

# Meio Ambiente e Desenvolvimento

os desafios da sustentabilidade ambiental

Denise Dias da Cruz

George Emmanuel Cavalcanti de Miranda

Bartolomeu Israel de Souza

Reinaldo Farias Paiva de Lucena

(Organizadores)



# **Meio Ambiente e Desenvolvimento**

os desafios da sustentabilidade ambiental



## **UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

Reitora	MARGARETH DE FÁTIMA FORMIGA MELO DINIZ
Více-Reitora	BERNARDINA MARIA JUVENAL FREIRE DE OLIVEIRA
Pró-Reitora PRPG	MARIA LUIZA PEREIRA DE ALENCAR MAYER FEITOSA



## **EDITORA UFPB**

Diretora	IZABEL FRANÇA DE LIMA
Supervisão de Administração	GEISA FABIANE FERREIRA CAVALCANTE
Supervisão de Editoração	ALMIR CORREIA DE VASCONCELLOS JÚNIOR
Supervisão de Produção	JOSÉ AUGUSTO DOS SANTOS FILHO

## **CONSELHO EDITORIAL**

Adailson Pereira de Souza (Ciências Agrárias)
Eliana Vasconcelos da Silva Esval (Linguística, Letras e Artes)
Fabiana Sena da Silva (Interdisciplinar)
Gisele Rocha Côrtes (Ciências Sociais Aplicadas)
Ilda Antonieta Salata Toscano (Ciências Exatas e da Terra)
Luana Rodrigues de Almeida (Ciências da Saúde)
Maria de Lourdes Barreto Gomes (Engenharias)
Maria Patrícia Lopes Goldfarb (Ciências Humanas)
Maria Regina Vasconcelos Barbosa (Ciências Biológicas)

Denise Dias da Cruz  
George Emmanuel Cavalcanti de Miranda  
Bartolomeu Israel de Souza  
Reinaldo Farias Paiva de Lucena  
(Organizadores)

# **Meio Ambiente e Desenvolvimento**

os desafios da sustentabilidade ambiental

Editora UFPB

João Pessoa

2019

Direitos autorais 2019 – Editora UFPB

Efetuada o Depósito Legal na Biblioteca Nacional, conforme a Lei nº 10.994, de 14 de dezembro de 2004.

Todos os direitos reservados à Editora UFPB

É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio.

A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/1998) é crime estabelecido no artigo 184 do Código Penal.

O conteúdo desta publicação é de inteira responsabilidade do autor.

Impresso no Brasil. *Printed in Brazil.*

**Projeto Gráfico**  
**Editoração Eletrônica**  
**e Projeto da Capa**

Editora UFPB

Ana Gabriella Carvalho

Catálogo na publicação

Seção de Catalogação e Classificação

---

M514 Meio ambiente e desenvolvimento: os desafios da sustentabilidade / Organizadores: Denise Dias da Cruz ... [et al.]. - João Pessoa: Editora UFPB, 2019.

182 p. : il.

ISBN 978-85-237-1408-6

1. Conservação do ambiente. 2. Saúde e meio ambiente. 3. Homem – Recursos naturais. 4. Inundações – Prevenção. 5. Biocombustíveis sustentáveis. I. Cruz, Denise Dias da. II. Título.

UFPB/BC

CDU 502.1

---

**EDITORA UFPB**

Cidade Universitária, Campus I, Prédio da Editora Universitária, s/n

João Pessoa – PB

CEP 58.051-970

<http://www.editora.ufpb.br>

E-mail: [editora@ufpb.br](mailto:editora@ufpb.br)

Fone: (83) 3216.7147

Editora filiada à:



Livro aprovado para publicação através do Edital N° 5/2018-2019, financiado pelo Programa de Apoio a Produção Científica - Pró-Publicação de Livros da Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade Federal da Paraíba.

## Agradecimentos

Esse livro nasceu da iniciativa dos professores do PRODEMA em aderirem ao edital de apoio à produção científica lançado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação (PRPG) da Universidade Federal da Paraíba. Vimos uma oportunidade de divulgar nosso trabalho e nosso olhar sobre as relação homem-meio ambiente. Por isso, agradecemos a PRPG pela iniciativa e suporte ao nosso trabalho de pesquisa na UFPB.

Agradecemos profundamente a todas as comunidades que nos receberam para o desenvolvimento dos mais diversos projetos. Sem o carinho e a compreensão desses ilustres participantes, muito das nossas pesquisas seria inviável. Ficamos muito felizes de ver que a comunidade também anseia pela possibilidade de mais informações e novos caminhos para solução dos seus problemas ambientais.

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que forneceram bolsas aos nossos discentes e docentes, além de financiamento de alguns dos projetos de pesquisa.



# Sumário

**Apresentação ..... 11**

**Perfil dos vendedores de plantas medicinais em mercados públicos na  
Paraíba, Nordeste, Brasil ..... 13**

*Ezequiel da Costa Ferreira*

*Narel Y Paniagua-Zambrana*

*Rainer W Bussmann*

*Reinaldo Farias Paiva de Lucena*

*Denise Dias da Cruz*

**Questões de gênero sobre a atividade de pesca do aratu vermelho  
(*Goniopsis cruentata* Latreille, 1803), na Ilha Mem de Sá, Itaporanga  
d’Ajuda, Sergipe, Brasil ..... 21**

*Luiz Carlos Gonçalves*

*Chirlaine Cristine Gonçalves*

*Ivan Rêgo Aragão*

*Flávia de Oliveira Paulino*

**Potabilidade da água de soluções alternativas coletivas e as doenças  
diarreicas agudas em cidades paraibanas ..... 33**

*Anna Stella Cysneiros Pachá*

*José Soares Nascimento*

*Cristine Hirsch-Monteiro*

**A ocorrência das epidemias de Zika no município de João Pessoa, PB  
e sua relação com as condições climáticas ..... 45**

*Anne Falcão de Freitas*

*Joel Silva dos Santos*

*Eduardo Rodrigues Viana de Lima*

*Bartolomeu Israel de Souza*

**Perfil sociodemográfico e epidemiológico das arboviroses na comunidade Santa Bárbara, João Pessoa – Brasil ..... 59**

*Claudenice Rodrigues do Nascimento*

*Fabiola Fialho Furtado Gouvêa*

*Carmem Gabriela Gomes de Figueiredo*

*Breno Henrique Marques*

*Marília Gabriela dos Santos Cavalcanti*

**Estudo da vazão de um sistema de bombeamento de água utilizando fonte de energia híbrida renovável ..... 69**

*Marcos de Oliveira Santos*

*Igor Adriano de Oliveira Reis*

*Raimundo Aprigio de Menezes Junior*

**Biomassa de coco verde e biocombustíveis sustentáveis ..... 81**

*Sarah Ingrid dos Santos Silva*

*Aruzza Mabel de Moraes Araújo*

*Amanda Duarte Gondim*

*Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro*

*Nataly Albuquerque dos Santos*

**Emissões veiculares e biocombustíveis sustentáveis ..... 89**

*Larissa Cavalcanti de Sousa Medeiros*

*Luciana Alves da Nóbrega*

*Rhafaél Cainã Santos de Melo*

*Marcia Helena Pontieri*

*Nataly Albuquerque dos Santos*

**Potencialidades da implementação da comunidade do biofilme na reabilitação de ambientes aquáticos ..... 99**

*Ana Maria Antão-Geraldes*

*Maria Cristina Basílio Crispim da Silva*

**A influência da Floresta Nacional de Restinga/PB na amenização de ilhas de calor em áreas adjacentes ..... 113**

*Ingrid Almeida da Silva*

*Joel Silva dos Santos*

**Interligação de UCs em fragmentos de Mata Atlântica: proposta de corredor ecológico em área litorânea urbana da Paraíba, Nordeste do Brasil ..... 127**

*Antônio Henrique Martins Carneiro da Cunha*

*Yasmin Emanuelle Santos Pereira de Lima*

*Bartolomeu Israel de Souza*

**Índice de qualidade de água para avaliação da água dos reservatórios fluviais de marés e Gramame-Mamuaba na Paraíba, nordeste do Brasil ..... 137**

*João Carlos de Miranda e Silva*

*Maria Cristina Basílio Crispim*

*Williame Farias Ribeiro*

**Qualidade sanitária da orla de João Pessoa-PB com base em fatores bióticos e abióticos ..... 143**

*José Soares do Nascimento*

*Elise Moraski Nogueira*

**Estratégias de ação para a redução de risco de desastres por inundação, alagamento e movimento de massa em João Pessoa, Paraíba ..... 157**

*Hamilcar José Almeida Filgueira*

*Tarciso Cabral da Silva*

*Eliamin Eldan Queiroz Rosendo*

**Sobre os autores ..... 171**



## Apresentação

Esse livro foi pensado como uma oportunidade de apresentar não só nossa preocupação com o Meio Ambiente, mas para mostrar como a Universidade pode discutir questões ambientais tanto do ponto de vista acadêmico, quanto pode estar próxima da sociedade na proposição de estratégias para o combate dos problemas ambientais.

Nessa perspectiva, o Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal da Paraíba reuniu nessa obra dados e discussões oriundas de dissertações e teses do Programa, todas explorando problemas socioambientais e/ ou com proposições para o combate de problemas concretos, baseado em estudos de caso.

Quanto mais se conhece as intervenções que o homem tem no ambiente, mais próximos ficamos de identificar as bases dos problemas ambientais. Com essa visão, esse livro pode ser dividido em quatro grandes temáticas, todas no âmbito das Ciências Ambientais: conhecimento tradicional e uso dos recursos naturais, saúde e meio ambiente, biotecnologias para o combate de problemas ambientais e serviços ecossistêmicos e propostas para a conservação do meio ambiente. Os capítulos foram escritos de maneira independente por diversos autores, todos envolvendo discentes e/ou docentes do PRODEMA, além de parceiros de instituições nacionais e internacionais.

Nos capítulos que tratam da relação homem-utilização de recursos são apresentados dados sobre o uso e o perfil de vendedores de plantas medicinais de mercados públicos na Paraíba, assim como a relação de uso e o papel da mulher em comunidades que dependem economicamente da pesca do arutu, caranguejo muito apreciado e com forte demanda devido ao turismo em Sergipe.

Os capítulos que tratam da relação saúde e meio ambiente discutem questões e problemas extremamente atuais na nossa sociedade: a relação do uso da água com doenças diarreicas, uma das doenças que mais afeta a população, e a relação da qualidade do meio e questões sociodemográficas com as arboviroses, que já atingiram milhares de pessoas nos últimos anos, sendo um dos maiores problemas de saúde pública atualmente.

Os capítulos que tratam das tecnologias ambientais apresentam alternativas viáveis para o combate de sérios problemas ambientais. São apresentadas tecnologias para bombeamento de água baseada no uso de energia renovável e uma tecnologia para o combate de ambientes aquáticos eutrofizados, a utilização de biofilme. Ainda é apresentada uma discussão sobre aproveitamento de resíduos do coco na geração de biocombustível e o papel dos biocombustíveis no controle da poluição ambiental. Destaca-se nesses capítulos uma questão de extrema relevância: todas as técnicas apresentadas são viáveis e demonstraram ser eficientes no combate dos problemas ambientais estudados.

Os últimos capítulos abordam questões voltadas para conservação do ambiente. Observa-se nessas pesquisas a importância da conservação de áreas verdes, fornecedora de diversos serviços ecossistêmicos, entre eles para a qualidade climática e, conseqüentemente, para garantia do bem-estar da população da região. Também é apresentado um trabalho com propostas concretas para a criação de corredores ecológicos, possibilitando o aumento e a conexão de áreas verdes. Ainda são discutidas estratégias para avaliar a qualidade da água de um reservatório e a qualidade da orla de João Pessoa, além de uma proposta para redução de riscos de desastres por inundação, um problema atual de grandes cidades.

Essa compilação é um reflexo da visão do PRODEMA: entendemos que quanto mais conhecemos sobre o meio ambiente e como interferimos nele, mais podemos contribuir com a proposição de estratégias para combater os problemas gerados. Apresentamos estudos de caso regionais, mas que servem de exemplos e podem servir de modelo para solução de questões similares em outros locais.

Os organizadores

# Perfil dos vendedores de plantas medicinais em mercados públicos na Paraíba, Nordeste, Brasil

Ezequiel da Costa Ferreira

Narel Y Paniagua-Zambrana

Rainer W Bussmann

Reinaldo Farias Paiva de Lucena

Denise Dias da Cruz

## 1 Introdução

O conhecimento sobre aplicações terapêuticas de plantas é de grande valor para a humanidade desde a antiguidade (MAIA et al., 2016). Pode-se considerar que as plantas medicinais têm ainda outra forma de importância para o homem além dos cuidados com a saúde: a importância econômica, em valores monetários como fonte de renda, por meio de seu comércio (ETHUR et al., 2011; JUSU; SANCHEZ, 2013; MATI; BOER, 2011; SOUZA; PEREIRA; FONSECA, 2012).

O aumento do interesse pelas plantas medicinais possibilitou a abertura e ampliação de mercados para estes produtos (ETHUR et al., 2011). O comércio informal, isto é, o comércio sem uma devida certificação ou licenciamento de órgãos públicos é realizado em todo o Brasil, principalmente, por raizeiros e extrativistas. Já no contexto do comércio formal tem-se a prática da venda em vários tipos de estabelecimentos, a exemplo de feiras livres e mercados públicos (ETHUR et al., 2011).

A importância econômica que o comércio de plantas medicinais representa para a sociedade e para os comerciantes, como fonte de renda, tem sido registrada em estudos em diversos países, apontando para a importância dos comerciantes como fonte de um recurso terapêutico economicamente mais acessível em áreas urbanas (BUSSMANN et al., 2016; KUNWAR et al., 2013; SHER; ALDOSARI; ALI, 2014; TOWNS et al., 2014; VAN ANDEL et al., 2015).

Nesse contexto, a etnobotânica desempenha um papel de grande importância, não apenas por registrar os usos que as pessoas atribuem às plantas, mas por buscar compreender como esse conhecimento é construído e transmitido a cada geração, e o impacto do mesmo sobre o uso sustentável e conservação da biodiversidade (ALBUQUERQUE; HANAZAKI, 2009).

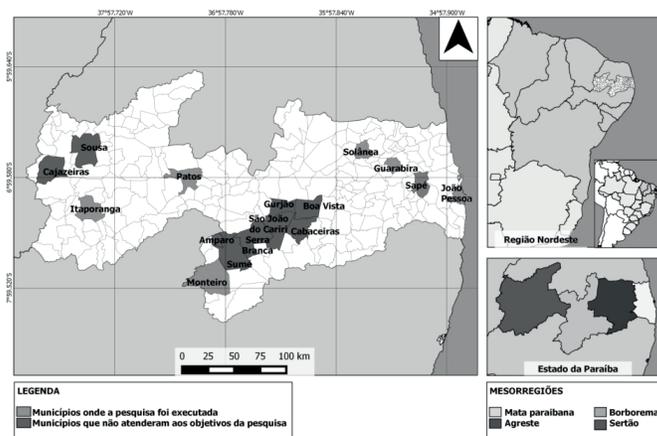
Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi realizar um registro do perfil socioeconômico de comerciantes de plantas medicinais no estado da Paraíba, nordeste, Brasil.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado com comerciantes de plantas medicinais de diferentes mesorregiões da Paraíba: Zona da Mata (João Pessoa, Sapé), Agreste (Guarabira, Solânea), Borborema (Monteiro) e Sertão (Patos e Itaporanga) (Figura 1). Outros municípios foram visitados, no entanto foram descartados para a pesquisa pois não apresentavam características que atendessem aos objetivos propostos, como não apresentar mercados públicos ou não haver venda de plantas medicinais nos mercados (Figura 1).

**Figura 1.** Municípios estudados no estado da Paraíba, nordeste, Brasil.



## 2.2 Métodos e técnicas

Foram visitados os pontos de comércio de plantas medicinais nos mercados públicos e os comerciantes encontrados foram convidados a participar da pesquisa depois de explicitados seus objetivos e finalidades, sendo solicitado aos mesmos assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, exigido pelo Conselho Nacional de Saúde por meio do Comitê de Ética em Pesquisa (Resolução 466/12).

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal da Paraíba (Protocolo: 82943618.0.0000.5188). Foi aplicado um questionário semiestruturado (ALBUQUERQUE; LUCENA; ALENCAR, 2010) abordando questões pertinentes à identificação do informante e a sua experiência na atividade comercial de plantas medicinais: sexo, idade, cidade natal, tempo de atividade no comércio de plantas medicinais, fonte de aprendizado e renda. As entrevistas foram realizadas, preferencialmente, em dias de menor movimento nos mercados, no sentido de evitar uma possível recusa ou falta de fidedignidade nas informações atribuídas pelos comerciantes.

## 3 Resultados e discussão

Foram entrevistados 35 comerciantes de plantas medicinais (19 homens e 16 mulheres), distribuídos da seguinte maneira: 13 entrevistados na Zona da Mata (10 em João Pessoa e 3 em Sapé), 10 no Agreste (5 em Guarabira e 5 em Solânea), 4 na Borborema (em Monteiro) e 8 no Sertão (5 em Patos e 3 em Itaporanga). A idade dos comerciantes variou entre 23 e 81 anos (Figura 2A) e o período de experiência no comércio variou de 2 a 48 anos (Figura 2B), a maior parte dos comerciantes afirmou também ter aprendido com outros membros de sua família sobre o uso e comércio de plantas medicinais (Figura 2C). Entre os comerciantes, apenas dois afirmaram ser provenientes de fora do estado da Paraíba, sendo 1 de Pernambuco e 1 do Rio Grande do Norte, ambos morando e exercendo a atividade comercial na capital do estado, João Pessoa.

Outros estudos na Paraíba também têm registrado o perfil dos comerciantes de plantas medicinais, observando variações de faixa etária de 33 a 81 anos de

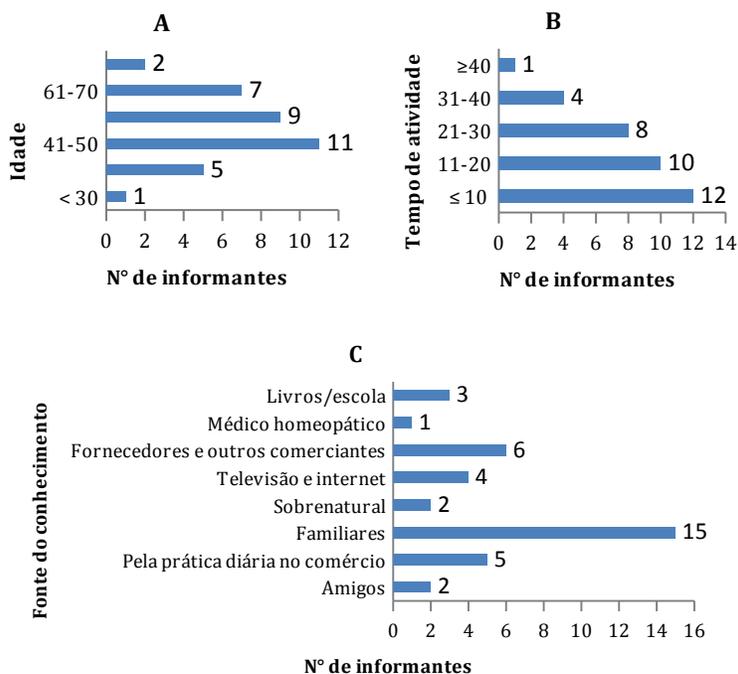
idade (ALVES et al., 2007; SOUZA; ANDRADE; FERNANDES, 2011). A existência pouco comum de pessoas jovens atuando neste tipo de comércio, como também registrado no presente estudo, pode estar relacionado a uma mudança social em relação às oportunidades de empregos ou em relação ao interesse dos jovens pelas plantas medicinais (RAMOS; ALBUQUERQUE; AMORIM, 2005).

A observação de proporção inversa entre tempo de atuação no comércio e número de informantes (Figura 2B) pode indicar também, que essa atividade pode ser, em alguns casos, provisória, não havendo um elo cultural entre o comerciante e a venda de plantas medicinais, ou mesmo uma tendência natural de ao envelhecer, as comerciantes largarem a atividade comercial.

**Figura 2.** A) Número de informantes por faixa etária.

B) Número de informantes por período de experiência no comércio de plantas medicinais.

C) Número de informantes por fonte do conhecimento sobre plantas medicinais nos municípios estudados no estado da Paraíba, nordeste, Brasil.



Em relação à fonte do conhecimento sobre plantas medicinais, a maior parcela dos comerciantes afirma ter aprendido com familiares, fornecedores e outros comerciantes e na prática diária do comércio (Figura 2C). Vale salientar ainda o uso de outras fontes de aprendizado como televisão, livros e internet, mencionados por alguns comerciantes. Essas fontes podem ser um indício de que os comerciantes podem ter pouco conhecimento na área (RAMOS; ALBUQUERQUE; AMORIM, 2005). Por outro, pode representar também a inserção do comércio e do conhecimento e uso de plantas medicinais em um contexto de globalização e tecnologia (BUSSMANN, 2013; BUSSMANN et al., 2016; SEMOTIUK; SEMOTIUK; EZCURRA, 2015). O impacto desse tipo de aprendizado vai depender diretamente da seriedade da pesquisa realizada.

Não foi observado nenhum caso em que o comerciante vendesse exclusivamente ervas medicinais. De um modo geral, o comércio de plantas medicinais está bastante relacionado ao comércio de temperos, especiarias e condimentos, que, em alguns casos, também são tidos como ervas medicinais. Em outros casos, há também o comércio de hortifruti e de produtos de artesanato regional conhecidos popularmente como “mangaio”. Alguns informantes são aposentados e utilizam o comércio como uma forma de complemento de renda. Quando questionados a respeito dos rendimentos do comércio, os informantes afirmaram obter rendimentos diários de R\$ 50,00 a R\$ 200,00 reais, sendo, nestes últimos casos, considerado que o rendimento mais alto não se atribuía às plantas medicinais, mas ao comércio de outros produtos, como castanha de caju, sementes para plantio e produtos agrícolas. Ao serem questionados sobre os lucros e/ou rendimentos exclusivos das ervas medicinais, os comerciantes não souberam responder.

Essas informações sugerem que o comércio de plantas medicinais por si só seria insuficiente, na maioria dos casos, para gerar a renda necessária para o comerciante, que deste modo, se utiliza de outras atividades, ou do comércio de outros produtos, para complementar sua renda.

## 4 Considerações finais

O comércio de plantas medicinais na Paraíba é bastante dinâmico, sendo observada a existência de diversos fatores humanos que podem exercer interferência sobre a atividade comercial do vendedor, desde um aprendizado de herança familiar até a demanda de determinado produto por influência da mídia.

Sugere-se que estudos futuros abordem de uma maneira mais aprofundada a influência que a mídia pode exercer sobre o conhecimento e sobre a venda de plantas medicinais.

## Agradecimentos

Os dados apresentados são parte da dissertação de mestrado do primeiro autor. Agradecemos ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

## Referências

- ALBUQUERQUE, U. P.; HANAZAKI, N. Five Problems in Current Ethnobotanical Research-and Some Suggestions for Strengthening Them. *Hum Ecol*, v. 37, p. 653–661, 2009.
- ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; ALENCAR, N. L. Métodos e técnicas para coleta de dados etnobiológicos. In: ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; CUNHA, L. V. F. C. (Eds.). **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**. Recife: NUPEEA, 2010. p. 39–64.
- ALVES, R. R. N. et al. Utilização e comércio de plantas medicinais em Campina Grande , PB, Brasil. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 4, n. 2, p. 175–198, 2007.
- BUSSMANN, R. W. The Globalization of Traditional Medicine in Northern Peru: From Shamanism to Molecules. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, 2013.

BUSSMANN, R. W. et al. Changing markets – Medicinal plants in the markets of La Paz and El Alto, Bolivia. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 193, p. 76–95, 2016.

ETHUR, L. Z. et al. Comércio formal e perfil de consumidores de plantas medicinais e fitoterápicos no município de Itaqui-RS. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 2, p. 121–128, 2011.

JUSU, A.; SANCHEZ, A. C. Economic Importance of the Medicinal Plant Trade in Sierra Leone<sup>1</sup>. **Economic Botany**, v. 67, n. 4, p. 299–312, 2013.

KUNWAR, R. M. et al. Medicinal plants, traditional medicine, markets and management in far-west Nepal. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 1, p. 24, 2013.

MAIA, A. C. P. et al. A fitoterapia sob a ótica dos profissionais de saúde no Brasil nos últimos 10 anos. **Gaia Scientia**, v. 10, n. 4, p. 658–670, 2016.

MATI, E.; BOER, H. Ethnobotany and trade of medicinal plants in the Qaysari Market, Kurdish Autonomous Region, Iraq. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 133, n. 2, p. 490–510, jan. 2011.

RAMOS, M. A.; ALBUQUERQUE, U. P.; AMORIM, E. L. C. O comércio de plantas medicinais em mercados públicos e feiras livres: um estudo de caso. In: ALBUQUERQUE, U. P.; ALMEIDA, C. F. C. B. R.; MARINS, J. F. A. (Eds.). **. Tópicos em Conservação, Etnobotânica e Etnofarmacologia de Plantas Medicinais e Mágicas**. Recife: NUPEEA, 2005. p. 127–163.

SEMOTIUK, A. J.; SEMOTIUK, N. L.; EZCURRA, E. The Eruption of Technology in Traditional Medicine: How Social Media Guides the Sale of Natural Plant Products in the Sonoran Desert Region<sup>1</sup>. **Economic Botany**, v. 69, n. 4, p. 360–369, 2015.

SHER, H.; ALDOSARI, A; ALI, A. Economic benefits of high value medicinal plants to Pakistani communities: an analysis of current practice and potential. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, p. 1–16, 2014.

SOUZA, M. R. M.; PEREIRA, R. G. F.; FONSECA, M. C. M. Comercialização de plantas medicinais no contexto da cadeia produtiva em minas gerais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. SPL.ISS, p. 242–245, 2012.

SOUZA, M. Z. S.; ANDRADE, L. R. S.; FERNANDES, M. S. M. Levantamento sobre plantas medicinais comercializadas na Feira livre da cidade de Esperança - PB. **Biofar**, v. 05, n. 1, p. 111–118, 2011.

TOWNS, A. M. et al. Volume, value and floristic diversity of Gabons medicinal plant markets. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 155, n. 2, p. 1184–1193, 2014.

VAN ANDEL, T. R. et al. Prioritizing West African medicinal plants for conservation and sustainable extraction studies based on market surveys and species distribution models. **Biological Conservation**, v. 181, p. 173–181, 2015.

# Questões de gênero sobre a atividade de pesca do aratu vermelho (*Goniopsis cruentata* Latreille, 1803), na Ilha Mem de Sá, Itaporanga d´Ajuda, Sergipe, Brasil

Luiz Carlos Gonçalves

Chirlaine Cristine Gonçalves

Ivan Rêgo Aragão

Flávia de Oliveira Paulino

## 1 Introdução

A pesca artesanal no Brasil desenvolve importante função em relação à manutenção da segurança alimentar. Esta atividade é especialmente importante por se constituir uma das principais atividades econômicas para os pescadores e pescadoras, que desenvolvem e preservam, ao longo da história, os saberes e fazeres desse trabalho (ALVES, 2015).

O aratu vermelho é característico da região nordeste do Brasil, muito apreciado e consumido pela população local e é vendido como iguaria gastronômica no turismo no estado de Sergipe. A pesca do aratu caracteriza-se pelo modo artesanal e geralmente é praticada por mulheres, denominadas marisqueiras. Essas mulheres utilizam de práticas e saberes ancestrais para transmissão do conhecimento para gerações futuras (FELDENS, NASCIMENTO; SANTOS, 2012).

O aratu é um caranguejo bastante ágil, que desloca-se de forma rápida entre raízes e troncos presentes nos manguezais. É um crustáceo que reproduz-se facilmente, possui valor econômico variável de acordo com a região, e está disponível nos manguezais o ano todo (SANTOS et al., 2010).

De acordo com Brandão e Dos Santos (2016), a popularidade do aratu vermelho no estado de Sergipe tem relevância no aspecto gastronômico porque integra a “Arca do Gosto”, que pode ser assim definida:

[...] um catálogo mundial do Slow Food que objetiva localizar, descrever, divulgar e proteger produtos com potencial produtivo e comercial que estejam sob ameaça de extinção. Essa lista abarca mais de 2000 produtos em todo o mundo, dentre os quais 50 são brasileiros (BRANDÃO; DOS SANTOS, 2016, p.170).

