporte em meios porosos. Deste modo, a definição de parâmetros de meios porosos em tempo e espaço através de conceitos de funções randômicas fornecem meios para o estudo da heterogeneidade inerente; da avaliação da variabilidade espaço-temporal das propriedades e da avaliação de incertezas associadas à valores estimados (COUTELIERIS e DELGADO, 2012).

Luquot e Rodriguez (2014) demonstraram que a dissolução do calcário por uma mistura rica em CO<sub>2</sub> apresenta relações não triviais entre a porosidade e a permeabilidade do calcário. No caso, foi observado uma diferença na taxa de dissolução nos pontos que possuíam certa distância da fonte de injeção de carbono, onde ocorria um aumento da porosidade enquanto a permeabilidade diminuía simultaneamente. A causa destes fenômenos aparenta ser em função do acúmulo de partículas em gargalos formado pela transição de macros para microporos. Acreditamos que o nosso modelo estocástico, através de uma combinação que simule a dissolução ocorrendo em paralelo com a precipitação de partículas, possa ser aplicado ao caso, para então poder demonstrar as condições físico-químicas em que a evolução temporal da micro/macroporosidade estão negativamente correlacionadas.

Para alcançar este objetivo, o modelo estocástico desenvolvido no presente estudo utiliza-se do número de Damköhler,  $Da$ , como base para um estudo probabilístico da relação entre a taxa de dissolução e precipitação em um meio poroso. O número de Damköhler é um valor adimensional originado da razão entre a taxa de reação de um determinado elemento pela taxa de transporte convectivo deste elemento no meio (equação 1) (FOGLER, 2010).

$$Da = \frac{-rV}{F} = \frac{\text{“Taxa de reação”}}{\text{“Taxa de convecção”}} \quad (1)$$

Onde:

-Da é o número de Danköhrer;

-r a taxa de reação;

-V o volume;

-F a taxa de convecção.

Assim, o modelo criado reproduz um tubo de seção quadrada no qual se realiza a variação de diversos parâmetros, como a largura, o comprimento, a velocidade de migração dos reagentes ao longo da amostra, as taxas de dissolução e de precipitação (figura 1).

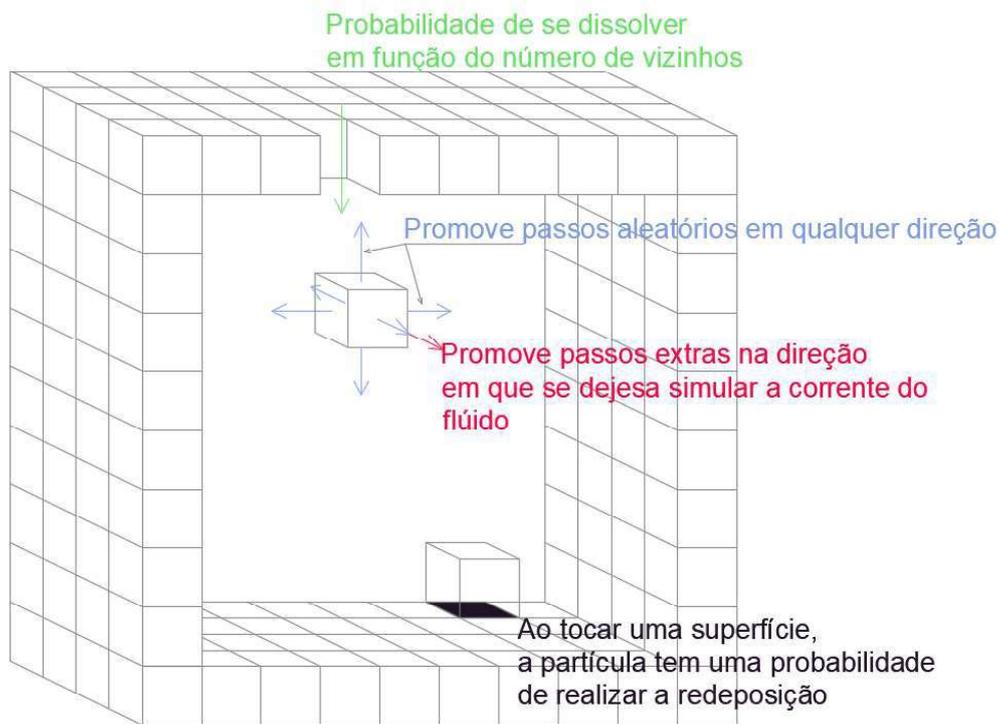


Figura 1. Seção ilustrativa das variáveis do modelo

Essas variações são feitas de modo que possam manter um Da constante possibilitando a observação de possíveis fenômenos que não são passíveis de serem descritos por modelos determinísticos neste tipo de evento. Ao utilizar conceitos de escala, poderemos estender os resultados da simulação para quaisquer valores dos parâmetros citados, como frequentemente fazemos na modelagem de processos de dissolução ou corrosão (AARÃO REIS e STAFIEJ, 2007; AARÃO REIS, 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estamos em processo de avaliação do correto funcionamento do modelo, portanto, toda a parte de resultados deverá ser reformulada assim que garantirmos o seu perfeito estado. Deste modo, ainda não é possível fornecer resultados aprofundados do modelo no momento.

Esperamos que o modelo estocástico, desenvolvido neste trabalho, facilite a observação de padrões de comportamento que possam elucidar problemas complexos como a relação atípica, levantada pelo trabalho de Luquot e Rodriguez (2014), entre o aumento de porosidade acompanhado de um decréscimo da permeabilidade nas injeções de carbono em reservas de calcário.

## Bibliografia

- Aarão Reis, F. D. A. and Stafiej, J. 2007. Scaling behavior in corrosion and growth of a passive film. *Physical Review E* 76: 011512
- Aarão Reis, F. D. A. and Dung di Caprio 2014. Crossover from anomalous to normal diffusion in porous media. *Physical Review. E* 89: 062126.
- Aarão Reis, F. D. A. 2015. Modeling the growth of an altered layer in mineral weathering. *Geochim et Cosmochim Acta* 166: 298-311.
- Brantley, S. L. 2013. Kinetics of Mineral Dissolution. In *Kinetics of Water-Rock Interaction* Ed. Springer, New York: Springer.
- Brunet, J. P. L., Li, L., Karpyn, Z. T., Kutchko, B. G., Strazisar, B. and Bromhal, G. 2013. Dynamic Evolution of Cement Composition and Transport Properties under Conditions Relevant to Geological Carbon Sequestration. *Energy & Fuels* 27: 4208-4220.
- Chadwick, O. A., Derry, L. A., Vitousek, P. M., Huebert, B. J. and Hedin, L. O. 1999. Changing sources of nutrients during four million years of ecosystem development. *Nature* 397: 491-497 (1999).
- Coutelieris, F. A. and Delgado, J. M. P. Q. 2012. Stochastic Modeling. In *Transport Processes in Porous Media*, Ed. Springer, ch 2, 11-13. Londres.
- Fogler, H. S. 2010. The Damöhler Number. In *Essentials of Chemical Reaction Engineering*. Ed. Pearson, ch 5, 154-155, Boston: Pearson Education, Inc.
- Luquot, L., Rodriguez, O. and Gouze, P. 2014. Experimental characterization of porosity structure and transport property changes in limestone undergoing different dissolution regimes. *Transp. Porous Med.* 101: 507-532.
- Luttge, A., Arvidson, R. S. and Fischer, C. 2013. A Stochastic Treatment of Crystal Dissolution Kinetics. *Elements* 9: 183-188.
- Silveira, F. A. and Aarão Reis, F. D. A. 2013. Detachment of non-dissolved clusters and surface roughening in solid dissolution. *Electrochimica Acta* 111: 1-8.



## **MONITORAMENTO DA BIODIVERSIDADE EM ÁREAS DE QUEIMADAS CONTROLADAS NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DA CANASTRA, MG: ESTUDOS PRELIMINARES RELATIVOS AO MANEJO INTEGRADO DO FOGO (MIF)**

Ricardo da Silva Gomes<sup>1</sup>; Daphne Chelles Marins<sup>2</sup>; Sávio Freire Bruno<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Biólogo, mestrando em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ - ricardo\_gomes@id.uff.br

<sup>2</sup> Graduanda em Medicina Veterinária – UFF, Niterói-RJ – daphchell@gmail.com

<sup>3</sup> Biólogo e Médico Veterinário; Professor Titular – UFF, Niterói-RJ - saviobruno@id.uff.br

Apresentado no III Workshop de Engenharia de Biosistemas – WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 – Niterói – RJ, Brasil

### **Resumo**

O Cerrado é um bioma sujeito a queimadas naturais, causadas especialmente por raios, nos períodos de chuva. Contudo, incêndios artificiais, criminosos ou acidentais, podem causar impactos negativos por atingirem áreas maiores e/ou serem mais intensos. Em abril de 2017, no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), realizou-se o Manejo Integrado do Fogo (MIF) em três áreas distintas, como estratégia de manejo e combate a incêndios. O presente trabalho objetiva investigar estas áreas e avaliar os efeitos deste fogo manejado sobre o meio biótico. Foram adotadas as seguintes metodologias, antes e depois da confecção dos aceiros: observação da fauna por busca ativa em transecções; varredura em áreas pré-definidas e registros em pontos fixos com binóculos e câmeras; caracterização dos cupinzeiros com mais de 50 cm de altura por contagem e descrição das cavidades, mensuração de altura e base, além de presença ou vestígios de animais; caracterização do fogo por comparação da biomassa vegetal pré e pós-fogo, assim como a intensidade e velocidade de propagação do fogo e temperatura e velocidade do ar. Imediatamente após o MIF, adotaram-se intervalos de monitoramento de quatro meses. Em abril de 2017, 41 espécies animais ou seus vestígios foram observados, sendo 14 aves (34,1%), 11 artrópodes (26,8%), 11 répteis (26,8%) e cinco mamíferos (12,2%). Cinco cupinzeiros (45,45%) apresentaram fezes de aves. O presente estudo preliminar demonstrou baixo impacto do fogo sobre a biota. A continuidade das análises e investigações propiciará uma avaliação mais completa e fidedigna sobre o efeito do MIF no bioma Cerrado.

**Palavras-chave:** cerrado; ecossistemas pirofíticos; incêndios florestais; unidade de conservação.

## **BIODIVERSITY MONITORING IN AREAS OF CONTROLLED FIRES AT THE SERRA DA CANASTRA NATIONAL PARK, MINAS GERAIS, BRAZIL: PRELIMINARY STUDIES RELATED TO INTEGRATED FIRE MANAGEMENT (IFM)**

### **Abstract**

The cerrado is a biome subject to natural fires, specially caused by lightning, during the rain season. However, man-made fires, criminal or accidental, may cause negative impacts because they can reach larger areas and/or be more intense. In April 2017, in Serra da Canastra National Park (SCNP), Integrated Fire Management (IFM) was executed in three different areas as a strategy for management and fire combat. This study aims to evaluate the effects of controlled fire on the biodiversity. The following methods were applied before and after the making

of the fires: fauna observation through active search in transects, scanning in predefined areas and records at fixed points with binoculars and cameras; characterization of termite mounds over 50 cm of height by counting and description of cavities, height and base measurement and also observation of presence or traces of animals; fire characterization was made through comparison of plant biomass before and after fire, intensity and speed of fire spread, and temperature and speed of air. Immediately after the IFM, intervals of four months will be taken between the following data collections. In April 2017, 41 animal species or their traces were observed: 14 birds (34,1%), 11 arthropods (26,8%), 11 reptiles (26,8%) and five mammals (12,2%). Five termite mounds (45,45%) presented bird feces. This preliminary study indicated little impact of controlled fire over the biota. The continuity of the analysis will enable a more complete and reliable evaluation on the effect of IFM on the Cerrado.

**Keywords:** brazilian savanna; conservation units; forest fires; pirotic ecosystems.

## INTRODUÇÃO

O cerrado é um ecossistema sujeito a queimadas naturais causadas por raios nas épocas de chuvas (COUTINHO, 1990). Além disso, incêndios artificiais, criminosos ou acidentais, podem causar impactos negativos no ecossistema por atingirem áreas maiores e poderem ser mais intensos (FIDELIS et al., 2010).

O próprio fogo é uma ferramenta que pode ser utilizada para evitar que incêndios se propaguem através da confecção de aceiros negros. Porém, esta estratégia ainda precisa de pesquisas de campo para avaliar e potencializar sua eficácia (RAMOS-NETO; PIVELLO, 2000).

No Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), queimadas descontroladas têm causado grandes danos, motivando a utilização de estratégias de Manejo Integrado do Fogo (MIF), que, além de técnicas de prevenção e combate, leva em consideração características ambientais e sociais do uso do fogo (IBAMA, 2005). A compreensão dos efeitos do fogo sobre o meio biótico pode auxiliar na preservação da mesma por meio do MIF. Portanto, o presente estudo objetiva investigar, preliminarmente, os efeitos do fogo sobre a diversidade biológica, nas ações oriundas do MIF (Manejo Integrado do Fogo) no Parque Nacional da Serra da Canastra, iniciado em 2017.

## METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado entre os dias 19 a 24 de abril de 2017. As saídas de campo foram feitas diariamente, variando de uma a três saídas de campo por dia.

Para a observação e identificação da fauna foram aplicadas metodologias complementares de observação e registro de espécies, antes e depois das queimas, por meio de busca ativa em transecções, varredura em áreas pré-definidas, registros em pontos fixos, e observações comportamentais do tipo animal-focal (BIBBY, 2004; SUTHERLAND, 2004). Para tanto, foram utilizados binóculos e equipamentos de registro audiovisual (câmeras fotográficas e filmadoras). As espécies foram registradas em planilhas e os dados organizados por área e período decorrido após a última queimada.

Para a caracterização dos cupinzeiros (ou termiteiros) foram amostrados apenas aqueles com mais de 50 centímetros de altura dentro das áreas de aceiros. Deles, foram mensurados a altura, o diâmetro de base e o número de cavidades, além de serem observados e registrados quaisquer indícios de uso por animais (penas, fezes, terra movida, observação direta da presença dos animais).

Para a caracterização do fogo foram colhidos dados de combustível (biomassa vegetal) pré e pós-fogo; altura, intensidade e velocidade de propagação do fogo e temperatura e velocidade do ar. Para medida do combustível foram amostradas 5 parcelas (0,5 x 0,5 metros) em cada área de aceiro, antes e depois da queima. Toda a biomassa acima do solo foi retirada, a partir do colo de cada indivíduo. O material foi posto em estufa a 80°C por 48 horas e pesado com auxílio de uma balança de precisão. A eficiência da queima será calculada a partir da equação  $E = [(combustível\ pré-fogo - combustível\ pós-fogo) / combustível\ pré-fogo] * 100$ . A velocidade de propagação do fogo foi calculada cronometrando o caminho do fogo entre duas marcas pré-posicionadas no local de aceiro, com distância conhecida entre uma e outra. A altura do fogo foi estimada visualmente pelo posicionamento do observador próximo às chamas. A intensidade do fogo foi calculada a partir do combustível consumido (c), velocidade do fogo (r) e calor efetivo de combustão (c) no valor de 15.500kJ/kg na equação  $I = h * c * r$ . A temperatura e velocidade do ar foram medidos com um anemômetro. A temperatura do ar após o fogo foi medida a 1centímetro do solo e a 50 centímetros do solo, nas distâncias de 5 metros, 10 metros, e 20 metros atrás da linha de fogo.

## RESULTADOS PRELIMINARES E DISCUSSÃO

Notadamente, o carcará (*Caracara placus*) foi a espécie predominante e sempre presente nas áreas queimadas. Em um constante forrageio aproveitando-se das carcaças dos animais que não conseguiram fugir das chamas e da longa faixa em que a vegetação foi majoritariamente queimada, deixando uma grande área de deslocamento sem cobertura vegetal e, logo, sem proteção contra os olhares atentos das aves.

Dos animais observados e/ou de seus rastros nas áreas de aceiros (total de 41 espécies), 14 foram aves (34,15%), 11 foram artrópodes (26,83%), 11 foram répteis (26,83%) e cinco mamíferos (12,2%).

Cinco cupinzeiros (45,45%) apresentaram fezes de aves. Uma espécie de ave foi observada sobre os cupinzeiros diversas vezes, o carcará. Também foram achadas uma pena de corujaburaqueira (*Athene cunicularia*) e uma pena de ave não identificada. Artrópodes diversos também foram vistos sobre a superfície e dentro dos cupinzeiros (aranhas, grilos, formigas e baratas). Um cupinzeiro apresentou cogumelos (Fungae) em seu interior (Figura 1).



Figura 1. Vestígios de uso dos cupinzeiros pela biota local: em cima à esquerda, cogumelos no interior de cavidade; em cima à direita, teias de aranhas sobre a superfície do cupinzeiro; abaixo à esquerda, pena não identificada; abaixo à direita, fezes de ave sobre a superfície.

A velocidade só pode ser medida em uma das áreas e foi de 0,089m/s e a intensidade foi de 331,08kWm<sup>-1</sup>. O aceiro do qual saíram estas medidas foi confeccionado durante a tarde entre as 15h e as 17h, aproximadamente. A velocidade do vento neste mesmo aceiro atingiu uma média de 7,7km/h e a altura das chamas na frente de fogo chegou a cerca de 2,2m. As medidas de temperatura do ar após a passagem do fogo estão na tabela 1.

<b>Distância do fogo / Altura do chão</b>	<b>1 cm</b>	<b>50 cm</b>
<b>5 m</b>	28,4°C	28,4°C
<b>10 m</b>	28,5°C	28,4°C
<b>20 m</b>	32,7°C	32,6°C

Tabela 1. Temperaturas medidas a diferentes alturas e distâncias após a passagem do fogo.

As queimadas ocorreram, predominantemente, sobre áreas de fitofisionomia de campo limpo. Às quais referem-se os valores ligados a combustível, pois as coletas de biomassa apenas envolveram esta formação vegetal. Entretanto, foi possível observar um pouco do comportamento do fogo sobre um campo rupestre e sobre um trecho de cerradão/campo sujo. Notadamente, nas duas áreas, as plantas lenhosas de qualquer diâmetro de caule se mostraram resistentes ao efeito da passagem do fogo e, assim como nas áreas de campo limpo, até mesmo folhas resistiram ao fogo.

A continuidade das investigações permitirá uma análise sobre a hipótese de impactos positivos do MIF sobre a área de estudo, tais como diminuição da biomassa de alto poder combustível, uniformidade de floração/polinização, como citados por Frizzo et al., 2011, ao analisarem os efeitos do fogo sobre a fauna do bioma em questão.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo preliminar do Manejo Integrado do Fogo no Parque Nacional da Serra da Canastra demonstrou resultados que reforçam a hipótese de um baixo impacto negativo quanto ao manejo empregado, pois observou-se integridade das raízes das plantas, poucos animais e invertebrados mortos como consequência das queimas, baixo aquecimento do solo, além de nenhum registro de ninho ou abrigo de fauna prejudicados.

Portanto, o baixo impacto reforça a hipótese de que o MIF seja uma estratégia eficiente de combate a incêndios criminosos em Unidades de Conservação presentes no bioma cerrado.

**Agradecimentos:** à equipe do ICMBio no Parque Nacional da Serra da Canastra, MG.

## **Bibliografia**

BIBBY, C.J. 2004. Bird diversity survey methods. Em: *Bird ecology and conservation: a handbook of techniques*, SUTHERLAND, W.J., NEWTON, I. e GREEN, R.E. (Eds), p. 1-15. New York: Oxford University Press.

COUTINHO, L.M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: *Fire in the tropical biota*, Goldammer, J.G. (Ed.), 22p. Springer.

FIDELIS, A.; DELGADO-CARTAY, M.D.; BLANCO C.C.; MÜLLER S.C.; PILLAR V.D. e PFADENHAUER, J. 2010. Fire intensity and severity in brazilian campos grasslands. *Interciência*, 35(10): 739-745.

FRIZZO, T.L.M.; BONIZÁRIO, C.; BORGES, M.P.; VASCONCELOS, H.L. 2011. Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis*, 15(2): 365-379.

IBAMA. Plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra. 2005. IBAMA, Brasília.

RAMOS-NETO, M.B. e PIVELLO, V.R. 2000. Lightning fires in a Brazilian Savanna National Park: Rethinking management strategies. *Environmental Management* 26(6): 675-684.

SUTHERLAND, W.J. 2004. Diet and foraging behaviour. Em: *Bird ecology and conservation: a handbook of techniques*, SUTHERLAND, W.J., NEWTON, I. e GREEN. R.E. (Eds), p.233-250. New York: Oxford University Press.



## **PROJETO FORA DA ESTRADA, DENTRO DA FLORESTA: AÇÕES EDUCATIVAS PARA SENSIBILIZAÇÃO E PREVENÇÃO AO ATROPELAMENTO DE FAUNA SILVESTRE EM NITERÓI, RJ.**

Aline Braga Moreno<sup>1</sup>, Luiza Teixeira Gomes da Silva<sup>2</sup>, Márcia Ferreira Tavares<sup>3</sup>, Thaís de Oliveira Gama<sup>4</sup>, Carolina Marinho Colchete<sup>5</sup>, Sávio Freire Bruno<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Ciências Veterinárias - UFRRJ, Seropédica - RJ, aline.sustentabilidade@gmail.com.

<sup>2,3</sup>Bióloga, Mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, luizatgs@hotmail.com

<sup>4</sup>Mestre em Ciência Ambiental - UFF, Niterói-RJ, thais\_gama@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Graduanda em Medicina Veterinária - UFF, Niterói-RJ, carolcolchete@gmail.com

<sup>6</sup>Professor Titular – UFF, Niterói-RJ, saviofreirebruno@hotmail.com

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O Projeto “Fora da Estrada, dentro da floresta” trata-se de um projeto de extensão universitária, realizado através da parceria entre a Faculdade de Veterinária da UFF e a Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Sustentabilidade de Niterói (SMARHS). Possui por objetivo a realização de atividades educativas para sensibilização da população em relação ao impacto gerado pelo atropelamento de fauna silvestre e contribuir com outras possíveis soluções para sua mitigação. No ano de 2017 foram realizadas duas ações educativas: o Dia de Urubuzar, no período de 8 a 10 de junho e a Semana Fora da Estrada, dentro da Floresta, no período de 6 a 10 de novembro. No decorrer das ações foram realizadas diferentes atividades educativas junto a alunos da educação básica e educação superior, profissionais da Prefeitura de Niterói, motoristas e visitantes de Unidades de Conservação (UC). A estratégia educativa utilizada dependeu do público-alvo atingido: para os alunos da educação superior e profissionais foram ministradas palestras, enquanto para alunos da educação básica optou-se pela realização de atividades lúdicas, para os alunos da educação infantil, palestras e vídeos para alunos do ensino fundamental e médio, distribuição de material informativo para motoristas e visitantes das UC. Atingiu-se um público-alvo total de 1.193 pessoas, sendo 369 pessoas no Dia de Urubuzar e 824 pessoas na Semana Fora da Estrada, dentro da Floresta. A atividade se mostrou satisfatória, contando com ampla participação do público-alvo atingido e se destacando como uma das principais ações para a preservação da fauna silvestre no município.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental, Biodiversidade, Animais Selvagens

## **PROJECT OUT OF THE ROAD, INSIDE THE FOREST: EDUCATIONAL ACTIONS FOR AWARENESS AND PREVENTION OF THE SUSPECTMENT OF WILD FAUNA IN NITERÓI, RJ.**

### **Abstract**

The project "off the road, into the Forest," this is a university extension project, conducted through a partnership between the College of veterinary medicine and the Department of Environment, Water Resources and Sustainability of Niterói (SMARHS). Has as its objective the realization of educational activities to raise

awareness of the population regarding the impact generated by the trampling of wildlife and contribute with other possible solutions to your mitigation. In the year 2017, two educative actions: the Urubuzar day, from 8 to 10 June and the “Week Off The Road, into the Forest”, in the period from 6 to 10 November. In the course of actions were carried out various educational activities with the students of basic education and higher education, professionals in the city of Niterói, drivers and visitors of conservation units (UC). The educational strategy used depended on the audience reached: for higher education students and professionals were taught lectures, while basic education students opted for fun activities for students of early childhood education, lectures and videos for middle and high school students and distribution of informational material for drivers and visitors of UC. Reached a total audience of 1,193 people, 369 people on the day of Urubuzar and 824 people week off the road, into the Forest. The activity proved to be satisfactory, with broad participation of the target audience reached and standing out as one of the main actions for the preservation of wildlife in the municipality.

**Keywords:** environmental education, Biodiversity, wildlife

## INTRODUÇÃO

O atropelamento representa uma das principais ameaças à vida selvagem. Segundo dados do Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE), da Universidade Federal de Lavras, 15 animais selvagens morrem atropelados nas estradas brasileiras a cada segundo, totalizando cerca de 475 milhões por ano, sendo na Região Sudeste o local onde ocorre a maior parte desses atropelamentos. O elevado número de animais silvestres mortos por atropelamento aponta para a necessidade da realização de medidas de mitigação. Dentre as possíveis medidas mitigadoras a serem adotadas, podemos citar as intervenções estruturais, campanhas educativas e outras medidas voltadas para os usuários e ainda manejo biológico (LAUXEN, 2012; BAGER e JOHN, 2016). Com o intuito realizar atividades educativas para prevenção ao atropelamento de fauna silvestre no município de Niterói, foi desenvolvido o Projeto de extensão “Fora da estrada, dentro da floresta”, através de uma parceria entre a Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense e a Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Sustentabilidade de Niterói (SMARHS).

São objetivos projeto: promover a aproximação entre a população e comunidade acadêmica, de forma a levar o conhecimento sobre os impactos causados pelo atropelamento de fauna silvestre sobre a biodiversidade, promovendo a sensibilização da população, através de ações educativas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas diferentes estratégias educativas, de acordo com a idade e capacidade de compreensão do tema pelo público-alvo. Para os alunos da Educação Infantil foram realizadas atividades lúdicas, incluindo pintura facial, oficina de origamis e teatro de fantoches. Palestras, apresentação de vídeo e uma mostra de coleção de animais taxidermizados e preservados em meio líquido, pertencentes à fauna silvestre de Niterói, gentilmente cedida pelo Núcleo de Pesquisa e Ensino de Ciências da FFP/UERJ, foi utilizada junto aos alunos do Ensino Fundamental e Médio. Para os alunos de graduação e pós-graduação, assim como para os profissionais da Prefeitura de Niterói, foram ministradas palestras. A sensibilização dos motoristas foi realizada na Estrada Gilberto de Carvalho, que corta a área pertencente ao Parque Estadual da Serra da Tiririca. Foi realizada uma Blitz educativa, com a distribuição de material informativo. Os visitantes do Parque da Cidade, pertencente ao Parque Natural Municipal de Niterói, participaram de uma exposição de fotos e receberam material informativo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas duas ações educativas: o “Dia de Urubuzar”, entre 8 a 10 de junho e a “Semana Fora da Estrada, Dentro da Floresta - I Semana de Sensibilização e Prevenção ao Atropelamento de Fauna Silvestre de Niterói”, no período de 6 a 10 de novembro. O público-alvo atingido incluiu alunos da educação básica, ensino superior, profissionais da Prefeitura de Niterói, motoristas e visitantes de UC, totalizando 1.175 pessoas, sendo 356 pessoas no Dia de Urubuzar e 819 pessoas na Semana Fora da Estrada, Dentro da Floresta (Tabela 1).

Tabela 1. Público-alvo e quantitativo de pessoas atingidas nas ações educativas do ano de 2017 referentes ao Projeto de Extensão universitária intitulado “Fora da Estrada, Dentro da Floresta”.

Público-alvo	Local	Número de pessoas atingidas	Ação realizada	Data
Educação infantil	UMEI Olga Benário Prestes	168	Dia de Urubuzar	8 e 9 de junho
Motoristas	Estrada Gilberto de Carvalho	201	Dia de Urubuzar	10 de junho
Educação infantil	UMEI Doutor Paulo César Pimentel	180	Semana Fora da Estrada, dentro da Floresta	7 de novembro
Ensino Fundamental e Médio	CE Joaquim Távora	563	Semana Fora da Estrada, dentro da Floresta	8 de novembro
Ensino Superior	Instituto Biomédico UFF	24	Semana Fora da Estrada, dentro da Floresta	6 de novembro
Profissionais da Prefeitura de Niterói	Parque das Águas	32	Semana Fora da Estrada, dentro da Floresta	9 de novembro
Visitantes UC	Parque da Cidade	25	Semana Fora da Estrada, dentro da Floresta	10 de novembro
Público-alvo total:		1.193 pessoas		

A apresentação do teatro de fantoches despertou amplo interesse dos alunos da Unidade Municipal de Educação Infantil (UMEI) Doutor Paulo César Pimentel. Segundo Montenegro *et al.* (2005), o teatro representa a coletividade como uma de suas características, sendo importante na promoção do desenvolvimento pessoal, crítico e no exercício da cidadania. Os alunos do Ensino Fundamental e Médio do Colégio Estadual Joaquim Távora também participaram ativamente da ação. Durante a apresentação da palestra, foram discutidos os conceitos de fauna silvestre exótica e nativa, principais ameaças, surgindo perguntas. A presença da coleção de animais despertou grande interesse dos alunos.

As palestras realizadas no Parque das Águas reuniaram representantes de diferentes instituições ligadas ao trânsito e ao resgate de fauna. Compareceram representantes da Guarda Ambiental, Guarda Municipal, Defesa Civil, Niterói Transporte e Trânsito (NitTrans) e Coordenadoria Especial de direitos dos animais (CEDA), gerando um importante debate sobre a importância da participação de cada instituição na prevenção ao atropelamento de fauna silvestre, seja através do fornecimento dos dados obtidos nos resgates de fauna ou até mesmo em ações educativas junto à população.

A sensibilização e divulgação dos dados sobre o atropelamento de fauna silvestre no município atingiu cerca de 200 motoristas, os quais receberam o material informativo e apoiaram a ação, considerando-a importante para preservação da fauna silvestre de Niterói. Para Meneguetti *et al.* (2010), o excesso de velocidade e a ausência de sensibilização dos motoristas, juntamente com o desmatamento e falta de sinalização, representam uma das principais causas do atropelamento da fauna silvestre em rodovias. Por este motivo, podemos considerar a abordagem a motoristas, através da realização de Blitz Educativa, uma importante ferramenta preventiva. Atividades educativas realizadas em rodovias e estradas que cortam o interior de UC são ainda particularmente importantes, pois estas áreas podem abrigar espécies ameaçadas de extinção (LIMA e OBARA, 2009). Por fim, a ação junto aos visitantes do Parque da Cidade foi feita de maneira satisfatória, também contando com a recepção positiva dos mesmos. Alguns dos visitantes relataram que desconheciam que os atropelamentos pudessem causar importante impacto sobre a fauna silvestre do município.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações educativas realizadas através dos dois eventos caracterizaram-se por ser uma importante ferramenta de sensibilização, contando com ampla participação da população envolvida e se destacando como uma das principais ações para a preservação da fauna silvestre no município.

## Agradecimentos

À equipe de voluntários da SMARHS, aos funcionários do Parque Estadual da Serra da Tiririca e do Núcleo de Ações Integradas da Fundação Municipal de Educação de Niterói.

## Bibliografia

Bager, A., L. John. 2016. *Dê passagem para a vida*. Universidade Federal de Lavras, MG. Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas - CBEE. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/imgs/imagesCMS/publicacao/pdf/31.pdf>>. Acesso em 20 de novembro de 2017.

Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (CBEE). 2015. *Sistema Urubu- módulo 1: Ecologia de Estradas*. Universidade Federal de Lavras, MG. Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas - CBEE. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/imgs/imagesCMS/publicacao/pdf/57.pdf>>. Acesso em 20 de novembro de 2017.

Lauxen, M. S. 2012. A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão. Monografia. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Curso de Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre.

Lima, S.F., A.T Obara. 2004. Levantamento de animais silvestres atropelados na BR-277 às margens do Parque Nacional do Iguaçu: subsídios ao programa multidisciplinar de proteção à fauna. In: *Anais da VII Semana de Artes da Universidade Estadual de Maringá*, 21 a 30 de maio de 2004, Universidade Estadual de Maringá.

Meneguetti, D., U. Oliveira, N. F. S. P. Meneguetti, O Trevisan. 2010. Georreferenciamento e reavaliação da mortalidade por atropelamento de animais silvestres na linha 200, entre os

Municípios de Ouro Preto do Oeste e Vale do Paraíso. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente* 1(1):58-64.

Montenegro, B., A. L. P. Magalhães, P. J. Caldas, A. A. Santos, M. R. Vale. 2005. O papel do teatro na divulgação científica: a experiência da seara da ciência. *Revista Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, p. 31-32.



## RESPOSTAS FOTOQUÍMICAS EM *Coix lachryma-jobi* SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO

Rafael Agostinho Ferreira<sup>1</sup>, Rubiana Pereira Borges<sup>2</sup>, Daniela Marques Correia<sup>3</sup>, Ana Carolina Barbosa do Canto<sup>3</sup>, Raphael Martins Page<sup>3</sup>, Thelma de Barros Machado<sup>4</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>5</sup>, Junior Borella<sup>6</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Biólogo, CES/JF, Juiz de Fora-MG, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, [agostinhorafael@yahoo.com.br](mailto:agostinhorafael@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [rubianapb@gmail.com](mailto:rubianapb@gmail.com)

<sup>3</sup>Iniciação Científica. Universidade Federal Fluminense. Departamento Engenharia Agrícola e Meio Ambiente., Niterói, RJ, Brasil

<sup>4</sup>Farmacêutica, Mestre e Doutor em Química de Produtos Naturais, UFRJ. Professora, UFF, Niterói email: [thel34@gmail.com](mailto:thel34@gmail.com)

<sup>5</sup>Agrônomo, Mestre em Meteorologia Agrícola e Doutor em Engenharia Agrícola - UFV. Professor, Coordenador da Pós Graduação em Engenharia de Biosistemas - (UFF), , Niterói, RJ. e-mail: [crpereira@vm.uff.br](mailto:crpereira@vm.uff.br)

<sup>6</sup>Biólogo, Mestre e Doutor em Fisiologia Vegetal - UFPel – RS, Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal – UFPel – RS [borellaj@gmail.com](mailto:borellaj@gmail.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](mailto:cristinahuther@yahoo.com.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O acesso à água é recurso imprescindível no desenvolvimento dos vegetais, de tal modo que danos associados ao déficit hídrico comprometem todo o crescimento e produção de espécies vegetais. Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar as respostas fotoquímicas de folhas de plantas de *Coix lachryma-jobi* submetidas ao déficit hídrico e em presença dos aminoácidos prolina e GABA, através de análise da fluorescência da clorofila *a*. Os parâmetros obtidos através do teste OJIP demonstraram que o comprometimento da eficiência fotossintética ocorreu nos tratamentos em que o estresse foi aplicado, mesmo não estando visíveis. A redução nos parâmetros  $PI_{abs}$  e  $PI_{total}$  demonstrou que houve um declínio na eficiência de converter energia luminosa em química pelas plantas associada a essa condição ambiental e a presença de prolina aliviando os efeitos do déficit hídrico em relação ao GABA. Assim, conclui-se que o manejo da cultura deve levar em consideração a demanda hídrica da espécie vegetal para uma melhor produção.

**Palavras-chave:** Fluorescência da clorofila, Produção Vegetal, prolina, GABA

## PHOTOCHEMICAL RESPONSES OF *Coix lachryma-jobi* SUBMITTED TO THE WATER DEFICIT

## Abstract

Access to water is an essential resource in the development of plants. Damages associated with water depletion compromises plant growth and production. In this context, the objective of this work was to evaluate the photochemical responses of *Coix lachryma-jobi* plants submitted to water deficit in presence of proline and GABA through Chl *a* fluorescence analysis to observe the behavior of the photosynthetic apparatus. The parameters obtained through the OJIP test, demonstrated that the commitment of photosynthetic efficiency occurred in the treatments in which stress was applied. The reduction in Plabs and Pltotal parameters showed that there was efficiency in converting light energy into chemistry by plants associated with this environmental condition, with regard to proline which alleviates the effects of drought in comparison to GABA. Thus, it is concluded that crop management must take into account the water demand of the plant species for a better production.

**Keywords:** OJIP Test, Plant Production, proline, GABA

## INTRODUÇÃO

Dentre as situações mais comuns no ambiente natural está a exposição de plantas aos problemas relativos à obtenção de água e, dependendo da necessidade hídrica da espécie, essa condição pode causar danos que por longos períodos serão irreversíveis. Em curtos períodos tais danos podem ser revertidos quando as condições ótimas de crescimento são novamente estabelecidas, entretanto, danos causados por fotoxidação são irreversíveis e levam a perdas na taxa fotossintética da planta e conseqüentemente na sua produção total. Uma forma de contornar os efeitos do déficit hídrico nas plantas, é o acúmulo de aminoácidos de baixo peso molecular, como a prolina e o ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA). Assim esses aminoácidos atuam na condutância estomática das plantas, ajudando na manutenção da turgescência das células. Sob condições de déficit hídrico, ocorre fechamento estomático e conseqüentemente reduções nas taxas de assimilação de carbono, levando a alterações na cadeia de transporte de elétrons do cloroplasto (CTE). O uso de aminoácidos como prolina e GABA poderiam exercer algum efeito benéfico, aliviando os efeitos do déficit hídrico (MAGALHÃES FILHO *et al.*, e DAMOUR *et al.*, 2008).

Sabe-se que os níveis deste aminoácido aumentam de acordo com o período em que as plantas ficam expostas ao fator causador do estresse. Taxas de emissão de fluorescência são ótimos parâmetros para se mensurar os danos acarretados por estresse hídrico, enquanto estes ainda não são aparentes (MAUZERRAL, 2013). Dessa forma, como a espécie vegetal em estudo possui como hábitat ambientes úmidos, o objetivo foi verificar respostas fotoquímicas em folhas de Lágrima-de-Nossa-Senhora submetidas por duas semanas ao déficit hídrico com aplicação a exógena de GABA e prolina.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Programa Farmácia Viva, seguindo um delineamento de blocos inteiramente casualizados. As sementes foram germinadas em bandejas de isopor, e após a emergência das plântulas (60 dias) uma planta foi transplantada para vasos de 8 L contendo areola (areia grossa 532 g Kg<sup>-1</sup>, areia fina 182 g Kg<sup>-1</sup>, silte 126 g Kg<sup>-1</sup>, argila total 160 g Kg<sup>-1</sup> e argila dispersa 140 g Kg<sup>-1</sup>), onde por 14 dias passaram por período de aclimação ao novo ambiente. Após este período, foi realizada a aplicação exógena de solução em H<sub>2</sub>O destilada, com concentrações de prolina (20mmol) e ácido  $\gamma$ -aminobutírico (50mmol). Essa aplicação foi realizada no substrato do vaso, de modo que fosse aplicado volume definido de 50 mL de solução. Quatorze dias após a implantação dos tratamentos houve a suspensão da irrigação.

As medidas de fluorescência da clorofila *a* foram feitas em folhas completamente expandidas, utilizando-se fluorômetro portátil (Handy PEA - v 1.30 - Hansatech Instruments, Norfolk, UK). As folhas selecionadas foram previamente adaptadas ao escuro durante um período de 30 minutos. Após a adaptação, as folhas foram expostas a um pulso saturante de luz ( $3000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , comprimento de onda de 650 nm, por 1 segundo), e os dados foram analisados de acordo com metodologia desenvolvida por Strasser *et al.*, (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas fotoquímicas para as plantas de Lágrima-de-Nossa-Senhora em relação aos períodos e tratamentos analisados estão apresentados na Figura 1. O decréscimo na eficiência do fotossistema II (FSII) é expresso na queda da fluorescência variável ( $F_v$ ) e na fluorescência máxima ( $F_m$ ). Considerando o nível de déficit hídrico avaliado, não ocorreram alterações significativas no parâmetro  $F_v/F_m$ , alterações perceptíveis ocorreram apenas na fase final da avaliação, sendo que a relação se manteve constante desde a implantação do estresse, indicando uma possível adaptação das plantas a essa condição.

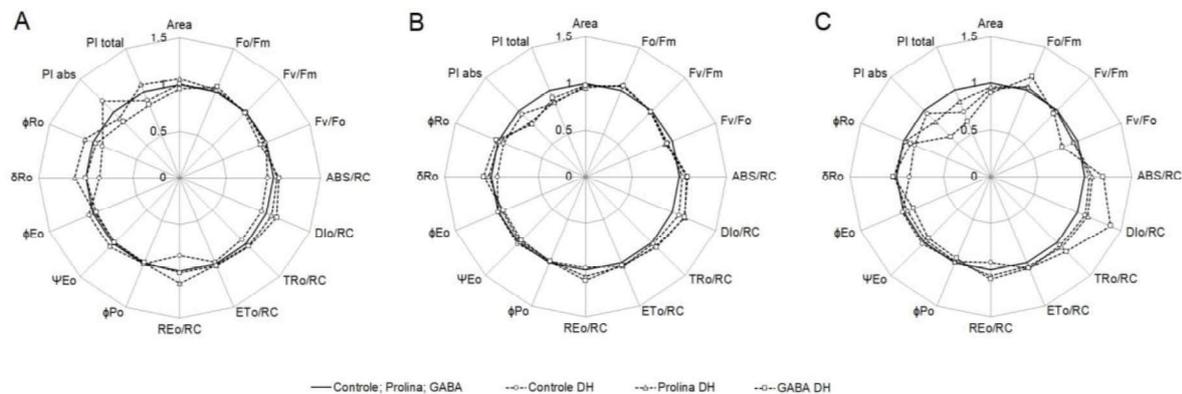


Figura 1: Parâmetros do Teste JIP, em relação ao respectivo controle, obtidos a partir da fluorescência transiente OJIP das clorofilas de plantas de *Coix lacryma-jobi* submetidas ao déficit hídrico no estágio vegetativo. (A) 4 dias após início déficit hídrico, (B) 8 dias após início déficit hídrico, (C) 12 dias após início déficit hídrico. (—) controle; prolina; GABA (-○-); Controle Déficit Hídrico (DH) (-Δ-) e Prolina DH (-□-) GABA Déficit hídrico

Em situações de estresse, a razão entre a fluorescência máxima ( $F_m$ ) e a fluorescência variável ( $F_v$ ) é adotada de modo que se possa compreender a eficiência do uso dos fótons capturados pelo fotossistema II nas reações fotoquímicas, porém a relação entre  $F_v/F_o$  apresentou uma redução durante o tempo-dependente, essa relação, aponta o rendimento quântico máximo efetivo da fotossíntese. O uso da referente razão se torna mais interessante, já que amplifica variações que não podem ser percebidas na relação  $F_v/F_m$ , demonstrando efeitos do estresse logo no início do experimento.

Comparando-se com os tratamentos controle, para o período em que as plantas foram submetidas ao déficit hídrico as respostas fotoquímicas foram significativas, como pode ser observado pelo parâmetro  $DI_o/RC$ , já que ele representa, a dissipação de energia por centro de reação do FSII, O declínio no parâmetro  $RE_o/RC$  evidencia problemas na cadeia de transporte de elétrons, pois mostra redução nos aceptores finais de elétrons do fotossistema I, assim como decréscimo no parâmetro  $\delta R_o$ , que determina a eficiência de um elétron se mover dos aceptores de elétrons do intersistema até os aceptores finais do fotossistema I.

O fluxo de absorção de energia por centro de reação (ABS/RC) foi maior nas plantas cultivadas sob déficit hídrico com aplicação do aminoácido GABA e prolina e no tratamento controle submetido ao estresse, entretanto isso não representou uma melhor condição de redução de elétrons capturado para ser reduzido nos aceptores de elétrons dos FSI ( $RE_o/RC$ ). O tratamento onde houve a exposição ao déficit hídrico com aplicação da prolina foi mais eficiente em manter a funcionalidade da cadeia de transporte de elétrons, que o tratamento controle sem estresse, e apresentou uma melhor capacidade de reduzir nos aceptores de elétrons do FS I. O decréscimo nos parâmetros de  $PI_{abs}$  e  $PI_{total}$ , demonstrou que ocorreram comprometimentos nas capacidade de absorção do complexo antena, o que se tornou ainda mais visível após o oitavo dia de início do déficit hídrico em plantas suplementadas com GABA, fato esse justificável devido ao aumento de dissipação de energia por RC.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de prolina em comparação ao GABA pode promover uma melhor resposta adaptativa da planta às condições de déficit hídrico na dinâmica de dissipação de elétrons da cadeia de transporte de elétrons do cloroplasto.

## Agradecimentos

À Equipe do Laboratório de Interação Planta-Ambiente, à FAPERJ e ao CNPq pela concessão de bolsa para os alunos de iniciação científica, e à Professora Dra. Camila Ferreira Pinho pelo empréstimo do equipamento para realização das análises.

## Bibliografia

- Damour, G.; Vandame, M.; Urban, L. 2008. Long-term drought modifies the fundamental relationships between light exposure, leaf nitrogen content and photosynthesis capacity in leaves of the lychee tree (*Litchi chinensis*). *Journal of Plant Physiology*, v.165. p. 1370-1378
- Magalhães Filho, J.R.; Amaral, L.R.;Machado, D.F.S.P; Medina, C.L.; Machado, E.C. 2008. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeira “Valencia” sobre dois tipos de porta-enxerto. *Bragantia*, v.67, p. 693-699
- Mauzerall, D. 2013 Thermodynamics of primary photosynthesis. *Photosynthesis Research*, v.166, p.363-366.
- Strasser BJ, Strasser RJ.1995. Measuring fast fluorescence transient to address environmental questions: the JIP-test. *Mathis P (ed) Photosynthesis: from light to biosphere.*, pp 977–980



## **SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS DE MANGUE EM ÁREAS COM DIFERENTES PROFUNDIDADES DE LENÇOL FREÁTICO**

Luiz Gonzaga Allochio Zucolotto<sup>1</sup>, Renata dos Santos Pinto<sup>2</sup>, Manuela Rocha Marques<sup>2</sup>,  
Sávio Freire Bruno<sup>3</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Biólogo, Mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ, [allochio@gmail.com](mailto:allochio@gmail.com)

<sup>2</sup>Graduanda do Curso Biologia, UFF, Niterói-RJ, [renatadsp@id.uff.br](mailto:renatadsp@id.uff.br), [manuela.rmarques@gmail.com](mailto:manuela.rmarques@gmail.com),

<sup>3</sup>Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói-RJ,  
[saviobruno@id.uff.br](mailto:saviobruno@id.uff.br), [crpereira@id.uff.br](mailto:crpereira@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - 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. Apesar de sua grande importância, estudos que analisam os mecanismos envolvidos no sistema planta-solo, tal como índice de pegamento de mudas são pouco realizados. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o pegamento de mudas (propágulos) em função da profundidade do lençol freático. O experimento foi conduzido na Lagoa de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro, no período de junho a novembro de 2017. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com 3 espécies nativas: *Avicennia schuaeriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* e 4 repetições, em níveis de lençol freático, variando de 40 a 60 centímetros. Observou-se que houve uma diminuição do percentual de sobrevivência das mudas transplantadas com o aumento da profundidade do lençol freático. Dentre as espécies analisadas, a *Laguncularia racemosa* foi a que apresentou maior sensibilidade ao distanciamento do lençol freático e a que se mostrou mais tolerante foi a *Avicennia schuaeriana*. De forma geral o lençol freático na profundidade de até 42 centímetros foi o que menos danos causou nas espécies analisadas, embora apresentando como valor mínimo 15 por cento de sobrevivência na espécie *Laguncularia racemosa*.

**Palavras-chave:** Propágulos. Área degradada. Ambientes costeiros.

## **SURVIVAL OF MANGUE SEEDLINGS IN AREAS WITH DIFFERENT DEPTHS OF WATER TABLE**

### **Abstract**

Mangroves are considered to be the nurseries of the sea, as they are the birth and development sites for numerous species of fish, molluscs and crustaceans, as well as important for the food security of mankind, especially the communities of traditional fishermen. Despite its great importance, studies that analyze the mechanisms involved in the plant-soil system, such as seedling glue are poorly performed. Thus, the main purpose of this work it was to analyze the glue of seedlings (propagules) as a function of the depth of the coastal water table. The experiment was conducted in Itaipu Lagoon, Niterói, Rio de Janeiro, from June to November 2017. A completely randomized design was used, with 3 species native, *Avicennia schuaeriana*, *Laguncularia racemosa* and *Rhizophora mangle*, and 4 replications, in litter levels water table varying from 40 to 60 centimeters. It was observed that there is a decrease in the percentage of survival of the transplanted seedlings with the increase in the depth of the water table. Among the species analyzed, *Laguncularia racemosa* was the one that showed the greatest sensitivity to distance from the water table and the one that was more tolerant was *Avicennia schuaeriana*. In general, the water table in the depth of up to 42 centimeters was the least damage caused in the

species analyzed, although presenting as a minimum 15 percent survival value in the species *Laguncularia racemosa*.