Na Ilha Mem de Sá, em Itaporanga D’Ajuda, Sergipe-Brasil, dentre os pescados capturados pelas marisqueiras e catadores estão o aratu vermelho e o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*). A economia da comunidade possui forte interação com a natureza. A fonte de renda básica da comunidade constitui-se de extração de recursos naturais, sendo essas as duas espécies que melhor representam os manguezais da Ilha, beneficiando a comunidade que utiliza destes recursos para o consumo e/ou comercialização dos crustáceos, como também explorando como iguaria gastronômica turística local (RIBEIRO, ANDRADE; BRAGHINI, 2014).

Os boletins estatísticos das atividades pesqueiras no Brasil apresentam dados relativos à pesca artesanal do aratu vermelho somente nos estados da Bahia, Pernambuco e Sergipe (IBAMA, 2007). De acordo com Santos et al. (2010), o valor comercial dessa espécie ainda é pouco expressivo, considerando as condições de trabalho nas quais as marisqueiras e os catadores são submetidos para a captura desse crustáceo.

No estado de Sergipe, na Ilha Mem de Sá, uma pequena localidade próxima a Aracaju, capital do Estado, a pesca do caranguejo é uma das principais atividades econômicas da comunidade (RIBEIRO; ANDRADE e BRAGHINI, 2014). É realizada principalmente pelas mulheres e tem sido fortalecida nos últimos anos pela implementação do Turismo de Base Comunitária (TBC).

Mediante o contexto apresentado, surgiu a motivação para a presente pesquisa, no sentido de entender as nuances entre a atividade de pesca do aratu e relações de gênero nesta ilha. Pressupõe-se que, para haver a sustentabilidade de uma comunidade, são necessárias ações integradas, incluindo além do respeito ao meio ambiente, questões sociais e de valorização de gênero.

O objetivo deste trabalho foi analisar a participação feminina na pesca do aratu vermelho e verificar se o gênero é determinante para essa atividade

pesqueira na comunidade da Ilha Mem de Sá, em Itaporanga D’Ajuda, Sergipe, no nordeste brasileiro.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Caracterização da Área Estudada

A comunidade Mem de Sá está situada em uma ilha fluvial na região estuarina do rio Vaza-Barris (11°29’26”S e 06°46”W) onde predomina a vegetação de manguezal e restinga. Está localizada a 23 km da sede do município de Itaporanga D’ Ajuda, e a 53 km de Aracaju, capital do estado de Sergipe. A ilha teve a sua povoação originada por três famílias que estabeleceram ao longo do tempo uma íntima relação com os ecossistemas de restinga e mangue, desenvolvendo a pesca artesanal como a principal atividade econômica (CURADO et al., 2009).

### 2.2 Procedimentos metodológicos

Este estudo constituiu-se de caráter descritivo-analítico. A pesquisa ocorreu entre os meses de março a junho de 2016. Neste período foram realizadas visitas na ilha, durante as quais foi aplicada metodologia de observação participante, de acordo com técnicas antropológicas propostas por Whyte (1993) e Barrett (2009).

Para chegada até às marisqueiras e catadores, foi realizada uma busca ativa na ilha Mem de Sá, através de contato com agente comunitário local, que indicou alguns trabalhadores da atividade de pesca na região. Uma vez identificada a primeira marisqueira, adotou-se metodologia conhecida como *snowball sampling* (BIERNACKI; WALDORF, 1981). Esta técnica, também conhecida no Brasil pelo nome de “bola de neve”, é amplamente utilizada em pesquisas sociais e de educação ambiental. Este método é baseado na abordagem direta dos atores envolvidos, seguida de sucessivos convites para participação na pesquisa. Uma vez ocorrida a abordagem com a primeira marisqueira, a mesma apontava outras possíveis marisqueiras e catadores do local que, por sua vez, indicavam outros e assim sucessivamente.

Foi realizado o acompanhamento de práticas cotidianas da comunidade da ilha Mem de Sá, especialmente as relacionadas a prática da pesca, a rotina

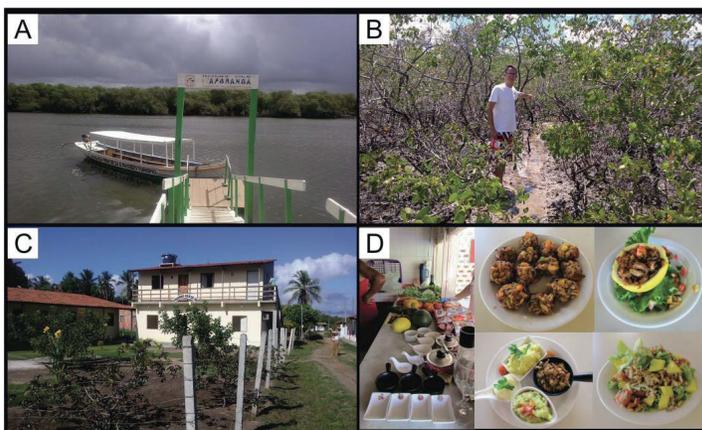
das mulheres envolvidas com o segmento do aratu, a equivalência de gêneros na pesca do aratu, as principais dificuldades encontradas na atividade pesqueira, dentre outros. Para isso foram utilizadas cadernetas de campo e gravadores, conforme descrito por Viana Matos et al. (2014).

Para a realização desta pesquisa, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa e obteve aprovação através do parecer de nº 1.462.973-2016, do Instituto Federal de Sergipe, seguindo recomendações da Resolução CNS nº 510/2016 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2012). Para participação nas entrevistas, cada participante leu e assinou voluntariamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando a divulgação do conteúdo da pesquisa e fotos em forma de dados para fins científicos.

### 3 Resultados e discussão

Na busca exploratória ao local, em visitas *in loco*, foi possível observar que, quanto à estrutura, a ilha Mem de Sá dispõe de aproximadamente 100 residências, uma pousada e duas mercearias. Parte do registro fotográfico da área estudada está exposto na Figura 1.

**Figura 1.** Registros fotográficos da Ilha Mem de Sá: (A) Porto dos Caibros; (B) Ponto de mariscagem do aratu; (C) Pousada; (D) Oficina de gastronomia e hospitalidade para desenvolvimento do Turismo Comunitário. Fotografia: Luiz Carlos Gonçalves, 2016.



Na Figura 1, o ponto identificado como “A” representa o Porto dos Caibros, que é o local atracadouro de embarcações que saem do município de Itaporanga D’Ajuda com destino à Ilha Mem de Sá. As embarcações eram constituídas por pequenos barcos, com capacidade máxima para 20 pessoas e munidas de propulsão elétrica. Os barcos eram sempre conduzidos por moradores da localidade, que geralmente eram pescadores e proprietários das embarcações. Todos os barqueiros possuem a habilitação emitida pela Capitania dos Portos de Sergipe, na categoria de Arrais-amador.

A fotografia identificada com a letra “B” corresponde ao caminho percorrido pelas marisqueiras para a pesca do aratu. Na vegetação do mangue foram observados muitas raízes e galhos, longos e tortuosos, e por vezes dilacerantes. Essa flora foi observada ao longo de todo o percurso da colheita do aratu. Tal condição exigia que as mulheres utilizassem vestimentas (roupas e sapatos) adequadas para que ficassem protegidas de danos físicos. O caminho percorrido pelas marisqueiras até o local de catação de aratus só era possível ser realizado com maré baixa, condição básica para conseguirem atravessar a vegetação e chegarem ao local de pesca.

O ponto sinalizado como “C” indica o único meio de hospedagem na Ilha Mem de Sá, classificada como pousada simples, e caracterizada como um empreendimento turístico. Outros meios de hospedagem identificados na ilha foram o sistema de camping/acampamento turístico e o sistema de *Bed and Breakfast*.

O ponto sinalizado como “D” constituiu-se das iguarias e pratos servidos pela pousada e bares da ilha Mem de Sá. Todos os pratos apresentados nesta figura tinham como matéria-prima principal o aratu vermelho.

Em relação aos dados sociais, observou-se que, das 30 pessoas entrevistadas que atuavam na atividade de pesca na Ilha Mem de Sá, 80% declararam-se mulheres (n=24) e 20%, homens (n=6). A alta prevalência de mulheres na atividade de pesca encontrada neste estudo não é comum de ser observada em comunidades ribeirinhas que sobrevivem da pesca.

Os dados encontrados neste estudo são corroborados por Maciel e Alves (2009), ao estudarem a atividade pesqueira da coleta de aratu em Barra de

Sirinhaém, litoral sul de Pernambuco. Os autores ressaltaram que, embora não seja uma atividade exclusivamente feminina, existe uma predominância desse gênero na atividade. Em relatos das marisqueiras ouvidos por esses autores, constatou-se que a presença masculina na mesma atividade foi minoritária.

Geralmente, em comunidades ribeirinhas nota-se o oposto, havendo prevalência de homens em relação às mulheres na atividade pesqueira (ACYPRESTE, 2015). No entanto, o dado encontrado nesta pesquisa é justificado devido a mariscagem do aratu ser relatada pelos entrevistados como a principal atividade econômica da ilha.

Na ilha Mem de Sá as mulheres são as mais envolvidas na mariscagem desta espécie devido à proximidade de suas residências com o local do mangue, onde os animais são capturados. Essa proximidade é importante porque permite que as mulheres da localidade tenham uma fonte de renda própria e complementar para a família. Já com os homens ocorre o inverso. Eles estão mais envolvidos com a pesca do caranguejo, pois os pontos que estes animais se encontram no mangue são distantes das suas residências. Essa condição logística exige que o deslocamento desses homens seja feito obrigatoriamente com uso de barcos, além de instrumentos e técnicas especiais para a captura dos animais.

Segundo dados do Registro Geral da Atividade Pesqueira do Ministério da Pesca e Aquicultura de 2010 (Brasil, 2010), a porcentagem de mulheres atuantes na pesca artesanal no estado de Sergipe é alta, sendo este o único estado que apresenta tal representatividade no cenário nacional. Segundo esse relatório, as mulheres pescadoras representam 54,9% dos registros referentes ao ofício, enquanto 45,1% da atividade é atribuída aos homens.

Dias, Rosa e Damasceno (2007) afirmaram que a mariscagem geralmente é conduzida por mulheres e que esta atividade requer pouco tempo das envolvidas com o segmento. Os autores à época também afirmaram que o beneficiamento dos mariscos ocorre geralmente em suas residências, permitindo a realização simultânea dos serviços domésticos.

No entanto, discordando parcialmente desses autores, foi detectado nesta pesquisa que, de acordo com os relatos emitidos pelas próprias marisqueiras na Ilha Mem de Sá e pela confirmação da equipe de pesquisa *in loco*, a atividade não requer

pouco tempo laboral. Considerando-se a situação da maré, que necessita estar baixa e é variável de acordo com a época do ano, 100% das mulheres entrevistadas relataram que saíam de suas casas para a atividade de mariscagem em torno das seis horas da manhã e retornavam somente em torno das dezesseis horas.

As marisqueiras da ilha Mem de Sá relataram que realizavam apenas o café da manhã como refeição e ficavam na coleta do aratu por oito a dez horas diárias, sem almoço, o qual só era possível ser feito ao retornarem para as suas residências, ao final do dia. Para evitarem um jejum demasiado, a alternativa relatada era de carregarem consigo para o mangue pequenos lanches, dado o longo período longe das residências.

Também foi relatado pelas marisqueiras da ilha Mem de Sá uma dupla jornada de trabalho. Após o expediente de pesca, após se alimentarem, se debruçavam novamente sobre a atividade de higiene e limpeza dos aratus, geralmente nas varandas de suas casas, conforme pode ser visto na Figura 2.

**Figura 2.** Marisqueiras da Ilha Mem de Sá, município de Itaporanga D’Ajuda, Estado de Sergipe, Nordeste brasileiro. A - Marisqueira indo para a captura dos aratus nos manguezais. B - Limpeza dos aratus pescados (catado) em ambiente doméstico. Fotografias: A) Flávia de Oliveira Paulino, 2015; B) Luiz Carlos Gonçalves, 2015.



De acordo com as entrevistadas, a limpeza dos aratus geralmente é realizada após as dezessete horas, situação comprovada pela equipe de pesquisa. Tal situação comprova que o tempo gasto na mariscagem nem sempre é curto, como

relatado na literatura e que, pelo contrário, existe uma sobrecarga de trabalho para estas mulheres, podendo chegar de 12 a 14 horas trabalhadas por dia.

Por outro lado, este cenário não foi relatado pelos homens entrevistados, que relatavam carga horária entre seis e oito horas diárias, além de não estarem envolvidos com a limpeza do crustáceo e também não acumularem atividades domésticas.

A sobrecarga de trabalho feminino observada na ilha Mem de Sá caracterizou-se de duas formas: a) excesso de horas trabalhadas diretamente na atividade de pesca (em ambiente de mangue) e b) limpeza e preparo do aratu (em ambiente doméstico). Ficou evidente a comprovação que essas mulheres extrapolam a quantidade de horas trabalhadas recomendadas para o bem-estar de qualquer trabalhador brasileiro, que são de oito horas diárias (BRASIL, 1988).

Ao avaliar o mesmo tipo de atividade, pesca de aratu e preparo do catado, no município de Santa Luzia, estado de Sergipe, Brandão e Dos Santos (2016) também constataram a necessidade de dupla jornada de trabalho do grupo de mulheres catadoras para a realização desse tipo de tarefa.

Outro estudo semelhante foi conduzido por Passos, Vergara Filho e Moura (2016), ao estudarem as marisqueiras da área costeira do Pará. Os autores relataram que as mulheres pescadoras são atrizes sociais de importância para a dinamização da pesca na comunidade. Diferentemente de seus maridos que, também atuam como pescadores e se ausentam pela atividade em alto mar e, por vezes ficam alheios às questões familiares em terra firme, as mulheres desenvolvem atividades como pescar e plantar e, por isso, se envolvem mais com questões familiares.

Neste contexto de trabalho/alimentação, ainda existe outra questão relacionada à segurança alimentar e nutricional (SAN) dessas mulheres. Ao ficarem longos períodos exercendo atividade de pesca sem alimentação adequada e suprimindo uma das principais refeições recomendadas por órgãos internacionais, que é o almoço, essas mulheres encontram-se em condição de vulnerabilidade alimentar.

No Brasil, conforme o Guia Alimentar elaborado pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2014), entre os dez passos para uma alimentação saudável estão as seguintes orientações:

[...] Faça pelo menos três refeições (café da manhã, almoço e jantar) e dois lanches saudáveis por dia; Não pule as refeições; Fazendo todas as refeições, você evita que o estômago fique vazio por muito tempo, diminuindo o risco de ter gastrite (BRASIL, 2014, p. 116).

Percebe-se que, com o demasiado tempo afastadas de seus lares e exercendo atividade laboral para garantir renda complementar, essas mulheres tornam-se vulneráveis em relação às recomendações de frequência de alimentação preconizadas pelo país.

Neste contexto, cabe salientar que a inclusão dos aspectos sociais ao desenvolvimento foi recomendado pelo Conselho Econômico das Nações Unidas apenas em 1962. Antes disso, desenvolvimento reduzia-se apenas ao crescimento econômico (CORIOLANO, 2003).

Assim, a condição detectada na ilha Mem de Sá em relação à alimentação das marisqueiras pode corroborar para uma situação de insegurança alimentar entre essas mulheres. Isto se explica uma vez que o jejum prolongado nessas mulheres pode favorecer a ingestão inadequada de nutrientes em quantidade e qualidade suficientes.

## **4 Considerações finais**

Pôde-se verificar neste estudo que as mulheres são maioria no universo dos trabalhadores envolvidos na atividade da mariscagem na Ilha Mem de Sá, em Itaporanga D'Ajuda, em Sergipe e desempenham papel importante na promoção da economia da comunidade.

As observações realizadas durante a pesquisa de campo permitem concluir que não existe equivalência de trabalho entre os gêneros, havendo sobrecarga para as mulheres. A carga horária trabalhada pelas mulheres em relação aos

homens da comunidade, bem como a divisão de tarefas em ambiente doméstico são desiguais e estes fatores tornam-se, do ponto de vista social, um desafio a ser enfrentado e rompido para se alcançar o desejado tripé da sustentabilidade e equidade de gênero na Ilha Mem de Sá.

## Referências

ACYPRESTE, I.P. Mulheres pescadoras: as tramas e os dramas do trabalho feminino na pesca. **Revista Intercâmbio**, v. VI, p.52-70, 2015.

ALVES, T.S. **A pesca artesanal em Baiacu - Vera Cruz (BA):** identidades, contradições e produção do espaço. 2015. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geografia Mestrado em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

BARETT, S. **Anthropology: A Student's Guide to Theory and Method.** Toronto: University of Toronto Press, 2009.

BIERNACKI, P.; WALDORF, D. Snowball sampling: problems and techniques of chain referral sampling. **Sociological Methods & Research**, Thousand Oaks, CA, v. 10, n. 2, 1981.

BRANDÃO, B.O. **A valorização dos produtos tradicionais através da indicação geográfica:** o potencial do aratu de Santa Luzia do Itanhý. 2016. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Propriedade Intelectual) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Registro Geral da Atividade Pesqueira - RGP. 2010. Disponível em: <<http://sistemas.agricultura.gov.br/sisrgp>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução Nº 466, de 12 de Dezembro de 2012. **Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos** [Internet].

Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466\\_12\\_12\\_2012.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html)>. Acesso em 17 jul. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**, 2. ed., 1. reimpr. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 out. 1988. Seção 1, p. 01-32.

CORIOLOANO, L. N. M. T. Os limites do desenvolvimento e do turismo. **Revista de Turismo e Patrimônio Cultural Passos**, Espanha, v. 1, n. 2, p.161-171, 2003.

CURADO, F. F., SEGUNDO, W. T. B., SANTOS, Breno A. C., SOUZA JUNIOR, I.P., OLIVEIRA, L. C.L. de., RIBEIRO, I. M. Gestão participativa para o desenvolvimento sustentável da comunidade Ilha Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda, Sergipe. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 4, n.2, nov., p.2015-2017, 2009.

DIAS, T.L.P.; ROSA, R.S.; DAMASCENO, L.C.P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, v.1, n.1, p. 25-35, 2007.

FELDENS, D. G; NASCIMENTO, A. C. D; SANTOS, A. C. **Rua da palha e suas marisqueiras quilombolas**: o feminino, ritual, cultura e a educação. In: Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, VI, 2012, São Cristóvão: UFS, 2012, p. 1-11.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Estatística da pesca 2007**. Brasil: grandes regiões e unidades da federação, Brasília: IBAMA, 2009. 175 p.

Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/documentos-recursos-pesqueiros/estatistica-pesqueira>>. Acesso em 14/09/2016.

MACIEL, D. C; ALVES, A. G. C. Conhecimentos e práticas locais relacionadas ao aratu *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) em Barra do Sirinhaém, litoral sul de Pernambuco. **Biota Neotropica**, vol. 9, n. 4. pp. 29-36, 2009.

PASSOS, P.H.S.; VERGARA FILHO, W. L.; MOURA, R. S.R. Trabalho e gênero na pesca artesanal do caranguejo em São João da Ponta, Amazônia, Brasil. **Revista Observatório de La Economía Latinoamericana**, Brasil, 2016.

RIBEIRO, J.N; ANDRADE, T.S; BRAGHINI, C. R. Sabores, saberes e o desenvolvimento do ecoturismo na comunidade Mem de Sá, Itaporanga D'Ajuda, Estado de Sergipe. **Revista de Turismo y Patrimonio Cultural Passos**, v.12, n.2, pp. 409-424, 2014.

SANTOS, R.M., REIS, I.A.O., SOUZA, J.F., NUNES, M.L. Características físico-químicas e sensoriais de um produto reestruturado Crabstick, à base de carne de aratu. **Scientia Plena**, v. 6, n. 3, pp.2-5, 2010.

VIANA MATOS, L., KER, J.C., CARDOSO, I.M., LANI, J.L., SCHAEFER, C.E.G.R. O conhecimento local e a etnopedologia no estudo dos agroecossistemas da comunidade quilombola de Brejo dos Crioulos. **Sociedade & Natureza**, vol. 26, núm. 3, septiembre-diciembre, p. 497-510, 2014.

WHYTE, W.F. **Street corner society**: social structure of an Italian slum. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

# Potabilidade da água de soluções alternativas coletivas e as doenças diarreicas agudas em cidades paraibanas

Anna Stella Cysneiros Pachá

José Soares Nascimento

Cristine Hirsch-Monteiro

## 1 Introdução

Saneamento básico e as condições socioeconômicas das populações têm sido abordadas sob várias óticas para se pensar intervenções que possam impactar de modo positivo na qualidade de vida das pessoas. A água que abastece as populações, quando devidamente tratada, reduz o risco de adoecimento e o monitoramento das condições de potabilidade da água deve ser registrado nos sistemas oficiais de informação. Dentre as doenças de veiculação hídrica que acometem o ser humano, as diarreias têm sido responsáveis por grande quantitativo de internações e altos índices de mortalidade. Os casos de doenças diarreicas agudas, assim como inúmeras outras morbidades, devem ser registrados em sistemas de informação para permitir, ao longo do tempo, análises que possam ser usadas pela gestão.

Este capítulo apresenta um recorte recente da situação do abastecimento de água e faz uma análise preliminar da coerência entre os dados registrados em dois sistemas de informação com o intuito de contribuir para o controle de doenças diarreicas agudas no estado da Paraíba.

## 2 Água para consumo humano e doenças relacionadas

A água, para consumo humano, deve estar livre de microrganismos e de toxinas, e precisa ter suas características preservadas para que possa ser

distribuída e consumida sem provocar o adoecimento da população. Contudo, tem sido aceito que a qualidade da água é reduzida durante a distribuição, em boa parte por causa de problemas com a qualidade do serviço (intermitência, baixa cobertura do esgotamento sanitário, rede de distribuição inadequada, e falta de manutenção adequada). Nos domicílios, a contaminação ainda pode aumentar devido à precariedade das instalações hidráulicas e/ou sanitárias, pela falta de manutenção nos reservatórios e pelo manuseio inadequado da água, levando enfermidades à população que variam em intensidade e vão desde algo mais leve, como também, fatais e/ou de proporções epidêmicas (BRASIL, 2006).

O abastecimento de água pode ser classificado, a partir do tipo de fonte de água utilizado, em sistema de abastecimento de água (SAA) e soluções alternativas coletivas (SAC) ou individuais (SAI) (BRASIL, 2012). O controle da potabilidade considera aspectos físico-químicos, além da análise da presença de microrganismos, como coliformes fecais totais e *Escherichia coli*, indicadores de contaminação fecal e riscos de transmissão de doenças infecciosas (BRASIL, 2004, 2006 e 2013).

Tem sido frequente encontrar soluções alternativas coletivas de abastecimento de água, como aquelas provenientes de mananciais subterrâneos ou poços de propriedades rurais ou em áreas urbanas, inadequadas para o consumo humano (MORAIS, 2014). A utilização de soluções de abastecimento alternativas, tanto individuais (SAI), quanto coletivas (SAC), geralmente aumenta o aparecimento de doenças de veiculação hídrica (SILVA, 2011). Em cenários de restrição hídrica, o uso de soluções alternativas individuais (SAI) para o abastecimento é bastante frequente e tem significado grande exposição a riscos de infecção por patógenos de veiculação hídrica, com frequência na forma de doenças diarreicas agudas (OLIVEIRA et al., 2017).

O monitoramento da qualidade da água, atividade que deve ser rotineira, preventiva, investigativa e corretiva, visa garantir distribuição de água de qualidade, evitando adoecimento das populações e avaliando a eficácia do tratamento da água. Por isso, são necessárias ações de educação permanente para os profissionais de saúde e educação em saúde para a população, além de monitoramento dos indicadores de contaminação fecal, da eficiência de tratamento e da integridade

do sistema de distribuição (reservatório e rede) e outros parâmetros de avaliação, conforme estabelecidos na legislação (BRASIL, 2006 e 2013).

O Sistema de Vigilância da Água para Consumo Humano – SISAGUA apresenta ações padronizadas para a identificação dos riscos que estas águas podem oferecer a saúde humana, por meio de princípios e diretrizes que precisam ser implementadas pela gestão nas três esferas. A legislação estabelece que a água fornecida coletivamente, precisa passar por processos de desinfecção ou cloração, além de ter sua qualidade monitorada (BRASIL, 2006 e 2013).

O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - VIGIAGUA visa recomendar medidas de prevenção e controle dos fatores de risco e das doenças ou agravos relacionados à qualidade da água e desenvolver ações para garantir acesso à água com qualidade compatível com o padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente (BRASIL, 2012). Presença de coliformes totais (*Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, e os coliformes termotolerantes) é usada para monitoramento da qualidade sanitária da água como indicadores de contaminação fecal e a presença de *Escherichia coli* é indicador de contaminação patogênica recente (BRASIL, 2006 e 2013; OLIVEIRA et al., 2017).

Em pleno século XXI, contingente bastante significativo da população brasileira, residente em zona urbana, ainda não têm acesso à água e às condições de saneamento básico, favorecendo a transmissão de doenças de veiculação hídrica, como doenças diarreicas (NASCIMENTO et al., 2013). Os elevados índices de morbimortalidade por diarreia colocam esse agravamento como tema permanente e atual, e a cada ano, cerca de dois milhões de crianças morrem em consequência de infecções diarreicas nos países subdesenvolvidos, sendo esta a segunda maior causa de morte entre indivíduos com menos de cinco anos de idade no Brasil.

As DDA incluem as morbidades intestinais com manifestação de fezes com reduzida consistência, contendo muco e/ou sangue, e pelo menos 3 evacuações por dia, além de geralmente ser acompanhada de náusea, vômito, febre e cólicas abdominais (BRASIL, 2017). A maioria das DDA pode ser evitada com cuidados básicos de higiene, fornecimento de água adequada para consumo humano e

saneamento básico. Em 2013, a maior parte dos afetados com DDA na região Nordeste encontrava-se na faixa etária de 1 a 4 anos (NASCIMENTO et al., 2013).

### 3 Situação da Paraíba

O estado da Paraíba possui, em uma área de 56.469 km<sup>2</sup>, 223 municípios e uma população de 3.766.528 habitantes (66,7 hab/km<sup>2</sup>), sendo que a maioria (75,35%) residia em área urbana (IBGE, 2010a e 2010b). Entre os estados brasileiros, a Paraíba é o 16º colocado em relação à renda per capita, que gira em torno de R\$928 (novecentos e vinte e oito reais)/pessoa, e como 21º em desenvolvimento humano (IDH = 0,658).

Segundo informações do DATASUS/MS, nos anos de 2013 e 2014, ocorreram no país 483.117 hospitalizações e 104.232 óbitos por diarreia, sendo 26,35% dos óbitos na região Nordeste. No estado da Paraíba, entre 2011 e 2014 (PARAÍBA, 2016), foram registrados números alarmantes de DDA no SIVEP\_DDA, acima de 72 mil casos por ano. Segundo dados coletados no SIVEP/DDA/PB, no período de 2013 a 2015, o estado da Paraíba, registrou 244.764 casos de diarreias (SIVEP\_DDA apud PACHÁ, 2018) e, destes, 15.769 foram hospitalizações, com 1.701 registros de óbitos informados no DATASUS/MS.

Algumas cidades da Paraíba passam por racionamento do fornecimento de água, incluindo Campina Grande, a cidade mais populosa do interior do Estado, onde foi encontrado aumento dos casos de DDA correlacionado diretamente com a redução do volume de água no reservatório, mas não com o racionamento de água propriamente dito, provavelmente devido ao aumento do uso de água proveniente de soluções alternativas (PEREIRA, 2017).

Em 2011, 88,3% dos municípios paraibanos realizavam ações do VIGIAGUA e mais de 90% da população era abastecida por SAA devidamente tratada. Mas houve 1,5% de morbidade por hepatite A no estado, concentrada em 13 municípios, dos quais em apenas um a morbidade ultrapassou os 33 casos por 100.000 habitantes (BRASIL, 2012).

No Estado da Paraíba, entretanto, em 2010 e 2011, a quantidade de amostras colhidas pela vigilância destinadas para realização das análises previstas

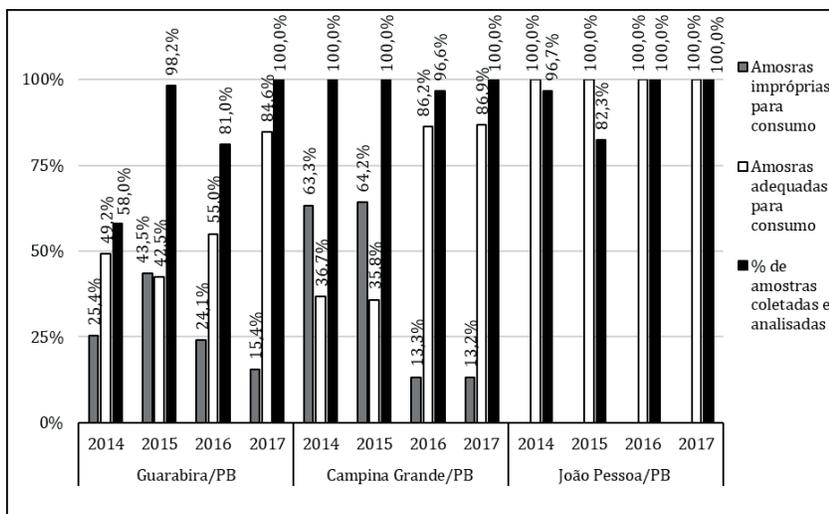
na legislação (Turbidez, Cloro Residual Livre (CRL) e Coliformes Totais) está abaixo do recomendado, além de que o monitoramento da presença de cianobactérias e de agrotóxicos na água fornecida para consumo humano, também não tem sido realizado no estado (BRASIL, 2012).