**Keywords:** Propagules. Degraded area. 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, 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 profundidade do lençol freático (MENEZES et al., 2005).

Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o pegamento de mudas (propágulos) de três espécies de plantas de mangue, a saber, *Avicennia schuaeriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, em função da profundidade do lençol freático.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, no entorno da Lagoa de Itaipu, no Município de Niterói, Rio de Janeiro, na Latitude de 22°37'22"S e Longitude 043°02'09"W, no período de junho a novembro de 2017. O local inicialmente se encontrava desprovido de vegetação.

Foram utilizadas mudas de três espécies de plantas de mangue, a saber, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, transplantadas com idade de dois meses e meio em um delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, contendo 49 plantas por parcela e níveis de lençol freático variando de 40 a 60 cm. As espécies foram sorteadas nas parcelas de forma que todas tivessem a mesma chance de ocupar cada parcela.

O nível do lençol freático foi verificado por meio de um furo de 10 centímetros de diâmetro e 80 centímetros de profundidade.

Durante o experimento, foram coletados dados indicando se as plantas estavam vivas ou mortas em cada nível do lençol freático e realizada análise de correlação de sobrevivência de cada espécie com as profundidades do lençol freático estudadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Devido ao fato do período analisado ter sido fora do período chuvoso, o fator determinante para a taxa de sobrevivência das mudas plantadas foi a profundidade do lençol freático, conforme figura a seguir (Figura 1A, 1B, 1C, 1D, 1E e 1F).

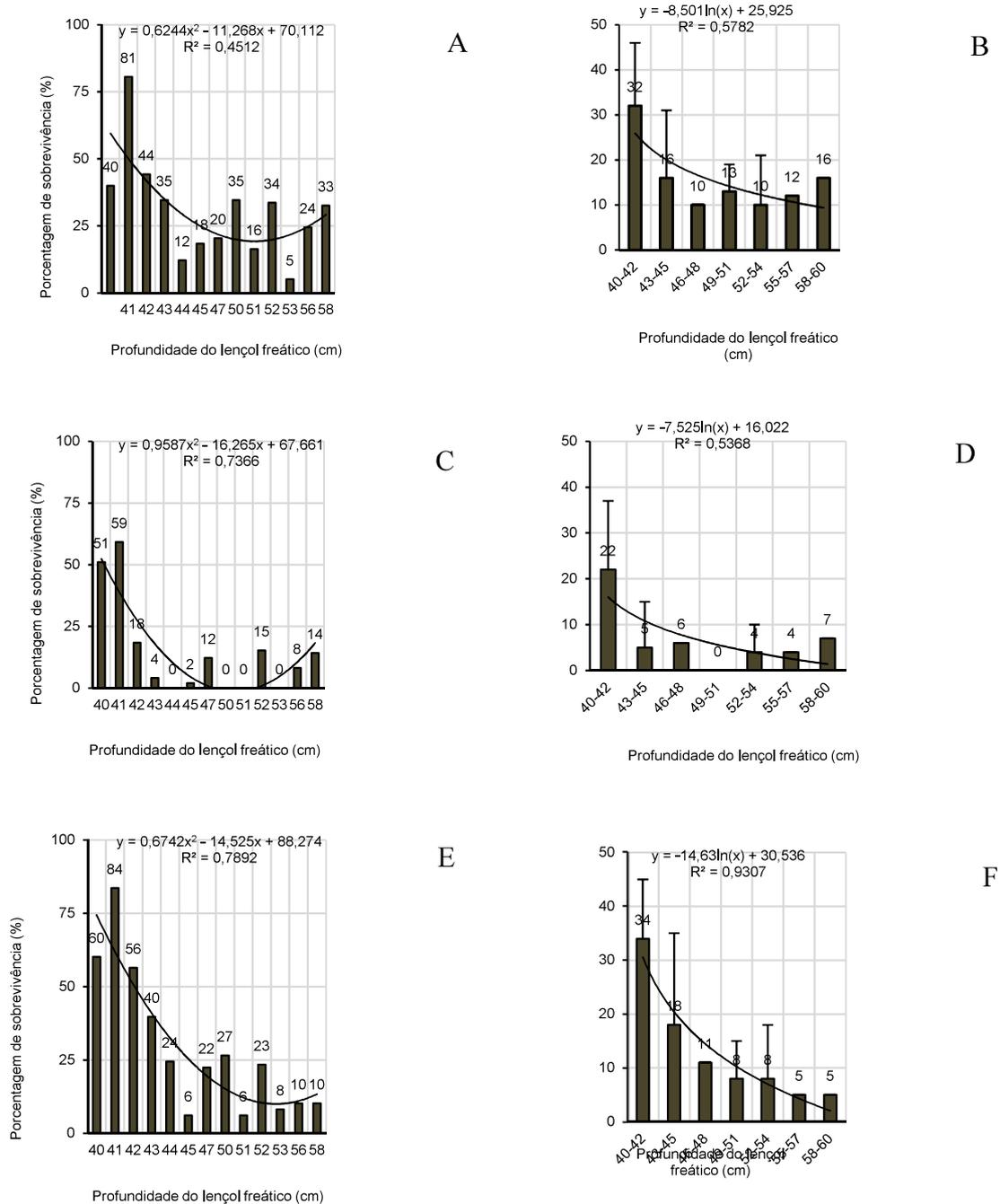


Figura 1: Porcentagem de sobrevivência de mudas de *Avicennia schaueriana* (A e B), *Laguncularia racemosa* (C e D) e *Rhizophora mangle* (E e F), em função da profundidade do lençol freático em Niterói, Rio de Janeiro, após cinco meses de transplântio.

A área do experimento, próxima ao mangue do entorno da Lagoa de Itaipu, deveria ser coberta regularmente pelas subidas diárias das marés, mas isso não acontece, nem mesmo por

ocasião das marés de sizígia. Então para a sobrevivência de mudas de mangue transplantadas, pode-se contar apenas com a água proveniente das chuvas, de eventuais marés meteorológicas e também da água proveniente do lençol freático.

Observou-se que todas as espécies analisadas apresentaram problemas de sobrevivência com o aumento da profundidade do lençol freático. A que mais se mostrou sensível a esse fator foi a *Laguncularia racemosa* (Figura 1C e 1D) e aquela que mais tolerância apresentou foi a *Avicennia schaueriana* (Figura 1A e 1B) com valores médios nas maiores profundidades, superiores às outras duas espécies em estudo.

Em uma análise mais detalhada pode-se afirmar que as profundidades de 40 e 41 centímetros do lençol freático foram as mais favoráveis para todas as espécies (Figura 1).

Quando se ajustou os modelos quadráticos a todas as profundidades e o logarítmico aos agrupamentos de profundidade a espécie que melhor se ajustou foi a *Rhizophora mangle* (Figura 1E e 1F).

O melhor ajuste pode ser decorrente da maior reserva nas plântulas da *Rhizophora mangle*, o qual permitiu uma maior sobrevivência em todas as condições de lençol freático mais profundo, embora a percentagem para as maiores profundidades tenha ocorrido na *Avicennia schaueriana*.

Esses resultados indicam que um dos possíveis fatores que respondem pelo baixo pegamento de mudas de mangue, como aquele relatado por Casasco et al. (2014), pode ser a profundidade do lençol freático.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A sobrevivência diminuiu em todas as espécies com o aumento da profundidade do lençol freático, sendo a mais sensível a essa variação a espécie *Laguncularia racemosa* e a menos sensível a *Avicennia schaueriana*.

Recomenda-se um mínimo de 41 centímetros de profundidade do lençol freático para as espécies estudadas.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pela cessão da área para condução dos estudos.

### **BIBLIOGRAFIA**

CASASCO, B. S.; SANTOS, C. L.; QUIÑONES, E. M, Recuperação de manguezais brasileiros. *Revista Ceciliana*, 6(1): 1-5, 2014. Acesso em 20/11/2017. Disponível em <[http://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao\\_13/1.pdf](http://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao_13/1.pdf)>.

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*, 64 pp.1995



## VERIFICAÇÃO DA HABILIDADE DO MODELO NCAR/CAM 3.1 PARA O BRASIL E REGIÕES DE 2012 A 2017

Gyslla Santos de Vasconcelos<sup>1</sup>, Marcio Cataldi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental, mestre em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [gysllav@id.uff.br](mailto:gysllav@id.uff.br)

<sup>2</sup> Meteorologista, Professor Doutor em Engenharia Civil - UFF, Niterói-RJ, [mcataldi@id.uff.br](mailto:mcataldi@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Embora notável a evolução nos resultados das previsões dos modelos climáticos ao longo dos anos, as incertezas inerentes ao processo de modelagem continuam presentes. Dessa forma, este estudo tem como objeto apresentar uma avaliação das simulações do modelo NCAR *Community Atmosphere Model* versão 3.1 (CAM 3.1), executado de forma operacional desde 2014 no Laboratório de Monitoramento e Modelagem de Sistemas Climáticos (LAMMOC) na Universidade Federal Fluminense (UFF), a fim de verificar o desempenho do modelo em prever a precipitação observada de 2012 a 2017. As condições iniciais e de contorno utilizadas foram obtidas do *Climate Forecast System version 2* (CFSv2), os dados observados do *Climate Prediction Center* (CPC) com climatologias de 1979 a 1999, em uma grade de 128 latitudes por 256 longitudes. Como métricas de avaliação do modelo foram utilizados o coeficiente de correlação linear de Pearson e a raiz do erro quadrático médio (RMSE) das séries no período de verificação, por ponto de grade do Brasil e regiões, mensal e sazonal. Foram verificadas frequências de correlações positivas superiores a 50% em dez dos doze meses dos *ensembles*. As regiões com os melhores resultados foram o Nordeste e Norte, entretanto, fato relevante constatado nas análises foi a constância de correlações positivas nas previsões do Sudeste, em diferentes *leads*, que é uma região normalmente de baixa previsibilidade quando analisados os resultados dos outros centros. Além de ser a região com a maior capacidade de armazenamento hídrico do país, importante para o setor elétrico e para a sociedade.

**Palavras-chave:** Correlação, previsão, precipitação, RMSE

## VERIFICATION OF THE SKILL OF THE NCAR / CAM MODEL 3.1 FOR BRAZIL AND REGIONS FROM 2012 TO 2017

### Abstract

Although the evolution of the predictions of climate models over the years, the uncertainties inherent in the modeling process are still present. Thus, this study aims to present an evaluation of the simulations of the model NCAR Community Atmosphere Model version 3.1 (CAM 3.1), executed in an operational way since 2014 in the Laboratory of Monitoring and Modeling of Climate Systems (LAMMOC) at the Universidade Federal Fluminense (UFF), in order to verify the performance of the model in predicting the precipitation observed from 2012 to 2017. The initial and boundary conditions used were obtained from the Climate Forecast System version

2 (CFSv2), the observed of Climate Prediction Center (CPC) and data climatologies from 1979 to 1999, in a grid of 128 latitudes by 256 longitudes. Pearson's linear correlation coefficient and root mean squared error (RMSE) of the series in the verification period, by grid point of Brazil and regions, monthly and seasonal, were used as model evaluation metrics. Positive correlation frequencies were higher than 50% in 10 of the 12 months of the ensembles. The regions with the best results were the Northeast and North, however, a relevant fact verified in the analyzes was the consistency of positive correlations in the forecasts of the Southeast, in different leads, which is a region usually of low predictability when analyzed the results of other centers. Besides being the region with the largest water storage capacity in the country, important for the electric sector and for society.

**Keywords:** Correlation, prediction, precipitation, RMSE

## INTRODUÇÃO

Os Modelos de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA) geram previsões do clima que podem ser utilizadas para o planejamento estratégico em diversos setores da economia, como também para a segurança da vida e propriedade comum (CATALDI, 2010). Dessa forma, é importante a verificação do desempenho das simulações, a fim de tratar as incertezas inerentes ao processo, analisar e corrigir os erros detectados (WMO, 2010). Essas incertezas podem ser em parte identificadas por um conjunto de resultados obtidos a partir de pequenas variações nas condições iniciais (MARENGO *et al.*, 2003), mas precisam ser mensuradas e verificadas de acordo com um padrão comum de validação estabelecido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Tais avaliações são um passo necessário para a validação e reconhecimento pela comunidade científica internacional, por meio do credenciamento e divulgação dos resultados na página dos centros de referência da OMM. Portanto, o presente estudo busca apresentar a habilidade associada ao modelo NCAR *Community Atmosphere Model* versão 3.1 (CAM 3.1), em prever a variabilidade mensal da precipitação no Brasil e em suas diferentes regiões, a fim de validar os resultados junto a OMM e viabilizar a divulgação das simulações produzidas no âmbito internacional.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo trata-se de uma pesquisa bibliográfica e experimental, tendo como base outros estudos já desenvolvidos sobre a verificação da habilidade de modelos climáticos, focalizando na anomalia de precipitação, em uma grade regular com 128 latitudes por 256 longitudes (aproximadamente 1,4° de resolução). Foram utilizados computadores e diversos softwares para aquisição, interpolação, aplicação de métodos estatísticos e geração de imagens, sendo as rodadas feitas regularmente do dia 5 ao 10 de cada mês, até o presente.

Para gerar as previsões retrospectivas (*hindcast*) e operacionais de 2012 a 2017, foram utilizadas as condições iniciais e de contorno do NCEP *Climate Forecast System version 2* (SAHA *et al.*, 2014). A TSM observada foi obtida do projeto NOAA *Optimum Interpolation Sea Surface Temperature* (OIv2) (REYNOLDS *et al.*, 2002) e os dados observados de precipitação do *Climate Prediction Center* (CPC).

Dentre os cálculos realizados, destaca-se o coeficiente de correlação linear de Pearson  $r$ , Equação (1), que mede o grau de associação linear entre a previsão e os valores observados. Esta avaliação é altamente sensível a grandes erros e quantifica a similaridade entre as séries estudadas.

$$r = \frac{\sum_{j=1}^n (P_j - \bar{P})(O_j - \bar{O})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (P_j - \bar{P})^2} \sqrt{\sum_{j=1}^n (O_j - \bar{O})^2}} \quad (1)$$

Onde,  $P_j$  é o *ensemble* da previsão de precipitação por ano  $j$ ;  $\bar{P}$  valores médios dos dados previstos;  $O_j$  precipitação observada por ano  $j$ ;  $\bar{O}$  valores médios do observado e  $n$  número máximo de verificações (seis anos).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram gerados mapas a partir dos resultados do modelo para o mundo e para o Brasil, como pode ser visto na Figura 1, com as correlações para os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, englobando as previsões de 2012 a 2017. Também foram analisados estatisticamente os resultados para as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

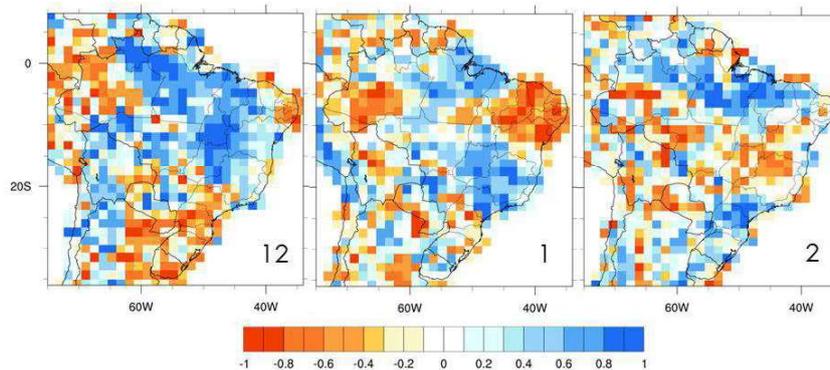


Figura 1. Correlação da anomalia de precipitação para o Brasil, do CPC com o CAM (seis membros com ajuste de escala), lead 1, de dezembro a fevereiro, dos anos de 2012 a 2017.

Nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, globalmente, foi verificada uma maior frequência de valores na faixa de 0 a 0,8, chegando aproximadamente a 0,9 em determinados pontos de grade, indicando a destreza do modelo em representar o observado. Tais resultados são similares aos obtidos por Schaller *et al.* (2011), acompanhando o sinal das correlações, na comparação entre modelos, alcançando correlações de até 0,9. Além disso, foi verificado que o modelo apresentou frequência de correlação positiva superiores a 50% em 10 dos 12 meses no estudo da junção dos *leads* 1, 2 e 3, conforme a Figura 2.



Figura 2. Percentual de correlações positivas entre os dados da precipitação prevista e observada no Brasil, ao longo dos meses no período de 2012 a 2017 (*leads* 1, 2 e 3).

Comparando os resultados regionais com os globais, para o *lead* 1, no verão, foi verificado que o estudo regional apresenta correlações positivas mais frequentes que o global, o que está de acordo com os trabalhos de Flato *et al.* (2013) e Schaller *et al.* (2011), considerando que as abordagens regionais são mais adequadas para a análise da previsão de precipitação. Outro fato relevante nas análises dos resultados foi a constância de correlações positivas, em diferentes *leads*, para a região Sudeste do Brasil, onde se encontra a maior capacidade de armazenamento de água para a geração de energia elétrica e consumo humano.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo foi possível verificar a habilidade do modelo CAM 3.1 em prever as precipitações para o Brasil e regiões, testificando que seus resultados são similares aos de outros modelos, além de apresentar diferenciais principalmente quanto à região Sudeste. Dessa forma, o modelo pode ser considerado como uma alternativa importante para a elaboração de previsões sazonais, sobretudo para a Sudeste que é, normalmente, apontada pelos demais modelos utilizados no país, como uma região de baixa previsibilidade. Outro aspecto importante é que, por meio deste tipo de avaliação, os resultados podem ser validados junto à OMM, possibilitando uma visibilidade internacional aos trabalhos desenvolvidos.

## Agradecimentos

Os desenvolvedores deste estudo gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro dado ao estudo a partir do Edital Universal processo N° 454397/2014-3, como também à Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas da Universidade Federal Fluminense (PGEB-UFF) pela oportunidade para a realização deste estudo a partir de financiamento de bolsa de pesquisa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Bibliografia

- Cataldi, M., Assad, L. P. F., Torres Junior, A. R. and J. L. D. Alves. 2010. Estudo da influência das anomalias da TSM do Atlântico Sul extratropical na região da Confluência Brasil-Malvinas no regime hidrometeorológico de verão do Sul e Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia* (Impresso), 25:513-524.
- Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S. C., Collins, W., Cox, P., Driouech, F., Emori, S., Eyring, V., Forest, C., Gleckler, P., Guilyardi, E., Jakob, C., Kattsov, V., Reason, C. and Rummukainen, M. 2013. Evaluation of Climate Models. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC*: 741-866.
- Marengo J.A., Cavalcanti I.F.A., Satyamurty P., Trosnikov I., Nobre C.A., Bonatti J.P., Camargo H., Sampaio G., Sanches M.B., Manzi A.O., Castro C.A.C., D'almeida C., Pezzi L.P. and L. Candido. 2003. Assessment of regional seasonal rainfall predictability using the CPTEC/COLA atmospheric GCM. *Climate Dynamics*, 21:459-475.
- Reynolds, R. W., Rayner, N. A., Smith, T. M.; Stokes, D. C. and W. Wang. 2002. An improved in situ and satellite SST analysis for climate. *Journal of Climate*, 15:1609-1625.
- Saha, S., S. Moorthi, X. Wu. and J. Wang. 2014. The NCEP Climate Forecast System Version 2. *Journal of Climate*, 27:2185-2208.
- Schaller, N., Mahlstein, I., Cermak, J. and Knutti, R. 2011. Analyzing precipitation projections: A comparison of different approaches to climate model evaluation. *Journal of Geophysical Research*, 116:D10118.
- World Meteorological Organization (WMO). 2010, updated in 2012. *Manual on the Global Data-processing and Forecasting System. Volume I – Global Aspects* (WMO-No. 485). Switzerland: WMO.



## ZONEAMENTO CLIMÁTICO DO CULTIVO DE LÚPULO PARA O ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Vitor Pereira de Carvalho<sup>1</sup>, Gustavo Bastos Lyra<sup>2</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Químico, mestrando em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, vitorpc85@gmail.com

<sup>2</sup> Meteorologista, Prof. Adjunto, Depto. Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, UFRRJ, Seropédica – RJ, gbyra@ufrj.br

<sup>3</sup> Agrônomo, Prof. Titular, Escola de engenharia - UFF, Niterói-RJ, carrodpc@yahoo.com.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O lúpulo é uma flor de planta trepadeira da espécie *Humulus lupulus* que é comumente usada na fabricação de cerveja em conjunto com água, malte e levedura. As flores femininas possuem glândulas conhecidas como lupulina, onde se concentram as resinas e óleos essenciais que conferem aroma e amargor à cerveja. A demanda de lúpulo tem crescido gradativamente no Brasil, devido ao crescimento do mercado de cervejas artesanais em cerca de 20% ao ano. O presente trabalho teve como objetivo identificar as principais áreas do estado do Rio de Janeiro aptas para o cultivo do lúpulo, com base nas condições de temperatura do ar média mensal mínima e máxima e precipitação anual acumulada das áreas de cultivos desenvolvidos no Brasil. Os resultados mostraram que o estado do Rio de Janeiro possui áreas aptas e aptas restritas para o cultivo do lúpulo. Tais áreas abrangem regiões do Médio Paraíba e Serrana do Estado, parte da Serra do Mar voltada para o Norte e compreendem alguns municípios como Petrópolis, Teresópolis, Resende, Itatiaia, Sumidouro e Nova Friburgo.

**Palavras-chave:** *Humulus lupulus*, aptidão de cultivo, cerveja artesanal.

## CLIMATIC ZONING OF HOP CULTIVATION FOR STATE OF RIO DE JANEIRO

### Abstract

Hops is a climbing flower of the species *Humulus lupulus* which is commonly used in brewing together with water, malt and yeast. As female flowers have glands known as lupulin where they are concentrated as resins and essential oils that give aroma and bitterness to beer. Demand for hops has been growing steadily in Brazil due to the growth of the craft beer market by about 20% per year. The present work purpose was to identify the main areas of the state of Rio de Janeiro suitable for hops cultivation, based on minimum and maximum monthly mean air temperature and cumulative annual precipitation of crop areas developed in Brazil. The results showed that the state of Rio de Janeiro has a suitable and suitable restricted areas for the cultivation of hops. These areas pass through regions of the Middle Paraíba and Serrana of the State, encompassing part of the Serra do Mar facing north and comprising some municipalities like Petrópolis, Teresópolis, Resende, Itatiaia, Sumidouro and Nova Friburgo.

**Keywords:** *Humulus lupulus*, growing capability, craft beer.

## INTRODUÇÃO

O lúpulo é uma flor de planta trepadeira da espécie *Humulus lupulus* que é comumente usada na fabricação de cerveja em conjunto com água, malte e levedura. Ele é um conservante natural, com ação bactericida, atribuída à presença de alfas-ácidos e que impedem o crescimento de bactérias Gram-positivas e favorecem a ação das leveduras na fase de fermentação.

De acordo com a IHGC (*International Hop Growers' Convention*), no ano de 2015, os maiores produtores de lúpulo foram Estados Unidos (36447 toneladas), Alemanha (28337 toneladas), China (6000 toneladas) e República Tcheca (4843 toneladas). Os países da Europa são favorecidos pelo clima temperado e com invernos intensos, pois o lúpulo precisa da vernalização (seis meses de frio) para indução de floração. A sua temperatura do ar basal inferior é de 8°C e nos meses mais quentes, seu crescimento cessa a 35 °C (basal superior). As principais regiões produtoras têm temperaturas do ar anuais entre 8 e 10°C (RYBACEK, 1991).

A demanda de lúpulo tem aumentado gradativamente no Brasil. Tal fato deve ser atribuído ao crescimento do mercado de cervejas artesanais cuja grande parte da matéria prima é importada, inclusive o lúpulo. Atualmente, o Brasil importa cerca de 4 mil toneladas de lúpulo, o que chega a ser um custo de R\$ 200 milhões (ARAÚJO, 2016). Na contramão deste cenário, alguns pequenos agricultores vem implantar a cultura em suas terras, a maioria das tentativas não tem sucesso. Em alguns casos, a cultura se adapta ao clima e consegue ser produzida de forma representativa com investimento e manejo adequado.

Assim, as condições climáticas do lúpulo cultivado na Europa e na América do Norte diferem muito das condições climáticas brasileiras, no entanto há alguns registros de plantios com relativo sucesso. De qualquer forma, o país possui poucas áreas nas condições climáticas de cultivo originais. As oportunidades que ocorreram são de plantas que se adaptaram ao nosso clima, o que nos faz indagar sobre a real possibilidade do Brasil se tornar produtor e, caso afirmativo, quais as condições mandatórias para isso acontecer.

O presente trabalho teve como objetivo identificar as principais áreas do estado do Rio de Janeiro propícias para o cultivo do lúpulo, com base nas condições de temperatura do ar média mínima e máxima e precipitação anual acumulada das áreas de cultivos desenvolvidos no Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo se localiza no estado do Rio de Janeiro que é limitado pelas latitudes 20° 45' 54" e 23° 21' 57" S e pelas longitudes 40° 57' 59" e 44° 53' 18" W. A região possui aproximadamente 43.600 km<sup>2</sup> e fica na região Sudeste do Brasil, fazendo fronteiras com os estados de São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais. Sua faixa litorânea é banhada pelo Oceano Atlântico.

A identificação das áreas de plantio foi feita mediante entrevistas com grupo de cultivadores de lúpulo reunidos em rede social.

Os dados de chuva foram obtidos no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), por meio do sistema HIDROWEB, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do serviço geológico do Brasil (CRPM), da Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e da LIGHT. O critério adotado para seleção das estações deste estudo foram séries climáticas com no mínimo 20 anos de observações no período de 1961 até 2010. Com base nesse critério, 110 estações pluviométricas e/ou meteorológicas foram utilizadas.

Para cada mês do ano foi ajustado um modelo de regressão linear multivariável, que relacionava a temperatura do ar média (variável dependente) com a latitude, longitude e altitude (variáveis independentes) das estações meteorológicas. Os coeficientes angulares e lineares das equações de temperatura do ar média mensal foram inseridos na ferramenta *Raster Calculator* do software de SIG - Quantun - GIS (QGIS) para obter os mapas de temperatura do ar média mensal. Os mapas de chuva foram gerados pela ferramenta de interpolação *Spline tension* do QGIS.

Com os mapas de temperatura do ar mensal, utilizou-se a ferramenta *Statistic Analysis* para gerar os mapas de temperatura do ar máxima e mínima mensal. O mapa de chuva anual foi obtido pela ferramenta *Raster Calculator*, somando todos os mapas de chuva mensais. Com esses mapas foi possível estimar os dados climáticos de chuva e temperatura do ar das localidades que possuem cultivos de lúpulo e definir as exigências climáticas para o zoneamento (Tabela 1).

*Tabela 1 – Exigências climáticas dos cultivos de lúpulo brasileiros*

Características climáticas	Apto	Apto com restrição	Inapto
Precipitação anual (mm)	1400 < P < 1800	700 < P < 1400	P > 1800 ou P < 700
Temperatura máxima (°C)	17,5 < Tmax < 22,5	-	Tmax < 17,5 ou Tmax > 22,5
Temperatura mínima (°C)	10 < Tmin < 18,5	-	Tmin < 10 ou Tmin > 18,5

A partir da Tabela 1 foi possível fazer a reclassificação dos mapas climáticos para determinar as regiões aptas, inaptas e aptas com restrição (sujeitas a necessidade de irrigação). A reclassificação foi feita pela ferramenta *Reclassify Values* do QGIS.

Quando os mapas de aptidão das três características climáticas foram obtidos, realizou-se o zoneamento climático que consiste no encontro da interseção das regiões aptas em comum dos três mapas. Isso é possível por meio da multiplicação dos rasters gerados pela ferramenta *Raster Calculator*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma estreita área apta para o cultivo foi identificada na região do Médio Paraíba do estado do Rio de Janeiro (Figura 1), onde o clima é mesotérmico brando super úmido sem seca com temperaturas do ar anuais entre 10 e 15 °C (IBGE, 2003). As outras áreas aptas e aptas com restrição foram identificadas na região Serrana do estado, compreendendo parcialmente ou totalmente os municípios de Miguel Pereira, Paty de alferes, Petrópolis, Teresópolis, Sumidouro e Trajano de Moraes. Tal área é conhecida por abranger grande parte da Serra dos Órgãos. A região de Petrópolis e Teresópolis possui clima mesotérmico brando super úmido sem seca, enquanto a região de Paty de Alferes e Miguel Pereira é caracterizada por clima subquente super úmido sem seca com temperaturas anuais de 15 a 18 °C. A área que compreende Nova Friburgo e Sumidouro possui uma mistura dos dois climas (IBGE, 2003). Tais resultados são coerentes visto que o lúpulo costuma crescer em locais com temperatura anual no intervalo de 5,6 a 21,3 °C (FAO, 2001). A serra dos Órgãos atua como uma barreira física natural das frentes frias que entram pelo litoral do estado fazendo, que a precipitação diminua na área da serra voltada para o interior do continente. Adicionalmente, essa região apresenta face voltada para o norte e recebe bastante radiação ao longo do ano e isso é um componente fundamental como o lúpulo, que precisa de 1800 a 2000 horas de brilho solar por ano (FAO, 2001). De uma maneira geral, o lúpulo apresentou capacidade de ser cultivado no

estado do Rio de Janeiro, porém estudos para avaliar o balanço hídrico nas regiões aptas e aptas com restrição são necessários para complementar o estudo de zoneamento climático.

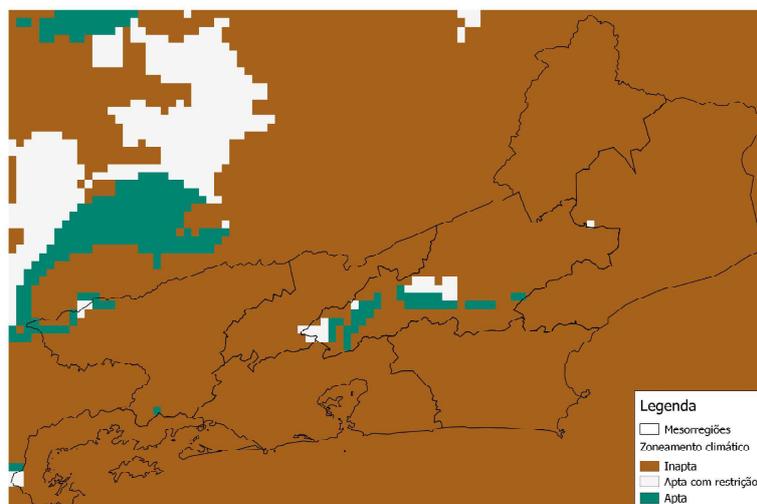


Figura 1 – Zoneamento climático do lúpulo para o Estado do Rio de Janeiro

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo alcançou o objetivo proposto no trabalho e áreas aptas e aptas restritas para o cultivo de lúpulo foram identificadas, com resultados compatíveis com dados relatados na literatura. As áreas localizam-se na região do Médio Paraíba, região Centro Sul e região Serrana do estado; beirando as altitudes médias da parte norte da serra do Mar. Sabe-se que estudos complementares envolvendo o balanço hídrico nessas áreas são fundamentais para finalizar o zoneamento climático.

## Bibliografia

ARAÚJO, F.F.S et al. Espacialização da temperatura do ar mensal no estado do Rio de Janeiro baseada em modelos lineares e dados SRTM. In: *IX Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal*, Curitiba 2010.

FAO, *Humulus lupulus Ecology*, 2001. Disponível em: <[http://ecoport.org/ep?Plant=6779&entityType=PL\\*\\*\\*\\*&entityDisplayCategory=PL\\*\\*\\*\\*1500#PL\\*\\*\\*\\*1500](http://ecoport.org/ep?Plant=6779&entityType=PL****&entityDisplayCategory=PL****1500#PL****1500)>. Acessado em Agosto de 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Solos do Brasil. 2003 Disponível em: <<http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/31072003mapasoloshtml.shtm>>. Acessado em Outubro de 2017.

RYBACEK, V., 1991. *Chapter II – Biological basis of Hop Production*. In: *Hop Production*. Václav Rybacek, Capítulo 2, pág. 104-105. Amsterdam, Tokio, Oxford, Nova Iorque: Elsevier.

## Resumos Simples

### III WEB



## **AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS POR MANTA SINTÉTICA – ACRILON**

Pedro Carlos Lemos da Costa<sup>1</sup>, Andrea Nicolau Puzzi<sup>2</sup>, Dirlane de Fátima do Carmo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola e Ambiental, Mestrando em Engenharia Biosistemas, PGEB - UFF, Niterói-RJ,  
e-mail: [pclemos.costa@gmail.com](mailto:pclemos.costa@gmail.com)

<sup>2</sup>Engenheira Ambiental, Mestranda em Engenharia de Biosistemas, PGEB - UFF, Niterói-RJ

<sup>3</sup> Agrônoma, Mestre em Engenharia Ambiental, Doutora em Saneamento, Profa. Adjunta IV do Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente, PGEB/UFF, Niterói – RJ;

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A escassez de água é um dos problemas que a sociedade enfrenta e que pode comprometer a execução de diversas atividades econômicas. Assim, o aproveitamento dos recursos hídricos de forma racional assume relevância, bem como o aprimoramento de técnicas que permitam o uso sustentável dentro dos parâmetros necessários para os seus usos múltiplos. Uma das vertentes seguidas é o aproveitamento da água pluvial para a utilização em fins não potáveis, sendo comum o uso de filtros de areia. Porém há outros meios filtrantes com potencial no mercado que deveriam ser analisados. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial econômico e técnico do uso da manta têxtil Acrilon para filtração lenta com a finalidade de tratar águas pluviais visando o reúso. Para execução do experimento, será utilizada uma caixa de coleta de águas pluviais contendo a manta do acrilon como meio filtrante. A eficiência será avaliada por meio da perda de carga e obtenção do ponto de saturação da manta, bem como pela análise de parâmetros de qualidade da água (potencial hidrogeniônico, cloro residual, sólidos, cor e turbidez). Também será realizado um teste piloto com a instalação do equipamento em um tubo de queda, sendo determinados de acordo com a área de influência do telhado e a intensidade pluviométrica, a eficiência do processo e o enquadramento nos parâmetros estabelecidos pela legislação para reúso. É esperado que o uso do acrilon como meio filtrante se torne uma alternativa mais viável técnica e economicamente que os filtros de areia.

**Palavras-chave:** Chuva; Meio filtrante, Reúso

**Agradecimentos:** Empresa Biofibra



## BALANÇO HÍDRICO CLIMÁTICO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO BASEADO EM DADOS DO SISTEMA ALERTA RIO

João Gualberto Rodrigues Muniz Junior<sup>1</sup>, José Francisco de Oliveira Júnior<sup>2</sup>, Givanildo Gois<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Engenheiro Agrícola, Mestrando em Engenharia de Biosistemas, PGEB, UFF, Niterói-RJ, [gualberto268@gmail.com](mailto:gualberto268@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Alagoas - UFAL/ICAT, [joliveirajunior@gmail.com](mailto:joliveirajunior@gmail.com)

<sup>3</sup>Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica de Volta Redonda, Centro Tecnológico, UFF

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A inexistência de estudos utilizando o Balanço Hídrico Climatológico no município do Rio de Janeiro (MRJ) motivou o presente estudo, foi utilizada a base de dados do Sistema Alerta Rio, entre 1997 a 2016, para realização deste trabalho, que teve por objetivo avaliar a distribuição espaço-temporal da temperatura do ar, chuva e calcular o BHC, baseado na identificação de regiões com deficiência e excedente hídrico. Os dados de chuva e temperatura do ar passaram por análise de consistência, via parâmetros estatísticos, preenchimento de falhas, análise de agrupamento e validação cruzada. A técnica de análise de agrupamento (AA) aplicado aos dados de chuva e temperatura identificou três grupos homogêneos no MRJ. A chuva acumulada média anual e o desvio padrão nos grupos  $G_1$  ( $1083 \pm 238$  mm),  $G_2$  ( $1351 \pm 335$  mm) e  $G_3$  ( $1487 \pm 357$  mm) apresentaram variabilidade devido à atuação dos sistemas meteorológicos e a fisiografia. A temperatura média foi menor no grupo  $G_1$  ( $22,60 \pm 1,09^\circ\text{C}$ ), seguido do grupo  $G_2$  ( $23,42^\circ\text{C} \pm 1,24^\circ\text{C}$ ) e, por fim o grupo  $G_3$  ( $23,69 \pm 1,75^\circ\text{C}$ ) apresentou a maior temperatura no MRJ. O método do Inverso da Distância ao Quadrado (IDQ) foi mais adequado para representar a distribuição espacial dos dados, via validação cruzada e parâmetros estatísticos. O BHC foi aplicado para os anos secos de 1997 e 2015 e para o período úmido de 2008/2009. Os resultados espaciais dos EXC e das DEF acumuladas mostraram que a suas distribuições estão relacionadas à dinâmica dos sistemas meteorológicos de várias escalas e a configuração do relevo.

**Palavras-chave:** Análise de Agrupamento, Métodos de Interpolação, Regressão Linear Múltipla e Deficiência hídrica.



## ACLIMATAÇÃO DE RESIDÊNCIAS POPULARES AOS PADRÕES ENERGETICAMENTE SUSTENTÁVEIS

Hellen Rigo Fabrício<sup>1</sup>, Daiane Cecchin<sup>2</sup>, Daniel Henrique Nogueira Dias<sup>3</sup>, Pedro Ivo Sodré Amaral<sup>4</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>5</sup>, Pedro Henrique de Noronha Martins<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Eletricista, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [hrigo@id.uff.br](mailto:hrigo@id.uff.br)

<sup>2</sup>Dra em Engenharia Agrícola, Professora na Pós-graduação em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ

<sup>3</sup>Dr. em Engenharia Elétrica, Professor na Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói-RJ

<sup>4</sup>Dr. em Engenharia Agrícola, Professor na Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, Alfenas -MG

<sup>5</sup> Pós Doutorado em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ

<sup>6</sup> Engenheiro Civil, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

As residências construídas em áreas urbanas e habitadas por famílias de baixa renda geralmente são feitas baseadas em projetos que não levam em consideração fatores como aproveitamento correto da luz natural, conforto térmico e usualmente contam com aquecimento da água essencialmente elétrico. O projeto da Casa Popular Eficiente tem por objetivo atestar a importância de um projeto de edificação, que contemple sistemas e soluções para que haja máxima eficiência energética, mínimo impacto ambiental, concomitantemente à acessibilidade às camadas menos favorecidas da sociedade. A integração de sistemas fotovoltaicos às edificações urbanas e conectados à rede oferecem diversas vantagens para o sistema elétrico de um país, muitas delas relacionadas à redução de custos. As casas populares são indubitavelmente uma oportunidade única para a fração da população que mais precisa. Dessarte, agregar aos projetos conscientização da população sobre o uso correto dos vetores energéticos pode contribuir ainda mais com o desenvolvimento do Brasil. O projeto de uma Casa popular Eficiente reflete um compromisso tecnológico em desenvolver soluções que tornem os processos produtivos mais eficientes e ambientalmente sustentáveis, deixando uma contribuição, como pesquisadores, imprescindível para a sociedade. O estudo será conduzido nos laboratórios da Universidade Federal Fluminense através de ensaios e programas computacionais que irão reproduzir os ambientes padrões de uma casa popular. Para a escolha dos parâmetros locais de implantação dos experimentos deverão ser consideradas as características comuns dos locais onde há maior incidência de casas populares.

**Palavras-chave:** energia solar, fotovoltaico, sistema elétrico, sustentabilidade.

**Agradecimentos:** CAPES



## ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE SENSORES ATMOSFÉRICOS DE BAIXO CUSTO NO PARQUE NACIONAL DE ITATIAIA

Juliana Moreira Ferreira<sup>1</sup>, Beatriz Cabral Dias de Carvalho<sup>2</sup>, Gabriela Fernandes Silva<sup>3</sup>, Marianne Fernandes Bruno<sup>4</sup>, Thaís Moreira Guimarães<sup>5</sup> e Marcio Cataldi<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, [jmferreira@id.uff.br](mailto:jmferreira@id.uff.br);

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, [carvalhobeatriz@id.uff.br](mailto:carvalhobeatriz@id.uff.br);

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, [gabriellafernandes@id.uff.br](mailto:gabriellafernandes@id.uff.br);

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, [mariannefernandes@id.uff.br](mailto:mariannefernandes@id.uff.br);

<sup>5</sup>Engenheira Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [thaismg@id.uff.br](mailto:thaismg@id.uff.br);

<sup>6</sup>Doutor em Eng. Civil, Depto. de Engenharia Agrícola e do Meio Ambiente - UFF, Niterói - RJ, [mcataldi@id.uff.br](mailto:mcataldi@id.uff.br).

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O monitoramento atmosférico em Parques Nacionais se faz extremamente necessário devido a inúmeros fatores, que vão desde o monitoramento de enchentes repentinas em cachoeiras até o acompanhamento de incêndios florestais. No entanto, o alto custo de instalação e manutenção de estações meteorológicas torna este monitoramento precário ou, na maioria das vezes, inexistente. O desenvolvimento de sensores de baixo custo é, portanto, uma alternativa essencial para suprir esta necessidade. Desta forma, este estudo objetiva avaliar a eficiência dos sensores atmosféricos de baixo custo BMP 180, que mede temperatura, pressão e altitude, DHT 11 e DHT 22, que medem temperatura e umidade do ar. Para tal, foi realizada uma campanha de medição no Parque Nacional de Itatiaia. Os dois primeiros sensores ficaram em um abrigo meteorológico e o último ficou exposto ao sol e ao vento. Uma estação meteorológica automática foi utilizada como referência. As medições foram realizadas em diferentes cenários do Parque, em intervalos de 15 minutos, durante dois dias. O BMP 180 apresentou medições próximas às da estação automática. O sensor DHT 11, mesmo abrigado, não apresentou medições condizentes com a estação. Já o sensor DHT 22, ainda que desprotegido, apresentou temperaturas e umidades semelhantes às da estação. Portanto, verifica-se que os sensores BMP 180 e DHT 22 são eficazes para o monitoramento atmosférico. Cabe ressaltar ainda que o custo total destes sensores não ultrapassa R\$ 150,00, contra os R\$ 2000,00 da estação comercial, indicando ser uma solução eficiente e barata para o monitoramento atmosférico de Parques Nacionais.

**Palavras-chave:** Monitoramento de Baixo Custo, Arduino, Estação Meteorológica.

**Agradecimentos:** ICMBio, Parque Nacional de Itatiaia e ao LAMMOC.



## ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO SENSOR DE UMIDADE DO SOLO PARA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE IDEAL DA PIMENTA DE CHEIRO

Ana Nogueira Alt<sup>1</sup>, Luiza Silva Porto de Souza<sup>2</sup>, Joana Mayer Coutada<sup>3</sup>, Thaís Moreira Guimarães<sup>4</sup> e Marcio Cataldi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, [anaalt@id.uff.br](mailto:anaalt@id.uff.br);

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, [luizaporto@id.uff.br](mailto:luizaporto@id.uff.br);

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFF, Niterói-RJ, [joanamayer@id.uff.br](mailto:joanamayer@id.uff.br);

<sup>4</sup>Engenheira Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [thaismg@id.uff.br](mailto:thaismg@id.uff.br);

<sup>5</sup>Doutor em Eng. Civil, Depto. de Engenharia Agrícola e do Meio Ambiente - UFF, Niterói - RJ, [mcataldi@id.uff.br](mailto:mcataldi@id.uff.br).

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), aproximadamente 70% de toda a água disponível no mundo é utilizada para a irrigação. No Brasil, esse índice chega a 72%. Tendo em vista o cenário de grandes produções agrícolas e da crescente preocupação com a água e seu uso, procura-se encontrar meios que auxiliem o consumo consciente da mesma, principalmente na irrigação. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a eficiência de um sensor de umidade do solo de baixo-custo ao informar quando o solo necessita ser irrigado, evitando assim o desperdício de água e o encharcamento da planta. Para tal feito, utilizou-se um sensor de umidade do solo Higrômetro controlado pela plataforma de prototipagem livre Arduino. O experimento consistiu em fixar o sensor de umidade em um vaso com uma muda de pimenta de cheiro e observar seu comportamento durante 30 dias, realizando a rega apenas quando o sensor indicasse ser necessário. Nas duas primeiras semanas, o sensor foi capaz de identificar o momento ideal para a rega, mantendo a muda saudável. No entanto, na terceira semana, o sensor apresentou oxidação em uma de suas hastes, inviabilizando seu correto funcionamento, o que provocou a murcharção da muda. Verifica-se, portanto, que o sensor de baixo custo é eficiente e preciso em determinar a umidade do solo e o momento de irrigação, mas sua vida útil é muito curta, apresentando rápida deterioração de seus componentes, sendo necessários melhoramentos em sua composição para efetiva avaliação de aplicabilidade no setor agrícola.

**Palavras-chave:** Arduino, Higrômetro, Irrigação, Consumo de água.

**Agradecimentos:** LAMMOC, ICMBio.



## ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA CIDADE DE SÃO JOSÉ DE UBÁ, NOROESTE FLUMINENSE – RJ E SUAS TERRITORIALIDADES

José Mauro dos Santos Farias<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Licenciado em Geografia, Mestre em Ciência Ambiental – PGCA/UFF, Niterói – RJ,  
josemaurofarias@ig.com.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Na busca pela conservação e preservação da Mata Atlântica, a proposta de pagamento por serviços ambientais tem assumido uma importância crescente nas discussões em torno das estratégias de desenvolvimento ambientalmente sustentável no mundo. O pagamento por serviços ambientais tem assumido uma importância crescente nas discussões em torno das estratégias de desenvolvimento ambientalmente sustentável no mundo. No Brasil esse tema tem permeado as discussões do novo Código Florestal. Este projeto visa identificar relações entre a não implantação do Pagamento de Serviços Ambientais (PSA) na cidade de São José de Ubá, na região da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé, na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro no processo de desenvolvimento regional tendo como norte a recuperação ambiental. O aumento da aceitação de pagamentos por serviços ambientais (PSA) como alternativas de política ambiental sugere uma clara necessidade de pesquisa sobre a efetividade do PSA, tanto para validar os marcos teóricos, como para melhorar as abordagens dos programas existentes e futuros que tramitam como lei no congresso nacional. Na primeira análise, na cidade de São José de Ubá, constatou-se que não há o cumprimento da lei nº12.651/2012 e da Lei nº 12.727/2012, o que confirma a necessidade dos proprietários rurais em conservar ou recuperar a vegetação situada em áreas de preservação permanentes (APP) e em reservas legais (RL), para a implantação do sistema PSA.

**Palavras-chave:** Pagamento por Serviços Ecosistêmicos (PSE), Pagamento por Serviço Ambiental (PSA), Código Florestal, Mata Atlântica.