Análise dos dados disponíveis no Sistema de Vigilância Epidemiológica – Doenças Diarreicas Agudas (SIPEP\_DDA), apontou quatro cidades paraibanas com incidência de mais de 25 casos para cada 100.000 habitantes (dados coletados a partir do Núcleo de Doenças Transmissíveis Agudas – SES/PB, 2017, apud PACHÁ; 2018): Campina Grande (26,7 casos/100.000 hab.), Guarabira (70,2 casos/100.000 hab.), Pombal (80,3 casos/100.000 hab.) e João Pessoa (617,5 casos/100.000 hab.).

A distribuição de água pela rede geral de abastecimento alcançou, em 2010, cobertura de 97,76% e 96,39% dos lotes domiciliares de Campina Grande e de João Pessoa, respectivamente, sendo consideradas satisfatórias, acima da média nacional (SANTOS; RIBEIRO, 2017).

Recentemente, buscando avaliar possível correlação e coerência entre a qualidade da água para consumo humano provenientes de SAC e a ocorrência de DDA na Paraíba, foram confrontados os dados dos sistemas SIPEP\_DDA e SISAGUA referentes aos registros de 2014 a 2016 das cidades de Guarabira, Campina Grande e João Pessoa. Foi observado que as coletas não têm alcançado todas as fontes cadastradas e não têm sido sistemáticas e periódicas, nem realizadas de modo padronizado ou com identificação adequada da origem da fonte de água coletada (PACHÁ, 2018). Apesar disso, os dados extraídos do SISAGUA indicaram a contaminação da água (Figura 1). Contaminação por coliformes totais e/ou *Escherichia coli* na água disponibilizada à população em fontes do tipo SAC em Guarabira e Campina Grande foi constada, mas em João Pessoa, não tem sido identificada amostra contaminada por *E. coli* (PACHÁ, 2018).

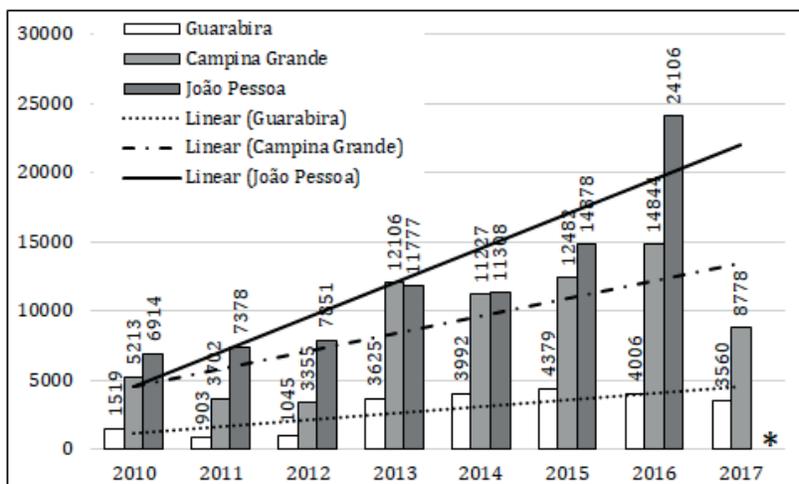
**Figura 1.** Comportamento da análise de amostras de água de SAC coletadas em três cidades da Paraíba de 2014 a 2017.



**Fonte:** Modificado a partir de Pachá (2018).

Dados colhidos a partir do SIVEP\_DDA indicaram alta incidência de DDA de 2014 a 2016 em João Pessoa, Campina Grande e Guarabira (Figura 2). Mas, devido à inconsistência dos registros no SISAGUA e deficiências na coleta e análises da contaminação das fontes tipo SAC, o estudo sobre a correlação entre os dois sistemas de informação não foi realizado para João Pessoa e Campina Grande, indicando grande fragilidade nas vigilâncias municipais e tornando o SISAGUA um sistema subutilizado.

**Figura 2.** Casos de DDA registrados nas três cidades paraibanas entre 2010 e 2017 no SIVEP\_DDA. Obs.: \* Não houve registro de dados de João Pessoa em 2017.



Fonte: Modificado a partir de Pachá (2018).

Entretanto, apenas os dados de Guarabira foram suficientemente consistentes para indicar correlação positiva (Teste de Spearman) com os registros de contaminação das amostras de SAC no SISAGUA e a incidência de DDA (PACHÁ, 2018).

No território rural do Médio Piranhas, região noroeste do estado da Paraíba que inclui 181 municípios entre Cajazeiras e Belém do Brejo do Cruz, a análise do abastecimento de água, indicou que a maioria dos municípios possuíam cobertura de 41 a 60% (70 municípios; 38,7%) ou de 60 a 80% (58 municípios; 32,0%), mas 18,3% dos municípios da região (n=33) apresentaram índice de cobertura menor que 41% (SILVA FILHO et al., 2015). Entretanto, a maior parte desta cobertura existente abrange apenas a área urbana, deixando a área rural descoberta. Com isso, a população precisa recorrer a soluções alternativas de abastecimento (SAI ou SAC) que não têm garantia de monitoramento da potabilidade, sendo necessária a intervenção governamental na área (SILVA FILHO et al., 2015).

## 4 Saneamento básico e esgoto

Diarreia, que corresponde à segunda principal causa de morte infantil no mundo e no Brasil, tem sua transmissão correlacionada à má qualidade da água, ao saneamento básico inadequado e à higiene precária (UNICEF, 2009; MENEGUESSI et al., 2015). Condições inadequadas de abastecimento de água geralmente acompanham condições inadequadas ou insuficientes também de redes de esgoto, agravando a incidência das infecções de veiculação hídrica.

Em 2011, tanto a cobertura dos serviços de abastecimento de água por rede geral (76,71%) quanto a do esgotamento sanitário (39,94%), na Paraíba, eram bastante semelhantes às médias da Região Nordeste, mas estavam abaixo da cobertura desses serviços no Brasil, 82,85% e 55,45%, respectivamente (BRASIL, 2012). Em 2013, a maioria dos municípios da Paraíba apresentavam de 20 a 40% de cobertura de redes de esgotamento sanitário (BRASIL, 2014).

No estado da Paraíba, em 2015, cerca de 34% da população não tem seu esgoto sequer coletado e para outros 16% o esgoto era coletado, mas não era tratado. Neste mesmo ano, em João Pessoa havia 100,00% de cobertura, enquanto que em Campina Grande e Guarabira a cobertura 82,05% e 56,02%, respectivamente (ANA, 2018).

Diante deste quadro, a falta de saneamento básico adequado é mais um fator que deve ser observado e considerado na intervenção pelas gestões municipais, estaduais e federais para alterar a situação de exposição a morbidades com transmissão pela água.

## 5 Considerações finais

Acompanhamento sistemático dos dados armazenados no SIVEP\_DDA pode subsidiar ações de prevenção e controle, tendo em vista que o acompanhamento do fluxo de dados recebidos a partir das unidades de saúde é realizado semanalmente. A contaminação de amostras de SAC pode ter correlação com a frequência de DDA e, o acompanhamento dos dados, pode sinalizar um processo epidêmico em andamento e demandar da gestão das Secretarias Municipais de Saúde um olhar mais cuidadoso e direcionado para a situação

identificada. Porém, a viabilidade do uso dos Sistemas de Informações só pode ser considerada a partir da rotineira e adequada alimentação dos referidos sistemas. Só assim, SIVEP\_DDA e SISAGUA poderiam se tornar fonte estratégica de dados para a vigilância em saúde e, assim, orientar a gestão na tomada de decisões.

## Referências

- ANA. Agência Nacional das Águas. **Informações sobre Recursos Hídricos**. 2018. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh>>. Acesso em: 18 set. 2018.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3 ed. rev. Brasília: Fundação nacional de Saúde, 2004. 408p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Avaliação da Vigilância da Qualidade da Água no Estado da Paraíba – Ano base 2011**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: 2012. 12p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Doença Diarreica Aguda – DDA**. 2017. Portal Saúde. Disponível em: <<http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/doenca-diarreica-aguda>>. Acesso em: 30 dez. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Banco de dados do Censo 2010**. 2010a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 27 set. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Paraíba**. Banco de dados do Censo 2010. 2010b. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>>. Acesso em: 27 set. 2018.

MENEGUESSI, Geila Marcia et al. Morbimortalidade por doenças diarreicas agudas em crianças menores de 10 anos no Distrito Federal, Brasil, 2003 a 2012. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, n. 24, v. 3, p. 721-730, out-dez 2015.

MORAIS, Juciela Brum Soares de. **Soluções alternativas coletivas de Abastecimento de água**: um desafio para a vigilância e o controle da qualidade da água no município de Matelândia/Pr. (Especialização). Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014. 47 p.

NASCIMENTO, Viviane Silva Félix et al. Epidemiologia de doenças diarreicas de veiculação hídrica em uma região semiárida brasileira. **Com Scientiae Saúde**, v. 12, n. 3, p. 353-361. 2013.

OLIVEIRA, Julimara de Souza Costa et al. Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental. **Cad. Saúde Colet.**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 217-224. 2017.

PACHÁ, Anna Stella Cysneiros. **Qualidade da água para consumo humano na Paraíba**: Sistemas de Informações para fins de vigilância e controle das doenças diarreicas agudas. [Dissertação] João Pessoa: PRODEMA, 2018. 62p.

PARAÍBA. Secretaria Estadual de Saúde. **PLANO ESTADUAL DE SAÚDE 2016-2019**. Gerência de Planejamento e Gestão. 2016. 157p.

PEREIRA, Hortência Maria Auta Costa. **Prevalência de Doenças Diarreicas Agudas em períodos de racionamento de água de abastecimento em Campina Grande (PB)**. Campina Grande: UEPB, 2017.

QUEIROZ, Ana Carolina Lanza et al. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano

(Vigiagua): Lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal. **Saúde Soc. São Paulo**, v. 21, n. 2, p. 465-478, 2012.

SANTOS, Gedeão Costa Floriano; RIBEIRO, Maria Adriana Mágero de Freitas. Geoprocessamento e o abastecimento de água em CG e JPA. **INTERSCIENTIA**, v. 5, n.1, p. 92-104. 2017.

SILVA FILHO, José Adalberto et al. **Diagnóstico do abastecimento de água para a região do Médio Piranhas no Semiárido Paraibano: Uma análise em nível de setor censitário do IBGE**. In: XII Congresso Nacional de Meio Ambiente. 242. Poços de Caldas: 2015.

SILVA, Julce Clara da. **Análise da cobertura e qualidade da água para consumo humano e sua associação com índice de desenvolvimento humano (IDH) em municípios do Rio Grande do Sul, no período de 2006 a 2010**. (Dissertação). São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2011. 53p.

UNICEF. United Nations Children's Fund. **Diarrhoea: Why children are still dying and what can be done**. 2009.



# A ocorrência das epidemias de Zika no município de João Pessoa, PB e sua relação com as condições climáticas

Anne Falcão de Freitas

Joel Silva dos Santos

Eduardo Rodrigues Viana de Lima

Bartolomeu Israel de Souza

## 1 Introdução

O Zika vírus (ZIKV) é um flavivírus pertencente a família *Flaviviridae* (KUNO et al., 1998). Tal vírus pode ser transmitido aos seres humanos por mosquitos infectados, principalmente por fêmeas infestadas da família *Culicidae* e gênero *Aedes*, como exemplo, *Aedes aegypti*, sendo este mais comum e associado aos seres humanos (VOROU, 2016). Este vírus também pode ser transmitido da mãe infectada para o feto (DUGGAL et al., 2017), através de transfusões sanguíneas e por relações sexuais (ATKINSON et al., 2016).

É importante ressaltar que nas Américas, o vírus se espalhou causando uma epidemia em vários países, representando assim, uma emergência de saúde pública global (FELLNER, 2016).

No Brasil, foi notificada pela primeira vez a manifestação desse agente etiológico da doença causado pelo vírus ZIKV a partir de 2014, e em abril de 2015, a circulação dessa doença foi identificada e reconhecida pelo Ministério da Saúde (CARDOSO et al., 2015). Desde então, vários pacientes apresentaram os sintomas, e embora os pacientes habitassem áreas endêmicas do mosquito *Aedes aegypti*, responsável pela transmissão da Dengue, o diagnóstico sorológico foi positivo para ZIKV (ZANLUCA et al., 2015). Dessa forma, foram confirmadas a circulação do vírus e o surto da doença, em algumas regiões do país, como o Rio Grande do Norte, Maranhão e Paraíba (FANTINATO et al., 2016).

Alguns estudos apontam para a relação entre as epidemias de ZIKV e as condições climáticas da região associadas ao *Aedes aegypti* e falta de infraestrutura das cidades (OLSON et al., 1981; FERREIRA et al., 2017).

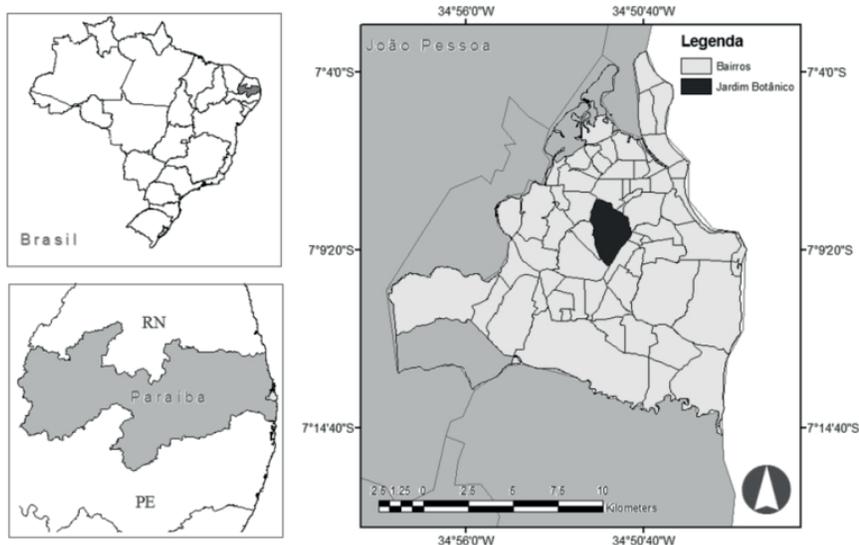
Diante desse contexto, faz-se necessário a compreensão da ocorrência das epidemias de Zika no município de João Pessoa, PB e sua relação com as condições climáticas locais. O trabalho parte da hipótese que as condições microclimáticas da cidade de João Pessoa/PB associadas à precariedade de infraestrutura de alguns bairros potencializam a ocorrência dessa doença na capital paraibana.

## 2 Descrição metodológica

### 2.1 Área de estudo

O município de João Pessoa (Figura 1) está localizado, entre as seguintes coordenadas geográficas: Latitude Sul  $7^{\circ}14'29''$  e Longitude Oeste  $34^{\circ}58'36''$ , Latitude Sul  $7^{\circ}03'18''$  e Longitude Oeste  $34^{\circ}47'36''$ .

**Figura 1.** Localização geográfica do município de João Pessoa, PB.



**Fonte:** Organização da autora (2018).

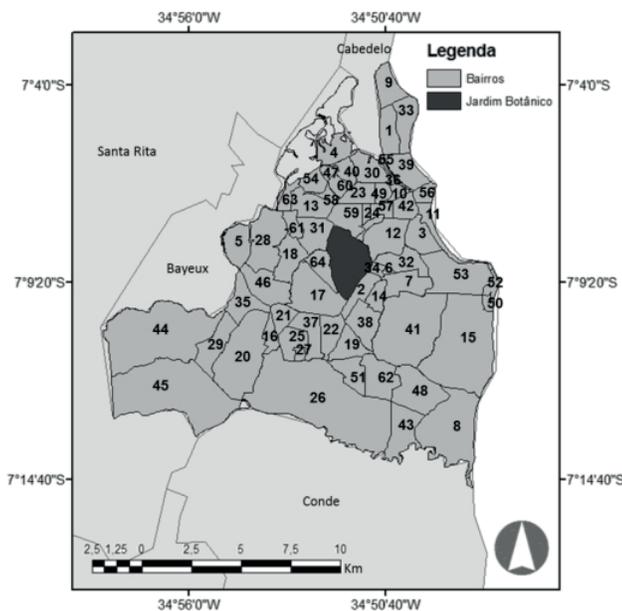
O clima da cidade é do tipo Tropical Úmido e permanece durante todo o ano dentro da influência dos ventos alísios de sudeste, que têm a sua frequência alterada através dos ventos de leste e de Nordeste e da Zona de Convergência Intertropical (SANTOS, 2011).

A precipitação pluviométrica acumulada anual é de 1896,9 mm e o comportamento mensal das normais dos dados climatológicos (1992-2017), mostra sazonalidade que define a existência de dois períodos climáticos distintos para a cidade: seco (setembro a fevereiro) e chuvoso (março a agosto) (INMET, 2018).

A temperatura do ar possui média anual máxima de 29,2 °C, mínima de 24,5 °C e média de 27 °C (INMET, 2018). A umidade relativa do ar detém média 76%, com a taxa elevada 82,2% e a menor de 72,2% (INMET, 2018).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), a população oficial do município em 2018 é 811.598 habitantes, distribuídos em 64 bairros (Figura 2 e Tabela 1).

**Figura 2.** Localização dos bairros de João Pessoa, PB.



**Fonte:** Organização da autora (2018).

**Tabela 1.** Bairros da cidade de João Pessoa, PB. C = Código.

<b>C</b>	<b>Bairro</b>	<b>C</b>	<b>Bairro</b>	<b>C</b>	<b>Bairro</b>
1	Aeroclube	23	Estados	44	Mumbaba
2	Água Fria	24	Expedicionários	45	Mussurú
3	Altiplano	25	Funcionários	46	Oitizeiro
4	Alto do Céu	26	Gramame	47	Padre Zé
5	Alto do Mateus	27	Grotão	48	Paratibe
6	Anatólia	28	Ilha do Bispo	49	Pedro Gondim
7	Bancários	29	Indústrias	50	Penha
8	Barra de Gramame	30	Ipês	51	Planalto da Boa Esperança
9	Bessa	31	Jaguaribe	52	Ponta do Seixas
10	Brisamar	32	Jardim Cidade Universitária	53	Portal do Sol
11	Cabo Branco	33	Jardim Oceania	54	Roger
12	Castelo Branco	34	Jardim São Paulo	55	São José
13	Centro	35	Jardim Veneza	56	Tambaú
14	Cidade dos Colibris	36	João Agripino	57	Tambauzinho
15	Costa do Sol	37	João Paulo II	58	Tambiá
16	Costa e Silva	38	José Américo	59	Torre
17	Cristo Redentor	39	Manaíra	60	Treze de Maio
18	Cruz das Armas	40	Mandacaru	61	Trincheiras
19	Cuiá	41	Mangabeira	62	Valentina
20	Distrito Industrial			63	Varadouro
21	Ernani Sátiro	42	Miramar	64	Varjão
22	Ernesto Geisel	43	Muçumago		

## 2.2 Procedimentos metodológicos

A quantificação mensal dos casos de Zika durante os anos de 2015 a 2017 foi realizado o levantamento levando em consideração o registro da data

dos primeiros sintomas da doença. Tais dados foram coletados junto a Secretaria Municipal de Saúde do Município de João Pessoa/PB.

Para determinar a infestação do *Aedes aegypti* nos bairros de João Pessoa, foi obtido o Levantamento de Índice Rápido para *Aedes aegypti* - LIRAA por meio do Centro de Vigilância Ambiental e Zoonoses, pertencente a Secretária de Saúde do município. E calculado o Índice de Infestação Predial – IIP (BRASIL, 2005), expresso pela seguinte equação:

$$\text{IIP} = \frac{\text{Imóveis positivos} \times 100}{\text{Imóveis pesquisados}}$$

Posteriormente, foi analisado o risco de infestação (BRASIL, 2005), disposto na Tabela 2, abaixo:

**Tabela 2.** Classificação do risco de infestação do mosquito *Aedes aegypti*.

IIP (%)	Significado	Classificação
< 1	Menos de 1 casa infestada para 100 pesquisadas	Satisfatório
≥ 1 < 3,9	De 1 a 3 casas infestadas para 100 pesquisadas	Alerta
> 3,9	Mais de 4 casas infestadas para 100 pesquisadas	Risco

E calculado o Índice Breteau - IB, que consiste na relação entre o número de recipientes positivos/depósitos e o número de imóveis pesquisados (BRASIL, 2005), expresso pela seguinte equação:

$$\text{IB} = \frac{\text{Recipientes/depósitos positivos} \times 100}{\text{Imóveis pesquisados}}$$

A distribuição geográfica dos casos de Zika, os índices de IIP e IB foram especializados utilizando imagens georreferenciadas com resolução espacial de 1 m do satélite Quick BIRD (DIGITAL GLOBE, 2017) e obtido mediante técnicas de Sistemas de Informações Geográficas, com o auxílio do *software* QGis®.

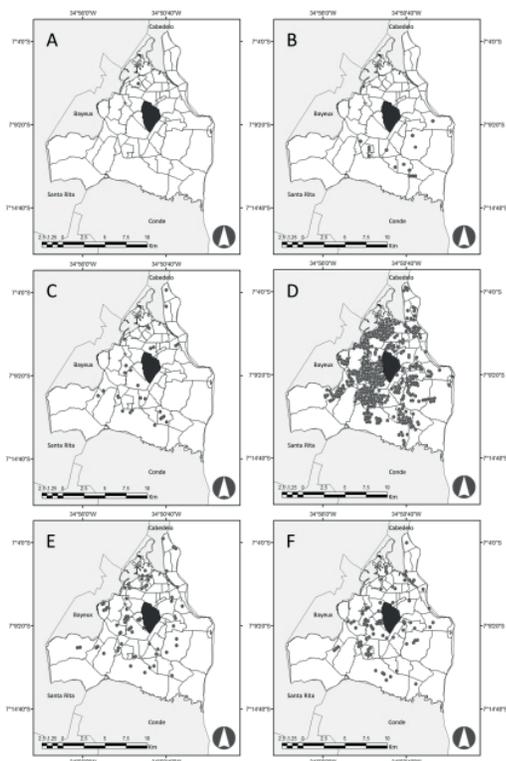
Os dados climáticos (temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade) da área de estudo com base no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, por meio do endereço eletrônico <http://www.inmet.gov.br/portal/>, organizados em planilha eletrônica do Microsoft Excel® e gerados gráficos mensais.

A periodicidade para o levantamento dos dados climáticos compreendeu os dois períodos climáticos da área de estudo: o período seco e chuvoso dos anos de 2015 a 2017. Por fim, os dados climatológicos foram relacionados aos casos de Zika por meio de gráficos.

### **3 Resultados e discussão**

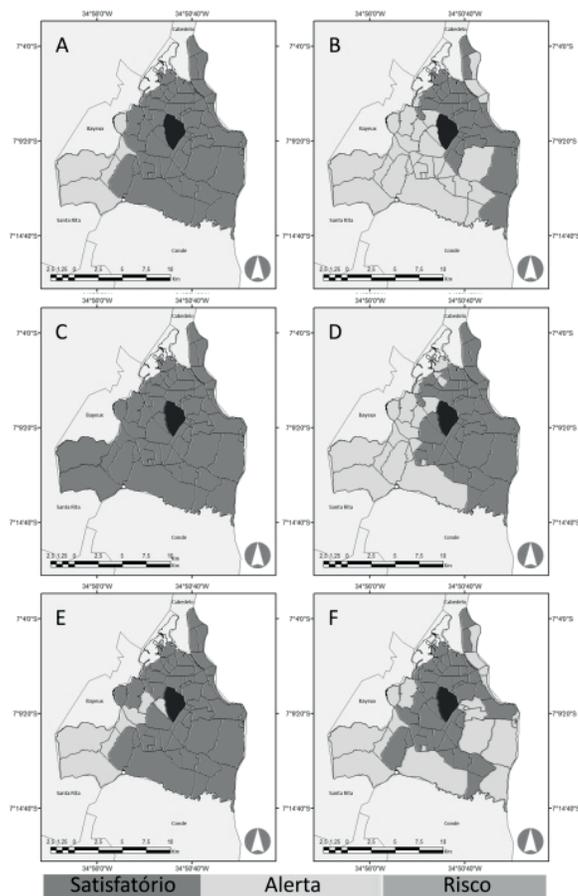
Durante 2015 foram registrados um total de 16 casos de Zika, sendo 1 no período de seco (Figura 3A) e 15 no período chuvoso (Figura 3B), acometendo principalmente pessoas residentes nos bairros do Valentina (5 casos registrados). Em 2016 verificou-se a ocorrência de 769 casos da doença, sendo 31 casos registrados no período seco, com destaque para os bairros do Valentina (5 casos registrados) e Gramame (4 casos registrados) (Figura 3C), já no chuvoso foram observados 738 casos da doença, com maior número de casos registrados nos bairros do Cristo (98 casos) e das Indústrias (51 casos) (Figura 3D). Já em 2017 somaram-se 168 casos, sendo 78 casos registrados no período seco, com destaque para Cruz das Armas (8 casos registrados) e Alto do Mateus (7 casos registrados) (Figura 3E) e 90 casos no chuvoso, principalmente em Cruz das Armas (11 casos registrados) e do Cristo (10 casos registrados) (Figura 3F).

**Figura 3.** Casos de Zika no ano de 2015 no período seco (A) e chuvoso (B); 2016 no período seco (C) e chuvoso (D) e 2017 no período seco (E) e chuvoso (F).



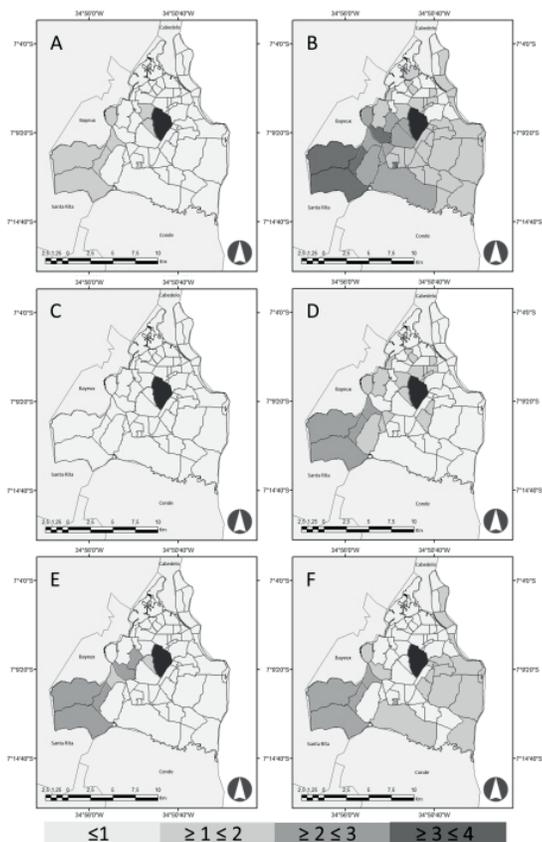
No que se refere ao IIP (Figura 4) no período seco, apenas em 2016 todo o município foi classificado como satisfatório. Para os demais anos, a área de estudo obteve a classificação variando de satisfatório a alerta, sendo este último em menor proporção. No chuvoso verificou-se que os anos de 2015 a 2017 foram classificados como satisfatório a alerta, havendo mais bairros para esta última classificação, quando comparado ao período seco.

**Figura 4.** Índice de Infestação Predial – IIP em 2015 no período seco (A) e chuvoso (B); 2016 no período seco (C) e chuvoso (D), 2017 no período seco (E) e chuvoso (F).



Na área de estudo, o IB no período seco encontra-se com menos recipientes/depósitos positivos em relação ao chuvoso durante os anos de 2016 a 2017 (Figura 5).

**Figura 5.** Índice de Breteau – IB em 2015 no período seco (A) e chuvoso (B); 2016 no período seco (C) e chuvoso (D); 2017 no período seco (E) e chuvoso (F).