**Agradecimentos:** CAPES, UFF, PGCA.



## ANÁLISE DA LEGALIDADE DA COBRANÇA DA TAXA DE LIMPEZA URBANA

Bianca Nascimento Estefânio<sup>1</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>2</sup>, Geraldo de Souza Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia de Biosistemas. UFF, Niterói, RJ. [bianca\\_estefanio33@hotmail.com](mailto:bianca_estefanio33@hotmail.com)

<sup>2,3</sup> Professor - UFF, Niterói-RJ. [carrodp@yahoo.com.br](mailto:carrodp@yahoo.com.br), [geraldoferreira@id.uff.br](mailto:geraldoferreira@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A taxa tratada na constituição Federal e no código Tributário Nacional tem sido, em constância, alvo de questionamentos diante da sua aplicabilidade, isso porque parte da cobrança por meio desse instituto tem sido feita de forma inconstitucional. A definição e critérios demarcados estão especificados pelo instrumento legal citado. Porém não se deve aceitar a condição de distorções impostas ao contribuinte em várias situações pelo ente Estatal, pois diante de um estado democrático de direito, as leis em verdade devem assegurar bem-estar e justiça, dentre outros. Para tanto a taxa de coleta domiciliar de lixo cobrado ao contribuinte, tem respaldo na jurisprudência do Superior Tribunal Federal, mas não quer dizer que o instituto não cabe mais questionamentos e ponto de vista diverso. Para tanto a taxa de coleta domiciliar de lixo é um serviço específico, podendo mensurar cada autonomia dando assim uma característica divisível. O Estado tem o papel de ser provedor das carências públicas, e nunca se abster da Carta Magna, pois norteiam o caminho que se deve ir. Assim este trabalho tem por objetivo analisar e questionar a constitucionalidade deste tributo, amparado pela Constituição Federal/88 e o Código Tributário Nacional.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos. Legislação Ambiental. Tributos

**Agradecimentos:** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas.



## **ANÁLISE DA SEGURANÇA OPERACIONAL NO SEGMENTO *OFFSHORE* BRASILEIRO COM FOCO NA PERFURAÇÃO E PRODUÇÃO**

Ana Carolina Guimarães Alves Rebello<sup>1</sup>, Geraldo de Souza Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental, Mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói – RJ,  
anarebello@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor Associado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ,  
geraldoferreira@id.uff.br

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A demanda por energia tem crescido devido ao aumento populacional e por seu uso em um mundo globalizado. O petróleo, uma das mais importantes fontes de energia do planeta, encontrado no oceano (*offshore*) ou em terra (*onshore*), tem papel importante neste contexto. A área *offshore* apresenta grandes desafios para a segurança de processos na indústria de petróleo, tanto os de prospecção, como perfuração e produção, devido às condições específicas de operação. O Brasil conta com legislações diversificadas para tentar minimizar possíveis acidentes, sendo a Agência Nacional de Petróleo responsável pela segurança de processo, a Marinha Brasileira pela segurança da embarcação, o Ministério do Trabalho pela segurança e saúde no trabalho e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis pelo licenciamento ambiental. Os processos de perfuração e de produção são os mais propensos para ocasionar situações perigosas, como observado no acidente da *Deepwater Horizon*, no Golfo do México. Os eventos mais indesejáveis são os *kicks* e o *blowout* - infiltrações descontroladas de fluidos da formação rochosa para o poço perfurado, como, por exemplo, por falhas no revestimento do poço. Neste projeto objetiva-se fazer uma análise da segurança operacional *offshore* com foco nesses eventos, de modo a criar uma orientação mais detalhada e explicativa para apoio e suporte aos profissionais da área. O projeto será feito por meio de estudos teóricos e pesquisa bibliográfica em artigos e materiais disponibilizados pelas empresas, de modo a se conhecer o estado da arte das práticas de segurança adotadas pelo mercado de petróleo.

**Palavras-chave:** Perigo, Indústria, Prevenção, Diagnóstico.

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ, Embrapa Amazônia Oriental.



## ANÁLISE DAS CORRELAÇÕES ENTRE A VARIABILIDADE CLIMÁTICA INTERANUAL E O RENDIMENTO DA CULTURA DO CAFÉ NA REGIÃO DE SÃO PAULO

Jessica Barreto de Moraes<sup>1</sup>, Luiza Ferreira de Carvalho<sup>2</sup>, André Luiz Belém<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFF, Niterói-RJ, [jessicabm@id.uff.br](mailto:jessicabm@id.uff.br)

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental - UFF, Niterói-RJ, [luizafc@id.uff.br](mailto:luizafc@id.uff.br)

<sup>3</sup> Professor Doutor do Departamento Engenharia Agrícola e Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, [andrebelem@id.uff.br](mailto:andrebelem@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), a participação do agronegócio no PIB brasileiro em 2016 foi de 20%, indicando sua grande importância na economia brasileira. Dentre as principais *commodities* agrícolas exportadas encontra-se o café, representando o país como o maior produtor mundial da cultura. Torna-se objetivo entender como a variabilidade climática afeta a produção a fim de reduzir os impactos econômicos e mitigar perdas significativas nas safras. Neste trabalho foram correlacionados parâmetros climáticos regionais com dados mensais de rendimento do café obtidos de São Paulo, de 1976 até 2016, extraídos do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) publicados pelo IBGE. Dados de precipitação, temperatura e umidade foram obtidos pelo programa NCEP *Reanalysis 2* da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). As séries temporais de rendimento da produção cafeeira foram também correlacionadas com índices de atividade solar e do fenômeno *El Niño*, utilizando a técnica *wavelet*. Os resultados confirmaram relação entre rendimento e ciclo solar, além de evidenciar forte sinal da bienalidade do café, comprovando a dependência entre clima e rendimento. Já sua correlação com parâmetros climáticos, em especial o *El Niño*, apresentou-se relativamente menor do que o esperado.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas, produtividade, cafeicultura.

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ.



## ANÁLISE DE TECNOLOGIAS DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ANÁLISE PROSPECTIVA

Michelle Bellas Romariz Gaudie Ley<sup>1</sup>, Estevão Freire<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Bioquímica, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [mley@id.uff.br](mailto:mley@id.uff.br)

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia - UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, [estevao@eq.ufrj.br](mailto:estevao@eq.ufrj.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

As taxas de geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) são influenciadas pelo grau de industrialização e pelo crescimento populacional, entre outros fatores. Portanto, quanto maiores forem estes, maior será a quantidade de resíduos gerados. Este fato tem despertando a necessidade de se explorar iniciativas para o desenvolvimento de novas tecnologias que venham a minimizar a geração de RSU. O presente trabalho busca analisar o panorama das tecnologias aplicadas à agregação de valor aos resíduos sólidos urbanos, com o intuito de identificar as tecnologias mais promissoras e tendências para a obtenção de produtos químicos. Para isto, foi realizada uma prospecção tecnológica das tecnologias existentes nas bases de patentes *Patent Inspiration*, *United States Patents and Trademark Office* (USPTO) e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) utilizando palavras chave previamente escolhidas. Além disso, fez-se a prospecção de documentos científicos, através da base *Scopus*. Verificou-se o crescimento anual do número de depósitos de patentes e de publicação de artigos e que países como os Estados Unidos e a China destacam-se mundialmente, superiores tanto no depósito de patentes e como na produção de artigos científicos. Ainda, constatou-se que as patentes são, em geral, depositadas por empresas, enquanto os trabalhos científicos são, majoritariamente, desenvolvidos por universidades. Ademais, nota-se que a tecnologia da gaseificação, que converte os resíduos em gás de síntese e, posteriormente, em etanol, mostra-se como a mais expressiva em termos de desenvolvimento tecnológico e obtenção de produtos.

**Palavras-chave:** prospecção tecnológica, patentes, gaseificação, gás de síntese.

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ, Embrapa Amazônia Oriental.



## ANALISE DO DESEMPENHO DE DADOS SIMULADOS POR MODELOS REGIONAL ATMOSFÉRICO

Renata Sena Viana<sup>1</sup>, Marcio Cataldi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Meteorologista, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, renatasena@id.uff.br.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Agrícola e do Meio Ambiente, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, mcataldi@id.uff.br.

Apresentado no

III Workshop de Engenharia de Biosistemas – WEB 2017

12 a 14 de dezembro de 2017 – Niterói – RJ, Brasil

### Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo a avaliação do desempenho das previsões diárias geradas por dois modelos regionais, *Weather Research and Forecasting* (WRF) e *Consortium for Small-scale Modelling* (COSMO). Para tal, serão avaliadas as previsões para o litoral do estado do Rio de Janeiro, durante o período de outubro de 2015 a outubro de 2016. As variáveis que serão analisadas são: temperatura, umidade relativa, intensidade e direção do vento, precipitação e pressão atmosférica. Na avaliação do desempenho dos modelos no prognóstico dessas variáveis utilizou-se um conjunto de dados das estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), nos horários de 00UTC e 12UTC. Com o intuito de quantificar a qualidade das previsões geradas aplicou-se o coeficiente estatístico R, que indica o grau de ajuste das simulações aos dados observados, sendo que  $R = 1$ , ou 100%, corresponde a uma coerência perfeita entre o simulado e o observado; e  $R = 0$ , ou 0%, corresponde a não coerência dos dados. Também foram utilizadas as metodologias de HANNA (1988) e CALLEGARI-JACQUES (2003), que classificam a correlação em: fraca ( $\rho^{\wedge} < 0,30$ ); moderada ( $0,30 \leq \rho^{\wedge} < 0,60$ ); forte ( $0,60 \leq \rho^{\wedge} < 0,90$ ) e muito forte ( $\rho^{\wedge} \geq 0,90$ ). As análises preliminares demonstraram que as variáveis observadas de direção e velocidade do vento apresentaram uma correlação forte com as simulações do modelo COSMOS, enquanto que a precipitação ficou mais bem correlacionada com as simulações do WRF. AS demais variáveis obtiveram correlação moderada para ambos os modelos.

**Palavras-chave:** Modelagem Atmosférica, COSMO, WRF.

**Agradecimentos:** Universidade Federal Fluminense, Centro de Hidrografia da Marinha e o Instituto Nacional de Meteorologia.



## **ANÁLISE DO POTENCIAL DE GERAÇÃO E VIABILIDADE DO BIOGÁS COMO ALTERNATIVA ESTRATÉGICA PARA A MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL**

Bruna Cristina de Almeida Moura<sup>1</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>2</sup>, Leandro Vahia Pontual<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói, RJ, [bruna\\_cristina@id.uff.br](mailto:bruna_cristina@id.uff.br)

<sup>2</sup> Professor Doutor do Programa de Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói, RJ, [carrodop@yahoo.com.br](mailto:carrodop@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Doutorando em Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ, [leandrovahiapontual@gmail.com](mailto:leandrovahiapontual@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

O biogás, produzido a partir da digestão anaeróbia da matéria orgânica presente em efluentes e resíduos domésticos, industriais, agrícolas e agropecuários, representa uma fonte alternativa e renovável de energia cada vez mais utilizada em todo o mundo. No Brasil, a considerável representatividade da exportação de commodities da agroindústria bem como a expressiva produção agropecuária indicam um potencial significativo para a produção e aproveitamento do biogás. O objetivo é gerar um diagnóstico considerando a produção de biomassa regionais e estratégias gerenciais e econômicas para o melhor aproveitamento energético do biogás. São considerados os aspectos econômicos e tecnológicos da produção e aproveitamento do biogás, assim como a escala de produção e os processos de tratamento do biogás para os diferentes usos dessa fonte de energia. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) foi a ferramenta utilizada para produzir e gerenciar informações primárias, de modo a gerar um banco de dados espacial do potencial energético de cada região do país, a partir de dados primários quanto a produção e disposição final dos resíduos. A estimativa do potencial de produção do biogás considera a diversidade de biomassas, bem como os diferentes saldos energéticos possíveis. As principais biomassas consideradas para o delineamento amostral foram: resíduos sólidos urbanos, resíduos agropecuários, resíduos agrícolas, e resíduos provenientes da cana-de-açúcar. Ainda nesse contexto será analisado a viabilidade econômica dos projetos de produção do biogás para os diferentes usos possíveis como: a produção de calor, eletricidade, cogeração e uso como combustível veicular, bem como a sua competitividade em relação aos demais recursos energéticos. Desta forma criar-se-á cenários de oportunidades locais de incremento energético com representatividade regional.

**Palavras-chave:** Biomassa, Resíduos, Cogeração, Biocombustível.

**Agradecimentos:** À Universidade Federal Fluminense.



## **ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA REGIÃO LESTE DO MUNICÍPIO DE NITERÓI, SOB A PERSPECTIVA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS, COM O USO DE SIG**

Leandro Vahia Pontual<sup>1</sup>, Rachel Soriano Vahia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ, leandrovahiapontual@gmail.com

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental, UFF, Niterói, RJ, rachelvahia@gmail.com

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A falta de planejamento urbano para a ocupação do bairro demonstra-se não condizentes com o grau de ocupação. Os novos cenários apontam o aumento potencial de catástrofes, como a ocorrida em 2010 (Morro do Bumba). O risco cresce seja sob influência de eventos climáticos naturais e configuração de relevo, como também pelo aumento do potencial destrutivo de tais eventos combinados ou em separado. Planos de contingência, gestão do uso e ocupação do solo e a preservação dos ambientes naturais são as ferramentas mais indicadas para a redução dos riscos amplificados pelas mudanças climáticas globais. Este trabalho realizou um levantamento de dados climáticos da região Leste de Niterói/RJ associado a gestão de risco de áreas ocupada irregularmente. As características físicas e socioambientais são discutidas quanto a manutenção e preservação de áreas e recursos naturais. O uso do sistema de georeferenciamento (SIG) como instrumento para levantamento de áreas de potencial risco associado demonstra-se adequado para o planejamento e gestão de risco em áreas urbanas. Como conclusão o SIG demonstrou-se é um atributo técnico relevante e positivo no planejamento de prevenção de desastres naturais sob os novos cenários de mudanças globais no auxílio aos tomadores de decisão.

**Palavras-chave:** Georeferenciamento, Clima, Desastres.



## ANÁLISE EXERGÉTICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DE UMA BIORREFINARIA DE MICROALGAS

Kátia Ferreira de Oliveira<sup>1</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>2</sup>, Ronney Arismel Mancebo Boloy<sup>3</sup>, Aldara da Silva César<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira de Produção, Matemática, mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, [katia90feroli@gmail.com](mailto:katia90feroli@gmail.com),

<sup>2</sup> Orientador: Professor Titular I PGEB – UFF, Niterói-RJ,

<sup>3</sup> Co-orientador: Professor Associado ao Departamento de Engenharia Mecânica no CEFET/RJ, Campus Maracanã,

<sup>4</sup> Co-orientadora: Professora Adjunta do Departamento de Engenharia de Agronegócios – UFF, Volta Redonda-RJ

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Diante ao crescimento mundial e a conseqüente crescente demanda por recursos energéticos, o desenvolvimento de fontes energéticas renováveis fazem-se necessárias por questões de suprimento de matéria prima na produção e as preocupações com questões sustentáveis que colocaram este tópico no centro dos holofotes da sociedade acadêmica mundial. Fontes de energia através de biomassa, vêm sendo exploradas e se apresentam como fontes renováveis e uma alternativa para uma produção de energia através de Biomassa, com uma cultura mais limpa e sustentável, é a utilização de microalgas para a obtenção de óleo ou amido celulose. As biorrefinarias baseadas em microalgas podem incluir uma vasta gama de produtos e indústrias relacionadas, trazendo enormes benefícios para a sociedade, além de possibilitar o cultivo em terras não agro cultiváveis ou na remediação de águas residuais. O objetivo geral deste trabalho é avaliar exergeticamente, economicamente e ecologicamente o processo de produção de biodiesel numa biorrefinaria de microalgas que também possibilita à obtenção de subprodutos para a indústria farmacêutica (Ômega 3), energética (glicerina) e alimentícia (farelo de alga), além da sustentabilidade dos recursos hídricos, com o tratamento de efluentes. Para o desenvolvimento do trabalho de dissertação conforme a temática proposta, será necessário primordialmente esgotar o levantamento de toda a tecnologia já desenvolvida e as técnicas empregadas no processamento de microalgas para a obtenção dos coprodutos. A partir daí, as análises supra cima citadas serão realizadas, e espera-se obter um modelo adequado para a produção brasileira.

**Palavras-chave:** Energia renovável, coprodutos, modelo e sustentabilidade.

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ, Embrapa Amazônia Oriental.



## ANÁLISE POR CROMATOGRAFIA GASOSA DE COV NAS EMISSÕES DE MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA MOVIDO A BIODIESEL DE ÓLEO VEGETAL

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>

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói, RJ, [laurenio\\_lopes@yahoo.com](mailto:laurenio_lopes@yahoo.com)

<sup>2</sup> Professor Doutor de Engenharia Agrícola, UFF, Niterói, RJ, [flavio-ter@vm.uff.br](mailto:flavio-ter@vm.uff.br)

<sup>3</sup> Professora Doutora em Engenharia Química, UFF, Niterói, RJ, [ritacolman@vm.uff.br](mailto:ritacolman@vm.uff.br)

<sup>4</sup> Doutorando em Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ, [leandrovahiapontual@gmail.com](mailto:leandrovahiapontual@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O Brasil apresenta um vasto território e condições naturais favoráveis para a síntese de insumos necessários na produção e desenvolvimento de biocombustíveis, em especial o biodiesel. É um combustível que pode ser obtido a partir de matérias-primas vegetais e sua classificação está relacionada ao teor da mistura diesel/biodiesel atendendo as especificações da Agência Nacional do Petróleo. O processamento à biodiesel através do uso da soja, apresenta importantes características, como o custo relativamente baixo na obtenção da matéria prima, elevadas concentrações de óleos, baixa toxicidade e alta degradabilidade de seus compostos além de mitigar gases estufa uma vez que possui saldo positivo de carbono. Dentre as possíveis desvantagens este trabalho tem por objetivo avaliar a emissão dos compostos orgânicos voláteis (COV's), qualificando e quantificando as concentrações do BETX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) de um motor a diesel, que liberados no ambiente deterioram a qualidade do ar contribuindo para a formação de diversos tipos de doenças. Em primeiro momento trata-se desenvolver uma metodologia qualitativa baseada em referências bibliográficas acadêmicas e materiais pertinentes. A continuar, quantitativamente as análises no Laboratório de Energia, Materiais e Meio Ambiente/UFF as coletas através de cromatografia gasosa pelo método de eluição. Espera-se através dos resultados encontrados a conformidade entre as concentrações dos gases analisados e a legislação vigente confirmando o posicionamento de combustível menos poluente. Conclui-se que o tema não poderia ser mais atual devido à crise energética que permeia no País, além da poluição ambiental tão debatida entre as conferências mundiais.

**Palavras-chave:** Biocombustíveis, Soja, Gases de exaustão.

**Agradecimentos:** PGEB, LEMMA.



## ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DO BIODIESEL

Mariana Delgado Gonçalves<sup>1</sup>, Flávio Castro da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Química, mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ  
mariana.goncalves598@gmail.com

<sup>2</sup> Dr em Engenharia Agrícola- Professor na Pós-graduação de Engenharia de Biosistemas-UFF-Niterói-RJ

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

No Brasil, o início do programa de uso e produção biodiesel, em 2004, diversas matérias primas foram analisadas para a produção, buscando associar a variedade agrícola dos países ao propósito de reduzir os custos de produção. Os métodos internacionais têm sido utilizados no Brasil para determinar a composição química das amostras de biodiesel. Existem diversas técnicas analíticas para quantificação, caracterização e detecção dos ácidos graxos presentes no biodiesel. As técnicas de cromatografias mais usadas são cromatografia líquida e a cromatografia gasosa. A cromatografia gasosa é um método de separação, de alta viabilidade, muito usada no processo de separação de ácidos graxos em gorduras, óleos e ésteres. Esta técnica permite a separação dos ácidos graxos de cadeias curtas. O presente trabalho tem como objetivos estabelecer os perfis de ácidos graxos por cromatografia gasosa dos óleos utilizados no processo de produção do biodiesel: óleo de Soja, óleo de coco e óleo Algodão. A fim de determinar a composição química das amostras de biodiesel será utilizado colunas cromatográficas com diferentes métodos e padrões para a análise quantitativa e além disso será feito uma análise qualitativa. Privilegiando a execução de análises rápidas e a simplificação dos equipamentos minimizando assim os custos da produção do biodiesel. Com o estudo espera-se realizar um estudo a partir da transesterificação do óleo de soja, coco e algodão pela rota metílica, realizar análises de cromatografia gasosa identificando assim a quantidade de ésteres presentes nas amostras de biodiesel.

**Palavras-chave:** Cromatografia Gasosa, Metanol, Transesterificação.

**Agradecimentos:** Laboratório de Máquinas Agrícolas labmaq, Flávio Castro da Silva, Juan Fernando Herrera Guardiola.



## APROVEITAMENTO DAS BIOENERGIAS – UMA REALIDADE

Eliel M. Demberg<sup>1</sup>, Iago B. Pinto<sup>2</sup>, Lucas S. Costa<sup>3</sup>, Luiz Felipe Leitão<sup>4</sup>, Antônio Medeiros<sup>5</sup>  
& Leandro Vahia Pontual<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química, UNIAN, Niterói, RJ, eliel.macharet@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Química, UNIAN, Niterói, RJ, iagobarrospinto@gmail.com

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Química, UNIAN, Niterói, RJ, lcosta2010@hotmail.com

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Química, UNIAN, Niterói, RJ, luizoliveirag@gmail.com

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Química, UNIAN, Niterói, RJ, antoniomedeiros@gmail.com

<sup>6</sup> Doutorando em Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ, leandrovahiapontual@gmail.com

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O setor produtivo aliado a pesquisa fortalece o país e por consequentemente a sociedade. Os avanços tecnológicos fomentados pelo poder público e pelo setor produtivo quando aplicados no sistema de produção tendem a aumentar sua eficiência e competitividade. A base de toda produção está diretamente relacionada ao uso de energias (matriz energética). Quanto maior for o desenvolvimento produtivo do país maior é sua demanda por energias. As diferentes fontes de bioenergias são realidade e necessidade. Dentre as pesquisas mais promissoras esta revisão da literatura especializada busca apontar áreas de especial aderência e interesse para o Brasil. Os grandes potenciais bioenergéticos hoje com aplicação em larga escala e de alta eficiência são: biocombustíveis a partir de biomassa algal (micro e macroalgas); biogás a partir de lixo, esgotos domésticos e resíduos agropecuários e industriais. Para tal as algas e microalgas associadas a produção de biomassa para biodiesel reforçam o caráter sustentável de aproveitamento das valências naturais do território brasileiro. A algicultura possui facilidade de manejo e baixo custo de manutenção, técnicas de processo e produção demonstram um excelente caminho para aumentar a eficiência. Como proposta técnica a fechar o ciclo de geração energética limpa a conversão do refugo do biodiesel alinhasse a uma proposta de geração do biogás, resguardo hídrico e retorno de fertilização para os campos.

**Palavras-chave:** Biodigestor. Energia. Sustentável.



## APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Alexandre Travassos Sesto <sup>1</sup>, Douglas Alves Barbosa <sup>2</sup>, Mariana Cordeiro Alexandrino da Conceição <sup>3</sup>, Pedro Paulo Duarte <sup>4</sup>, Thiago Santana Novato <sup>5</sup>, Wallace da Silva Sol <sup>6</sup>, Amaury da Motta Figueira <sup>7</sup>, Leandro Vahia Pontual <sup>8</sup>

<sup>1</sup> Graduando em engenharia civil, UNIAN, Niterói-RJ, alexandresesto@ig.com.br;

<sup>2</sup> Graduando em engenharia civil, UNIAN, Niterói-RJ, douglasalvesbarbosa@outlook.com;

<sup>3</sup> Graduanda em engenharia civil, UNIAN, Niterói-RJ, mariana.alexandrino@hotmail.com;

<sup>4</sup> Graduando em engenharia civil, UNIAN, Niterói-RJ, ppdsantos2012@hotmail.com;

<sup>5</sup> Graduando em engenharia civil, UNIAN, Niterói-RJ, thiagonovato1@hotmail.com;

<sup>6</sup> Graduando em engenharia civil, UNIAN, Niterói-RJ, wallace.sol@hotmail.com;

<sup>7</sup> Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, amaury.figueira@anhanguera.com

<sup>8</sup> Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, leandrovahiapontual@gmail.com

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A água doce é um recurso finito. O crescimento da população mundial e ainda consequente poluição da rede hídrica tem tornado os recursos hídricos cada vez mais vulneráveis. O aproveitamento e ou captação das águas das chuvas, formadas pelo processo de evaporação das águas tanto doces quando salgadas presentes na superfície terrestre, mostra-se uma alternativa excelente e de extrema importância para substituição de água doce para fins não potáveis através do processo de captação adequada do mesmo. O objetivo do trabalho é explanar sobre os meios de captação de águas de chuva como fonte alternativa ao uso de água doce em atividades diárias humanas. O desenvolvimento e execução do presente trabalho foram baseado em revisões bibliográficas e pesquisas documentais sobre o tema no qual serão expostos dados técnicos sobre a metodologia construtiva e benefícios comprovados por outros autores experimentalmente. Em primeiro plano foi apresentado o conceito de aproveitamento de água de chuva destinado a fins não potáveis. Em seguida, explanado sobre os equipamentos e formas de aplicação para realizar a captação de águas pluviométricas e seu aproveitamento para fins humanos. E para finalizar, os apresentados dados estatísticos relacionados ao consumo médio diário e a economia obtida na utilização de meios para captação de águas pluviais. Foram considerados meios no qual pode ser realizada a captação de águas pluviais aplicados a fins não potáveis evidenciando as formas de usar conscientemente os recursos naturais trazendo vantagens econômicas associadas a melhorias para toda população objetivando de amenizar os crescentes impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Captação de água de chuva; Pluviometria.

**Agradecimentos:** Faculdade Anhanguera.



## AQUAPONIA: RELAÇÃO HARMÔNICA ENTRE PEIXES, PLANTAS E BACTÉRIAS

Thiago Rodrigues Nunes<sup>1</sup>, Amaury da Motta Figueira<sup>2</sup>, Leandro Vahia Pontual<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, Rio de Janeiro, thiagonunessg@hotmail.com

<sup>2</sup>Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, amaury.figueira@anhanguera.com

<sup>3</sup>Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, leandrovahiapontual@gmail.com

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

As sociedades contemporâneas enfrentam graves problemas relacionados com a crise ambiental. Após milênios de desenvolvimento humano, aumento da população mundial e a falta de zelo com os recursos hídricos, a degradação do meio ambiente é um fato. Neste sentido, o presente trabalho tem como principal objetivo, apresentar vantagens de sistemas aquapônicos para a produção de alimentos em escala domiciliar. Como objetivos específicos, pretende-se, avaliar custos de equipamentos e apresentar conceitos de aquicultura, hidroponia e atividade bacteriana. O projeto conta com diferentes ambientes de cultivos dimensionados para possibilitar o crescimento de diversas formas de vidas, a saber: peixes, plantas e bactérias, segundo suas necessidades específicas. Constantemente, devem ser aferidos a quantidade de oxigênio dissolvido, temperatura, ph e os níveis de amônia, nitrito e nitrato. Artigos científicos disponíveis na internet, documentos técnicos da Embrapa Tabuleiros Costeiros e outros, nortearam a pesquisa. Constatou-se que os filtros decantadores são muito mais eficientes na eliminação dos dejetos dos peixes e restos de alimentos do que outros tipos de filtros. Espécies nativas e exóticas de peixes assim como grande variedade de hortaliças adaptam-se bem ao sistema. Alguns vegetais mais exigentes necessitam de complementação nutricional.

**Palavras-chave:** Aquaponia, Hidroponia, Aquicultura.

**Agradecimentos:** Faculdade Anhanguera Niterói



## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E RENDIMENTO DA PURIFICAÇÃO DE BIOGÁS, ATRAVÉS DE FILTRO PREENCHIDO DE BIOCHAR

André Luiz Fernandes de Amorim<sup>1</sup>, Roberta Jimenez de Almeida Rigueira<sup>2</sup>, Leandro Vahia Pontual<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenheiro Ambiental, UFF, Niterói, RJ, [andreamorim27@gmail.com](mailto:andreamorim27@gmail.com).

<sup>2</sup> ProfessoraDoutora em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa, MG, [rjarigueira@id.uff.br](mailto:rjarigueira@id.uff.br).

<sup>3</sup> Doutorando em Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ, [leandrovahiapontual@gmail.com](mailto:leandrovahiapontual@gmail.com).

Apresentado no

III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017

12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil.

### Resumo

Formando-se a partir da decomposição da matéria orgânica, por meio da Arqueas Metanogênicas e com auxílio das bactérias anaeróbicas, o biogás é constituído em sua maioria por metano (CH<sub>4</sub>) e gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Sua eficiência energética aumenta, à medida que haja um percentual de metano superior em relação aos outros gases existentes em sua composição, atingindo seu máximo rendimento com sua transição para biometano. Este processo é denominado como purificação de biogás. O presente trabalho tem por objetivo, avaliar os resultados de acordo com o grau de pureza do biogás produzido, em paralelo com o biogás tratado. Dentre as metodologias testadas, o uso de um filtro de carvão ativado, foi a escolhida. O biochar consiste em um composto químico, rico em carbono e gerado em um ambiente com baixos níveis de oxigênio. Associado à cadeia de bioenergia, pode ser produzido a partir de um sistema de resíduos orgânicos. O biochar *in natura*, foi condicionado em um filtro cilíndrico, vedado hermético, com entrada e saída de gás, para que sua parte fosse filtrada, formando cartuchos de filtração. Considerado uma técnica promissora para restaurar solos, o biochar proporciona um aumento dos estoques de carbono em longo prazo, da produtividade florestal e de retenção hídrica. A microporosidade do Biochar possibilita, quando este é misturado ao solo, um forte poder adsorvente de água e nutrientes, disponibilizando-os as raízes de plantas.

**Palavras-chave:** Eficiência, Carvão Ativado, Biochar, Filtro



## BIORREMEDIAÇÃO MICROBIANA

Yasmim Rodrigues Lopes Pires<sup>1</sup>, Claudia Luiza Sousa Soares<sup>2</sup>, Viviane de Silva Brito<sup>3</sup>, Luiz Augusto Cescon Tavares<sup>4</sup>, Leandro Vahia Pontual<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental, UNIAN, Niterói, RJ, yasmimrodrigueszz@gmail.com

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental, UNIAN, Niterói, RJ, claudialuiza.soares@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental, UNIAN, Niterói, RJ, vivibrito29@gmail.com

<sup>4</sup> Professor Mestre do Curso de Engenharia Ambiental, UNIAN, Niterói, RJ, luiz.cescon@anhanguera.com

<sup>5</sup> Professor Mestre do Curso de Engenharia Ambiental, UNIAN, Niterói, RJ, leandrovahiapontual@gmail.com

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A biorremediação microbiana associada a plantas tem sido utilizada a partir de técnicas para remover ou reduzir poluentes como metais pesados no ambiente. Esse método é comumente utilizado para tratamento de água superficiais, subterrâneas, solos, aterros, áreas de contenção e até mesmo resíduos industriais. O método biológico, segundo a literatura atual, vem demonstrando ser uma maneira mais eficaz para se aplicar, além de conter menores custos. As principais técnicas estudadas neste trabalho foram: Atenuação Natural, Bioaugmentação, Bioestimulação, Fitorremediação, *Landfarming*, Compostagem e Biorreatores. O objetivo principal desta revisão foi demonstrar a capacidade dos microorganismos, principalmente as bactérias e fungos, de degradar agentes poluidores, sendo na maioria das vezes substâncias mais simples e menos tóxicas, aderentes a resolução CONAMA nº420. O trabalho relatou, em particular, que a remediação promovida por bactérias pode ser apontada como, melhor relação custo benefício. Dado que o cultivo desses microorganismos são de fácil controle, e as técnicas moleculares são acessíveis. A pesquisa demonstrou a influência da diversidade sobre a em relação as espécies de bactérias que são aplicadas nessa técnica, algumas com função de degradar substratos insolúveis em água como os hidrocarbonetos e algumas delas são capazes de produzir biossurfactantes. Fatores como a biossegurança no trato de organismos geneticamente modificados (OGM's) foram considerados de baixo risco e significativo sucesso para o tratamento de áreas contaminadas.

**Palavras-chave:** Microorganismos, Contaminação, Biossegurança.

**Agradecimentos:** Centro Universitário Anhanguera de Niterói



## COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DE FOSSAS SÉPTICAS EM MEIO RURAL

Pedro Henrique de Noronha Martins<sup>1</sup>, Daiane Cecchin<sup>2</sup>, Pedro Ivo Sodré Amaral<sup>3</sup>, Francine Aparecida Sousa<sup>4</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>5</sup>, Hellen Rigo Fabrício<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, mestrando em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [pnoronha@id.uff.br](mailto:pnoronha@id.uff.br)

<sup>2</sup> Dra em Engenharia Agrícola, Professora na Pós-graduação em Engenharia de Biosistemas – UFF. Niterói-RJ

<sup>3</sup> Dr. em Engenharia Agrícola, Professor na Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, Alfenas -MG.

<sup>4</sup> Dra em Engenharia Agrícola, Gerente de Limpeza Pública de Aracruz-ES.

<sup>5</sup> Pós Doutoranda em Engenharia de Biosistemas – UFF. Niterói-RJ

<sup>6</sup> Engenheira Eletricista, mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF. Niterói-RJ

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Os problemas relacionados à falta d'água e o comprometimento de sua potabilidade tornaram-se recorrentes e afetam cada vez mais pessoas no Planeta. O desenvolvimento sustentável é essencial para manutenção da vida na Terra e para isso a conservação dos recursos hídricos é de extrema importância, tornando-se assim, necessário tratar os efluentes antes de devolvê-los à natureza. 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 projeto é comparar diferentes materiais para construção de fossas sépticas (concreto, pneus e caixas d'água). Os sistemas de tratamento de dejetos serão construídos na zona rural do Município de Trajano de Moraes no centro norte do estado do Rio de Janeiro. O efluente será submetido a análises de Demanda bioquímica de oxigênio (Dbo) e da Demanda química de oxigênio (Dqo), para a determinação da eficiência de cada material empregado. Os custos e as peculiaridades da instalação/manutenção de cada fossa também serão analisados. Com o estudo espera-se demonstrar a eficiência desses materiais alternativos, viabilizando o emprego dos mesmos em mais construções rurais.

**Palavras-chave:** Construções Rurais, Recursos Hídricos, Sustentabilidade, Tratamento de esgoto.

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ



## DÉFICIT HÍDRICO EM PLANTAS DE *Carapichea ipecacuanha*

Lilian Thurler Nogueira<sup>1</sup>, Caíssa Machado Perucci Pereira dos Santos<sup>2</sup>, Osmar Alves Lameira<sup>3</sup>, Daiane Cecchin<sup>4</sup>, Daniela Marques Correia<sup>5</sup>, Ana Carolina Barbosa do Canto<sup>5</sup>, Raphael Martins Page<sup>5</sup>, Hugo Vieira Andrade<sup>5</sup>, Thelma de Barros Machado<sup>6</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>7</sup>, Luis Willian Pacheco Arge<sup>8</sup>, Cristina Moll Hüther<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola, mestrando em Engenharia de Biosistemas – UFF. [lilianthurler@id.uff.br](mailto:lilianthurler@id.uff.br)

<sup>2</sup> Engenheira Ambiental e Sanitário, Mestre em Engenharia de Biosistemas, UFF. [caissaperucci2@gmail.com](mailto:caissaperucci2@gmail.com)

<sup>3</sup> Agrônomo, Mestre e Doutor em Agronomia – UFRA. Pesquisador Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Laboratório de Biotecnologia, Marco, Belém, PA, Brasil. CEP: 66095100. E-mail: [osmar.lameira@embrapa.br](mailto:osmar.lameira@embrapa.br)

<sup>4</sup> Engenheira Agrícola, Mestre e Doutora em Eng. Agrícola – UFLA. Professora, UFF. [daianececchin@yahoo.com.br](mailto:daianececchin@yahoo.com.br)

<sup>5</sup> Iniciação Científica. Departamento Engenharia Agrícola e Meio Ambiente. UFF.

<sup>6</sup> Farmacêutica, Mestre e Doutora em Química de Produtos Naturais, UFRJ. Professora, UFF. [the134@gmail.com](mailto:the134@gmail.com)

<sup>7</sup> Agrônomo, Mestre em Meteorologia Agrícola e Doutor em Engenharia Agrícola - UFV. Professor, Coordenador da Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF. E-mail: [crpereira@vm.uff.br](mailto:crpereira@vm.uff.br)

<sup>8</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. Brasil. E-mail: [l.willianpacheco@yahoo.com.br](mailto:l.willianpacheco@yahoo.com.br)

<sup>9</sup> Bióloga, Mestre e Doutora em Fisiologia Vegetal - UFPel - RS, Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense (UFF). e-mail: [cristinahuther@yahoo.com.br](mailto:cristinahuther@yahoo.com.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A Ipeca é uma planta de alto valor econômico, que devido à produção de componentes como a emetina e a cefalina em suas raízes, possui grande importância para a indústria farmacêutica. Ela está presente em florestas tropicais na América Central, e na Mata Atlântica na América do Sul, sendo caracterizada como uma espécie de áreas sombreadas. Devido ao extrativismo irrestrito e ao desmatamento das florestas, a Ipeca está ameaçada de extinção em algumas regiões do Brasil. Com isso, é necessária a realização de estudos que possibilitem alternativas de manejo dessa espécie, para que se possibilite o seu cultivo de forma adequada, sem que haja diminuição nos seus princípios ativos, ou que venha a proporcionar uma maior quantidade e qualidade desses metabólitos de interesse, pois estudos indicam que podem ocorrer variações na produção de compostos devido a diferentes formas de manejo, bem como indução de diferentes tipos de estresse. Sendo assim, o objetivo é verificar em aspectos fisiológicos e moleculares a resposta da Ipeca em diferentes condições de luminosidade e sob estresse hídrico. Para isso, as plantas oriundas de sombreamentos em 50, 70 e 90% serão cultivadas em vasos contendo 8 litros de areola e submetidas ao déficit hídrico por 30 dias. Análises da fluorescência da clorofila, teores de pigmentos, prolina, emetina e cefalina serão conduzidas ao longo desse período, sendo ao final analisado também enzimas antioxidantes e verificação da expressão genética de genes alvo. Como resultado esperado se busca meios mais rentáveis de produção de emetina e cefalina em ambientes controlados.

**Palavras-chave:** ipeca, radiação, emetina, cefalina



## DETECÇÃO DE FOCOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS A PARTIR DE SENSORES DE BAIXO CUSTO, UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO

Thayane Caroline Santos Gomes<sup>1</sup>, Lucas da Cruz Ramos<sup>2</sup>, Juliana Alves V. Martins<sup>3</sup>, João Victor M. Vidal da Vinha<sup>4</sup>, Natália Bertagna Peixoto Barbosa<sup>5</sup>, Jorge Gabriel Teixeira Lourenço<sup>6</sup>, Thaís Moreira Guimarães<sup>7</sup> e Marcio Cataldi<sup>8</sup>

<sup>1,3,5</sup> Graduanda em Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ, [thgomes@id.uff.br](mailto:thgomes@id.uff.br)

<sup>2,4,6</sup> Graduando em Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente - UFF, Niterói-RJ,

<sup>7</sup> Engenheira Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ,

<sup>8</sup> Doutor em Engenharia Civil, Depto. de Engenharia Agrícola e do Meio Ambiente - UFF, Niterói - RJ

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Incêndios florestais são eventos danosos para a fauna e flora. A ocorrência das queimadas em florestas tem aumentado significativamente, devido as alterações climáticas, e, principalmente, a ação antrópica. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo desenvolver uma rede de sensores capaz de detectar focos de incêndios florestais em seu princípio, a fim de combatê-los rapidamente. Em busca de uma melhor precisão no monitoramento, dois sensores funcionam interligados, tendo como base a plataforma Arduino, sendo um o sensor de fumaça e o outro de calor. O primeiro – sensor de gás inflamável e fumaça MQ2, detecta concentrações de gases combustíveis e fumaça no ar, o segundo - sensor de chama e fogo, detecta a presença de fogo ou outros comprimentos de onda de luz entre 760nm a 1100nm. Na medida em que forem detectados parâmetros acima do normal, será emitido um alerta de incêndio indicando a intensidade e o local do evento para que as ações necessárias sejam tomadas. A primeira calibração foi realizada no horto viveiro da Universidade Federal Fluminense, a segunda, em local parcialmente aberto próximo ao Bloco H da Praia Vermelha, e a terceira no Parque Nacional de Itatiaia - RJ, parceiro da UFF neste estudo. Através dos resultados obtidos criou-se uma escala com as classes: sem fumaça, fumaça normal, moderada, alerta e incêndio. Visando a proteção dos componentes do sensor que não podem estar expostos diretamente a radiação solar, projetou-se um abrigo que será impresso em 3D, tornando possível a proteção do sensor e captação dos dados.

**Palavras-chave:** Instrumentação de baixo-custo, Monitoramento Ambiental, Queimadas.

**Agradecimentos:** UFF, Parque Nacional de Itatiaia, ICMbio.



## DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CULTURA DE *Spilanthes oleraceae* L. E SUA INFLUÊNCIA SOBRE A PRODUÇÃO DE ESPILANTOL

Euclides Lee Neto<sup>1</sup>, Thelma de Barros Machado<sup>2</sup>, Marcelo Luz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, mestrando em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, [euclideslee@id.uff.br](mailto:euclideslee@id.uff.br)

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [the134@gmail.com](mailto:the134@gmail.com)

<sup>3</sup> Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRB, Rio de Janeiro-RJ, [marcelo@jbrj.gov.br](mailto:marcelo@jbrj.gov.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O estudo das melhores práticas de propagação de espécies vegetais de interesse econômico é imperativo para o desenvolvimento de tecnologias agrícolas direcionadas à novas culturas, produzindo maior eficiência econômica na instalação e condução do plantio, com consequente impacto na produtividade. O presente estudo tem como objetivos determinar o  $K_c$  (Coeficiente de cultura) de *Spilanthes oleracea* e analisar as respostas dos indivíduos quanto ao teor de seu marcador químico espilantol em condição de verão do Leste Fluminense. O experimento está sendo desenvolvido em casa de vegetação localizada no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. A evapotranspiração da cultura será medida diariamente pelo método de Penman-Monteith baseado nas condições climáticas mensuradas por meio de duas estações meteorológicas *Watchdog* posicionadas internamente e externamente à casa de vegetação. O experimento avaliará o crescimento de 16 indivíduos em um arranjo de 4x4, dos quais 7 indivíduos terão seus pesos monitorados à todo momento por mini-lisímetros ligados a um *Datalogger* que registrará os dados e acionará a irrigação por gotejamento. Pretende-se obter o resultado da diferença entre evapotranspiração do Jambú pela evapotranspiração de referência. Para a análise dos teores de espilantol, folhas e flores de *S. oleracea* serão desidratadas em estufa com circulação de ar forçada à 35°C, extraídas com metanol por maceração à frio e os extratos concentrados sob pressão reduzida. O teor de espilantol nos extratos será quantificado por CLAE-DAD utilizando uma curva analítica construída com um padrão de espilantol. Pretende-se identificar se diferentes condições de irrigação para a cultura de *S. oleracea* têm influência sobre a produção de espilantol.

**Palavras-chave:** Eficiência do uso da água, Jambú, agricultura de precisão

**Agradecimentos:** PROEXT, MTE, Programa Fitoterápico Farmácia Viva (UFF)



## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E SAZONAL DA CHUVA NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE- RJ

Orlindo Gomes de Farias<sup>1</sup>, José Francisco de Oliveira Júnior<sup>2</sup>, Gustavo Bastos Lyra<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Graduado em Geografia, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, [ofarias@id.uff.br](mailto:ofarias@id.uff.br)

<sup>2</sup> Professor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [junior\\_inpe@hotmail.com](mailto:junior_inpe@hotmail.com)

<sup>3</sup> Professor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [gblyra@gmail.com](mailto:gblyra@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O Estado do Rio de Janeiro apresenta uma distribuição diversificada da chuva. Essa heterogeneidade se deve a variabilidade espaço-temporal dos sistemas meteorológicos e sua interação com a complexa topografia. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar o comportamento espaço-temporal da chuva na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande (RHBIG) e a sua relação com o modo de variabilidade climática El Niño-Oscilação Sul (ENOS). As séries temporais recentes (entre 1983 e 2012) acrescidas de séries antigas (entre 1951 e 1982) das estações pluviométricas da RHBIG e do seu entorno consistirão numa série histórica mais longa. A nova série será revisada e as falhas serão devidamente preenchidas. A partir disso, serão calculados os totais anuais e as médias mensais da chuva. A distribuição das chuvas na RHBIG será feita via método de interpolação matemática. Os métodos de interpolação que serão comparados são: Mínima Curvatura, IDW, Krigagem e Cokrigagem. E em seguida, os métodos serão avaliados via índices estatísticos. Espera-se com este estudo, analisar o índice pluviométrico correlacionando com os sistemas meteorológicos atuantes e com as características fisiográficas locais, além de verificar qual o interpolador mais eficiente na representação da chuva na região estudada.

**Palavras-chave:** RHBIG, estações pluviométricas, interpolação, ENOS.

**Agradecimentos:** Agência Nacional de Águas (ANA), Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado do São Paulo (DAEE).



## EFEITO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL EM TRÊS ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA NO MUNICÍPIO DE NITERÓI, RJ

Gustavo da Silva Demamam Berna<sup>1</sup>, Pedro Jordão Ferreira de Castilho<sup>2</sup>, Cláudio Belmonte de Athayde Bohrer<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Biólogo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [gustavoberna@id.uff.br](mailto:gustavoberna@id.uff.br),

<sup>2</sup>Engenheiro Mecânico, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [pedrocastilho@id.uff.br](mailto:pedrocastilho@id.uff.br)

<sup>3</sup>Engenheiro Florestal, Mestre em Manejo de Recursos Naturais e Doutor em Geografia - University of Edinburgh, [cbohrer@id.uff.br](mailto:cbohrer@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ameaçados de extinção do mundo e por conta disso nas últimas décadas tem se acentuado a importância dos serviços ecossistêmicos prestados para homeostase por essa floresta como de regulação do clima, fixação de carbono, manutenção de água, conservação do solo, abrigo e manutenção de fauna e flora e fluxo genético. O objetivo do estudo é avaliar a influência das variáveis ambientais, sobre os efeitos de regeneração e recuperação local de acordo com o sucesso do crescimento da floresta em três áreas de restauração florestal no município de Niterói, RJ. O método aplicado consiste em avaliar as variáveis, Relevo (Altitude, Declividade e Aspecto), Temperatura, Precipitação e Umidade Relativa, que apresentem maior significância quanto aos dados coletados nas áreas de restauração e fazer a análise de variância (ANOVA) dos resultados esperados. Os dados medidos serão: a altura (m) e o diâmetro (cm) (DAP) das espécies *in loco*. À medida que os dados forem analisados far-se-á um cálculo para o coeficiente de correlação entre as variáveis secundárias em função das duas variáveis contínuas medidas em campo. Realizar-se-á também, análises de dados em diferentes métodos estatísticos a partir de ferramentas como o *software* SISVAR e o *software* MS EXCEL. Posteriormente, os dados serão agrupados e correlacionados para que se determinem as variáveis significativas que influenciam este ecossistema local estudado.

**Palavras-chave:** Fitossociologia, crescimento vegetativo, variáveis físicas e meteorológicas.

**Agradecimentos:** UFF, PGEB, DEPARTAMENTO GEOCIÊNCIAS DA UFF.



## ESPECULAÇÃO VERDE – ESTUDO DE CASO DE ÁREAS PRESERVADAS NA CIDADE DE NITERÓI/RJ

Leandro Vahia Pontual<sup>1</sup>, Maria Alejandra Rico Perez<sup>2</sup>, Fernando Benedicto Mainier<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ, [leandrovahiapontual@gmail.com](mailto:leandrovahiapontual@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ, [marialejandra.rico@gmail.com](mailto:marialejandra.rico@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor Doutor da Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ, [fmanier@uol.com.br](mailto:fmanier@uol.com.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O desenvolvimento é pertinente ao ser humano e sua impactante existência. Este quando ocorre harmoniosamente pode, contrariando a entropia dos sistemas urbanos, objetivar um transcurso sustentável. Em Niterói o PARNIT (decreto que resguarda áreas verdes no município) avançou politicamente como instrumento para preservar, mas para conter, na prática, a pressões da ocupação irregular precisa ser articulado. Há muitos estudos sobre a especulação imobiliária e facilmente este termo é utilizado como referência de degradação de ambientes naturais. No entanto, para melhor subsidiar iniciativas ambientalmente sustentadas é preciso entender o processo de ocupação das áreas. O objetivo foi avaliar o contexto histórico de uso e ocupação de 3 áreas ambientalmente representativas em Niterói. As áreas de estudo localizam-se em região que registra expressivo aumento populacional, principalmente em decorrência dos impactos do Túnel Charitas/Cafubá e grande sinergismo com áreas demarcadas pelo PARNIT. Foram utilizadas ortofotos históricas e atuais, bem como ferramentas de georeferenciamento. As ações públicas e privadas sobre áreas foram avaliadas quanto a impactos positivos ou não para o município. Foi proposto o modelo de parcerias e estratégias de desenvolvimento da região com o desenvolvimento do termo “Especulação Verde”. Termo que representa o especular no seu sentido de pesquisar ações positivas para o meio, uma vez que a preservação é justamente o maior apelo para valorização do espaço. Os onerosos esforços para se evitar ocupações irregulares e complexa logística de gerenciamento sistemático destas áreas, ao longo de décadas, por parte da iniciativa privada representou significativos ganhos ambientais demonstrados a partir dos quadros comparativos.