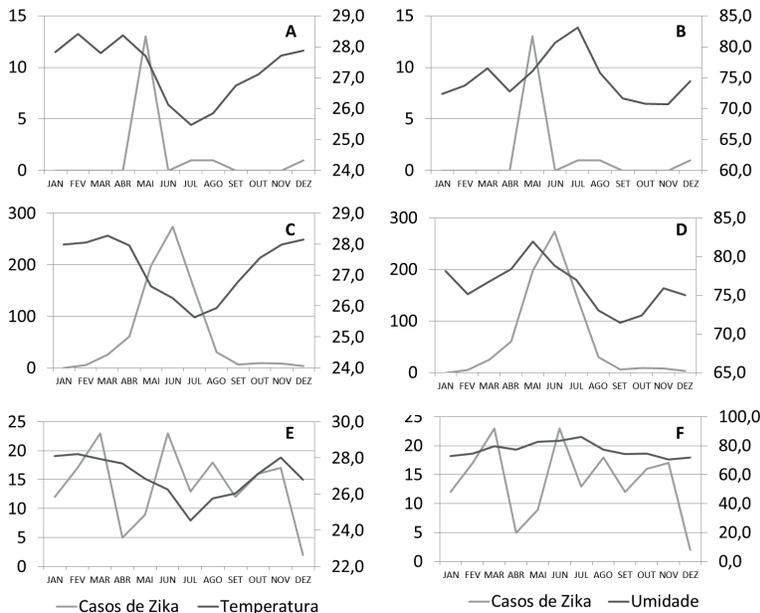
A espacialização dos casos de ZIKV, IIP e IB apresentam geograficamente os bairros estratégicos para o controle da epidemia e qual o período para a efetiva inspeção por parte da Secretaria Municipal da Saúde. Vale salientar, que mesmo diante de tais informações não se pode concluir que nesses bairros ocorreu com certeza absoluta à contaminação dos residentes com o vírus da doença, visto que, as pessoas podem ter se contaminado em outra localidade, assim como Rizzi et al (2017) concluíram em sua pesquisa no Paraná.

Observando a Figura 6, verificou-se que os casos de Zika ocorreram durante todo o ano, ocorrendo picos da epidemia durante os meses correspondentes

ao período chuvoso: maio (13 casos), julho (1 caso) e agosto (1 caso) para o ano de 2015 (Figura 6A). O mesmo comportamento ocorreu em 2016: maio (198 casos), junho (274 casos) e julho (151 casos) (Figura 6C). Já para 2017, os meses: março (23 casos), junho (23 casos) e agosto (18 casos) também correspondentes ao período chuvoso (Figura 6E). Lowe et al (2018) também constataram picos da doença principalmente no mês de março a maio.

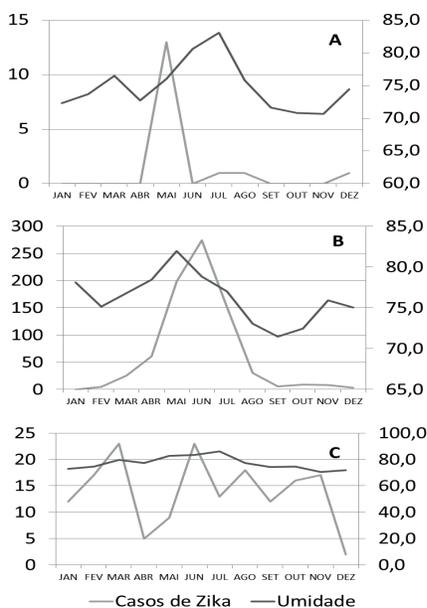
A faixa de ocorrência da temperatura e umidade relativa do ar durante esses meses de pico de proliferação da doença foi de 25,8° C a 28° C de temperatura e de 74% a 82% de umidade relativa do ar (Figura 6B, 6D e 6F). De acordo com Mordecai et al (2017) apesar dos fatores socioeconômicos influenciar na transmissão do vírus ZIKV, a temperatura entre 26°C a 29°C determina a ocorrência dos picos da doença. Para Chouin-Carneiro et al (2016) as taxas de infecção do mosquito e a transmissão está relacionada a temperatura (27°C) e umidade (80%), tais valores são próximos ao encontrado neste estudo.

**Figura 6.** Relação dos casos de Zika com a temperatura em 2015 (A) e umidade (B); temperatura em 2016 (C) e umidade (D); temperatura em 2017 (E) e umidade (F).



Outro fator relacionado às epidemias de Zika diz respeito ao acúmulo de água nos bairros da área de estudo. Os picos dos casos de Zika, de 2015 a 2017, apareceram após os maiores acúmulos de água advinda da pluviosidade (380mm a 500 mm) (Figura 7).

**Figura 7.** Relação dos casos de Zika com a pluviosidade em 2015 (A) 2016 (B), 2017 (C).



Segundo Rees et al (2018) alta taxa de pluviosidade é geralmente ligado a maior proliferação, e conseqüentemente aumento da população dos mosquitos transmissores da Zika, como o *Aedes aegypti*, com posterior ocorrência de casos da doença. Tosepu (2017) estima que os índices pluviométricos por volta de 352,2mm é ideal para acelerar o desenvolvimento do vetor e a transmissão do vírus.

## 4 Conclusão

A quantidade dos casos de Zika na área de estudo ocorreu durante o período chuvoso, nos bairros: Alto do Mateus, Cristo, Gramame, Cruz das Armas,

e Valentina. Dos anos investigados percebeu-se que 2016 é considerado o mais crítico em termos de ocorrência.

Com relação ao IIP foi verificado que no período chuvoso obtiveram mais bairros classificados em estado de alerta, e maior quantidade de recipientes/depósitos positivos com a infestação do mosquito transmissor da doença (IB). Isso demonstra uma relação entre esses índices e as condições climáticas da área de estudo.

No que se refere à distribuição dos casos da doença em João Pessoa, observa-se um padrão sazonal, pois ocorreram registros dos primeiros sintomas da doença no período chuvoso nos meses: março, maio a agosto, com picos no mês de maio (2015), junho (2016), março e junho (2017). A faixa de temperatura de ocorrência variou entre 25,8°C a 28°C com umidade relativa do ar de 74% a 82% e pluviosidade de 380mm a 500mm. Tais fatores climáticos associados à disponibilidade de recipientes/depósitos tornam-se as condições ideais para o sucesso do ciclo de vida do mosquito transmissor e a posterior disseminação da Zika.

A compreensão desses fatores contribui diretamente para a promoção de políticas públicas e para os tomadores de decisão na gestão de saúde pública na cidade de João Pessoa.

## Agradecimentos

Os dados apresentados são parte da tese de doutorado da primeira autora. Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa a primeira autora.

## Referências

ATKINSON, B. *et al.* Detection of Zika vírus in semen. **Emerging Infectious Diseases**. v. 22, n. 5, 2016.

BRASIL. 2005. **Diagnóstico rápido nos municípios para vigilância entomológica do Aedes aegypti no Brasil – LIRAA: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial**. Brasília: Ministério da Saúde. 60p.

CARDOSO, C. *et al.* Outbreak of exanthematous illness associated with Zika, Chikungunya, and Dengue viruses, Salcados, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**. v. 21, n. 12, p. 2274-2276, 2015.

CHOUIN-CARNEIRO, T. *et al.* Differential susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika virus. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. v. 3, p. 1-11, 2016.

DIGITAL GLOBE. **Quick BIRD imagery products – products guide**. Disponível em: <[www.digitalglobe.com](http://www.digitalglobe.com)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

DUGGAL, N. K. *et al.* Frequent Zika virus sexual transmission and prolonged viral RNA shedding in an immunodeficient. **Cell Reports**. v. 18, p. 1751-1760, 2017.

FANTINATO, F. F. S. T. *et al.* Descrição dos primeiros casos da febre pelo vírus Zika investigados em municípios da região Nordeste do Brasil, 2015. **Epidemiol. Serv. Saúde**. p. 1-8, 2016.

FELLNER, C. Zika in America: the year in review. **Pharmacy and Therapeutics** v. 41, n. 12, p. 798-791, 2016.

FERREIRA, D. A. C. *et al.* Meteorological variables and mosquito monitoring are good predictors for infestation trends of *Aedes aegypti*, the vector of dengue, chikungunya and zika. **Parasites & Vectors**. v. 10, n. 78, p. 1-11, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

KUNO, G. *et al.* Phylogeny of the Genus *Flavivirus*. **Journal of Virology**. v. 72, n. 1, p. 73-83, 1998.

LOWE, R. *et al.* The Zika virus epidemic in Brazil: from Discovery to future implications. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. v.15, n. 96, p. 1-18, 2018.

MORDECAI, E. A. *et al.* Detectinf the impacto temperature on transmission od Zika, Dengue and Chikungunya using mechanistic models. **PLOS Neglected Tropical Diseases**. v. 27, p. 1-18, 2017.

OLSO, J. G. *et al.* Zika virus, a case of fever in Central Java, Indonesia. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**. v. 75, n. 3, p. 389-393, 1981.

REES, E. E. *et al.* Environmental and social determinants of population vulnerability to Zika virus emergence at the local scale. **Parasites & Vectors**. v. 11, n. 290, p. 1-13, 2018.

RIZZI, C. B. *et al.* Considerações sobre a Dengue e variáveis de importância à infestação por *Aedes aegypti*. **Hygeia**. v. 13, n. 24, p. 24-40, 2017.

SANTOS, J. S. **Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em uma cidade tropical úmida**. Campina Grande: UFCG, 2011, 108p. Tese de Doutorado.

TOSEPU, R. The appropriate rainfall to development of Zika virus: an Indonesian case. **Ethiopian Journal of Health Science**. v.27, n. 1, p.104-105, 2017.

VOROU, R. Zika vírus, vectors, reservoirs, amplifying hosts, and theis potential to spead worldwide: what we know and what we should investigate urgently. **International Journal of Infectius Diseases**. v. 48, p. 85-90, 2016.

ZANLUCA, C. *et al.* First report of autochthonous transmission of Zika vírus in Brazil. **Men. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 110, n. 4, p. 569-572, 2015.

# Perfil sociodemográfico e epidemiológico das arboviroses na comunidade Santa Bárbara, João Pessoa – Brasil

Claudenice Rodrigues do Nascimento

Fabiola Fialho Furtado Gouvêa

Carmem Gabriela Gomes de Figueiredo

Breno Henrique Marques

Marília Gabriela dos Santos Cavalcanti

## 1 Introdução

Entre as doenças infecciosas reemergentes, os arbovírus transmitidos por vetores são considerados um grande desafio para a Saúde Pública (CHIARAVALLOTI, 2002). Os vírus da Dengue, Chikungunya e Zika são transmitidos por mosquitos do gênero *Aedes*, particularmente, *Aedes aegypti* e *Ae. albopictus*.

O *Ae. aegypti* apresenta um comportamento antropofílico sendo encontrado com maior frequência em locais de aglomeração humana. Tanto o repasto sanguíneo como o repouso pós-repasto ocorre com maior frequência no interior das residências. Conhecer os aspectos epidemiológicos das doenças transmitidas por esses vetores em áreas endêmicas é essencial para implementação de intervenções para o equacionamento da transmissão (CAMARA, 2016).

As modificações dos ecossistemas pela ação humana, as mudanças climáticas e o processo da globalização estão diretamente associados à incidência de arboviroses no país (BATISTELLA, 2015). Os investimentos públicos em políticas de controle ambiental por sua vez, incluem o controle ambiental de vetores buscando propiciar melhoria nas condições de vida da população e no meio ambiente em prol da qualidade de vida (BRASIL, 2010).

No presente estudo buscou-se traçar o perfil sociodemográfico e epidemiológico das arboviroses na comunidade Santa Bárbara, João Pessoa-Brasil,

avaliar a percepção dos moradores da comunidade quanto à atuação da equipe de atenção básica na identificação dos casos e acompanhamento dos moradores acometidos por alguma arbovirose que procuraram a USF, além de correlacionar fatores ambientais que podem influenciar a manutenção dos vetores.

## 2 Pressuposto teórico metodológico

Este estudo foi realizado na comunidade Santa Bárbara no bairro Jardim Cidade Universitária na cidade de João Pessoa-PB (Figura 1), localizada no Distrito Sanitário III. Nesta comunidade está presente também uma área de proteção ambiental com resquícios de Mata Atlântica, cortada por um importante afluente do Rio Jaguaribe, o Rio Timbó (FRAGA, 2014).

**Figura 1.** Localização da Comunidade Santa Bárbara.



**Fonte:** <https://mapasapp.com/brasil/paraiba/joao-pessoa-pb/jardim-cidade-universitaria/avenida-santa-barbara>.

Nesta área foi realizado um estudo epidemiológico e sociodemográfico do tipo descritivo, através da aplicação de um questionário investigativo em uma amostra de 195 residências de um universo de 240, sendo as mesmas construídas em alvenaria e em sua maioria com paredes conjugadas. Em cada domicílio foi selecionado um dos moradores para responder ao questionário sociodemográfico.

A idade mínima de 18 anos foi utilizada como critério de inclusão, por possibilitar legalmente ao participante, total autonomia sobre a sua livre

participação na pesquisa, sem interferência de terceiros. A assinatura do TCLE constou como critério de inclusão para utilização dos dados na pesquisa. O questionário utilizado na pesquisa foi validado pelo Comitê de Ética do CCS/UFPB.

A seleção das residências foi feita com base em sorteio aleatório de uma a cada duas casas em sequência linear. Quando o domicílio em questão encontrava-se fechado, se admitia automaticamente a casa subsequente a esta.

Durantes as visitas domiciliares, realizou-se ainda uma abordagem observacional, buscando detectar as questões socioambientais, que podiam estar interferindo na manutenção e proliferação dos vetores responsáveis pela transmissão de arboviroses na comunidade. As informações socioambientais coletadas foram registradas através da estatística descritiva.

Essas variáveis foram trabalhadas estatisticamente utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk para obter o índice de significância das respostas obtidas no questionário e o teste de Wilcoxon para verificar a normalidade da distribuição dos dados e sua significância.

Para se determinar a incidência de arboviroses, realizou-se a coleta de dados extraídos do sistema de informação SINAN NET, no período de janeiro de 2017 a maio/2018.

### **3 Resultados e discussão**

Houve um total de 195 participantes do trabalho, sendo 146 (74,87%) dos entrevistados do sexo feminino e 49 (25,13%) do sexo masculino. A faixa etária dos mesmos variou de 18 a mais de 60 anos, tendo 28 (14,36%) deles entre 18 e 25 anos, 49 (25,13%) na faixa entre 25 e 35 anos, 43 (22,2%) com idade entre 35 e 45 anos, 59 (30,4%) na faixa etária entre 45 e 60 anos, e apenas 16 (8,2%) com idade superior a 60 anos.

Com relação ao estado civil 78 (40%) se declararam solteiros, 56 (28,72%) dos participantes casados, 10 (5,13%) divorciados, e 51 (26,15%) não informaram o seu estado civil. Sobre o nível de escolaridade, foi constatado que 75 (38,46%) possuem o Ensino Fundamental incompleto, 7 (3,59) o fundamental completo, 28 (14,35%) o Ensino Médio incompleto, 48 (24,61%) Ensino Médio completo, 11

(5,6%) superior incompleto, 6 (3,07%) superior completo, e 20 pessoas (10,25%) não declararam sua escolaridade.

Foi avaliada também neste estudo a presença de água encanada nas residências e se os moradores tinham o hábito de armazenar água. Neste quesito foi observado que em 193 residências (97,9%) a água é canalizada e mesmo com acesso à água, 62 (32,5%) dos respondentes, afirmaram armazenar água em baldes, tambores e outros recipientes.

A comunidade em estudo apresenta ausência de saneamento básico, sendo a água residual (água cinza) (FIGUEIREDO, 2018) lançada a céu aberto, onde se observa frequente acúmulo nas ruas que cortam a comunidade. Quando questionados sobre o destino da água cinza, 119 (61%) informaram que descartam na rua, 65 (33,3%) informaram que o descarte ocorre em fossas, 6 (3%) na mata, 5 (2,5%) descarta no quintal da residência e os demais não sabiam informar o destino.

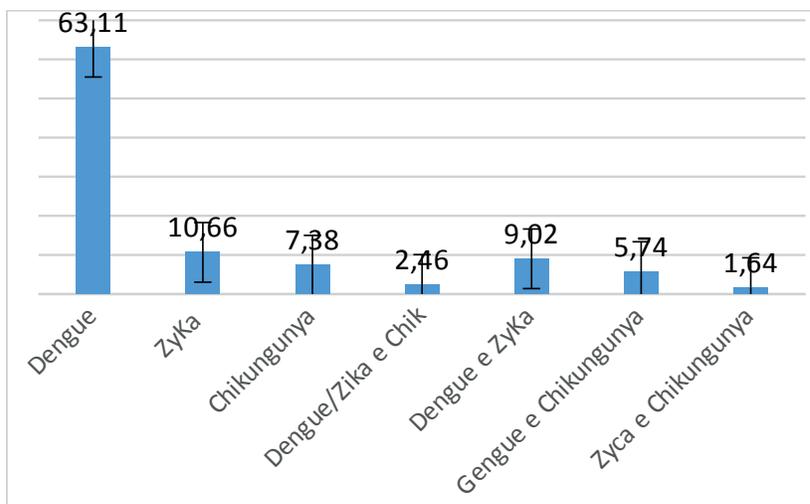
No que diz respeito ao nível de conhecimento sobre o *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e as arboviroses transmitidas pelos mesmos, 167 (85,6%) dos respondentes afirmam ter conhecimento sobre o mosquito e 170 (87,6%) já ouviram falar de pelo menos uma das doenças transmitidas por tais vetores.

Dos participantes da pesquisa 122 (62,56%) informaram ter sido acometidos por uma das arboviroses indicadas no questionário. Entre esses 77 (63,11%) relatou ter sido acometido por Dengue, 13 (10,66%) por Zika e 9 (7,38%) por Chikungunya. Com relação às infecções por mais de uma arbovirose, 23 (18,86%) dos indivíduos da pesquisa declararam ter sido acometidos por duas ou mais das três doenças abordadas (Figura 2).

Das 117 pessoas acometidas por uma ou mais enfermidades citadas, 88 (74%) procurou a Unidade de Saúde da Família. E destas, apenas 43 (48,86%) fizeram algum tipo de exame para confirmação do diagnóstico.

Na avaliação da atuação da equipe de atenção básica com relação ao acompanhamento dos acometidos por arboviroses, todos os entrevistados afirmaram não ter recebido nenhum acompanhamento.

**Figura 2.** Índice de moradores acometidos por uma ou mais arboviroses, na Comunidade Santa Bárbara.



Com relação à atuação dos agentes de endemias nas questões de combate e prevenção dos vetores foi possível verificar que 110 dos participantes da pesquisa (57,2%) afirmaram receber estas visitas em suas residências, enquanto 78 pessoas (39,7%) informaram que não recebem vistoria e os demais, 7 pessoas (3,1%) não souberam informar.

O Teste de Shapiro aplicado a cada pergunta do questionário apresentou resultado  $p < 0,05$ , evidenciando uma distribuição significativa dos dados coletados.

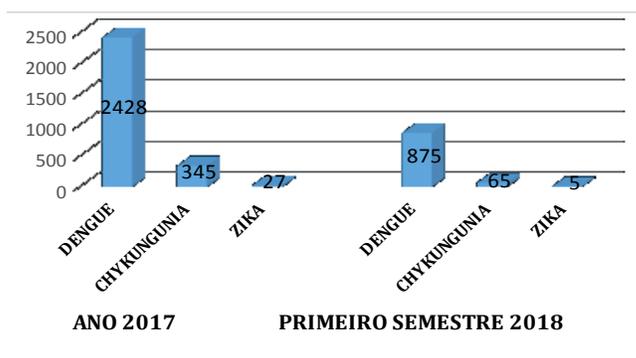
O pós-teste de Wilcoxon por sua vez, foi utilizado para confirmar a distribuição dos dados e a diferença significativa dos mesmos. O teste comprovou que os dados gerados através das respostas ao questionário obtiveram uma distribuição normal com diferenças significativas, apresentando valores  $p < 0,05$ , valor este usado como referência no teste.

Com relação aos dados coletados do SINAN, registrou-se a incidência de arboviroses notificadas no município de João Pessoa e pode-se observar a prevalência de casos de Dengue registrando 2.428 ocorrências, seguida pela Chikungunya 345 e Zika com 27 casos notificados no ano de 2017 (Figura 3).

Durante o primeiro semestre de 2018 foram registrados 875 casos de Dengue, 65 de Chikungunya e 5 de Zika. Diversos problemas ambientais estão diretamente associados à falta ou à precariedade do saneamento, o que pode favorecer o aumento do índice de arboviroses.

Com relação à coleta dos resíduos sólidos, ressalta-se que apesar de haver uma frequente coleta por parte dos órgãos públicos, os moradores da comunidade Santa Bárbara descartam continuamente os resíduos no peridomicílio, na mata e na margem do rio, o que favorece o aumento de criadouros artificiais.

**Figura 3.** Incidência de arboviroses em João Pessoa no período de janeiro a dezembro e primeiro semestre de 2018.



Fonte: SINAN.

Aliado a isto, as condições climáticas locais, com temperatura média anual de 29,3°C e segundo Köppen e Geiger (1936), uma pluviosidade média anual de aproximadamente 1.888 mm, favorecem o número de criadouros disponíveis para o desenvolvimento do vetor (HONÓRIO, 2015). De acordo com Torres (1998) a temperatura mais favorável para o desenvolvimento da larva do mosquito é entre 25 a 30°C.

Os moradores se mostraram bem informados com relação ao conhecimento sobre os vetores das principais arboviroses e as doenças por eles transmitidas. Apesar disso, as práticas de prevenção e combate aos mesmos não se mostraram eficaz nas residências visitadas.

Isso pode ser evidenciado pelo alto índice de indivíduos acometidos por arboviroses na área em estudo (Figura 2).

Ao relacionar a incidência de arboviroses na Comunidade em estudo, com os dados registrados pela secretaria de saúde do estado da PB sobre os casos de Dengue, Zika e Chikungunya no município e João Pessoa, pudemos observar a prevalência de casos de Dengue em relação às outras arboviroses supracitadas.

Entre as pessoas acometidas por uma ou mais enfermidades citadas, 74% deles procurou a Unidade de Saúde da Família para receber atendimento médico. Destes apenas 34% foram submetidos a algum tipo de exame para confirmação do diagnóstico. Isso reflete na legitimidade da notificação dos casos registrados e conseqüentemente na elaboração de planos de ações eficazes de combate, controle e prevenção da incidência de novos casos, uma vez que os sintomas associados com as arbovirose mais frequentes são similares, o que acaba interferindo no diagnóstico clínico (GERMÁN LOEWE, 2017).

Segundo Silva e colaboradores (2018) a dengue é uma doença subnotificada globalmente. Em 2010, a Organização Mundial de Saúde registrou 2,2 milhões de casos de dengue, mas segundo Bhat e colaboradores (2013) o número de casos sintomáticos da doença estavam próximo dos 96 milhões.

O Brasil relata mais casos de dengue do que qualquer outro país (TORRES, 1998), no entanto, o grau de subnotificação da doença no país, ainda é desconhecido.

Silva et al (2018) em um estudo para avaliar a subnotificação de dengue pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) trabalharam com 3.864 pacientes no período de 3 anos, destes 01 a cada 04 pacientes tinham evidências laboratoriais de infecção por dengue. No entanto, para cada 20 pacientes com dengue identificados, apenas 01 foi notificado ao SINAN como tendo dengue, evidenciando o alto índice de subnotificação de casos da doença no País.

De acordo com as orientações do Ministério da Saúde (BRASIL, 2010), os métodos de controle da dengue devem ser baseados nas realidades territoriais e as estratégias de combate ao mosquito devem ser integradas com ações de educação e promoção da saúde. Uma forma de atingir esse objetivo seria a realização de uma integração entre a vigilância e a Estratégia de Saúde da Família (ESF), visando reduzir as pendências nas residências visitadas, além de minimizar

as inconvenientes sobreposições de visitas por diferentes equipes e serviços (LIBANIO, 2011).

Neste estudo foi avaliada a percepção dos moradores da comunidade em relação ao trabalho dos agentes de endemias (AE). Tais resultados sugerem uma baixa eficácia da intervenção dos agentes na localidade uma vez que foi observado um elevado índice de pessoas acometidas por alguma arbovirose.

Fatores socioculturais marcantes dificultam a adesão da população às práticas preventivas, e isso possivelmente apresenta uma relação direta com a falta de diálogo entre o serviço de saúde e a população (EVANGELISTA, 2017). Esses mesmos elementos socioculturais também contribuem para a falta de informação sobre as consequências de suas ações com o meio ambiente, e a reflexão sobre como suas ações podem contribuir de forma negativa no processo saúde-doença.

É fundamental a promoção de ambientes que incentivem as discussões nas comunidades sobre as questões ambientais e sanitárias de forma constante e efetiva. Para Gomes et al (2015) o protagonismo da comunidade na erradicação do mosquito é fundamental, pois estudos demonstram que a grande maioria dos criadouros estão no interior dos domicílios.

Segundo Pereira (2003) a educação em saúde viabiliza um arranjo de oportunidades que propiciam a manutenção da saúde e sua melhoria. Logo, se faz necessário criar espaços que estimulem de forma permanente a discussão nas comunidades sobre questões relevantes ao processo saúde-doença (GIDDENS, 2012).

Para o controle das arboviroses é imprescindível a participação ativa dos membros da comunidade e a implantação de ações educativas contínuas e eficazes para além da simples transmissão de conteúdo, buscando desenvolver a auto responsabilidade dos sujeitos para com o ambiente em que vivem, promovendo a conscientização dos mesmos sobre a relação saúde e meio ambiente em prol da qualidade de vida na Comunidade.

## Referências

BATISTELLA, C.E.C. **Qualificação e identidade profissional dos trabalhadores técnicos da vigilância em saúde: entre ruínas, fronteiras**

e projetos. **Trabalhadores Técnicos em Saúde: aspectos da qualificação profissional no SUS**. Rio de Janeiro, p. 361-390, 2015.

BHAT, T. S., et al. The global distribution and burden of dengue. **Nature**. v.7,p.496-504. 2013.

CHIARAVALLOTI, V.B., et al. Evaluation of compliance with dengue fever prevention: the case of Catanduva, São Paulo, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 18, p.1321-1329, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM nº- 1.007**, de 4 de maio de 2010. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, seção 1, p. 36, Brasília, 2010.

CAMARA, T. N. L. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde Pública no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 16, n. 50, p.1-7, 2016.

EVANGELISTA, J. G. et al. A formação dos agentes de combate às endemias no contexto da dengue: análise documental das políticas de saúde. **Reciis: Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p.1-13, 2017.

FIGUEIREDO, M. VIDA SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://sustentareviver.blogspot.com/2012/07/o-que-sao-aguas-cinzas.html>>. Acesso em: 7 jul. 2018.

FRAGA, L. S; MONTEIRO, S. We are information dealers: educational practices of endemic diseases' battling agents at a service of zoonoses control in Belo Horizonte, Brazil. **Saúde Soc**, v. 3, n. 23, p.993-1006, 2014.

GERMÁN LOEWE (Barcelona) (Org.). Netquest: Statistical Calculators. 2017. Disponível em: <<https://www.netquest.com/pt-br/home/paineis-online-pesquisas>>. Acesso em: 19 jul. 2017.

GIDDENS, A. As Consequências da Modernidade. São Paulo: **Unesp**, 2012. 180 p.

HONÓRIO, N. A., et al. Chikungunya: an arbovirus infection in the process of establishment and expansion in Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 31, p.906-908, maio 2015. Mensal.

KOPPEN, W. Das Geographischa System dder Klimate. 44. ed. São Paulo: **Gerd Borntraeger**, v. 1, 1936.

LIBANIO, K.R. **A construção da integralidade nas práticas em saúde: o processo de implantação das ações de vigilância da dengue na estratégia de Saúde da Família do município de Piraí-RJ**, 2011. 91f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2011.

SILVA, M. M. O., et al. Accuracy of Dengue Reporting by National Surveillance System, Brazil. **Centers For Disease Control And Prevention**, Atlanta-USA, v. 24, n. 8, p.336-339, jul. 2018.

SILVA M., et al. Accuracy of Dengue Reporting by National Surveillance System, Brazil. **Emerg Infect Dis.**; v.22,n.2, p.336-339, 2016. <https://dx.doi.org/10.3201/eid2202.150495>

MORAES, G. H; DUARTE, E. C. Reliability of dengue mortality data in two national health information systems, Brazil, 2000-2005. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 25, p.2354-2364, 2010.

SILVA, M. M. O., et al. Accuracy of Dengue Reporting by National Surveillance System, Brazil. **Centers For Disease Control And Prevention**, Atlanta-USA, v. 24, n. 8, p.336-339, jul. 2018.

TORRES, R. Agentes de combate a endemias: a construção de uma identidade sólida e a formação ampla em vigilância são desafios dessa categoria. **R Poli: Saúde Educ Trab.** v.1, p.16-17, 2009.