**Palavras-chave:** Especulação Verde, Avaliação histórica, Áreas Verdes

**Agradecimentos:** Ao Laboratório LEMMA/UFF



## **ESTADO DA ARTE DA ABORDAGEM METODOLÓGICA DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DOS SOLOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

Gustavo Cesar Araújo de Almeida<sup>1</sup>, Aline Pacobahyba Oliveira<sup>2</sup>, Rachel Bardy Prado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrícola, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, [gustavo.caa@gmail.com](mailto:gustavo.caa@gmail.com)

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Solos e Nutrição de Plantas – UFV. Embrapa Solos, [aline.oliveira@embrapa.br](mailto:aline.oliveira@embrapa.br)

<sup>3</sup>Bióloga, Mestre e Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental – EESC/USP. Embrapa Solos, [rachel.prado@embrapa.br](mailto:rachel.prado@embrapa.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A demanda global por alimentos tem crescido significativamente a cada ano, assim como os impactos negativos que o modelo convencional de agricultura vem ocasionando, não somente ao meio ambiente, mas à sociedade como um todo. Os sistemas agroflorestais (SAF's), caracterizados pelo consórcio de culturas agrícolas com arbóreas, são concebidos como relevantes alternativas para o uso eficiente da terra, além de prestarem diversos serviços ecossistêmicos (SE). Neste contexto, o trabalho tem como objetivo realizar um levantamento na literatura dos métodos e indicadores utilizados na avaliação dos SE dos solos sob SAF's a fim de obter um panorama dos estudos mais comumente realizados neste âmbito. A metodologia consistiu no levantamento bibliográfico a partir das palavras-chave (“agrofloresta” e “serviços ecossistêmicos do solo” em português e; “agroforestry” and “soil ecosystem services” em inglês), com consultas às bases nacionais da Embrapa (Alice, BDPA, Infoteca e Sabiia) e às bases internacionais (Science Direct, Scopus e Web of Science). Foram obtidas a partir dos termos de busca aplicados 11 publicações no ScienceDirect, 22 no Scopus e 2 no Web of Science, já nas bases da Embrapa foram obtidas 4 publicações. Os SE dos solos mais comumente estudados, principalmente nos países tropicais, foram da categoria Regulação, sendo eles: controle da erosão, estoque de carbono, taxa de infiltração, porosidade do solo e facilitação da absorção de nutrientes pelas plantas. Assim, conclui-se que devem ser realizados mais estudos sobre os SE dos solos em SAF's, com o intuito de abarcar todas as demais categorias, levando em conta a sua multifuncionalidade.

**Palavras-chave:** Serviços Ambientais, Agrofloresta, SAF.



## ESTUDO DO PALEOAMBIENTE ATRAVÉS DA ANÁLISE DE CARVÕES: DIVERSIDADE E CRONOLOGIA

Bruna Brandão<sup>1</sup>, Kita Macario<sup>2</sup>, Rita Scheel-Ybert<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Física, mestranda em Engenharia de Biosistemas –UFF, Niterói-RJ, [brunabrandaobp@hotmail.com](mailto:brunabrandaobp@hotmail.com)

<sup>2</sup> Física, PhD em Geocronologia-OX, Oxford-UK, [kitamacario@gmail.com](mailto:kitamacario@gmail.com)

<sup>3</sup> Ciências Biológicas, Doutorado em Biologia de Populações e Ecologia-UM, Montpellier- OC, [scheelybert@mn.ufrj.com](mailto:scheelybert@mn.ufrj.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

O Brasil é conhecido por sua riqueza e biodiversidade, sendo o litoral brasileiro parte integrante desses aspectos. O estado do Rio de Janeiro e sua região litorânea com o tempo vêm perdendo parte dessa característica graças às atividades de cunho industrial, ações antrópicas e a crescente ocupação da região, que vêm constantemente transformando a paisagem antes dominada por uma diversidade de espécies vegetais. Afim de coletar dados que auxiliem no conhecimento da composição e na preservação da flora nativa litorânea fluminense, o presente trabalho trata de um estudo paleoambiental da região da Baía de Guanabara, através da análise de amostras de carvão arqueológico retiradas do sambaqui de Sernambetiba e sambaqui dos Amourins. Para tal estudo estão sendo utilizadas a técnica de antracologia, baseada na observação e caracterização de fragmentos de madeira carbonizados e a técnica de datação por Radiocarbono, permitindo a construção de um modelo cronológico sequencial para a arqueostratigrafia dos sítios estudados. O objetivo deste estudo é, portanto, contribuir para o entendimento da dinâmica de ocupação e transformação da área estudada e da sua vegetação, possibilitando a catalogação das espécies que ocupavam a região litorânea do Rio de Janeiro resultando em uma avaliação da modificação ambiental mais completa.

**Palavras-chave:** Antracologia, Espectrometria, Paleoambiente, Modelagem

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, Museu Nacional UFRJ



## **ESTUDO DO POTENCIAL DE AUMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA GLOBAL DO BIOGÁS, UTILIZANDO A REFORMA SECA DO METANO A PARTIR DE CATALISADORES DE NÍQUEL E/OU COBALTO**

Luiz Guilherme C. Chagas<sup>1</sup>, Andressa A. A. da Silva<sup>2</sup>, Leandro V. Pontual<sup>3</sup>, Lisiane V. Mattos<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química, UFF, Niterói, RJ, [luizguilhermecardoso97@gmail.com](mailto:luizguilhermecardoso97@gmail.com)

<sup>2</sup> Pós Doc da Engenharia Química, UFF, Niterói, RJ, [andressaas@yahoo.com.br](mailto:andressaas@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Doutorando em Engenharia Civil, UFF, Niterói, RJ, [leandrovahiapontual@gmail.com](mailto:leandrovahiapontual@gmail.com)

<sup>3</sup> Professora Doutora em Engenharia Química, UFF, Niterói, RJ, [lisiane@vm.uff.br](mailto:lisiane@vm.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

Segundo o plano nacional de resíduos sólidos, apesar da expressiva quantidade de resíduos sólidos urbanos apresentar alto percentual de matéria orgânica, esta é tratada como passivo ambiental ou timidamente em iniciativas de compostagem. O resíduo domiciliar, por não ser coletado adequadamente, acaba sendo encaminhado para disposição final, juntamente com os resíduos orgânicos, subaproveitando seu grande potencial energético. A decomposição anaeróbica da matéria orgânica produz o biogás que é composto majoritariamente por metano e gás carbônico. Esses gases podem ser utilizados para a produção de hidrogênio, através da reforma seca do metano, com o auxílio de catalisadores. Esse estudo tem como objetivo analisar a reação de reforma seca do metano. Toma-se como referência as concentrações de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> observadas no processo de decomposição realizado nos reatores do LEMMA, estando o CH<sub>4</sub> e o CO<sub>2</sub> na proporção do biogás produzido através de restos de matéria orgânica do restaurante universitário da UFF. Utilizam-se como catalisadores níquel e cobalto, em diferentes proporções, suportados em óxido de cério disperso em alumina. A conversão do metano e produção de hidrogênio em diferentes condições reacionais será analisada, objetivando-se aumentar a eficiência na produção de H<sub>2</sub>, tendo em vista que um empecilho para esse processo é a alta demanda energética necessária para que a reação ocorra, devido ao seu alto caráter endotérmico.

**Palavras-chave:** Ni/Co; Biogás; Reforma seca



## FATORES AMBIENTAIS E HUMANOS E SUA INFLUÊNCIA NA DINÂMICA DOS FOCOS DE CALOR VIA SATÉLITES AMBIENTAIS NO BIOMA MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Sara dos Santos Clemente<sup>1</sup>, José Francisco de Oliveira Junior<sup>2</sup>, Marco Aurélio Passos Louzada<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Bióloga, mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, [clemente.bio@gmail.com](mailto:clemente.bio@gmail.com)

<sup>2</sup> Meteorologista, Pós doutor em Engenharia Mecânica- UFAL, Maceió-AL, [junior\\_inpe@hotmail.com](mailto:junior_inpe@hotmail.com)

<sup>3</sup> Biólogo, Doutor em Ecologia – IFRJ, Nilópolis-RJ, [marco.louzada@ifrj.edu.br](mailto:marco.louzada@ifrj.edu.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Os incêndios e queimadas (ou focos de calor) no Mata Atlântica são motivo de preocupação, uma vez que esse bioma é o mais devastado do país. Considerado um *hot spot*, esse bioma possui a maior biodiversidade do planeta, abrigando espécies endêmicas e a ocorrência de incêndios florestais é uma grande ameaça. Portanto, este trabalho avaliou a influência dos fatores climáticos e humanos na dinâmica dos focos de calor no estado do Rio de Janeiro. Os dados de focos de calor via satélites ambientais são referentes ao período de 1998 a 2016 obtidos do Banco de dados de Queimadas (BDQueimadas) do INPE/CPTEC. Os dados foram correlacionados com IDH, População média e Densidade demográfica dos dois últimos censos demográficos do país via IBGE por meio do modelo de regressão linear múltipla (MRLM). Os resultados preliminares demonstraram para cada região de Governo existir uma relação direta entre a população e densidade demográfica com o aumento dos focos de calor. No censo de 2000, a regressão mostrou que os focos das regiões Norte ( $R^2 = 0,98$ ) e Noroeste ( $R^2 = 0,67$ ) estão relacionados com a densidade demográfica e população, respectivamente. Enquanto para as outras regiões o resultado foi não significativo. No censo de 2010, apenas a região do Médio Paraíba apresentou resultado não significativo. A quantidade de focos de calor foi influenciada pelas variáveis população e densidade demográfica, exceto a região das Baixadas Litorâneas, que foi influenciada pelo IDH.

**Palavras-chave:** Incêndios florestais, queimadas, modelo de regressão linear múltipla, dados censitários.

**Agradecimentos:** IBGE, INPE/CPTEC, CAPES.



## **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA SUB-BACIA DO RIO JAGUARI (SP)**

Fernanda Silva de Rezende<sup>1</sup>, Felix Carriello<sup>2</sup>, Daniel Andrés Rodriguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bacharel em Ciência Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, [fernandarezende@id.uff.br](mailto:fernandarezende@id.uff.br)

<sup>2</sup> Dr. em Geografia, MSc. em Sensoriamento Remoto – UFF, Niterói-RJ, [felixcarriello@id.uff.br](mailto:felixcarriello@id.uff.br)

<sup>3</sup> Dr. e MSc. em Meteorologia – UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, [daniel.andres@coc.ufrj.br](mailto:daniel.andres@coc.ufrj.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

A conversão de áreas vegetadas para pecuária e/ou cultivos tem provocado a fragmentação florestal e alteração da paisagem em diversas regiões brasileiras. Tal fragmentação é caracterizada pela ruptura da conectividade dos ambientes naturais e pela influência que ela exerce sobre as modificações no regime hídrico local. Mudanças da paisagem afetam a biodiversidade, os processos erosivos e hidrológicos, que reduzem a qualidade e disponibilidade de água. Desta forma, estudos que priorizem a identificação de áreas prioritárias para a restauração florestal em bacias hidrográficas degradadas, são de suma importância para restaurar a conectividade ecológica e hídrica da bacia. O geoprocessamento e técnicas de sensoriamento remoto permitem compreender a dinâmica e transformações do ambiente auxiliando tomadores de decisão a gerir melhor os seus recursos e propor ações e intervenções eficazes que visam à sustentabilidade e o equilíbrio entre ocupação do solo e meio ambiente. Outra ferramenta importante nessa análise são os indicadores ambientais, que permitem a mensuração e ponderação de fenômenos complexos. A presente pesquisa visa a identificação de áreas prioritárias para restauração dos remanescentes florestais por meio de análise multicritério na sub-bacia do Rio Jaguari (SP), um dos principais afluentes do Rio Paraíba do Sul, que abastece os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. A partir de variáveis ambientais que contemplam diferentes aspectos (físicos, econômicos e sociais) e indicadores que irão mensurar a conectividade hidrológica da bacia será possível apontar áreas de maior prioridade para restauração, garantindo a disponibilidade e qualidade hídrica e auxiliando o planejamento ambiental.

**Palavras-chave:** Análise de multicritério, conectividade hidrológica, gestão de recursos hídricos

**Agradecimentos:** Os autores agradecem a CAPES pela bolsa concedida a primeira autora.



## INFLUÊNCIA DO AGLUTINANTE NO PODER CALORÍFICO E NA DECOMPOSIÇÃO TÉRMICA DE BRIQUETES

André Ricardo Calciolari<sup>1</sup>, Livia dos Santos Almeida<sup>2</sup>, Gilton José Rodrigues<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia de Agronegócios – UFF, Volta Redonda-RJ, [calciolariandre@gmail.com](mailto:calciolariandre@gmail.com)

<sup>2</sup> Bacharel em Engenharia de Agronegócios – UFF, Volta Redonda-RJ, [almeida.liviadossantos@gmail.com](mailto:almeida.liviadossantos@gmail.com)

<sup>3</sup> Prof. Dr., Departamento de Engenharia de Agronegócios, VEA/UFF, Volta Redonda-RJ, [giltongilton@yahoo.com.br](mailto:giltongilton@yahoo.com.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Resíduos lignocelulósicos provenientes de podas urbanas representam uma das principais fontes de biomassa para produção de energia. O briquete, obtido através do processo de briquetagem, é uma das formas de aquecimento mais eficientes e de menor potencial poluidor disponível atualmente no mercado. O poder calorífico é uma das propriedades mais importantes na avaliação da qualidade dos briquetes como biocombustíveis. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a influência do aglutinante no poder calorífico de briquetes. Foram analisados briquetes produzidos a partir de podas urbanas e aglutinados com três tipos de resíduos: cimento (vencido), cal (vencido) e finos de carvão vegetal. Por meio das análises termogravimétricas (TG/DTA) e de calorimetria exploratória diferencial (DSC), determinou-se as fases de perda de massa e a liberação de calor (entalpia) das amostras. As curvas TG/DTA identificaram três eventos térmicos, referentes à perda de umidade, de materiais voláteis e de carbono fixo. As curvas DSC apresentaram um pico endotérmico entre as temperaturas de 50°C e 100°C atribuído à perda de umidade das amostras e um pico exotérmico resultante da pirólise das frações hemicelulósicas e celulósicas. Os briquetes confeccionados com aglutinantes apresentaram uma menor perda de massa durante a decomposição térmica, havendo uma diminuição em torno de 50% dos teores de materiais voláteis e carbono fixo, o que contribuiu para uma redução de 80% da energia liberada em relação ao briquete contendo somente biomassa. Diante dos resultados, verificou-se a influência significativa dos aglutinantes no rendimento energético dos briquetes.

**Palavras-chave:** Biomassa, Calorimetria Exploratória Diferencial, Pirólise, Termogravimetria.

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ.



## INFLUÊNCIA DO ESTRESSE CAUSADO PELO CORTE NAS RAÍZES E PARTE AÉREA NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO CAPIM-CITRONELA

Luiza Ferreira de Carvalho<sup>1</sup>; Taciana da Mata Daflon<sup>2</sup>; Jéssica Barreto de Moraes<sup>1</sup>; Caíssa Machado Perucci Pereira Dos Santos<sup>3</sup>; Junior Borella<sup>4</sup>; Thelma de Barros Machado<sup>5</sup>; Carlos Rodrigues Pereira<sup>6</sup>; Cristina Moll Hüther<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental – UFF, Niterói-RJ, [luizafc@id.uff.br](mailto:luizafc@id.uff.br); [jessicabm@id.uff.br](mailto:jessicabm@id.uff.br);

<sup>2</sup> Engenheira Ambiental, mestre em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [taciana-mata@hotmail.com](mailto:taciana-mata@hotmail.com)

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental e Sanitária, Mestre em Engenharia de Biosistemas, UFF. [caissaperucci2@gmail.com](mailto:caissaperucci2@gmail.com)

<sup>4</sup> Biólogo, Mestre e Doutor em Fisiologia Vegetal - UFPel – RS, Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal – UFPel – RS [borellaj@gmail.com](mailto:borellaj@gmail.com)

<sup>5</sup> Farmacêutica, Mestre e Doutor em Química de Produtos Naturais, UFRJ. Professora, UFF. [thel34@gmail.com](mailto:thel34@gmail.com)

<sup>6</sup> Agrônomo, Mestre em Meteorologia Agrícola e Doutor em Engenharia Agrícola - UFV. Professor, Coordenador da Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas - UFF. E-mail: [crpereira@vm.uff.br](mailto:crpereira@vm.uff.br)

<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, [cristinahuther@yahoo.com.br](mailto:cristinahuther@yahoo.com.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A espécie *Cymbopogon nardus* L., conhecida popularmente como capim-citronela, é uma planta importante economicamente por sua produção de óleo essencial utilizado para fins medicinais e cosméticos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do estresse causado na planta, sob forma de corte nas raízes e parte aérea, no crescimento e produção de matéria seca da citronela. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, onde foram feitos cinco tratamentos de cortes nas raízes: 0 (controle), 25, 50, 75 e 100%. Foram ainda realizados cortes na parte aérea das plantas: um corte após 145 dias do plantio, um corte após 228 dias do plantio e dois cortes ocorridos no mesmo período. As plantas com 100% de corte nas raízes e sem corte na parte aérea mostraram maior acúmulo de matéria seca dentre os tratamentos realizados, revelando maior capacidade de recuperação de suas raízes após a ocorrência do estresse. Já o tratamento de 75% de corte nas raízes e corte na parte aérea apresentou menor acúmulo de matéria seca. De modo geral, observa-se que as plantas em que houve corte nas raízes e parte aérea cresceram menos do que aquelas em que houve apenas cortes nas raízes.

**Palavras-chave:** plantas medicinais, matéria seca, crescimento

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ



## MANEJO FLORESTAL E A QUALIDADE DA ÁGUA EM VOLTA REDONDA - RJ

Camila F. Borduam Chaves<sup>1</sup>, Mônica de A. G. M. da Hora<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Engenheira Ambiental e Sanitarista, mestranda em engenharia de Biosistemas -UFF, Niterói RJ, [camila.borduam@gmail.com](mailto:camila.borduam@gmail.com)

<sup>2</sup> Professora Adjunta – UFF, Engenheira Civil, Doutora em Engenharia Civil - UFRJ, Niterói-RJ, [dahora@vm.uff.br](mailto:dahora@vm.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Com o crescimento e o desenvolvimento populacional observa-se um aumento da necessidade de manejo da bacia hidrográfica em toda a sua complexidade, ou seja, entender a conexão entre água, solo, flora e habitantes. A pesquisa buscou estabelecer uma relação entre o desmatamento e a qualidade da água na região do município de Volta Redonda, no Estado do Rio de Janeiro, visando definir um procedimento de análise expedida no acompanhamento da evolução do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica. Os dados de qualidade da água e hidrossedimentométricos disponibilizados para o estudo foram extraídos do sistema Hidro Web, o qual dispõe de informações provenientes da rede hidrométrica sob gestão da Agência Nacional de Águas - ANA. Além disso, foram consultados os relatórios do CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Foram levantados dados de sólidos dissolvidos totais e de concentração de sedimentos em suspensão. Este trabalho destaca a importância de unir o manejo florestal com a qualidade da água bem como aborda a dificuldade na obtenção de informações sobre o tema. Conclui pela necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da água, atividade essencial para o acompanhamento da evolução do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica.

**Palavras-chave:** Hidrossedimentologia, Hidrologia e Sedimentos



## MUDANÇA DA TEMPERATURA DIÁRIA EM RESPOSTA A DEGRADAÇÃO DA FLORESTA DA TIJUCA

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

<sup>1</sup> Engenheira Florestal, mestrando em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói – RJ, [daniufrj@gmail.com](mailto:daniufrj@gmail.com)

<sup>2</sup> Meteorologista, Prof., Depto. de Ciências Ambientais, UFRRJ, Seropédica – RJ, [henderson@ufrrj.br](mailto:henderson@ufrrj.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

As florestas oferecem importantes serviços ecossistêmicos, e um dos efeitos da vegetação é a redução da temperatura do ar pelo aumento da umidade, proporcionado pelo processo de evapotranspiração das folhas. No entanto, a degradação em florestas urbanas pode provocar mudanças significativas no microclima das cidades. Deste modo, este estudo teve como objetivo identificar as mudanças na variabilidade da temperatura do ar medida em floresta natural em decorrência de sua degradação. Para esse fim, foram utilizadas medições de duas estações meteorológicas automáticas com medição da temperatura do ar em área de floresta natural e floresta degradada no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro-RJ. A medição foi realizada no dia 24 de julho de 2017, com intervalos de 15 minutos. Os dados da temperatura do ar foram submetidos aos testes t e F, com significância de  $\alpha=0,05\%$ . Os resultados mostraram que há diferença significativa entre as amostras. Os valores de temperatura máximo medido em floresta foi 22,9 °C, enquanto em área degradada foi de 26,4°C. A menor temperatura na floresta pode ser uma resposta a utilização do calor latente no processo de evaporação e à interceptação da radiação solar pela copa das árvores. A temperatura mínima medida em floresta foi 16,3 °C e em área degradada de 14,4 °C. A maior variação nas áreas degradadas pode ser explicada pelo resfriamento radioativo, pois a interceptação da radiação solar pela copa das árvores e o processo de evapotranspiração é menor, o que explica o valor inferior de temperatura mínima na floresta degradada.

**Palavras-chave:** microclima, floresta urbana, teste t.

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, ICMBio.



## OTIMIZAÇÃO DO TRAÇADO DE EMPREENDIMENTOS LINEARES

Lisandra Gomes Mateus<sup>1</sup>, Ricardo Abranches Félix Cardoso Júnior<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Engenheira Civil, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [lisandramateus@id.uff.br](mailto:lisandramateus@id.uff.br)

<sup>2</sup>Dr. em Planejamento Energético, Professor na Pós-graduação em Engenharia de Biosistemas – UFF. Niterói-RJ

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A presente proposta objetiva identificar e avaliar interferências ambientais que ocasionam a otimização do traçado de empreendimentos lineares. Estes são projetos de infraestrutura necessários para as atividades humanas com relevante importância para transportes de pessoas e matérias-primas. Alguns exemplos de empreendimentos lineares são: linhas de transmissão, dutos, rodovias, ferrovias, entre outros. Imprescindíveis devido à utilidade pública, a otimização do traçado é importante para a prosperidade dos setores de energia e transportes, incluindo nesta discussão a evitação de interferências ambientais. Deve-se destacar que a implantação e operação de empreendimentos lineares resultam em impactos ambientais no meio físico, biótico e socioeconômico, ao passo que a análise de alternativas locais, métrica para a Avaliação de Impacto Ambiental, objetiva incluir a discussão da significância das interferências ambientais na viabilização dos traçados. Serão utilizados, como objeto de estudo, através de coleta de dados e revisão bibliográfica específicas, a análise de estudos de impacto ambiental de empreendimentos lineares que sofreram modificação no seu traçado devido interferências ambientais e da legislação ambiental brasileira em vigor.

**Palavras-chave:** Alternativas Locacionais; Avaliação de Impacto Ambiental; Gestão Ambiental;

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ, MMA.



## **PISOS DRENANTES E PERMEÁVEIS – UMA ALTERNATIVA PARA MITIGAR IMPACTOS AMBIENTAIS**

Lilianne de Oliveira Silva<sup>1</sup>, Amaury da Motta Figueira <sup>2</sup>, Leandro Vahia Pontual<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, [lilianneenge87@gmail.com](mailto:lilianneenge87@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, [amaury.figueira@anhanguera.com](mailto:amaury.figueira@anhanguera.com)

<sup>3</sup> Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, [leandrovahiapontual@gmail.com](mailto:leandrovahiapontual@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### **Resumo**

No Brasil com excesso concentração de águas causado pelas intensas precipitações que se tornaram mais concentradas, os ambientes urbanos e naturais são impactados. Como alternativas para mitigar os impactos diretos e indiretos como inundações, lixiviação e erosão em ambientes adjacentes a grandes rodovias é fundamental compreender o regime hídrico e fatores que o alteram. No entanto, como tecnologia mitigadora mais imediata foram estudadas algumas alternativas presentes no mercado. Na aplicação do piso drenante e permeável podem ser utilizados diferentes tamanhos e cores cuja escolha depende de características locais da área, ambiente e disponibilidade econômica. O estudo foi realizado através da bibliografia técnica, consulta e artigos acadêmicos, legislações pertinentes. Os tipos e variáveis de aplicação de piso drenante e permeável foram avaliados pelo potencial em amenizar eventos como enchentes e alagamentos. A aplicação do piso drenante a permite que a água se infiltra pelos poros e que até 95% desta possa infiltrar no subleito sem que os ambientes recebem tal volume diretamente. A possibilidade de agregar diferentes sistemas de captação e posterior tratamento para parte da água viabiliza aproveitamento desta para demandas locais. Os resultados apresentaram um cenário ainda incipiente da tecnologia no Brasil, mas que boas e promissoras iniciativas estão em curso e apresentaram bons resultados econômicos, ambientais e sociais.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Análise de escoamento, Drenagem

**Agradecimentos:** à Faculdade Anhanguera Niterói



## PRODUÇÃO DE REUTERINA A PARTIR DE GLICEROL UTILIZANDO *Lactobacillus reuteri*

Fernanda Mantuano<sup>1</sup>, Gabrielli Alves Ribeiro da Silva<sup>2</sup>, Sorele Batista Fiaux<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estudante de Farmácia, Faculdade de Farmácia – UFF, Niterói –RJ, [fernandamantuano@id.uff.br](mailto:fernandamantuano@id.uff.br)

<sup>2</sup> Doutoranda em Ciências e Biotecnologia, Instituto de Biologia – UFF, Niterói-RJ, [gabriellears@id.uff.br](mailto:gabriellears@id.uff.br)

<sup>3</sup> Doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – Faculdade de Farmácia – UFF, Niterói-RJ, [sorele\\_fiaux@id.uff.br](mailto:sorele_fiaux@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Reuterina é um composto neutro, de baixo peso molecular, importante na indústria de alimentos devido a sua capacidade de inibir o crescimento de microrganismos como bactérias e fungos, sendo utilizada como biopreservador de carnes e produtos lácteos. Além disso, ela também é aplicada nas indústrias de tintas e polímeros por ser precursora de produtos como acroleína, ácido acrílico e acrilamina. A reuterina é produzida através de processos químicos, que utilizam matérias primas extraídas de recursos fósseis. Devido a isso, o desenvolvimento de uma via alternativa para produção de reuterina que empregue uma tecnologia verde, minimizaria os danos causados ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi produzir reuterina a partir da biotransformação de glicerol por *Lactobacillus reuteri*, uma bactéria Gram-positiva, relatada na literatura com capacidade de converter o glicerol em reuterina através da enzima glicerol desidratase. A reuterina foi produzida suspendendo a biomassa em solução 200 mM de glicerol com incubação de 1 hora e a sua formação analisada por espectrofotometria. A influência da idade celular (de 4 a 24 horas) na produção de reuterina também foi estudada. A concentração celular pelo método do peso seco foi determinada a fim de quantificar a biomassa empregada na produção. As células com idade de 4 e 15 horas obtiveram uma maior produção de reuterina, no entanto, as de 4 horas apresentaram maior coeficiente de rendimento. Através dos experimentos foi possível concluir que *L. reuteri* produz reuterina através da biotransformação do glicerol e que a idade celular influencia na produção da mesma.

**Palavras-chave:** 3-hidroxi propionaldeído, biotransformação, microrganismo, tecnologia verde

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, Pibic.



## PROJETO VENTO SOLAR – CAPACITAÇÃO PARA O MERCADO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

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, [lorenaliz@id.uff.br](mailto:lorenaliz@id.uff.br)

<sup>2</sup> Prof. Dep. Eng. Agr. E do Meio Amb., Escola de Engenharia - UFF, Niterói - RJ, [marcos\\_teixeira@id.uff.br](mailto:marcos_teixeira@id.uff.br)

<sup>3</sup> Coordenador de Meio Ambiente, Instituto Rumo Náutico, Niterói - RJ, [thiagomarques@projetorael.org.br](mailto:thiagomarques@projetorael.org.br)

<sup>4</sup> Diretor Operacional, ErSol Energias Renováveis Ltda. ME, Niterói - RJ, [raphael.avellar@ersol.com.br](mailto:raphael.avellar@ersol.com.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A energia fotovoltaica está em ascensão no Brasil, surgindo assim a necessidade de profissionais habilitados capazes de responder às demandas técnicas e operacionais. Com essa iniciativa, foi inserido em uma instituição vocacionada à formação técnica (Instituto Rumo Náutico – Projeto Grael), um programa de ensino com foco no crescente mercado de instalações ligadas à rede em áreas urbanas, em regime de parceria com tutores da UFF e com o setor privado (empresa ErSol). O programa foi dividido em dois módulos, teórico (conceitos, aplicações, usos e tecnologias do sistema energético) e prático (trabalho em altura, em eletricidade), tendo sido realizado, até o presente momento, uma turma com procura inicial de 80 inscritos. A avaliação é baseada no acompanhamento das atividades dos alunos durante as aulas e – posteriormente - junto às empresas. O público alvo atingido foi cerca de 50 alunos do ensino médio e superior, que possuirão um envolvimento direto com a comunidade local. Com o decorrer do curso, objetiva-se, para o mercado de trabalho, formar uma mão de obra nível técnico capaz de atuar no setor energético fotovoltaico e térmico, oferecendo ainda um profissional que entenda as peculiaridades do Sol como fonte energética, buscando a eficiência do sistema e demonstrando sua aplicabilidade para a população. Além de desenvolver um programa de capacitação que possa ser replicado em outros centros de referência do Brasil.

**Palavras-chave:** Energia solar, Instalação de painéis, Prática de ensino, Formação profissional.

**Agradecimentos:** Professor Marcos Teixeira, Instituto Rumo Náutico – Projeto Grael e ErSol.



## Quantificação de Serapilheira em Reflorestamento no Morro da Formiga - RJ

Bruno Moraes Nascimento<sup>1</sup>, Fernando Vieira Cesário<sup>2</sup>, Henderson Silva Wanderley<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geógrafo, mestrando em Engenharia de Biosistemas – UFF, Niterói-RJ, [brunomoraesufrj@gmail.com](mailto:brunomoraesufrj@gmail.com)

<sup>2</sup> Geógrafo, doutorando em Geografia – UFRJ, Rio de Janeiro - RJ, [fernandovieiracesario@gmail.com](mailto:fernandovieiracesario@gmail.com)

<sup>3</sup> Doutor em Meteorologia Agrícola – UFV, Viçosa - MG, [hendynho@gmail.com](mailto:hendynho@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Sistemas naturais, inseridos nas paisagens, compreendem a unidade de avaliação da biodiversidade ao nível de ecossistema. Sistemas naturais são unidades complexas de forte componente biológico que interagem com sistemas de natureza antrópica, resultado de fatores socioeconômicos, culturais e políticos. No bioma da Mata Atlântica, muito fragmentado e com alta diversidade de ecossistemas, a preservação do status da diversidade biológica depende da recuperação, conservação e uso sustentável do mosaico de fragmentos existentes. Desta maneira, o objetivo deste estudo foi avaliar a deposição de serapilheira, em uma área do reflorestamento do Morro da Formiga. Foram alocados 47 coletores de 1m de diâmetro cada ao longo de seis setores do reflorestamento que apresentam estágios de sucessão diversos. A deposição foi avaliada em dois semestres de 2015, com o intuito de representar a sazonalidade da precipitação local. O segundo semestre apresentou uma deposição média de material foliar maior do que o primeiro semestre, 1,85 e 1,65 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Com relação à precipitação total, o primeiro semestre foi superior com 500 e 317 mm de chuva, respectivamente. A precipitação total associou-se com a produção de serapilheira, principalmente na fração foliar. A fração foliar é a que mais contribuiu para o estoque de serapilheira, em ambos os semestres (65%). O segundo semestre apresenta um maior estoque de fração foliar, sendo assim o semestre mais propenso para a preservação e conservação de áreas degradadas.

**Palavras-chave:** Mata atlântica; Sazonalidade

**Agradecimentos:** BioRio, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.



## REUSO DE ÁGUA DAS CAVAS DE EXTRAÇÃO DE AREIA DO DISTRITO AREEIRO SEROPÉDICA-ITAGUAÍ, E DESTINAÇÃO FINAL EM SOLO CULTIVADO COM CULTURAS AGRÍCOLAS

Fernanda Figueiredo Granja Dorilêo Leite<sup>1</sup>, Guilherme Kangussu Donagemma<sup>2</sup>, Fabiano de Carvalho Balieiro<sup>2</sup>, Thelma Barros de Machado<sup>3</sup>, Carlos Rodrigues Pereira<sup>3</sup>, Leonardo Duarte Batista da Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, mestranda em Engenharia de Biosistemas - UFF, Niterói-RJ, [fernandafgdleite@gmail.com](mailto:fernandafgdleite@gmail.com).

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

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

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

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

As águas das lagoas ácidas formadas pela extração de areia ocupam extensas áreas, assim constituem um grande passivo ambiental, podendo comprometer as águas subterrâneas do Distrito Areeiro de Seropédica-Itaguaí, localizado na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Por isso, o estudo da remediação e disposição final desta água no sistema solo-planta como alternativa de reuso desse recurso é o principal objetivo deste trabalho. Busca-se avaliar a retenção de elementos químicos da água das lagoas pelo solo e o desenvolvimento de duas plantas em resposta a cinco volumes de água. Para tanto, será montado um experimento com 48 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 calcário e adubado para atender duas culturas: a gramínea *Urochloa ruziziensis* e o alface (*Lactuca sativa*). Será avaliado o potencial de fitoremediação dessas culturas, juntamente com parâmetros de desenvolvimento das plantas: altura, matéria seca da parte aérea e radicular. Será utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) sob arranjo fatorial 5x2 com 4 repetições de cada tratamento. A proposição de uma estratégia eficiente de destino final da água das cavas de areais no sistema solo-planta pode estimular a agricultura familiar da região de estudo aumentando a quantidade de recursos hídricos disponíveis para irrigação das culturas em sinergia com a diminuição do passivo ambiental que essas águas causam. Estudos em colunas de lixiviação contribuirão ainda para o entendimento sobre o deslocamento de íons em profundidade em solos da região.

**Palavras-chave:** mineração de areia; água residuária; remediação de água; coluna de solo.

**Agradecimentos:** Capes, AGEVAP, Comitê Guandu, Embrapa Solos.



## SENSOR DE DESLIZAMENTO DE MASSA

Clara Loureiro Gadelha de Azedias<sup>1</sup>, Marcio Cataldi<sup>2</sup>, Thais Moreira Guimaraes<sup>3</sup>, Monalisa da Costa Santos Oliveira<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental, UFF, Niterói- RJ, [claragadelha@gmail.com](mailto:claragadelha@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Agrícola e do Meio Ambiente, Pós Graduação em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói- RJ, [marcio.cataldi@gmail.com](mailto:marcio.cataldi@gmail.com)

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental, mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói- RJ, [thaismg@id.uff.br](mailto:thaismg@id.uff.br)

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental, UFF, Niterói- RJ, [monagpk@gmail.com](mailto:monagpk@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Desastres naturais, notadamente movimentos de massa, tornaram-se cada vez mais prejudiciais ao ser humano, dado o crescente número de habitações irregulares em áreas de risco. No Estado do Rio de Janeiro destacam-se os eventos ocorridos em Niterói, no morro do Bumba, em 2010, e o megadesastre da Região Serrana, em 2011, que contabilizaram inúmeras vítimas. O alerta de deslizamentos do estado baseia-se principalmente na precipitação ocorrida, não considerando os parâmetros do solo, o que gera grande incerteza na previsão de deslizamentos. Visando a carência de uma metodologia eficaz de previsão de deslizamentos e sabendo que aquelas que existem são de alto custo operacional, este trabalho propõe um instrumento de detecção de deslizamentos de massa de baixo custo, através da plataforma de prototipagem Arduíno e sensores de movimento e de medição de umidade do solo, para monitorar a estabilidade de encostas. O objetivo é avaliar a eficiência deste equipamento de baixo custo em detectar deslizamentos em seu princípio. Para isto, será simulado um deslizamento em uma caixa com um modelo de encosta, onde será enterrado o equipamento e então será simulada chuva. Os resultados esperados devem mostrar que à medida que o tempo de chuva aumenta e, conseqüentemente, o solo satura, este apresentará pequenos movimentos, detectados prontamente pelo equipamento de monitoramento, antecipando o deslizamento que iria ocorrer minutos (ou segundos) depois. Portanto, o equipamento deverá ser capaz de detectar o movimento de massa em seu início e antever o deslizamento, mostrando ser eficiente e podendo servir como alerta à comunidade.

**Palavras-chave:** Arduíno, baixo custo.

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ, Embrapa Amazônia Oriental.



## SEPARAÇÃO DA FRAÇÃO ARAGONITA PARA DATAÇÃO DE VERMETÍDEOS POR CARBONO 14

Vinicius Nunes Moreira<sup>1</sup>, Kita Chaves Damasio Macario<sup>2</sup>, Renato Bastos Guimares<sup>2</sup>, Fábio de Oliveira Borges<sup>2</sup>, Julia Caon Araujo<sup>3</sup>, Katerina Douka<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Niterói, Rio de Janeiro, [vnunes021@gmail.com](mailto:vnunes021@gmail.com)

<sup>2</sup>PhD em Física, UFF, Niterói, Rio de Janeiro

<sup>3</sup>Mestranda em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros, UFF, Niterói, Rio de Janeiro

<sup>4</sup>PhD em Arqueologia, University of Oxford, Oxford, Inglaterra

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A fim de estudar e compreender a dinâmica costeira no Brasil, pesquisadores vêm buscando reconstruir os paleoníveis do mar ao longo do Quaternário Tardio, observar mudanças e suas causas, além de correlacioná-las com o período atual, tentando prever e evitar catástrofes. Nesses estudos utilizam-se bioindicadores, entre eles os fósseis de vermetídeos. Combinam-se técnicas de modo a obter informação espacial e temporal, como a medição da altura relativa através de GPS e a datação por carbono 14 por Espectrometria de massa com aceleradores (AMS). Sabe-se que esses organismos têm uma estrutura originalmente formada por aragonita, carbonato de cálcio com sistema cristalino ortorrômbico, e esta guarda informações da época em viviam os organismos que deram origem a essas calcificações. Porém estas amostras são passíveis de sofrer recristalização, sendo a aragonita uma forma menos estável em relação à calcita, o mesmo carbonato de cálcio, mas com sistema cristalino romboédrico. Essa recristalização é um fator crítico para a datação de radiocarbono visto que durante o processo pode-se incorporar carbono exógeno e assim mascarar a idade real das amostras. Neste trabalho vamos tentar implementar e validar um novo método que utiliza um líquido de densidade conhecida de modo a separar a calcita da aragonita, permitindo a datação do carbono original. Na etapa atual do projeto obtivemos sucesso na separação por densidade, verificada através da análise por difração de Raio-X, que confirmou a separação das frações.

**Palavras-chave:** radiocarbono, diagênese, datação, nível do mar

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, FAPERJ, AIEA.



## TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES

Marconi Lucas da Silva<sup>1</sup>, Amaury da Motta Figueira <sup>2</sup>, Leandro Vahia Pontual<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, [marconi-silva@hotmail.com](mailto:marconi-silva@hotmail.com)

<sup>2</sup> Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, [amaury.figueira@anhanguera.com](mailto:amaury.figueira@anhanguera.com)

<sup>3</sup> Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, [leandrovahiapontual@gmail.com](mailto:leandrovahiapontual@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

Dada a crescente demanda populacional e ainda conseqüente degradação de áreas naturais a partir do desmatamento irregular, surge uma técnica de fácil aplicação para preservação das características biológicas com matérias inertes. Esta utiliza a própria vegetação aparente, evitando a erosão superficial e estabilizando o solo, garantindo uma atuação simplificada e pouca demanda de recursos capital. O manejo racional e sustentável se torna de extrema importância para a população que vive nessas locais, reduzindo os riscos à vida das populações, a aplicação adequada pode ser um fator determinante no sucesso de preservação dessas características biológicas e na preservação. No caso das áreas em aclives e declives e densas regiões populacionais, a falta dessas técnicas têm efeito prejudicial sobre a região, com perdas irreparáveis para população e impactando negativamente no município em um todo. No modelo a ser utilizado, os métodos de aplicação cuja escolha depende de características locais como clima, solo, vegetação, e pouca disponibilidade econômica e de mão de obra. Objetivou-se avaliar qual método mais eficaz para mitigar essas áreas degradadas, não só na região norte do estado do Rio de Janeiro. O estudo foi realizado com o auxílio de conhecimentos em programas computacionais, visitas de campo e a montagem de um experimento em tipos de ambientes distintos simulando as técnicas com os diferentes métodos de estabilização de taludes. As regiões a serem aplicadas essas técnicas não necessitam de recursos economicamente altos por se tratar de aplicação com métodos naturais, com a própria vegetação ou combinados com recicláveis.

**Palavras-chave:** Estabilização, Taludes, Sustentabilidade

**Agradecimentos:** à Faculdade Anhanguera Niterói



## USO DE SENSORIAMENTO REMOTO NA AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DE SUBSTITUIÇÃO DE PASTAGENS DEGRADADAS POR SISTEMAS AGROPECUÁRIOS SUSTENTÁVEIS NO CERRADO

Neves, Matheus Leal Soares<sup>1</sup>, Pimentel, Róberson Machado<sup>2</sup>, Simões, Margareth<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, [matheusl.dasneves@gmail.com](mailto:matheusl.dasneves@gmail.com),

<sup>2</sup>Zootecnista, Universidade Federal Fluminense– UFF, Niterói-RJ, [rmpzoo@yahoo.com.br](mailto:rmpzoo@yahoo.com.br),

<sup>3</sup>Engenheira, Embrapa Solos, Jardim Botânico-RJ, [margareth.labex@gmail.com](mailto:margareth.labex@gmail.com).

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A agricultura encontra-se em posição de destaque quando referimos aos desafios globais enfrentados pela humanidade. Será necessário aumentar a oferta de alimento para uma população mundial estimada em 9,6 bilhões no ano de 2050 (FAO, 2013). 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. Entre as práticas apoiadas pelo Plano ABC, o plantio direto e os sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta, incluindo a recuperação de pastagens degradadas, são os mais relevantes. Para contribuir com o Plano ABC, foi desenvolvido o Projeto GEOABC - *Metodologias e Inovações Tecnológicas para o Monitoramento e o Planejamento da Agricultura de Baixa Emissão de Carbono em Apoio à Governança do Plano ABC*, objetivando avaliar métodos e técnicas inovadoras de Sensoriamento Remoto e integração de dados espaciais para a detecção de práticas de cultivo e sistemas agrícolas, alinhados às políticas de baixa emissão de carbono na agricultura. O objetivo da presente proposta é aplicar métodos de Sensoriamento Remoto para avaliar a dinâmica de substituição de pastagens degradadas por sistemas agropecuários sustentáveis no bioma Cerrado, com o auxílio de materiais bibliográficos, cartográficos, de sensoriamento remoto e sistemas computacionais. Os resultados irão colaborar com o acompanhamento e governança do Plano ABC.

**Palavras-chave:** Monitoramento da Cobertura da Terra; Detecção de Mudanças Naturais e Antrópicas; Análises Espaciais; Vegetação.

**Agradecimentos:** CAPES, CNPq, Embrapa Solos.



## UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS PARA AVALIAR EFICIÊNCIA DE LOTES 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](mailto:leticia.rlucena@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia de Produção - UFF, Niterói-RJ, [isabellaccarlos@gmail.com](mailto:isabellaccarlos@gmail.com)

<sup>3</sup> Faculdade de Veterinária – UFF, Niterói, RJ, [ratf@vm.uff.br](mailto:ratf@vm.uff.br)

<sup>4</sup> Escola de Engenharia – UFF, Niterói, RJ, [jccbsmello@id.uff.br](mailto:jccbsmello@id.uff.br)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

A produção avícola se caracteriza por uma estrutura piramidal com diferentes estratos especializados (seleção genética, multiplicação de material genético, criação de matrizes, criação de frangos de corte e abate) que buscam a eficiência da cadeia como um todo. O Brasil é o maior exportador de frango de corte do mundo, e para manter essa posição de destaque faz-se necessário avaliar a eficiência de cada estrato. No estrato da matriz, os indicadores comumente utilizados para avaliar a eficiência são produção de ovos, viabilidade e produção de pintinhos. A Análise Envoltória de Dados (DEA) avalia a eficiência de unidades produtivas (DMU) de modo a maximizar suas eficiências, que são obtidas através da razão entre a soma ponderada dos insumos (*inputs*) e dos produtos (*output*) de cada uma dessas DMUs. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de oito lotes de matrizes de frango de corte alternativo utilizando DEA. Os dados foram disponibilizados pela empresa Globoaves e os lotes avaliados são da linhagem RedBro, todos com 315 dias de produção. O modelo utilizado foi 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. Duas DMUs foram consideradas eficientes, porém como o DEA é benevolente, 14 variáveis receberam peso zero nos multiplicadores para maximizar a eficiência das DMUs. Para estudos futuros serão utilizado modelos DEA para solucionar esses problemas, permitindo melhor discriminação das DMUs.

**Palavras-chave:** avicultura, DEA, poder de discriminação

**Agradecimentos:** CAPES, Globoaves



## UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS TRELIÇADOS NA EXECUÇÃO DE LAJES – ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE RCC

Edicarlos da Costa Carvalho<sup>1</sup>, Jucilaine Pereira Perni<sup>2</sup>, Amaury da Motta Figueira <sup>3</sup>, Leandro Vahia Pontual<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, UNIAN, Niterói-RJ, [edicostamg@outlook.com](mailto:edicostamg@outlook.com)

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Civil, UNIAN, Niterói-RJ, [juhperni@yahoo.com.br](mailto:juhperni@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, [amaury.figueira@anhanguera.com](mailto:amaury.figueira@anhanguera.com)

<sup>4</sup>Professor Mestre da Engenharia Civil, UNIAN, Niterói, RJ, [leandrovahiapontual@gmail.com](mailto:leandrovahiapontual@gmail.com)

Apresentado no  
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017  
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

### Resumo

No Brasil cada habitante produz uma média de 0,5 tonelada de RCC (Resíduos da Construção Cívil) segundo o IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. A montagem e execução de lajes é uma das responsáveis por esse valor. O método tradicional de execução de lajes moldadas in loco, principalmente maciças, produz um elevado volume de resíduos. Outros determinantes como o tempo gasto na montagem das fôrmas, armaduras, escoramentos e o processo executivo em si, resultam em um custo alto. É objetivo deste trabalho apresentar o painel treliçado, uma tecnologia para execução de lajes nervuradas, com a propósito de amenisar o volume de resíduos, o tempo e custo de execução das lajes. O assunto será abordado analisando seus principais aspectos, tendo como base a bibliografia existente sobre o mesmo. Para tanto, foi feita uma pesquisa bibliográfica através de artigos, teses, livros, monografias e catálogos de fabricantes, preservando sempre os preceitos normativos. Após este estudo, pode se verificar a eliminação de fôrmas, uma redução considerável de escoras, e por tanto, uma economia de tempo e custo nesta etapa da construção.

**Palavras-chave:** Resíduos; Custo; Tecnologia.

**Agradecimentos:** à Faculdade Anhanguera Niterói.

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
ESCOLA DE ENGENHARIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
BIOSSISTEMAS**

**ANAIS – III WORKSHOP EM ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

**III WEB - 12 a 16 de dezembro de 2017**



**NITERÓI  
2017**