# Estudo da vazão de um sistema de bombeamento de água utilizando fonte de energia híbrida renovável

Marcos de Oliveira Santos

Igor Adriano de Oliveira Reis

Raimundo Aprigio de Menezes Junior

## 1 Introdução

A questão energética é um dos temas de importante discussão na atualidade, cada vez mais observa-se a dependência desta frente ao rápido crescimento tecnológico das últimas décadas. O aumento da demanda por energia motiva o planejamento estratégico desse setor visando melhorar a capacidade de suprimento necessário para atender o consumo crescente, neste mesmo sentido, busca-se uma redução mais eficiente dos impactos ambientais gerados.

Atualmente tem-se visto que fontes renováveis como energia eólica, energia solar e biomassa são citadas como solução na geração de energia. Dentre essas fontes destaca-se a energia eólica e solar, que diante deste cenário tornam-se uma importante fonte de energia para realização de bombeamento de água para consumo humano, animais e para a irrigação, principalmente pela viabilidade desta energia em comparação com a energia elétrica nas zonas rurais. Pesquisadores como Lima (2004), Vanzela *et al.* (2003), Pimentel (2003) tem estudado a sustentabilidade em perímetros irrigados do ponto de vista do uso das fontes renováveis de energia.

A energia eólica tem sido bastante empregada para realizar bombeamento d'água, principalmente em regiões afastadas onde as redes de distribuição do sistema de energia convencional ainda não chegaram. Da mesma forma, a energia solar tem um histórico consolidado de aplicação em sistemas de bombeamento d'água. A água é um importante fator de fixação do homem no campo, em diversas

regiões brasileiras, populações são obrigadas a viver com a falta de água, essa limitação cria barreiras para o desenvolvimento da economia local, deixando o espaço sob miséria e doenças (FERREIRA, 2006; ALVARENGA, 2001).

A utilização de sistemas de bombeamento alimentados por painéis solares fotovoltaicos é bastante comum na atualidade. Existem diversos sistemas que funcionam em áreas remotas no mundo. Em geral são bastante eficientes e confiáveis, exigindo pouca manutenção e podem atender o problema d'água nas comunidades isoladas com um custo relativamente baixo (ALVARENGA, 2001). Assim, parte-se da hipótese de que a utilização da energia eólica e solar para o bombeamento de água é viável, que o modelo proposto será vantajoso para assentamentos isolados provenientes do não uso da energia convencional.

Neste trabalho, a metodologia escolhida pretende demonstrar avaliação do recurso solar e eólico para o local em estudo que proveem de ventos e sol suficiente para o SHEFB (Sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico de Bombeamento de água) tenha o funcionamento sem problemas, avaliação da capacidade de vazão do sistema híbrido proposto e sua eficiência num determinado período e como a energia solar fotovoltaica e eólica se comportam individualmente para obter vazões significativas adotando-se de recursos tecnológicos simples para aquisição de dados.

## **1.1 Objetos de estudo**

O objeto de estudo desta pesquisa, foi dividido em duas etapas: na primeira etapa comprovação em que o sistema híbrido de fato funciona e atende o funcionamento da bomba hidráulica no horário programado de cinco horas diariamente sem interrupções conseguindo vazões significativas devido à junção das duas energias, na segunda etapa o painel fotovoltaico e aerogerador de pequeno porte foram monitorados individualmente através de sensores de corrente na produção de energia elétrica armazenado em bateria e a bomba hidráulica monitorada no consumo dessa energia produzida.

## 2 Materiais utilizados no estudo

### 2.1 Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido no IFS (Instituto Federal de Sergipe) Campus Lagarto numa área cedida pela instituição e laboratórios da Coordenação de Eletromecânica localizado no município de Lagarto na região centro-sul do estado de Sergipe, a 75 km da capital. Latitude 10°56'21", Longitude 37°39'24" a 180 metros com relação ao nível do mar.

### 2.2 Sistema híbrido eólico fotovoltaico de bombeamento de água (SHEFB)

O Sistema é composto basicamente por quatro subitens principais subdivididos da seguinte forma: os painéis fotovoltaicos juntamente com o aerogerador e estrutura de suporte (Tabela 1; Figura 1), controlador de cargas, bateria, bomba hidráulica para bombeamento d'água juntamente com dois reservatórios de 40 litros e por último o sistema de medição e controle monitorado com microcontrolador Arduino e sensores.

Tabela 1. Elementos do sistema SHEFB.

Dias	Aerogerador	Painel Solar
Dimensões	1.17m	1.50m x 1.00m
Voltagem	12 volts	12 volts
Potência	160 watts	195 watts

Figura 1. Painel solar e Aerogerador do sistema SHEFB.



## 2.3 Sistema hidráulico

Foram utilizados dois reservatórios de 40 litros onde um será utilizado como reservatório inferior e o outro como reservatório superior para onde será bombeada a água, todo o sistema de bombeamento será fechado, ou seja, a água ficará recirculando entre os dois reservatórios com tampas. Toda a água que foi bombeada para a caixa superior desce imediatamente por gravidade pela tubulação, passando pela válvula totalmente aberta para a caixa inferior de onde foi bombeada novamente, gerando assim um ciclo contínuo.

## 3 Procedimentos metodológicos

### 3.1 Levantamento do recurso fotovoltaico

A Tabela 2 mostra as médias de insolação de quatro anos na cidade de Lagarto, coletados na estação agrometeorológica citado na metodologia deste trabalho. A partir destes dados, pode-se ressaltar que a região possui uma taxa de insolação média de 6,54 horas nos últimos quatro anos e que a variação entre as médias de insolação dos meses do ano variaram no máximo de 7,69 horas e mínimo 5,58 horas. Por isso que optou se pelo sistema funcionar por 5 horas diárias.

**Tabela 2.** Média de Insolação(h) na cidade de Lagarto de 2010 a 2013.

Mes	Med (h)	Mes	Méd (h)
Jan	7,05	Jul	5,73
Fev	5,77	Ago	6,18
Mar	7,3	Set	6,96
Abr	6,55	Out	7,24
Mai	5,81	Nov	7,27
Jun	5,19	Dez	7,5
		Med	6,54

### 3.2 Levantamento do Recurso Eólico

Para avaliação de recurso eólico, foram realizadas medições da velocidade média do vento (m/s) a uma determinada altura. Neste trabalho, a medida foi realizada a uma altura de 2m (altura adotada do anemômetro da estação agrometeorologica da Cohidro) no período de 2010 a 2013.

Os dados da Tabela 3 mostram a velocidade média do vento no período de 2010 a 2013, em 1,17 m/s (COHIDRO, 2014). Já a variação entre as médias da velocidade de vento dos meses do ano variam entre 0,73 e 1,47 m/s.

**Tabela 3.** Velocidades do vento na cidade de Lagarto de 2010 a 2013.

Mes	Média (m/s)	Mes	Média (m/s)
Jan	1,35	Jul	1,30
Fev	1,12	Ago	0,73
Mar	1,13	Set	1,03
Abr	0,91	Out	1,18
Mai	1,27	Nov	1,37
Jun	1,23	Dez	1,47
		Méd	1,17

### 3.3 Utilização do sistema híbrido eólico fotovoltaico de bombeamento de água (SHEFB)

O sistema de bombeamento de água acionado por aerogerador e painéis fotovoltaicos trabalhou com banco de bateria para o armazenamento de energia elétrica, funcionando por 5 horas diárias, com horário estabelecido para ser acionada a bomba hidráulica das 08 horas da manhã e o término do bombeamento às 13 horas da tarde. Após o desligamento do sistema inicia a fase de armazenamento da bateria até o dia seguinte enquanto estiverem vento e irradiação do sol.

### **3.4 Sistema de aquisição e processamento dos dados do experimento**

Os valores da vazão de água foram obtidos por um sensor de fluxo de água com auxílio da plataforma arduino. Os valores lidos pelo software são cumulativos, desse modo o volume de água bombeado diariamente (em L) foi calculado fazendo-se a diferença entre a leitura do dia atual e a leitura do dia anterior.

Segundo Moreira (2009), o volume necessário para atender uma propriedade rural, residindo 5 a 6 pessoas junto com pequenas aves e algum gado numa área cultivada de  $100\text{m}^2$  é em torno de 1200 litros. Em se tratando do SHEFB a média de litros por minuto está em torno de 7,58l/min, funcionamento de 5 horas por dia, a vazão de 2276,5 litros no final do dia programado.

## **4 Resultados e discussão**

A Tabela 4 apresenta os valores do SHEFB apenas com o sistema de geração eólica, o aerogerador de 160 w a uma altura de 11 metros funcionou no período de 11/09 a 02/10/2016 obteve aquisição de dados durante 15 dias. Durante o período de observação foi bombeado um volume total de 17.254,53 litros com média diária de 1.150,30 litros.

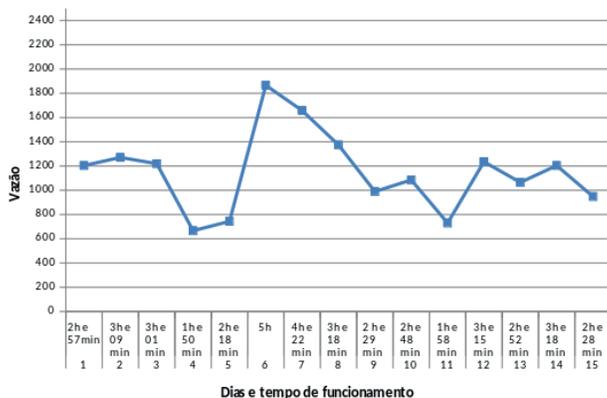
Em análise ao bombeamento conseguido por PARIZOTTO (2014) com aerogerador de 400W no período de observação de 14 dias o mesmo conseguiu um volume total de 13645 litros com média diária de 974 litros, o maior volume bombeado conseguido foi de 1179 litros. Em seu experimento BRUNI (2007) conseguiu bombear 630 L.h-1 utilizando um aerogerador com potência de 300 Watts a uma velocidade média do vento de 6,44 m.s-1 a uma altura de 10 m.

**Tabela 4.** Vazão conseguida com energia eólica no período da noite.

Dias	Hora	Tempo	Vazão (L)
16/09/16	17:00 - 19h:57	2h e 57min	1203,83
17/09/16	17:00 - 20:09	3h e 09 min	1270,78
18/09/16	17:00 - 20:01	3h e 01 min	1218,97
30/12/99	17:00 - 18:50	1h e 50 min	666,36
20/09/16	17:00 - 19:18	2h e 18 min	743,41
22/09/16	17:00 - 22:00	5h	1865,78
23/09/16	17:00 - 21:22	4h e 22 min	1657,07
24/09/16	17:00 - 20:18	3h e 18 min	1373,12
26/09/16	17:00 -19h:29	2 h e 29 min	989,55
27/09/16	17:00 - 19h:48	2h e 48 min	1084,92
28/09/16	17:00 - 18h:58	1h e 58 min	730,01
29/09/16	17:00 - 20h:15	3h e 15 min	1235,01
30/09/16	17:00 - 19h:52	2h e 52 min	1064,57
01/10/16	17:00 - 20h:18	3h e 18 min	1203,8
02/10/16	17:00 - 19h:28	2h e 28 min	947,35
Total			17254,53
Média			1150,30

Na Figura 2, representado a seguir, é possível avaliar o volume bombeado por dia em função do tempo de funcionamento da bomba hidráulica utilizando a energia eólica disponível na bateria.

No 6° dia foi constatado o maior volume bombeado de 1.865,78 litros, já no 4° dia foi medido o menor volume com 666,36 litros, o volume do 6° dia foi alto devido à energia eólica disponível na bateria, fato que acarretou na maior energia elétrica gerada, com isso a bomba hidráulica funcionou perfeitamente conforme o tempo programado de 5 horas pelo microcontrolador Arduino. Fato interessante que esses dados foram adquiridos com a bomba hidráulica foi programado para funcionar à noite.

**Figura 2.** Quantidade de água bombeada utilizando energia eólica.

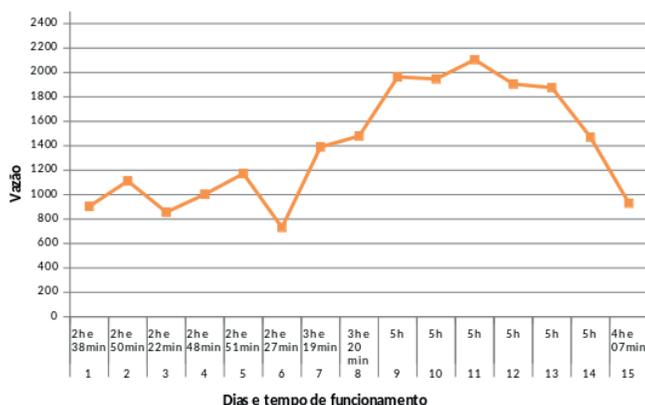
A Tabela 5 informa valores que o SHEFB conseguiu apenas utilizando a energia solar fotovoltaica armazenada na bateria.

**Tabela 5.** Vazão conseguida apenas com energia solar fotovoltaica.

Dias	Hora	Tempo	Vazão(L)
08/10/16	08:00 - 10:38	2h e 38min	903,82
09/10/16	08:00 - 10:50	2h e 50min	1111,85
10/10/16	08:00 - 10:22	2h e 22min	856,10
11/10/16	08:00 - 10:48	2h e 48min	1003,10
12/10/16	08:00 - 10:51	2h e 51min	1171,95
13/10/16	08:00 - 10:27	2h e 27min	731,20
14/10/16	08:00 - 11:19	3h e 19min	1390,40
15/10/16	08:00 - 11:20	3h e 20 min	1479,32
30/10/16	08:00 - 13:00	5h	1963,57
31/10/16	08:00 - 13:00	5h	1947,44
02/11/16	08:00 - 13:00	5h	2105,03
03/11/16	08:00 - 13:00	5h	1905,32
04/11/16	08:00 - 13:00	5h	1875,81
05/11/16	08:00 - 13:00	5h	1470,58
06/11/16	08:00 - 12: 07	4h e 07min	929,42
Total			20844,91
Média			1389,66

Na Figura 3, representada a seguir, é possível avaliar o volume bombeado por dia em função da energia solar disponível por 15 dias. Durante o período de observação foi bombeado um volume total de 20.844,91 litros com média diária de 1.389,66. No 11º dia foi constatado o maior volume bombeado de 2.105,03 litros, já no 6º dia foi medido o menor volume com 731,20 litros, os volumes do 9º ao 14º dia mantiveram estáveis conforme definido pela programação devido à estabilidade da energia solar fotovoltaica disponível da bateria.

**Figura 3.** Quantidade de água bombeada utilizando energia solar.



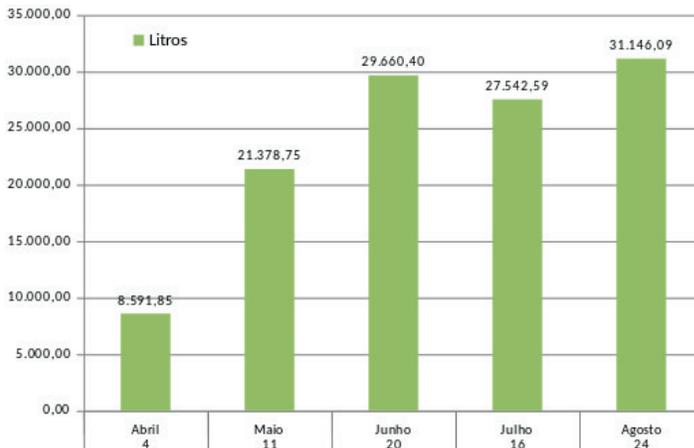
Foram coletados durante os meses de Abril até Agosto de 2016, conforme Tabela 6 a vazão total do sistema híbrido.

**Tabela 6.** Sistema Híbrido, funcionamento, vazão total bombeado.

Mes	Dias	Vazão	Min (L/dia)	Max (L/dia)	Tempo
<b>Abr</b>	4	8.591,85	2132,19	2158,90	08h às 13h
<b>Mai</b>	11	21.378,75	1130,04	2167,19	08h às 13h
<b>Jun</b>	20	29660,40	1186,43	2327,49	09h às 14h
<b>Jul</b>	16	27542,59	1421,98	2076,99	08h às 13h
<b>Ago</b>	24	31146,09	1545,38	2171,38	08h às 13h

A Figura 4 a seguir demonstrou que o sistema híbrido obteve vazões significativas e armazenamento de energia na bateria suficiente para o funcionamento completo de 5 horas diárias conforme programado.

**Figura 4.** Vazão utilizando as duas energias fotovoltaica e eólica.



Em relação ao tempo de funcionamento da bomba Shurflo 8000 na utilização individual do sistema eólico ou fotovoltaico, conforme as Tabelas 5 e 6 foram constatadas que o sistema fotovoltaico teve um desempenho melhor utilizando apenas a energia armazenada da bateria, o sistema fotovoltaico em funcionamento durante 15 dias, trabalhou por 55 horas e 22 minutos obteve-se vazão total de 20844,91 litros. Já o SHEFB utilizando apenas energia eólica manteve em 15 dias de funcionamento por 42 horas e 23 minutos conseguiu obter uma vazão de 17254,53 litros. Na segunda etapa da pesquisa pretende-se descobrir a contribuição de geração de energia do aerogerador e dos painéis fotovoltaicos individualmente, conforme o consumo da bomba e armazenamento de energia na bateria.

## 5 Considerações Finais

O trabalho demonstrou que a aplicação do sistema híbrido eólico-fotovoltaico com a utilização de um microcontrolador Arduino de linguagem simples do software de aquisição de dados foi suficiente no monitoramento da

vazão, tensão na bateria e no controle de ligar/desligar a bomba hidráulica no horário programado. Pode ser uma alternativa para ganhos de qualidade e eficiência para pessoas que habitam em lugares remotos que estejam impossibilitados do uso da energia convencional. Por sua vez, o SHEFB utilizando apenas a energia eólica armazenada na bateria através do aerogerador, demonstrou nos dias de coleta de dados vazões significativas mas não concluindo o tempo de funcionamento programado, já o sistema apenas utilizando a energia solar, demonstrou uma eficiência bem melhor em relação ao eólico, mesmo assim o funcionamento da bomba hidráulica em alguns dias continuou demonstrando não ter completado o tempo programado de funcionamento. Isto comprova que o hibridismo das duas energias se complementam que é adequado para aplicação no local do experimento.

## Referências

- ALVARENGA, Carlos Alberto. **Energia Solar**/Carlos Alberto Alvarenga. - Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.123 p.: il. – Curso de Pós-Graduação: "Lato Sensu" (Especialização) a Distância-Formas Alternativas de Energia.
- FERREIRA, C. R. **Potencial de Bombeamento**: uma metodologia de análise. Dissertação submetida à Universidade Federal de Pernambuco para obtenção do grau de mestre em engenharia mecânica, Recife, 2006.
- LEITE, D.V. **Análise do potencial do uso de energia solar em sistemas de bombeamento para irrigação no perímetro irrigado Piauí no município de Lagarto/Se**. Aracaju, 2016.121p. Dissertação. Programa de pós-graduação em Desenvolvimento e meio ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.
- LIMA, G. P.; PINHEIRO, D. R. de C.; PIMENTEL, C. R. M. **A modernização da fruticultura irrigada no vale do Curu-CE**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 6, 2004, Goiânia. Resumos... Goiânia. UFG 2004. p.136-136.
- PIMENTEL, C.R.M.; SOUZA NETO, J.de. **Perfil técnico-econômico dos perímetros irrigados das bacias do curu e baixo Acaraú**. Fortaleza:

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 2003. 28p. EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL (Documentos 80).

MOREIRA, Carlos Alberto Machado. **Avaliação do Desempenho Hidro Energético de Sistemas Fotovoltaicos Utilizados no Bombeamento de Água.** 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-SP, 2009.

SANTOS, M. D. O. **Revitalização do Sistema Fotovoltaico do CEFETSE/ UNED LAGARTO.** Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. 2008.

SOBRAL, F.S.B. **Avaliação do potencial eólico para geração de energia na zona rural do estado de Sergipe.** 2009. 167p. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Desenvolvimento e meio ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009.

PARIZOTTO, ROBERSON R. **Instalação e avaliação de um sistema de bombeamento d’água com aerogerador eólico de pequeno porte para propriedades rurais, na cidade de Cascavel - PR.** Cascavel, PR: UNIOESTE, 2014. 54 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Energia na Agricultura, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; DOURADO, L. A.C.; MAURO, F. **Tendência de adoção de tecnologias por parte dos irrigantes do cinturão verde em Ilha Solteira–SP.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 2003, Goiânia. Novas fronteiras: o desafio da engenharia agrícola. Anais... Goiânia: SBEA, 2003.

# Biomassa de coco verde e biocombustíveis sustentáveis

Sarah Inglid dos Santos Silva

Aruzza Mabel de Moraes Araújo

Amanda Duarte Gondim

Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro

Nataly Albuquerque dos Santos

## 1 Introdução

A geração de resíduos aumenta a cada dia com o crescimento da população e afeta diretamente o meio ambiente. Os resíduos orgânicos podem ser utilizados na produção de biocombustíveis e energia, diminuindo os impactos negativos ao meio ambiente.

O gerenciamento correto dos resíduos orgânicos é essencial com o aumento da demanda por energia e com a busca de biocombustíveis sustentáveis. A utilização de resíduos orgânicos como biomassa para geração de energia e biocombustíveis fez com que o Brasil se destacasse na geração de produtos renováveis.

Uma das biomassas lignocelulósicas em grande abundância no Brasil é o resíduo de coco verde, que é gerado pelas grandes indústrias no beneficiamento do coco e pelo consumo “in natura” em todo território brasileiro.

Nesse contexto, este capítulo aborda a problemática do resíduo de coco verde na cidade de João Pessoa e propõe como alternativa o reaproveitamento dessa biomassa para a produção de biocombustíveis sustentáveis.

## 2 Resíduos de coco verde

Os principais produtores mundiais de coco, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, são os países Indonésia, Filipinas e Índia. Em 2016, representaram 75,9% da produção mundial (FAO, 2018).

O Brasil é o quarto maior produtor de coco, com a participação de 4,7%, pela produção de 2,6 milhões de toneladas (FAO, 2018). As maiores plantações de coco estão concentradas na região litorânea, com predomínio na região nordeste (IBGE, 2017). A ótima produção nessa região está associada às características de clima tropical.

Baseado nos dados Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), a Tabela 1 esboça os 10 estados mais produtores de coco verde no Brasil. Os maiores produtores do estado do Nordeste são Bahia e Sergipe. A Paraíba também se encontra entre os principais produtores de coco.

**Tabela 1.** Quantitativo de produção de coco verde por estados em 2017.

<b>Estados produtores de coco</b>	<b>Produção de coco (mil frutos)</b>
Bahia	542.448
Sergipe	237.308
Pará	197.387
Ceará	186.733
Pernambuco	144.452
Espírito Santo	120.656
Alagoas	99.454
Rio Grande do Norte	69.076
Rio de Janeiro	44.515
Paraíba	37.643

**Fonte:** IBGE, 2017.

A produção de coco no Brasil destina principalmente para a produção do óleo de coco, coco seco, coco ralado, leite de coco, com destaque para a água de coco. O consumo de água de coco aumentou nas últimas décadas, principalmente com o consumo no período do verão com comercialização da água de coco industrializada.

João Pessoa, capital do estado da Paraíba, cidade litorânea de clima tropical, possui em toda cidade um volume relevante de vendas de água de coco. A Figura 1 ilustra os resíduos de coco gerados em um dos pontos de revenda da cidade.

**Figura 1.** Resíduo de coco verde em um ponto de venda água de coco em João Pessoa.

**Fonte:** Próprio autor.

Em 2007, a EMLUR - Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana que é a responsável pela coleta de resíduos na cidade de João Pessoa realizou um levantamento da geração de resíduos de coco verde produzidos na cidade. Esses dados foram compilados e estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Quantitativo de cocos vendidos por bairro em 2007.

<b>Bairros</b>	<b>Quantidade</b>
Bancários	10.572
Bessa	361.741
Bairro dos Ipês	4.760
Castelo Branco	74.921
Centro	22.720
Cordão Encantado	1.495
Ernesto Geisel	2.331
Bairro dos Estados	25.830
Expedicionários	552
Jardim Oceania	55.200
Manaíra	47.670
Mangabeira	132.509
Miramar	3.840

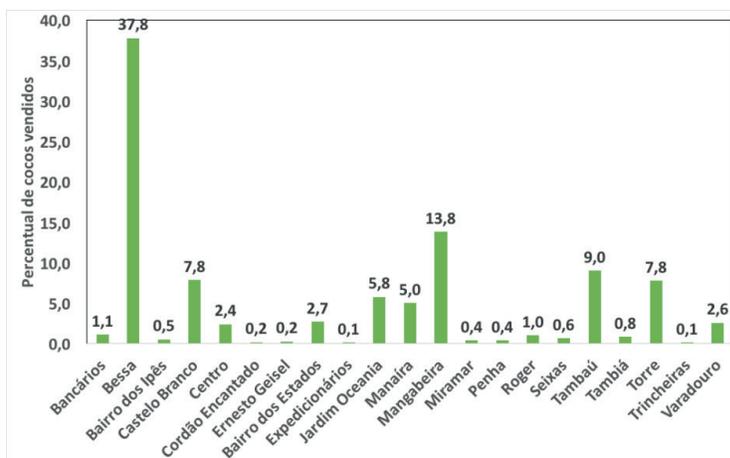
Penha	3.518
Roger	9.650
Seixas	6.042
Tambaú	86.439
Tambiá	7.995
Torre	74.418
Trincheiras	1.110
Varadouro	24.460
<b>Total</b>	<b>957.773</b>

**Fonte:** Dados disponibilizados pela EMLUR.

Tambaú e Cabo Branco são os principais bairros da orla de João Pessoa, nestes bairros está localizado o setor hoteleiro. Mesmo assim, o quantitativo de venda de cocos verdes pelo bairro de Tambaú é menos da metade que o comercializado pelo bairro do Bessa. Os dados do bairro de Cabo Branco não foram reportados pela EMLUR no ano de 2007.

O bairro do Bessa é expressivamente o maior gerador de resíduos, com 38% (Figura 2), em razão de ser uma região litorânea, onde há uma grande concentração de turistas e possui muitos bares e restaurantes.

**Figura 2.** Percentual dos cocos vendidos em João Pessoa por bairro no ano de 2007.



Considerando o quantitativo de resíduos gerados em 2014, mensurado por Santos e colaboradores (2014), o bairro do Bessa apresentou 412.620, Mangabeira 135.096, Bancários 89.440 e Centro 112.736 unidades de cocos verdes vendidos. Comparando estes dados com os de 2007, observa-se que apenas o bairro de mangabeira continuou com a mesma média anual e os demais bairros tiveram aumentos significativos.

De acordo com Silveira (2008), o peso médio do coco verde inteiro ou partido após o consumo da água é em média 1,5 kg. Tendo em vista que em 2007 foram produzidos um total de 957.773 unidades, estima-se que foram geradas cerca de 1.400 toneladas de resíduos de coco verde. Considerando que 300 unidades de coco correspondem a 1 m<sup>3</sup>, seriam necessários 3,2 mil m<sup>3</sup> para comportar o volume produzido.

O resíduo de coco gerado na orla de João Pessoa é coletado pela EMLUR e destinados ao aterro sanitário municipal, comprometendo a sua vida útil.

Os resíduos de coco gerados podem ser utilizados como recursos energéticos bem valiosos (Dhar, Kumar, 2017). No entanto, no Brasil a disposição final desses resíduos ainda é uma problemática devido ao alto custo das alternativas para reaproveitamento.

### **3 Biomassa para geração de energia e biocombustíveis**

No contexto da necessidade do gerenciamento dos resíduos sólidos dispostos nos ambientes urbanos, ou através de coletas irregulares, existe uma busca constante por alternativas viáveis que minimizem os impactos ambientais causados por estes materiais.

O uso crescente de biomassa residual no setor energético ocorre em função do desenvolvimento de tecnologias eficientes de conversão que têm favorecido o reconhecimento das vantagens socioambientais do uso da biomassa na geração de energia e biocombustíveis (ANEEL, 2005). Nesse sentido, destaca-se o processo de pirólise que consiste da degradação da biomassa na ausência de oxigênio.

A pirólise aplicada aos resíduos orgânicos gera subprodutos renováveis. A fração líquida pode ser destilada e refinada para produção de diversos recursos

sustentáveis aplicados na indústria, entre outros fins, de acordo com a composição química do produto obtido (MOYA et al., 2017).

A composição química da biomassa e os parâmetros empregados no processo de pirólise, constituem alguns dos fatores primordiais que influenciam o rendimento do processo. O tipo de reator, a sua configuração de como a carga é alimentada e o modo de aquecimento interferem na transferência de calor durante o processo de pirólise.

No processo de pirólise, a conversão térmica da biomassa é originada pelo rompimento das ligações químicas, por meio do incremento da temperatura, produzindo gases, vapores d'água, líquidos orgânicos e resíduos carbonosos.

Conforme o tipo de biomassa, na fração gasosa pode predominar CO, CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>. A fase líquida da pirólise é composta por duas frações distintas, uma aquosa (majoritariedade de compostos oxigenados) e outra oleosa (bio-óleo). O bio-óleo trata-se de uma complexa mistura de compostos orgânicos que, embora seja oriunda de natureza química diferente do petróleo, apresenta uma combinação de moléculas semelhante aos combustíveis com maiores valores agregados. O resíduo carbonoso, além de um alto teor de carvão apresenta um baixo teor de minerais (KAN; STREAZOV; EVANS, 2016).

## **4 Considerações Finais**

O resíduo de coco verde recolhido na cidade de João Pessoa é destinado ao aterro sanitário sem nenhum processo de beneficiamento, acarretando impactos ambientais e diminuindo a vida útil dos aterros. Esse resíduo possui alto valor agregado e poderia ser utilizado na produção de bio-óleo ou hidrocarbonetos renováveis.

## **Agradecimentos**

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Mestrado a primeira autora.

## Referências

ANEEL 2008 – Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em: maio de 2018.

DHAR, H. KUMAR, S. KUMAR, R. A review on organic waste to energy systems in India. **Bioresource Technology**. 245, 1229-1237, 2017.

FAOSTAT - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. World Production. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 31 de outubro, 2018.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro. v.30 n.12. 2017.

KAN, T.; STREAZOV, V.; EVANS, T. J. Lignocellulosic biomass pyrolysis: A review of product properties and effects of pyrolysis parameters. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 57, 1126-1140, 2016.

MOYA, D.; ALDÁS, C.; LOPÉS, G.; KAPARAJU, P. Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: a worldwide opportunity of energy recovery by using Waste-To-Energy Technologies. **Energy Procedia**, 134, 286-295, 2017.

SANTOS, S. F. Melo; ALBUQUERQUE, J. G.; TAVARES, N. **Levantamento de dados da geração de resíduos de coco verde na cidade de João Pessoa**. Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e ensino em Ciências. João pessoa, 2014.

SILVEIRA, M. S. **Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquetes em Salvador-BA**. Programa de Pós-graduação em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Universidade Federal da Bahia. Salvador-BA, 2008.



# Emissões veiculares e biocombustíveis sustentáveis

Larissa Cavalcanti de Sousa Medeiros

Luciana Alves da Nóbrega

Rhafaél Cainã Santos de Melo

Marcia Helena Pontieri

Nataly Albuquerque dos Santos

## 1 Introdução

Com o decorrer dos anos houve crescimento de diversos aspectos na sociedade, como o aumento de indústrias, aumento no padrão de consumo da população e da variedade de produtos comercializados. Contudo, o mesmo não aconteceu em relação a preocupação com os impactos sofridos pelo meio ambiente, que cada dia mais alcança maiores proporções (LEAL; FARIAS; ARAÚJO, 2008).

A poluição atmosférica nos centros urbanos nos anos 1980 era considerada advinda das fontes industriais conhecidas como fontes estacionárias, mas a urbanização em países subdesenvolvidos fez com que os veículos automotores, classificados como fontes móveis, viessem a se tornar muito danosos ao meio ambiente com suas emissões (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002).

A principal fonte poluidora do meio ambiente está na utilização de combustíveis fósseis para suprir diversas necessidades energéticas demandadas pelo homem; sejam para fins industriais, de transporte ou geração de energia (MENDES, 2004).

Tanto os países desenvolvidos quanto os em desenvolvimento são responsáveis pelo aumento da poluição atmosférica urbana, considerando a grande concentração de veículos como caminhões, ônibus e automóveis que degradam a qualidade do ar com a emissão dos gases poluentes. O crescimento

das frotas detentoras de veículos com tecnologias mais antigas desencadeia a elevação dos níveis de emissões de poluentes no ar (MENDES, 2004).

Nesse sentido, este capítulo aborda a problemática das emissões atmosféricas geradas por veículos automotivos e seus efeitos nocivos provocados na saúde humana e no meio ambiente, e também discute sobre o Renovabio e biocombustíveis, como forma de mitigação desses efeitos.

## **2 Principais poluentes vinculados à emissão veicular**

A Resolução CONAMA nº03/1990, define poluentes atmosféricos como: formas de matéria com energia, intensidade, quantidade, concentração, tempo ou características que não atendem os níveis determinados pela legislação e que possam tornar o ar prejudicial ao bem-estar público, à saúde, aos materiais, fauna, flora, à segurança e ao uso nas atividades comuns na comunidade.

O setor industrial e de transporte são as principais fontes poluidoras do ar. Mesmo as fontes industriais sendo obrigadas a atender parâmetros estabelecidos por lei, o setor de transportes segue sendo um dos maiores problemas de poluição do ar nas cidades onde foi identificado que não havia nenhuma medida mitigadora para redução das emissões pelos veículos (VIEIRA, 2009).

É a partir da combustão ou evaporação de combustível por meio das fontes veiculares que os poluentes são emitidos. A gasolina é o combustível mais utilizado em veículos leves, como os automóveis, e o óleo diesel é o mais utilizado em veículos pesados como ônibus e caminhões. Há uma diversidade de combustíveis disponíveis para veículos leves, como o álcool, gás natural veicular (GNV) e o gás liquefeito do petróleo (GLP) (ONURSAL; GAUTAM, 1997).

O estabelecimento da qualidade do ar se concentra no controle de um conjunto de poluentes, tanto devido a sua maior ocorrência quanto aos impactos que causam no meio ambiente. Os veículos automotores são responsáveis pela emissão dos poluentes definidos como primários, que são: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e o material particulado (MP). Já os poluentes secundários, também provindos de veículos automotores, incluem: ácido nítrico e seus sais (aerossóis de sulfatos

e nitratos), dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), ácido sulfúrico, ozônio ( $\text{O}_3$ ), oxidantes fotoquímicos (ONURSAL; GAUTAM, 1997).

O  $\text{CO}_2$  tem ocorrência em inúmeros processos naturais, portanto não é definido com um poluente, mas a sua intensificação na atmosfera altera as condições naturais do planeta devido a elevação da concentração dos gases de efeito estufa.

Os  $\text{NO}_x$  consistem em diversos compostos químicos gasosos gerados a partir da combinação entre nitrogênio e oxigênio. Essas combinações se formam nas câmaras de combustão dos veículos onde, além da presença do combustível, existe ar com composição predominantemente formada por nitrogênio e oxigênio que, submetidos a elevadas temperaturas, formam os  $\text{NO}_x$  (SHER, 1998).

Com a incidência da radiação, a luz solar realiza várias reações, uma delas é a reação fotoquímica. A partir dessa reação se originam outros diversos produtos como o ozônio troposférico que se forma da reação de  $\text{NO}_x$  mais compostos orgânicos voláteis ( $\text{COV}_s$ ) na presença de luz solar (imprescindível para originar esse poluente) (SHER, 1998).

Óleos e combustíveis mais pesados, por conter enxofre, são responsáveis pela emissão do dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), caracterizado como poluente primário consequente da queima desses combustíveis.

A gasolina, por possuir baixo teor de enxofre, não emite concentrações consideráveis de  $\text{SO}_2$  quando utilizada nos veículos. As maiores emissões consideradas preocupantes são em veículos que utilizam o óleo diesel, onde o teor de enxofre supera o presente na gasolina (VIEIRA, 2009).

O  $\text{SO}_2$  pode reagir com oxigênio na atmosfera e formar o  $\text{SO}_3$ , que posteriormente pode reagir com a umidade presente no ar transformando-se em ácido sulfuroso ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) e em ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), que estando em forma de gotículas, são suscetíveis a serem deslocadas pela força do vento por centenas de quilômetros de distância, antes de precipitar na forma de chuva ácida (deposição ácida) (ONURSAL; GAUTAM, 1997).

Material particulado (MP) consiste em uma mistura heterogênea de partículas líquidas e sólidas em suspensão no ar, que constantemente variam em composição química e tamanho em determinado espaço de tempo. Existem

diversas fontes emissoras desses poluentes como, por exemplo, veículos, processos de incineração, usinas termelétricas, chaminés industriais. Também há fontes naturais que emitem particulados para atmosfera, como vulcões, poeira sedimentada que foi recolocada pelo vento e por veículos nas ruas. Essas partículas conduzem, de acordo com sua origem, uma variedade de substâncias tóxicas e até cancerígenas que intensificam seus impactos negativos sobre a saúde e o meio ambiente (YANAGI, 2010).

### **3 Danos à Saúde e ao Meio Ambiente**

Ainda que existam grandes avanços nos últimos anos para alcançar um ar mais limpo, principalmente pelos países desenvolvidos, a maior parte da população vive com níveis elevados de poluição interferindo na saúde e bem-estar dessas pessoas (GOUVEIA *et al.*, 2006; CASTRO *et al.*, 2007; NÓBREGA, 2008).

A poluição atmosférica encontrada nos centros urbanos é reconhecida como um grande risco à saúde pública que mesmo estando dentro dos níveis aceitos pela legislação ainda causa condições adversas danosas à saúde. De acordo com Moura *et al.* (2008), as partículas finas e gases provenientes da combustão de combustíveis fósseis, como o diesel, em veículos automotivos, são os principais causadores de uma série de doenças respiratórias como, alergias, asma, entre outros. A população mais suscetível a sofrer com essas doenças são as que residem em áreas mais próximas as fontes poluidoras.

Cendom *et al.* (2006) afirma que a predominância de doenças cardiovasculares tem se expandido nas últimas décadas tornando-se a principal causa para morte em adultos. O aumento dos níveis de poluentes na atmosfera, principalmente nas áreas metropolitanas, significa a intensificação dessas doenças.

Conforme Habermann, Medeiros e Gouveia (2011), muitos estudos epidemiológicos fazem associações entre a presença de poluentes atmosféricos provindos dos veículos e os impactos na saúde, onde podemos citar o aumento nos casos de mortalidade, internação hospitalar e também a redução da expectativa de vida.

De acordo com um levantamento feito considerando sete capitais do Brasil, a cada ano, aproximadamente 5% da totalidade de óbitos ocorridos por doenças respiratórias entre crianças e idosos podem ser causados pela grave poluição atmosférica intensificada pelas emissões veiculares.

## **4 Renovabio e Biocombustíveis Sustentáveis**

### **4.1 Renovabio**

A lei nº 13.576/2017 instituiu o Programa Renovabio como a atual Política Nacional de Biocombustíveis que tem como princípio promover o incentivo ao desenvolvimento e produção de biocombustíveis no intuito de conduzir a redução da propagação de gases do efeito estufa no país, buscando atender os compromissos internacionais oficializados com o Acordo de Paris.

O programa Renovabio visa a maior competitividade de mercado dos combustíveis renováveis e que eles estejam continuamente em processo de inovação para que a matriz energética brasileira se torne mais limpa, eficiente e contribua para a redução dos impactos ambientais.

O Renovabio funcionará a partir do estabelecimento de metas de redução das emissões nacionais que serão divididas entre os produtores e centros distribuidores de combustível de acordo com seu papel no âmbito comercial dos combustíveis fósseis.

Esse programa também utilizará da Certificação da Produção Eficiente de Biocombustíveis feita através das firmas inspetoras. Essas firmas farão a fiscalização das indústrias e a quantificação da Nota de Eficiência-Ambiental de cada unidade produtora. Desta forma, a nota será proporcional ao volume de energia líquida e, quanto menores forem as taxas de emissão de CO<sub>2</sub>, melhores serão as notas.

A ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) será incumbida do processo de emissão e publicação do certificado. Com o desempenho da Nota de Eficiência-Ambiental (que constará no certificado) e o volume do combustível obtido e aproveitado no âmbito de produção, importação e comercialização; será outorgado o C BIO (Crédito de Descarbonização).

O CBIO tem como premissa a descarbonização da matriz energética do Brasil progressivamente e também desempenhará papel de ativo financeiro a ser comercializado em bolsa para compra e venda, a fim de movimentar esse mercado e incentivar a produção eficiente dos combustíveis renováveis (MME, 2018).

O desempenho das unidades produtoras em relação à redução de emissão de CO<sub>2</sub> vai ser avaliado através da Renovacalc, uma ferramenta que foi desenvolvida em 2017 por um grupo de pesquisadores coordenados pela Embrapa Meio Ambiente para determinar o volume de carbono presente nos biocombustíveis em g CO<sub>2</sub> eq/MJ baseada na metodologia da avaliação do ciclo de vida (ACV) que permite avaliar durante seu ciclo de vida do produto seus impactos ambientais.

Essa calculadora consiste em um conjunto de planilhas em Excel que será transformado em um sistema informatizado, contendo uma base de dados e estrutura exclusiva para cada tipo de biocombustível. A partir do cálculo da intensidade de carbono de um determinado biocombustível, o valor será subtraído ao do seu combustível fóssil equivalente, essa diferença resultará no seu potencial de redução de gases poluentes na atmosfera (MATSUURA, et al 2018).

## 4.2 Biocombustíveis Sustentáveis

Os biocombustíveis impactam menos o meio ambiente quando comparados aos combustíveis fósseis porque tem um processo de produção mais limpo que faz com que eles emitam menos poluentes na atmosfera. A principal característica dos biocombustíveis é que o ciclo do carbono a partir dos vegetais acontece com a captura desse carbono do meio pelas plantas que em seguida liberam oxigênio, realizando assim a fotossíntese. Com a combustão nos motores, há a combinação do carbono com o oxigênio que forma novamente o CO<sub>2</sub>, e assim repete-se o ciclo com o sequestro desse CO<sub>2</sub> pelas plantas (SCHIRMER, 2012).

O cenário atual no consumo de combustíveis tende a diminuir a utilização de fontes fósseis devido aos seus grandes impactos ambientais. Com isso, biocombustíveis estão sendo inseridos na matriz energética dos países. O etanol de cana-de-açúcar é o mais utilizado no Brasil. Não só o etanol de cana, mas o

biodiesel e o biogás são atualmente os biocombustíveis presentes comercialmente com o potencial para desacelerar o uso dos combustíveis fósseis.

A adição de biocombustível no combustível convencional é uma das alternativas para a redução dos gases de efeito estufa durante o ciclo de vida desses combustíveis. Cada país tem a quantidade de adição específica, de acordo com sua legislação. O biodiesel é adicionado ao diesel comercializado no país na proporção de 10%, mistura obrigatória estabelecida pela Lei nº 13.263/16.

O Brasil é o país que possui o maior teor de etanol na gasolina (ROSA *et al.*, 2017). Com a adição de etanol à gasolina, além de reduzir diretamente as emissões de poluentes, também permite uma operação melhorada nos motores com uma combustão mais eficiente (WALLINGTON, 2016).

## **5 Considerações Finais**

É evidente que a poluição atmosférica proveniente das emissões veiculares, é, de fato, uma das maiores preocupações atuais acerca da qualidade do ar. O cenário dos combustíveis ainda dominado pelo petróleo, responsável pela emissão de gases do efeito estufa, torna mais pertinentes iniciativas para ações mitigadoras dos efeitos nocivos desse combustível à saúde e ao meio ambiente. Com isso, cresce o incentivo ao desenvolvimento dos biocombustíveis, que são atualmente, os maiores substitutos potenciais dos combustíveis fósseis, por serem obtidos por fontes renováveis e apresentarem baixo custo de produção. Para isso, é de extrema importância o cumprimento das legislações que determinam os limites para as emissões veiculares, assim como, o monitoramento dessas emissões e a qualidade dos combustíveis comercializados no país.

## **Agradecimentos**

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Mestrado a primeira autora.

## Referências

- BRAGA, A. L. F.; PEREIRA, L. A. A.; SALDIVA, P. H. N. **Poluição Atmosférica e seus Efeitos na Saúde Humana**. Faculdade de Medicina da USP, São Paulo. 2002. Disponível em: < <http://libdigi.unicamp.br/document/?view=1039>>. Acesso em: 06 Setembro 2018.
- CASTRO, H. A.; HACON, S.; ARGENTO, R.; JUNGER, W. L.; MELLO, C. F.; JUNIOR, N. C.; COSTA, J. G. Air pollution and respiratory diseases in the Municipality of Vitória, Espírito Santo State, Brazil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23 Sup 4:S630-S642, 2007.
- CENDON, S.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; CENCEIÇÃO, G. M. S.; JUNIOR, A. C.; ROMALDINI, H.; LOPES, A. C.; SALDIVA, P. H. N. Air pollution effects on myocardial infarction. **Rev Saúde Pública**; v. 40, n.3, p.414-9, Jun 2006.
- GOUVEIA, N.; FREITAS, C. U.; MARTINS, L. C.; MARCILIO, I. O. Hospitalizações por Causas Respiratórias e Cardiovasculares Associadas à Contaminação Atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 12, p. 2669-2677, dez. 2006.
- HABERMANN, M.; MEDEIROS, A. P. P.; GOUVEIA, N. Tráfego Veicular como Método de Avaliação da Exposição à Poluição Atmosférica nas Grandes Metrópoles. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. São Paulo, v. 14, n. 1, p. 120-130, Mar. 2011.
- LEAL, G. C. S. G.; FARIAS, M. S. S.; ARAUJO, A. F. Processo de Industrialização e seus Impactos no Meio Ambiente Urbano. **Qualit@s Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 7, n.1, 2008.
- MATSUURA, M. I. S. F; SCACHETTI, M. T.; CHAGAS, M. F.; SEABRA, J. E. A.; MOREIRA, M. M. R.; BONOMI, A. M.; BAYMA, G.; PICOLI, J. F.; MORANDI, M. A. B.; RAMOS, N. P.; CAVALETT, O.; NOVAES, R. M. L. NORMA TÉCNICA. **RenovaCalc<sup>MD</sup>: Método e ferramenta para a contabilidade da Intensidade**

**de Carbono de Biocombustíveis no Programa Renovabio.** Março de 2018. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/consultas-audiencias-publicas/em-andamento/4469-consulta-e-audiencia-publicas-n-10-2018>>. Acesso em 31/05/2018.

MENDES, F. E. **Avaliação de programa de controle de poluição atmosférica por veículos leves no Brasil.** Mar 2004. 189 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro.

MME- Ministério de Minas e Energia. P&R Renovabio. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em 25/04/2018.

MOURA, M.; JUNGEN, W. L.; MENDONÇA, G. A. S.; LEON, A. P. D. Qualidade do ar e transtornos respiratórios agudos em crianças. **Rev Saúde Pública.** São Paulo, v. 42, n. 3, p. 503-11, Jun. 2008.

NÓBREGA, L. A. **Modelagem da influência de poluentes atmosféricos veiculares e fatores meteorológicos em afecções respiratórias.** Dissertação (Mestrado em modelo de decisão e saúde) - Universidade Federal da Paraíba, 2013.

ONURSAL, B., GAUTAM. S.P. **Vehicular Air Pollution: Experiences from Seven Latin American.** World Bank Technical Paper, 1997.

ROSA, I. F.; MAKIYA, I. K.; CESAR, F. I. G.; BERGAMIN, L. Impacto da sustentabilidade na análise do ciclo de vida do etanol brasileiro frente mecanismos regulatórios internacionais. **Revista Produção Online.** Florianópolis, SC, v.17, n. 2, p. 711-732, 2017.

SCHIRMER, W. N.; GAUER, M. A. Os biocombustíveis no Brasil: panorama atual, emissões gasosas e os métodos analíticos de monitoramento da qualidade do ar referente a gases de natureza orgânica. **Ambiência Guarapuava (PR)** v.8 n.1 p. 157- 175 Jan./Abr. 2012.

SHER, E. **Handbook of Air Pollution from Internal Combustion Engines**. London: Elsevier Press, Mar 1998.

VIEIRA, N. R. **Poluição do Ar**. Rio de Janeiro: E-papers, p 220. 2009.

WALLINGTON, T. J.; ANDERSON, J. E.; KURTZ, E. M.; TENNISON, P. J. **Biofuels, vehicle emissions, and urban air quality**. The Royal Society of Chemistry. Faraday Discuss, 2016, 189, 121-136p.

YANAGI, Y. **Estudo da influência do material particulado na incidência e mortalidade por câncer na cidade de São Paulo**. 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Programa de Pós-graduação em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

# Potencialidades da implementação da comunidade do biofilme na reabilitação de ambientes aquáticos

Ana Maria Antão-Geraldes

Maria Cristina Basílio Crispim da Silva

## 1 Introdução

Os sistemas aquáticos oferecem uma vasta gama de serviços ambientais aos habitantes dos espaços rurais e urbanos. No entanto, o mau ordenamento territorial e as más práticas agrícolas têm causado a degradação acelerada destes ecossistemas, reduzindo de forma muito acentuada a sua capacidade de autodepuração. A Diretiva Quadro da Água (2000/60/CE), transposta para o direito interno português pela Lei n.º 58/2005, de 29/12, tem por objetivo assegurar a gestão integrada e sustentável dos sistemas aquáticos europeus de forma a que atinjam o bom estado ecológico a partir de 2015. O fósforo é um nutriente limitante, influenciando, a produção primária. Assim, a redução/prevenção dos efeitos da eutrofização passa pela diminuição deste nutriente e também do nitrogénio (nutriente co-limitante da produção primária) nos ecossistemas aquáticos (WETZEL, 2001). Uma das metodologias de biorremediação que pode ser utilizada é o aumento do habitat do perifiton (biofilme), utilizando substratos artificiais submersos, com objetivo de promover o crescimento e o aumento da biomassa desta comunidade, incrementando, assim, a capacidade de autodepuração dos ecossistemas aquáticos (PÉREZ, 2015, MARINHO, 2018). De acordo com vários autores, a utilização de biofilme apresenta várias vantagens relativamente a outras tecnologias, pois: (a) é constituído por vários tipos de organismos (microalgas, fungos, bactérias, protozoários e também por pequenos animais); ou seja, como é uma comunidade completa ocorrem processos de produção, consumo e decomposição, tornando o tratamento mais eficaz; (b)

pode ser encontrado em qualquer zona do curso de água; (c) tem um papel importante no processo de reciclagem e transferência de nutrientes; (d) está fixo a um dado substrato, e (f) é facilmente incorporado em bioreactores. Todos estes aspetos, incluindo esta tecnologia ser barata e amiga do ambiente, fazem com que o biofilme possa vir a ser uma ferramenta interessante para promover a biorremediação de sistemas aquáticos eutrofizados (VYMAZAL, 1988; LU et al., 2014; WU et al.; 2014; 2017; MA et al., 2018). Comparando a eficácia de biofilme e macrófitas (*Eichhornia crassipes*) como biorremediadores Crispim et al. (2009) constataram em trabalho experimental, que apesar da macrófita retirar nutrientes, o biofilme foi mais eficiente, principalmente na remoção de fósforo na quantidade de nutrientes presente no experimento.

A proposta de uso do biofilme como biorremediador é em consequência do biofilme poder ser responsável por até cerca de 90% da produção primária em um ambiente aquático (WETZEL, 1990). Isso mostra a capacidade que esta comunidade tem de retirar nutrientes da água. Por ser composta por uma comunidade, ao contrário das macrófitas, que são apenas plantas (embora também desenvolvam biofilme nas superfícies afundadas), com uma maior quantidade de biofilme o efeito será mais benéfico. Por outro lado, enquanto que as macrófitas podem criar problemas ambientais pelo seu crescimento sem controle, o biofilme é alimento de muitas espécies de peixes, que ao predarem-no, liberam novos espaços para nova colonização, mantendo o crescimento sempre em fase exponencial, com maior eficiência na remoção de nutrientes e evitando a sua decomposição com a consequente liberação de nutrientes na água novamente.

Biotecnologias são metodologias relativamente recentes, que se apresentam eficazes na recuperação ambiental, embora por vezes apresentem efeitos mais lentos que outras metodologias mais agressivas. Testando estas metodologias, que não apresentam impactos negativos ao ambiente, tencionamos ser capazes de retirar quantidades razoáveis de nutrientes do sistema aquático, de forma a que os processos de aumento de estado trófico, que continuarão a existir, em consequência da evaporação da água, não atinjam estágios mais elevados, tornando a água potável, por mais tempo. No caso da biorremediação utilizando o biofilme como remediador, o tempo requerido para se verificarem melhorias

no ambiente é curto, o que é um fator positivo dentro desta metodologia com o tratamento proposto.

Na Europa, em alguns trabalhos de investigação pioneiros, realizados na Alemanha e Polónia (ver JÖBGEN et al, 2004; SZLAUER-ŁUKASZEWSKA, 2007), foram colocadas em lagos bandas de polietileno (plástico) e polipropileno como o objetivo de aumentar o habitat disponível para o perifiton. Estes revelaram resultados promissores na melhoria da qualidade da água destes ecossistemas. Em Portugal, são desconhecidos, pelos autores, estudos similares aos mencionados. No Brasil, a equipe de pesquisa do Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Federal da Paraíba, vem realizando pesquisa nesse sentido, desde 2004. Assim, o objetivo do presente trabalho, é testar a eficácia desta metodologia, baseada em diversas pesquisas de mestrado e doutorado, a maioria vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA-UFPB, e a iniciar-se no presente momento, num trecho eutrofizado de um rio urbano influenciado pelo clima mediterrânico (Bragança, Portugal).

## **2 Material e Métodos**

Esta pesquisa é baseada em dados secundários, da própria equipe de pesquisa dos autores. Foi feito um levantamento de trabalhos realizados, através de dissertações de mestrado e teses de doutorado, para análise do uso do biofilme como biorremediador, com exceção dos dados de Portugal, que são dados primários e ainda não publicados. Os resultados são comparados e discutidos no final.

## **3 Resultados e discussão**

As pesquisas com o uso de biofilme como biorremediador, pela equipe de pesquisa do Laboratório de Ecologia Aquática-LABEA da Universidade Federal da Paraíba-UFPB, foram iniciadas em 2004, com o uso de limnocurrais (Figura 1) no Açude dos Namorados, no município de S. João do Cariri, Paraíba, através da dissertação de mestrado de Glécia Trinta de Paula Freitas Ramos. Nessa altura foram inseridas cortinas de plástico dentro dos limnocurrais, mas o resultado foi muito diferente entre o controle comparando com o ambiente externo ao

experimento (açude) porque o próprio plástico do limnocurral apresentou efeito biorremediador, mesmo sem as cortinas de plástico. Por exemplo, analisando a profundidade do disco de Secchi (transparência), o açude apresentou no final do experimento (75 dias) cerca de 0,60m, no controle experimental 2,3 m e na presença do biofilme 2,5 m (RAMOS, 2006). Esse primeiro experimento foi promissor e outros se seguiram na sequência.

**Figura 1.** Limnocurrais colocados no Açude dos Namorados em São João do Cariri, Paraíba, para testar o biofilme como biorremediador.



**Foto:** Glécia Freitas

Em 2008, novo experimento foi realizado, desta vez em mesocosmos fora do açude, em 9 caixas de água de 500L, sendo 3 caixas com macrófitas, 3 com biofilme (cortinas de plástico) e 3 sem nada, sendo o controle. O Açude Padre Azevedo na Fazenda Pactuba em Sapé era usado para piscicultura em tanques rede e apresentava-se eutrofizado. Esse experimento demonstrou que nessas condições de nutrientes, o biofilme foi mais eficiente que a macrófita aquática na retirada de compostos nitrogenados e fosfatados. No caso do fósforo o biofilme conseguiu remover 57% deste composto, enquanto que a macrófita adicionou 393% (CRISPIM et al., 2009).

A partir de 2010, outros experimentos foram realizados num tanque localizado no DSE/CCEN/UFPB. Como não tinha outro tanque as réplicas

eram feitas ao longo do tempo, colocando e retirando cortinas de plástico da água do tanque. Algumas variáveis que representam melhor qualidade de água melhoravam quando se colocavam os plásticos, como o oxigênio e a transparência que aumentavam, o pH e as concentrações de clorofila-*a* que diminuía.

Em 2012, foi realizado um experimento *in situ* no Açude Manoel Marcionilo, no município de Taperoá, Paraíba, através da dissertação de mestrado de Jhazira Mantilla Pérez, com a inserção de 10 módulos de madeira de 4 x 3 m e cortinas de plástico penduradas (Figura 2). Esse experimento, apesar de ser em um ambiente maior, também demonstrou funcionar, na diminuição de nutrientes presentes na água. Entre os resultados positivos obteve-se aumento de oxigênio dissolvido e na transparência da água. A redução de nutrientes só foi possível observar na presença de bioindicadores, em que espécies indicadoras de ambientes mais eutrofizados, como o cladóceros *Moina minuta* e o copépode ciclopoide foram registrados fora da influência do biofilme, enquanto espécies indicadoras de ambientes menos eutrofizados, como os copépodes calanoides foram mais abundantes em áreas com a influência do biotratamento (PÉREZ, 2015).

**Figura 2.** Módulo de madeira, com garrafas pet como flutuadores, e cortinas de plástico como substrato para o biofilme (esquerda), com biofilme (direita), instalados no Açude Manoel Marcionilo, em Taperoá, Paraíba, como biotratamento da qualidade da água.



**Foto:** Cristina Crispim, 2012.

A pesquisa deu continuidade, em 2014, em ambientes aquáticos artificiais, como lagoa facultativa em Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), através da dissertação de mestrado de Cyntya Eustáquio de Sousa. Foi realizada na ETE de João Pessoa, no bairro de Mangabeira.

O experimento foi também em mesocosmos, fora do ambiente, em caixas de água de 500L, por 40 dias. Os resultados demonstraram uma grande capacidade de remoção de nutrientes, aumento de oxigênio e de transparência da água. A amônia foi reduzida em 62,5%, o nitrito em 77,7%, o nitrato em 51,1%, o ortofosfato em 37,0%, a concentração de clorofila-a em 95,8% e a densidade de cianobactérias decresceu em 70,0% e aumentou a transparência em 317% (SOUSA, 2015). Novamente o sistema de biorremediação utilizando o biofilme apresentou resultados positivos e muito promissores, como forma de melhoramento dos efluentes de ETEs, retirando nutrientes, aumentando a transparência e diminuindo as densidades de cianobactérias.

Após a utilização do biofilme com sucesso em águas lânticas, a questão que faltava responder, é se teria a mesma eficácia em sistemas lóticos, e foi testado em um projeto de doutorado de Flávia Martins Franco de Oliveira e de mestrado de Randolpho Savio Marinho de biorremediação no Rio do Cabelo, um rio urbano da cidade de João Pessoa. Este rio é um rio cheio de impactos ambientais, logo nas áreas de nascentes são despejados esgotos sem tratamento. A comprovação da origem dos nutrientes no rio pode ser observada em análises de coliformes que foram realizadas e que mostram que no início do rio, havia 120.000 UFCN coliformes, enquanto a norma do CONAMA (2005) preconiza valores máximos destes organismos de 2500, para rios de classe 3 e para uso recreativo.

No rio foram utilizadas também cortinas de plástico e este apresenta alguns bancos de macrófitas. Os resultados também foram muito positivos, demonstrando a eficácia deste biotratamento, mesmo em águas lóticas.

No Rio do Cabelo foi possível observar mudanças a olho nu na transparência da água, antes e após o uso do biofilme, como pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3.** Rio do Cabelo antes (esquerda) e após (direita) a instalação do biotratamento com biofilme. Foto da esquerda mostra um módulo de bifilme no dia da instalação.



**Foto:** Randolpho Marinho (2017 e 2018).

Outras variáveis também melhoraram após o biotratamento, como por exemplo, o fósforo total diminuiu cerca de 80%, o ortofosfato diminuiu cerca de 94,6%, a amônia em alguns pontos apresentou concentrações 99,0% menores, e o nitrito deixou de ser observado em alguns pontos. Em nível biótico, o rio apresenta mais espécies de macrófitas e mais 9 espécies de peixes (MARINHO et al., 2018).

Após o biofilme ter obtido sucesso como biorremediador em diferentes situações ambientais (tanque, açude, ETE, rio) numa região tropical, avaliar o seu efeito em outras condições ambientais e climáticas fez-se necessário. Dessa forma, foi realizada uma parceria internacional com a Profa Dra. Ana Maria Antão Geraldes, do Instituto Politécnico de Bragança, em Portugal, para que a pesquisa desse continuidade em um ecossistema temperado. Módulos com flutuadores em pvc e com cortinas de plástico foram também colocados no Rio Ferverça (Figura 4).

Resultados iniciais já foram obtidos na primeira análise realizada, demonstrando alguns resultados promissores. O oxigênio aumentou 21,7% após passar pelo sistema de biorremedição, os nitratos diminuíram 65,5%, o nitrogênio total diminuiu 49,3%. O ortofosfato e o fósforo total diminuíram 11,1% e 10% respectivamente.

**Figura 4.** Módulos de biorremediação com cortinas de plástico para fixação do biofilme no Rio Ferverença, em Bragança, Portugal.



**Foto:** Flávia Martins (2018).

Dessa forma, fica confirmado o potencial de uso do biofilme na restauração de ecossistemas aquáticos, diminuindo os nutrientes, aumentando a oxigenação e a transparência.

No entanto, a pesquisa com o biofilme não se encerra na restauração ambiental, outros ambientes que também requerem melhoria na qualidade de água, podem ser usados para a pesquisa, como por exemplo, a aquicultura. Sendo assim, também foi realizada pesquisa em viveiros de aquicultura, através da tese de doutorado de Danielle Machado Vieira, no semiárido da Paraíba, nos municípios de Camalaú e de Serra Branca.

Foram inseridos módulos de plástico, para a fixação do biofilme, com uma área equivalente à metade da área de cada viveiro em cultivos de tilápia (Figura 5). Viveiros sem os módulos foram os viveiros controle.

**Figura 5.** Módulos de biofilme em viveiros de piscicultura no município de Camalaú, Paraíba.



**Foto:** Danielle Machado Vieira (2017).

Nessa pesquisa, foi observado que o efeito da presença do biofilme não foi apenas positivo na melhoria da qualidade de água, mas foi também refletido no crescimento dos peixes, que aumentaram o tamanho e o peso. As variáveis ambientais em que foi possível observar mudanças positivas foram as concentrações de oxigênio, que aumentaram 55,5%, comparado com o controle, a condutividade diminuiu 54,9%, o nitrito diminuiu 73,0%, a amônia diminuiu 88,6%, o ortofosfato diminuiu 27,3%, o fósforo total diminuiu 50%, a clorofila-a diminuiu 60,5% e a transparência medida pelo disco de Secchi aumentou em 130% (VIEIRA, 2018). O comprimento dos peixes aumentou em 14,2% e o peso em 14,0%. Considerando que em 1000 peixes seriam produzidos mais 70Kg. O correto é 7Kg), o aumento no valor da venda, seria de 14,0% também, o equivalente a R\$560,00 (o correto é 56,00) quinhentos (cinquenta) e sessenta reais) se o Kg fosse vendido a R\$8,00 (oito reais).

O biofilme não existe apenas em ambientes aquáticos, ele está presente também em fossas ecológicas, do tipo tanque de evapotranspiração. Essas fossas são cheias e produzem alimentos em cima (Figura 6), com o reaproveitamento dos efluentes domésticos, de águas negras (águas do bojo sanitário).

Nessas fossas existe uma câmara de fermentação, em que ocorre o primeiro tratamento biológico pelas bactérias anaeróbias, em seguida, o material líquido passa para uma área com metralha, servindo esta como substrato para o biofilme. Este biofilme é diferente do citado anteriormente, porque na ausência de luz, não terá organismos produtores primários, terá apenas organismos decompositores. O líquido, rico em matéria orgânica, ao passar por esse biofilme, dará continuidade à sua degradação e passará em seguida por novo biofilme, que se agrega à brita, presente na camada seguinte e depois por filtragem física, ao passar por areia e depois na presença do solo a água rica em nutrientes será absorvida pelas banueiras, mamoeiros e outras plantas que ficarão sobre a fossa. Os nutrientes serão transformados em biomassa, e o excesso de água será evapotranspirado para a atmosfera, de forma pura.

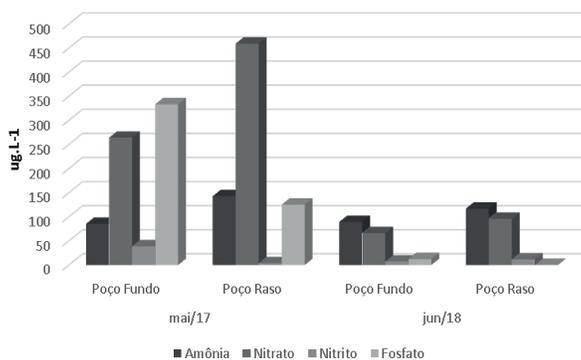
**Figura 6.** Fossa ecológica tanque de evapotranspiração, contruída em casa ribeirinha ao Rio do Cabelo, João Pessoa, PB, com produção de bananeiras e mamoeiros em cima.



**Foto:** Randolpho Marinho (2018).

O efeito desse biotratamento é visível na qualidade de água do lençol freático. Em estudo sobre a qualidade de água subterrânea em dois poços tubulares, antes da construção de uma fossa do tipo tanque de evapotranspiração e depois, foi verificado que tanto no poço mais raso (12 m) quanto no poço mais fundo (30 m) se registraram menores concentrações de compostos nitrogenados e fosfatados (Figura 7), um ano após a sua construção.

**Figura 7.** Compostos nitrogenados e fosfatados em água de poços tubulares raso (12m) e fundo (30m) antes (mai/17) e após (jun/18) a construção de uma fossa tanque de evapotranspiração.



**Fonte:** Marinho et al. (2018).

## 4 Considerações finais, perspectivas e desafios futuros

Vários autores demonstraram em experiências “in-situ” ou “ex-situ”, em lagos e rios, que promover o aumento do habitat do perifiton, utilizando substratos artificiais tem como efeito a redução do fósforo e de algumas formas de nitrogênio na coluna de água, tendo assim um impacto positivo na qualidade da água e, em última instância, na qualidade ecológica dos sistemas aquáticos (VYMAZAL, 1988; JÖBGEN et al., 2004; SZLAUER-ŁUKASZEWSKA, 2007; HE et al., 2017; WU, 2017; MA et al., 2018).

Ao contrário de muitas outras técnicas de remediação (e.x. MA 2018), o incremento do habitat para o perifiton, através da colocação de substratos artificiais, é uma técnica barata e potencialmente amiga do ambiente. A complexidade de qualquer ecossistema aquático, a complexidade da comunidade perifítica e as complexas interações entre fatores ambientais (e.x. pH, luz, corrente, nutrientes, temperatura, sedimentação, hidrologia) e biológicos (e.g. parasitismo, predação, herbívoros, competição) que também influenciam esta comunidade, são ainda mal conhecidos, necessitando de mais pesquisas (WU, 2017; RIBEIRO-CASARTELLI E FERRAGUT 2018). Outro fator que deve ser levado em consideração nesta técnica são os aspectos logísticos inerentes à colocação/remoção de grandes quantidades de substratos e também os impactos em toda a dinâmica do ecossistema decorrentes do crescimento em larga escala do perifiton (JÖBGEN et al., 2004). Se considerarmos os valores do oxigênio dissolvido e de outros parâmetros físicos e químicos, das métricas da comunidade de macroinvertebrados e a ausência de comunidade piscícola podemos concluir que a implementação da comunidade perifítica poderá ser benéfica. Aliás, a utilização destas tecnologias só faz sentido em ecossistemas muito degradados (eutróficos ou hipertróficos).

O polietileno (plástico) tem sido um substrato utilizado por vários autores (SZLAUER-ŁUKASZEWSKA, 2007; OLIVEIRA E CRISPIM, 2017) por ser barato, leve e fácil de obter. No entanto, a sua colocação, em especial por longos períodos, pode ter impactos ambientais nefastos causados pela dispersão e perda de algumas bandas plásticas. Para evitar isso, é necessário o monitoramento dos plásticos para detecção de quando se inicia a sua degradação (rachamento) para poder

providenciar a sua substituição. No Açude Manoel Marcionilo, em Taperoá, Paraíba, os plásticos apresentaram uma vida útil de 8 meses, pelo que se propõe a sua substituição a cada 6 meses. No entanto, em ambientes lóticos ainda não se conhece esse tempo de vida útil do plástico, sendo necessária essa avaliação.

Caso esta técnica, no futuro, venha a ser implementada em larga escala, estas cortinas deverão ser substituídas por substratos biodegradáveis (CAO et al., 2012; WU et al., 2014) que quando retirados poderão ser utilizados como fertilizantes na agricultura.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Nelson Preto, proprietário da Quinta das Poldras-Alfaião (Bragança-Portugal), por todas as facilidades concedidas para a realização do trabalho experimental no Rio Fervença. Agradecem também a todos os alunos envolvidos nos trabalhos de pesquisa de pós-graduação que resultaram nos dados utilizados neste capítulo.

## Referências

BARBOSA, K.L.S. **Biotratamento em piscicultura**: avaliação da sua eficácia com bioindicadores. Monografia de graduação. Universidade Federal da Paraíba. 2018.

CONAMA, RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. 2005.

CAO, W.; ZHANG, H.; WANG, Y.; PAN, J. Z. Bioremediation of polluted surface water by using biofilms on filamentous bamboo, **Ecological Engineering**, 42:146– 149.2012.

CRISPIM, M.C.; VIEIRA, A.C.B.; Coelho, S.F.M.; Medeiros, A.M.A. Nutrient uptake efficiency by macrophyte and biofilm: practical strategies for small-scale fish farming. **Acta Limnologica Brasiliensia**. 21(4): 387-91. 2009.

DIRECTIVA 2000/60/CE. **Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um quadro de acção comunitária**

**no domínio da política da água.** Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 22/12/00 L327. 2000.

HE, H.; LUO X.; JIN H, GU J.; JEPPESEN, E.; LIU Z.; LI K. (2017). Effects of exposed artificial substrate on the competition between phytoplankton and benthic algae: implications for shallow lake restoration. **Water** 9(24): 1-9. 2017. doi:10.3390/w9010024

JÖBGEN A.M.; PALM A.; MELKONIAN M. Phosphorus removal from eutrophic lakes using periphyton on submerged artificial substrata. **Hydrobiologia** 528: 123–142. 2004.

LU H.; YANG L.; ZHANG S.; WU, Y. The Behavior of Organic Phosphorus under Non-Point Source Wastewater in the Presence of Phototrophic Periphyton. **PLoS ONE** 9(1): e85910. 2014. doi:10.1371/journal.pone.0085910

MA, D.; CHEN, S; LU, J.; SONG, Y. Study on the Effect of Periphyton on the Water Quality of Eutrophic Lakes. **Water Air Soil Pollut** 229: 209. 2018.

MARINHO, R.S.; OLIVEIRA, F.M.F.; CRISPIM, M.C. **Influência de tanque de evapotranspiração na qualidade de água do lençol freático.** 11º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. João Pessoa, 12 a 14 de Novembro. 2018.

OLIVEIRA, A. G.; Crispim, M.C. Water systems' revitalization: interventions adopted in aquatic ecosystems in Brazil and worldwide **Gaia Scientia** 11: 297-306. 2017.

PÉREZ, J.M. **Biofilme e macrófitas como ferramenta de biorremediação em ecossistemas aquáticos e tratamento de esgotos.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba. 2015.

RAMOS, G.T.P.F. **Influência das técnicas de biomanipulação na estrutura da comunidade zooplancônica em um açude do semi-árido paraibano.**

Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal da Paraíba. 2006.

RIBEIRO-CASARTELLI, M.R.; FERRAGUT, C. The effects of habitat complexity on periphyton biomass accumulation and taxonomic structure during colonization. **Hydrobiologia** 807:233–246. 2018.

SOUSA, C.E. **Avaliação de sistemas biorremediadores em efluentes da lagoa facultativa da estação de tratamentos de esgotos em mangabeira, João Pessoa/pb**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba. 2015.

SZLAUER-ŁUKASZEWSKA A. Succession of periphyton developing on artificial substrate immersed in polysaprobic wastewater reservoir. **Polish J. of Environ. Stud.** 16:753-762. 2007.

VIEIRA, D.M. **Aquicultura familiar: contribuições para a sustentabilidade**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba. 2018.

VYMAZAL, J. (The use of periphyton communities for nutrient removal from polluted streams. **Hydrobiologia**, 166, 225–237. 1988).

WETZEL, R.G. Land-water interfaces: Metabolic and limnological regulators. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte. **Limnologie***, 24, 6-24. 1990.

WETZEL, r. g. 2001. **Limnology - Lake and River Ecosystems**. Academic Press, New York.

WU, Y. **Periphyton: Functions and Application in Environmental Remediation**. Elsevier Inc. All. 2017

WU, Y.; XIA, L.; YU, Z.; SHABBIR S.; KERR, P.G. In situ bioremediation of surface waters by periphyton”, **Bioresource Technology** 151: 367–72 2014.

# A influência da Floresta Nacional de Restinga/PB na amenização de ilhas de calor em áreas adjacentes

Ingrid Almeida da Silva

Joel Silva dos Santos

## 1 Introdução

No século XIX, o britânico Luke Howard (1772-1864) com a obra *“The climate of London”*, foi o pioneiro nos estudos de ilha de calor, onde ele detectou contrastes meteorológicos entre a cidade de Londres e o seu entorno menos urbanizado (DIAS, 2014). A partir do século XX destacam-se os estudos de Landsberg (1956) com a obra *“The Urban Climate”* e Chandler (1965) com a obra *“The Climate of London”* e Oke (1978) que publica obra intitulada *“Boundary Layer Climates”*.

As ilhas de calor ocorrem através de mudanças no campo térmico urbano que comparadas a áreas que possuem maior densidade de vegetação possuem temperaturas mais elevadas (MOREIRA, 2016). Este fenômeno pode ser compreendido de acordo com (OKE, 1982) como uma anomalia térmica positiva com dimensões horizontais, verticais e temporais, onde as características destas se relacionam diretamente com as condicionantes geoambientais e urbanas de cada cidade.

Diferentes fatores podem estar influenciando na formação das ilhas de calor, mas de modo geral elas são produto da energia térmica que é refletida pelo sol durante o dia e que fica aprisionada nas estruturas, e durante a noite a mesma será dissipada lentamente (OKE, 1982).

Quando se compara uma área urbanizada com uma que não é urbanizada, pode-se encontrar diferenças de 3 °C a 10 °C (GARTLAND, 2010). As ilhas de calor possuem maior intensidade em áreas densamente urbanizadas e verticalizadas,

devido ao alto grau de uso de materiais de revestimento impermeáveis diferente das áreas rurais, além da ausência de cobertura vegetal. A substituição da vegetação por concreto e asfalto no núcleo urbano leva a redução da evapotranspiração (TAHA, 1997). É importante ressaltar que as ilhas de calor afetam diretamente o conforto e a saúde dos indivíduos, devido o estresse térmico (AMORIM, 2010, p. 74).

De acordo com Araújo (2016) os serviços ambientais prestados por áreas naturais são inúmeros, principalmente quando se trata da cobertura vegetal. Seja uma vegetação rasteira em um jardim ou parque, ou vegetação arbórea em florestas e campos, elas permitem que haja a infiltração da água no solo, além disso, são capazes de realizar a amenização das temperaturas, colaborar com o aumento da umidade relativa do ar e amenizar a ilha de calor.

Diante desse contexto, o presente estudo visou analisar a influência da Floresta Nacional (FLONA) da Restinga localizada no município de Cabedelo/PB sobre a formação de ilhas de calor nas áreas adjacentes.

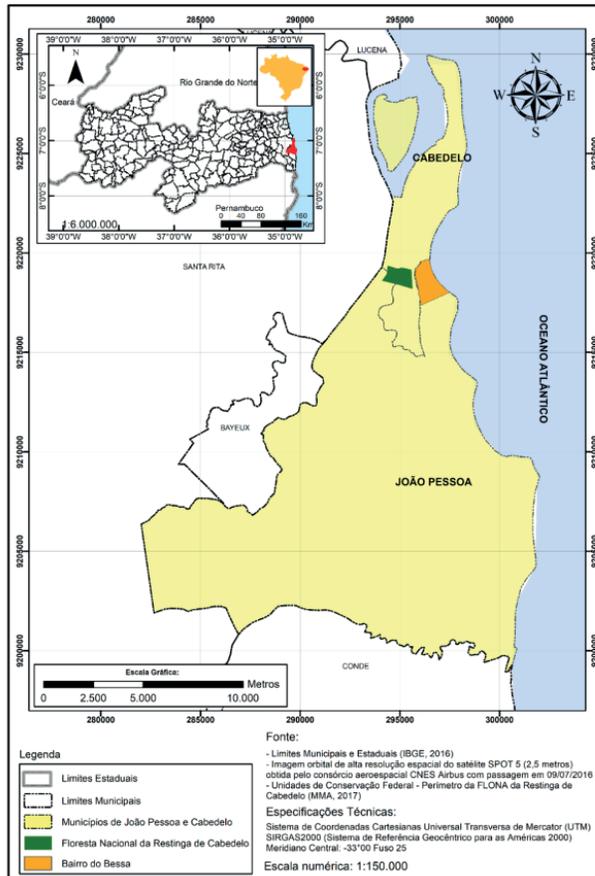
## **2 Descrição metodológica**

### **2.1 Área de estudo**

A Floresta Nacional da Restinga (FLONA) é uma unidade de Conservação localizada no Município de Cabedelo, Paraíba (Figura 1), situa-se margens da Br 230. A Unidade Ambiental possui 103,39 ha e abriga um dos últimos fragmentos de Mata Atlântica em restinga na Paraíba (DIAGNÓSTICO DO PLANO DE MANEJO DA FLONA DE CABEDELLO, 2013).

O clima da FLONA, ele é considerado tropical quente e úmido, com precipitações que alcançam maiores índices pluviométricos entre os meses de maio a julho com máximas de até 1800 mm anuais (DIAGNÓSTICO DO PLANO DE MANEJO DA FLONA DE CABEDELLO, 2013).

**Figura 1.** Localização geográfica das áreas de estudo.



**Fonte:** Organização da autora (2018).

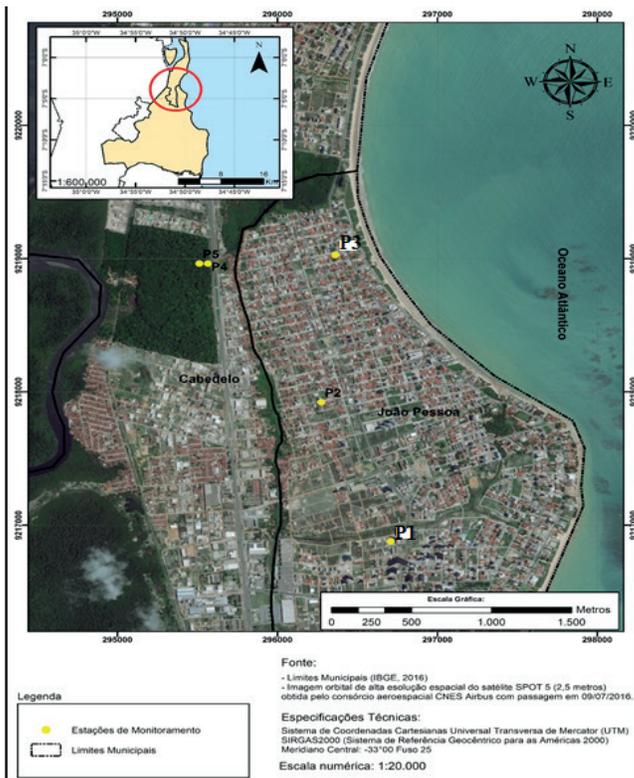
O Bessa é um bairro residencial (Figura 1), próximo a FLONA, com ocupação recente (1980), quando se completou o processo de arruamento. Está situado numa região de baixa latitude e de clima quente e úmido, situando-se a 7°5' de latitude Sul e 34°50' de longitude Oeste (FILHO, 2011).

## 2.2 Procedimentos Metodológicos

A análise do clima urbano foi realizada através das descrições físicas do espaço ocupado de acordo com Monteiro (1976), Katzschner et al (2002), Costa (2007) e Santos (2011).

Foi definido o campo térmico da área de estudo, como subsistema climático urbano. Em seguida, realizado o reconhecimento da área dos experimentos, em função do uso e cobertura do solo. E definidos cinco pontos (Figura 2) entre a malha urbana e a FLONA, distribuídos da seguinte forma: três na malha urbana e dois na área da FLONA no sentido interior- borda e malha urbana (Tabela 1).

Figura 2. Localização dos pontos de coleta.



Fonte: Organização da autora (2018).

**Tabela 1.** Localização dos pontos experimentais em coordenadas geográficas.

Pontos	Localização dos pontos em relação a FLONA	Longitude “X”	Latitude “Y”
P01	Urbano – 3,5km	34° 50’ 26” O	7° 4’ 5” S
P02	Urbano – 2,2 km	34° 50’ 40” O	7° 4’ 18” S
P03	Urbano – 1,4 km	34° 50’ 37” O	7° 3’ 42” S
P04	Mata – Borda 5m	34° 51’ 3” O	7° 3’ 44” S
P05	Mata – 50 m	34° 51’ 4” O	7° 3’ 44” S

**Fonte:** Organização da autora (2018).

Para a medição de temperatura e umidade relativa do ar, em cada ponto experimental foram instalados sensores Data Loggers Hobo® U10-003 (Resolução: Temperatura: 0.1°C em 25°C e RH: 0.07% em 25°C), os quais foram programados para obter dados durante intervalos horários em dois períodos climáticos distintos climáticos: período seco (janeiro/2017) e período chuvoso (junho/2017). Os Hobos® foram protegidos em cabines meteorológicas branca, com pequenas aberturas permitindo a livre circulação do ar, e evitando a incidência solar direta. Essas cabines foram apoiadas em tripés distando 1,5m do solo.

## 2.3 Cálculo da intensidade da Ilha de Calor (IC)

A intensidade de ilha de calor (IC) é obtida pela diferença entre a temperatura do ar de uma área não urbanizada ou menos urbanizada e aquela mais urbanizada (OKE, 1978; SILVA et al., 2010). Dessa forma, foi utilizado como ponto P05 (localizado no interior da FLONA) como referência, pois apresenta condições de um ambiente natural.

Para verificar a intensidade da ilha de calor foi utilizada a classificação adaptada de García (1996) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Classificação da intensidade da ilha de calor.

IC	Intensidade da IC
0°C	Neutra
0 °C < IC ≤ 2 °C	Fraca Magnitude
2 °C < IC ≤ 4 °C	Média Magnitude
4 °C < IC ≤ 6 °C	Forte Magnitude
IC > 6 °C	Muito Forte Magnitude

Fonte: García (1996)

### 3 Resultados e Discussão

#### 3.1 Classificação do uso e ocupação do solo das amostras experimentais

O ponto P01 está localizado na área urbana do bairro do Bessa, este é o ponto está a 3,5km de distância da FLONA. Tal ponto está nas proximidades tanto do oceano quanto da Br 230. Está rodeado por uma área residencial, em sua maioria composto por prédios. Foi possível identificar um maior percentual de cobertura do solo consiste em concreto e calçamento (Figura 3A). Foram encontradas também, cobertura vegetal do tipo herbácea (verde claro) e em algumas áreas pequenas manchas com cobertura do tipo arbórea (verde escuro). Em menor proporção foram encontradas as coberturas de amianto (cinza claro), telhados (marrom), areia (laranja) e asfalto (preto) apenas nas avenidas. Tais materiais de recobrimento do solo constituem fatores potencializadores para o aumento da temperatura local e a redução da umidade relativa do ar.

O ponto P02 (Figura 3B) também está localizado dentro no perímetro urbano do bairro do Bessa, localizando-se a aproximadamente 2,2km do fragmento florestal. Quanto ao uso e ocupação do solo é similar ao P01.

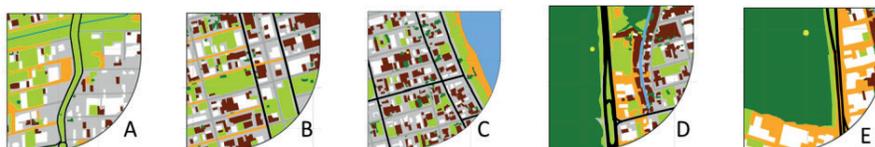
O ponto P03 (Figura 3C) localizado no bairro do Bessa a 1,2 km de distância do fragmento florestal. Com relação ao uso e ocupação do solo, verifica-se um maior percentual de cobertura do solo tipo paralelepípedo (cinza escuro), concreto, telhados (marrom), cobertura amianto (branco), fragmentos espaçados

de cobertura vegetal herbácea (verde claro), arbórea (verde escuro), asfalto (preto) e proximidade com o Oceano Atlântico (azul), sendo este um fator influenciador desta área.

O ponto P04 (Figura 3D) é um dos pontos inseridos na FLONA. Foi instalado na borda da mata estando a aproximadamente 5 metros de distância da Br 230. A maior parte do seu uso e ocupação do solo é constituída de cobertura vegetal arbórea (verde escuro), e outra pequena parcela do tipo cobertura herbácea (verde claro). A proximidade com a BR230 demonstra exatamente o contraste dos diversos usos e ocupações do solo entre uma área urbanizada e uma área vegetada. Tais características definem a borda da FLONA com uma área de transição para a urbanização, pois do outro lado da rodovia encontra-se o bairro do Bessa.

O P05 está inserido na FLONA (Figura 3E) e dista 50 metros da BR 230. Esse é o ponto de referência inserido em um remanescente de Mata Atlântica e apresenta vegetação tanto arbórea quanto herbácea, mas com alguns pontos de clareiras e solo desnudo.

**Figura 3.** Uso e ocupação do solo dos pontos P01 (A), P02 (B), P03 (c), P04 (D) e P05 (E).



Fonte: Organização da autora (2018).

### 3.2 Análise do comportamento das ilhas de calor no período seco

O comportamento médio diário da ilha de calor durante o período seco da área de estudo demonstraram que a maior ilha de calor ocorreu no P01, sendo ela de 5,9 °C ela foi caracterizada como de forte magnitude e também apresentou maior ilha de frescor de -1,5 °C, em dia distinto. Para os demais pontos, na medida que se aproximam da FLONA a intensidade da ilha de calor vai diminuindo a sua expressividade, como demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Ilhas de calor diárias máximas e mínimas durante o período seco.

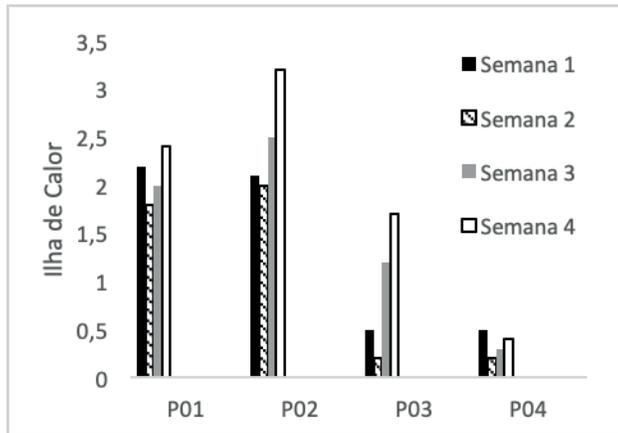
Pontos	Temperatura da ilha de calor	Data	Classificação
P01 (máxima)	5,9 °C	18-01-17	Forte Magnitude
P01 (mínima)	-1,5 °C	16-01-17	Ilha de Frescor
P02 (máxima)	3,0 °C	15-01-17	Média Magnitude
P02 (mínima)	0,7 °C	17-01-17	Fraca Magnitude
P03 (máxima)	1,6 °C	14-01-17	Média Magnitude
P03 (mínima)	0,7 °C	12-01-17	Fraca Magnitude
P04 (máxima)	1,7 °C	16-01-17	Média Magnitude
P04 (mínima)	-0,4 °C	24-01-17	Ilha de Frescor

Desse modo, tal resultado demonstrou que áreas urbanizadas sem a presença de vegetação de porte arbóreo apresentam predisposição a obter maiores intensidades de ilha de calor, pois os materiais impermeáveis de recobrimento do solo urbano apresentam geralmente baixo albedo e aprisionam calor. De acordo com Souza (2004) as ilhas de calor estão associadas a falta de planejamento das cidades, que por sua vez tem excesso de construções e baixa concentração de áreas verdes.

Amorim (2011) utilizou-se um fragmento florestal como ponto de referência para as análises das ilhas de calor e a medida que os pontos monitorados dentro do perímetro urbano se distanciavam da reserva, maiores foram as ilhas de calor encontradas, logo essas áreas são importantes para regular o microclima e é uma medida eficaz para que se diminua a concentração de energia nas áreas urbanas.

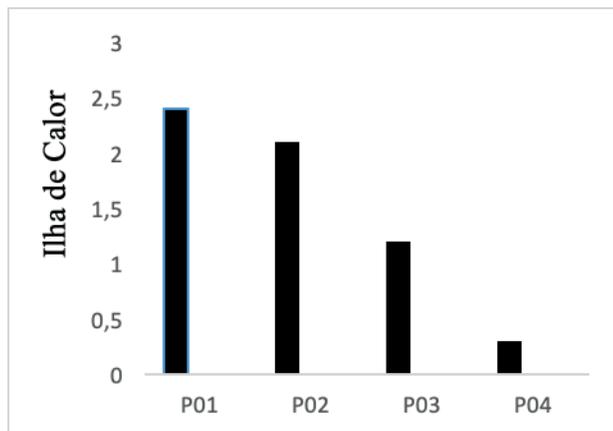
No que diz respeito a análise do comportamento semanal das ilhas de calor na área de estudo (Figura 4), verificou-se um padrão decrescente no sentido meio urbano-FLONA.

**Figura 4.** Comportamento das ilhas de calor semanais no período seco.



O comportamento mensal das ilhas de calor durante o referido período corrobora com o padrão decrescente das ilhas de calor em direção a FLONA (Figura 5). Demonstrando assim, o serviço ambiental prestado pelo resquício de Mata Atlântica para as áreas adjacentes e justificando a importância da sua preservação.

**Figura 5.** Comportamento das ilhas de calor mensais no período seco.



### 3.3 Análise do comportamento da ilha de calor no período chuvoso

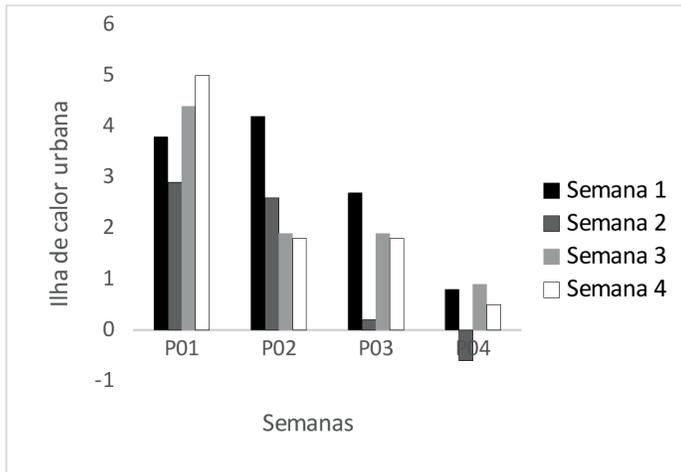
Quanto ao comportamento diário das ilhas de calor urbana no período chuvoso, no P01 também foi encontrada a maior ilha de calor, quando comparado com os demais (Tabela 4).

**Tabela 4.** Ilhas de calor diárias máximas e mínimas durante o período chuvoso.

Pontos	Temperatura da ilha de calor	Data	Classificação
P01 (máxima)	6,8 °C	22-06-17	Muito Forte Magnitude
P01 (mínima)	1,2 °C	11-06-17	Média Magnitude
P02 (máxima)	7,2 °C	21-06-17	Muito Forte Magnitude
P02 (mínima)	1,3 °C	09-06-17	Média Magnitude
P03 (máxima)	4,8 °C	22-06-17	Forte Magnitude
P03 (mínima)	-0,9 °C	09-06-17	Ilha de Frescor
P04 (máxima)	5,0 °C	21-06-17	Forte magnitude
P04 (mínima)	-2,4 °C	11-06-17	Ilha de Frescor

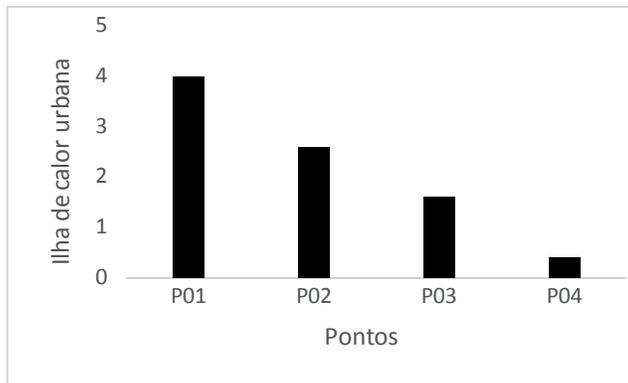
No que diz respeito ao comportamento semanal da ilha de calor durante o período chuvoso, observa-se que o P04 inserido na FLONA obteve as menores ilhas. Segundo Gartland (2010) a vegetação reduz a formação de ilhas de calor através de dois elementos: o sombreamento e a evapotranspiração. Já os pontos localizados na área urbana tiveram as maiores ilhas de calor diretamente relacionado com os materiais de recobrimento impermeáveis.

**Figura 6.** Comportamento semanal das ilhas de calor durante o período chuvoso.



A Figura 7 demonstra o comportamento mensal das ilhas nos pontos monitorados, havendo um gradiente térmico decrescente em relação a FLONA.

**Figura 7.** Comportamento mensal das ilhas de calor durante o período chuvoso.



## 4 Conclusão

O bairro do Bessa com as modificações ocorridas durante o processo de urbanização vem substituindo a cobertura vegetal por materiais artificiais, que por sua vez, se tornam fontes extras de energia. Sendo assim, a partir das

análises realizadas nos pontos de medições que foram espalhados pelo bairro localizado em área adjacente à FLONA, pode-se observar que a média das ilhas de calor que ocorreram durante o período seco foi de 1,2 °C e no período chuvoso de 1,7 °C, e quando mais próximo ao fragmento de mata menor a intensidade da ilha de calor.

De um modo geral, conclui-se que a Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo exerce o papel de reguladora térmica amenizando a ilha de calor e o desconforto térmico.

## **Agradecimentos**

Os dados apresentados são parte da dissertação de mestrado da primeira autora. Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa a primeira autora.

## **Referências**

AMORIM, R, P, L. **Análise da magnitude da influência climática de uma remanescente de mata atlântica sobre o seu entorno urbanizado em clima quente e úmido**. Dissertação (mestrado em engenharia urbana e ambiental). Universidade Federal da Paraíba, 2011.

ARAÚJO, R, R; CALDAS, C, S. Clima urbano e vegetação: análise da influência da vegetação da APA do Itaparicó no microclima e conforto térmico local em São Luiz (MA). **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 2016.

CHANDLER, T, J. **The climate of London**, London, Hutchinson e co. 1965.

LANDSBERG, H, E. **The climate of towns**. Ed. Thomas, W, E. Man's role in changing the face of the earth. Pub. For the wenner gremfoud. For antropological research and nacional and cience found. University of Chicago Press, 1956.

GARTLAND, L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução: Silvia Helena Gonçalves: São Paulo, **Oficina de Textos**, 248p, 2010.

MONTEIRO, C, A. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: editora contexto, 1976.

MOREIRA, J, L; AMORIM, M, C, C, T. O clima urbano de Penápolis - SP através da temperatura e de índices radiométricos. **Geosaberes**, Fortaleza, V.6, número especial (3), p 190-202, 2016.

OKE, T, R. **Bourday layer climates**. London, Methuem & Ltda, 1978.

OKE, T, R. The energetic basis of the urban heat island. **Quartely journal of the royal Metereological society**, v 108, n° 455, p 1-24, 1982.

SANTOS, J, S. **Campo térmico urbano e sua relação com o uso e cobertura do solo em uma Cidade tropical umida**. 108p, 2011. Tese (doutorado em recursos naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, 2011.

TAHA, H. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration and anthropogenic heat. **Energy and buildings**, n.25, p 99-103, 1997.



# Interligação de UCs em fragmentos de Mata Atlântica: proposta de corredor ecológico em área litorânea urbana da Paraíba, Nordeste do Brasil

Antônio Henrique Martins Carneiro da Cunha

Yasmin Emanuelle Santos Pereira de Lima

Bartolomeu Israel de Souza

## 1 Introdução

O crescente processo de fragmentação de habitats ocorrido em biomas prioritários à conservação como a Mata Atlântica, é um dos entraves à conservação da biodiversidade. Nesse caso, a sustentabilidade do equilíbrio ecossistêmico no interior desses fragmentos representa um dos grandes desafios à gestão de Unidades de Conservação (UC).

Para minimizar os efeitos negativos decorridos da fragmentação de habitats, são utilizados alguns instrumentos de manutenção da biodiversidade como zonas de amortecimentos e corredores ecológicos (CEs), esses possuem como função principal a efetiva proteção da natureza, reduzindo ou prevenindo a fragmentação de florestas existentes, por meio da conexão entre diferentes modalidades de áreas protegidas (MMA, 2016).

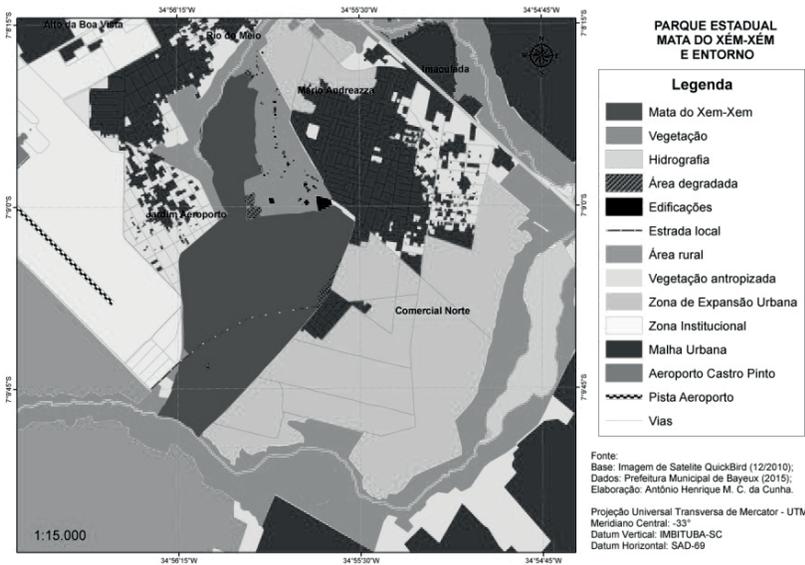
O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) prevê em seu artigo 25º a existência de CEs ligando unidades de conservação, que possibilitem entre elas o fluxo gênico e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas (BRASIL, 2000).

Quanto aos fragmentos de vegetação nativa imersos em matrizes urbanas, estes possuem maior complexidade quanto à implementação e funcionalidades de zonas de amortecimento e de corredores ecológicos, devido a forte concentração

populacional e de usos dos solos que lhes são intrínsecos, o que confere elevada pressão sobre essas terras.

Entendemos que, nesse contexto “o planejamento da ocupação da paisagem precisa estar relacionado aos múltiplos aspectos do território que a compõem” (RITTL, 2011, p. 43). Este é o caso do Parque Estadual Mata do XémXém (PEMATX), localizado no município de Bayeux, PB (ver figura 1). O PEMATX foi criado no ano 2000 pela Superintendência de Desenvolvimento e Meio Ambiente (SUDEMA), possuindo 182 hectares, com o objetivo de compatibilizar a conservação de espécies nativas com a promoção de qualidade de vida à população residente no entorno dessa UC.

**Figura 1.** Localização do Parque Estadual Mata do XémXém e do seu entorno.



A UC apresenta forte presença antrópica, fato esse que acaba por provocar diversos impactos negativos à conservação ambiental da área e que causam um quadro de vulnerabilidade ambiental para o parque, dentre os quais destacam-se de forma mais visível a deposição de lixo doméstico, a antropização dos cursos d’água com presença de barramentos, a deposição de resíduos derivados do uso recreativo e a abertura de diversas trilhas no interior da mata.

## 2 Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento deste trabalho foi feita pesquisa bibliográfica sobre o tema, realizada através de busca em livros, artigos científicos, sítios eletrônicos e legislações aplicáveis; visitas em campo para registro fotográfico; além do uso de métodos de geoprocessamento para análise e tratamento de imagem de satélite.

Os procedimentos de geoprocessamento foram realizados através de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS 10.1 como ferramenta para as análises geoespaciais, utilizando uma imagem de satélite em formato TIFF, com projeção UTM, Datum SIRGAS2000, Meridiano -33.

Através das análises da paisagem com auxílio das ferramentas de geoprocessamento foi elaborada a proposta de corredor ecológico para o PEMATX contemplando o curso dos rios Marés e do Meio, bem como suas faixas marginais, por se tratar de zonas de conexão da área interna do parque com as áreas de entorno mais imediato.

Isto posto, foi proposto o CE conectando o parque Mata do XémXém à planície fluviomarinha do baixo Paraíba do Norte, visto que nessa área ocorre um extenso manguezal (cerca de 2.800 hectares), o qual possui grande diversidade biológica e representa um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo, além de, com base na legislação ambiental brasileira, constituir-se como uma Área de Proteção Permanente (APP).

Com o intuito de favorecer a análise e gestão ambiental do Corredor Ecológico proposto neste trabalho e devido a sua extensa área (357,4 ha), o CE foi dividido em três trechos diferentes. Cada trecho possui particularidades no que diz respeito à estrutura e declividade de solos, formação vegetal e uso do solo.

## 3 Resultados e discussão

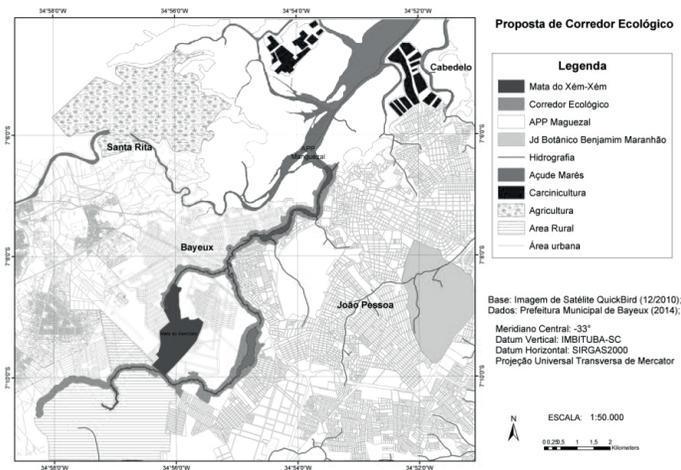
A relevância de um CE está em possibilitar e/ou facilitar as trocas e fluxos gênicos e de biota entre diferentes fragmentos. No caso em questão, a proposta do CE interligando o PEMATX, com vegetação de Mata atlântica, e a APP de manguezal localizada no município de Bayeux, também possibilitará maior proteção às margens do rio Marés e rio do Meio, as quais representam as áreas de abrangência da proposta do CE.

Além do exposto anteriormente, uma possível concretização desse dispositivo tornaria possível sua interligação com a Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo (114,62ha.), outra importante UC que preserva alguns dos mais importantes ecossistemas litorâneos na Paraíba (Mata Atlântica, Mata de Restinga e Manguezal).

O CE proposto neste trabalho possui alguns trechos de interrupção do curso natural dos rios existentes e consequentemente na vegetação ocupante das margens dos mesmos. Os obstáculos observados são o reservatório de Marés (o qual representa uma barreira ao curso do rio Marés), a BR 101/230 (que corta o CE em dois locais diferentes e pode provocar o assoreamento dos rios, além de configurar um equipamento urbano potencialmente poluidor, pois possui constante fluxo viário).

O mapa resultante com a proposta do corredor ecológico do PEMATX, após a aplicação da metodologia anteriormente descrita, pode ser observado na figura 2, a seguir.

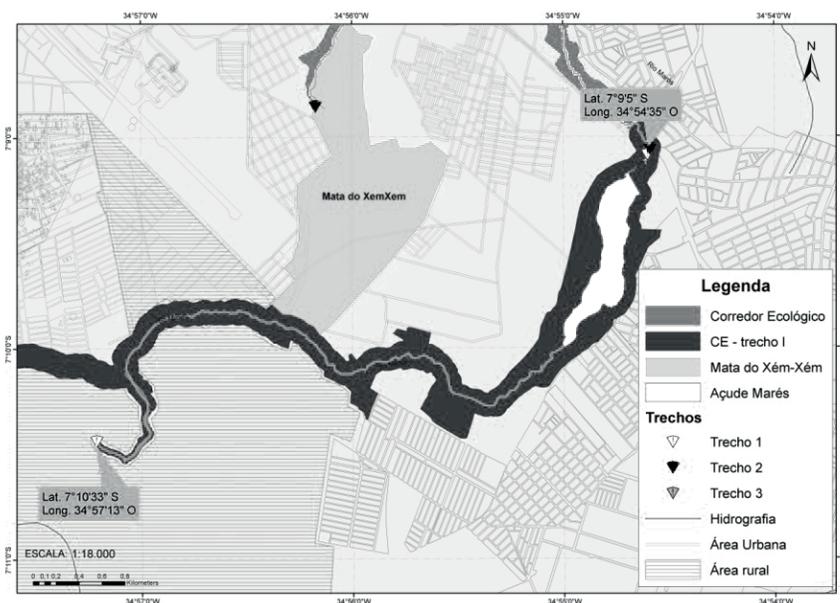
**Figura 2.** Proposta de corredor ecológico do PEMATX.



O trecho 1 (figura 3) do CE possui 187,2 hectares de extensão e contempla o leito e as margens do rio Marés desde próximo de sua nascente, no município de Santa Rita (coordenadas geográficas de 7°10'33" S e 34°57'13" O) até às margens da BR101/230 (7°9'5" S e 34°54'35" O).

Esse trecho do CE é caracterizado por áreas rurais e pequenos intervalos com a zona urbana, em expansão, chegando próximo às margens do rio Marés. O trecho possui significativa presença de vegetação de mata ciliar e o rio apresenta bom estado de preservação.

**Figura 3.** Corredor Ecológico do PEMATX, com destaque para o trecho 1.



Nesse trecho, o corredor ecológico possui alguns obstáculos à sua continuidade, principalmente estradas e rodovias que atravessam sua extensão. Ainda no trecho 1 ocorre a barragem de Marés, um dos reservatórios de água que servem à população da região metropolitana de João Pessoa.

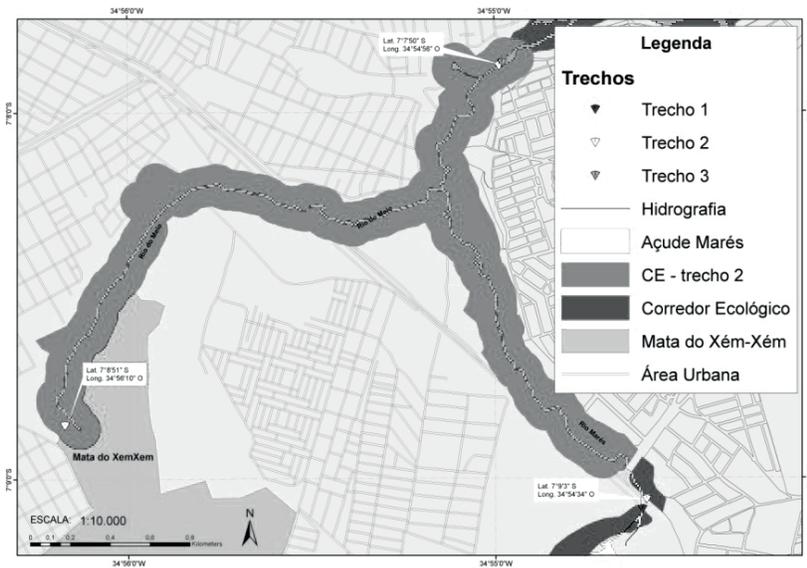
Com base na última observação acima, nessa área fica demonstrada uma das principais funções ecossistêmicas do CE do PEMATX, que seria a ciclagem da água e a preservação da mata ciliar, gerando uma ideia de valor humano, uma vez que na mesma temos uma contribuição direta para o abastecimento de água da população, caracterizando um tipo de serviço ecossistêmico (ANDRADE e ROMEIRO, 2009).

O segundo trecho do corredor ecológico ocorre em ambiente bastante antropizado, com extensão de 70,2 hectares. Constitui-se na continuidade do rio

Marés em relação ao trecho 1 (coordenadas geográficas de 7°9'3" S e 34°54'34" O), e ainda o rio do Meio, desde a sua nascente (coordenadas geográficas de 7°8'51" S e 34°56'10" O), passando pelo encontro dessas duas artérias fluviais que, juntas, dão origem ao rio Sanhauá (7°7'50" S e 34°54'56" O), um dos mais importantes tributários da bacia do Paraíba do Norte no litoral do Estado em questão.

O CE no trecho 2, contempla duas realidades que diferem principalmente pelas características de declividade e de vegetação. Sendo a primeira possuindo baixa declividade, além de o seu fluxo ser reduzido pela presença, à montante, da barragem de Marés, o que torna o terreno com características de várzea constantemente alagada, já sofrendo influência marinha, ocorrendo espécies características do ecossistema manguezal.

**Figura 4.** Corredor Ecológico do PEMATX, com destaque para o trecho 2.



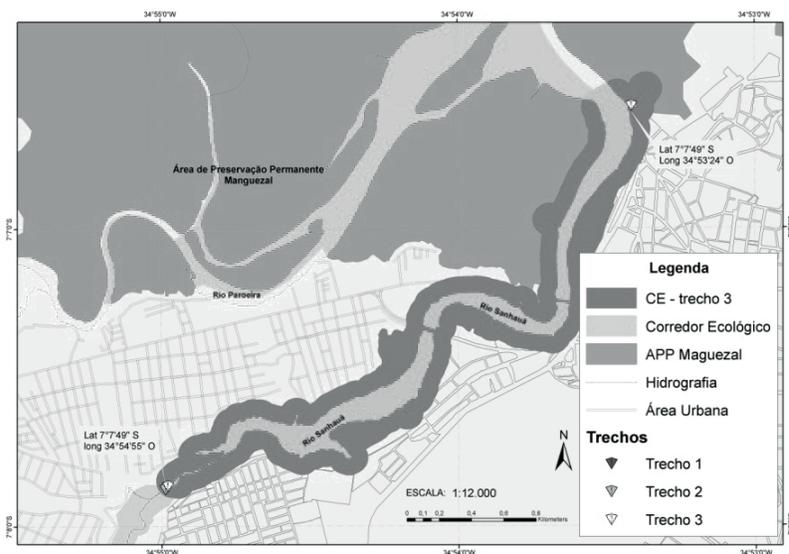
No eixo do rio do Meio temos uma situação de maior declividade e consequentemente de áreas não alagadas, o que permite o estabelecimento de espécies típicas de florestas de Mata Atlântica (Ombrófila Densa e Ombrófila Mista), como ser observado na figura 5, mais adiante.

Uma característica social importante nesse intervalo do CE é a presença de comunidades ribeirinhas, as quais chegam a ocupar de modo irregular o leito do rio, causando perturbações ao equilíbrio ecossistêmico e colocando em risco as próprias vidas, pois o ambiente nestes locais é bastante insalubre, podendo apresentar riscos à saúde humana.

O último intervalo do corredor ecológico do PEMATX (trecho 3) possui 100 hectares de extensão e inicia-se nas coordenadas  $7^{\circ}7'49''$  S e  $34^{\circ}54'55''$  O, percorrendo 4.493m até o ponto  $7^{\circ}6'35''$  S e  $34^{\circ}53'24''$  O. Esse trecho é formado pelo rio Sanhauá, o qual possui entre 70 a 150 metros de largura, até chegar à planície fluviomarinha do rio Paraíba do Norte. Em toda sua extensão ocorre o domínio do manguezal.

Assim como no trecho 2, neste trecho também ocorre a presença de comunidades ribeirinhas que ocupam as margens e até o leito do rio. Tal fenômeno carece de urgente intervenção quanto à sua regularização, pois a ocupação dessas áreas representa sério risco humano, no que diz respeito a insalubridade do tipo de área ocupada, assim como potencializa as perturbações ao ecossistema manguezal.

**Figura 5.** Corredor Ecológico do PEMATX, com destaque para o trecho 3.



Destacamos ainda, o bom estado de conservação de boa parte da vegetação desse intervalo do CE, com evidência para as áreas às margens do rio Sanhauá que estão localizadas do lado do município de João Pessoa.

## **4 Considerações finais**

As alterações dos ecossistemas causadas pela fragmentação de habitats representam um dos maiores impedimentos à gestão e conservação de unidades de conservação. Uma ferramenta para reduzir essas alterações é a implantação de corredores ecológicos, os quais possibilitam a interligação entre diferentes áreas protegidas, favorecendo a circulação de fluxo gênico entre os mesmos e a renovação dos ecossistemas, além dos benefícios diretos e indiretos à população humana no que diz respeito a geração de serviços ecossistêmicos, a exemplo da proteção dos cursos de água abastecedores de áreas urbanas e rurais.

Esse trabalho demonstrou que toda a extensão do possível corredor ecológico possui relevância no que tange ao plano de conservação do PEMATX, pois possibilitará a preservação de áreas fundamentais para a interligação da unidade de conservação a uma importante área de preservação permanente.

A implementação, por parte dos órgãos responsáveis, do corredor ecológico proposto neste trabalho, implicará no planejamento ambiental dessas áreas, tornando-as prioritárias à preservação dos ecossistemas locais. Assim, ficarão restringidos os usos do solo para atividades potencialmente causadoras de danos ambientais.

Com as análises realizadas através de imagens de satélite foi possível observar a importância da efetivação do CE para a continuidade e manutenção das trocas e fluxos gênicos primordiais à conservação da biodiversidade no PEMATX, inclusive representando a única alternativa de interligação contínua entre essa unidade de conservação e outro fragmento de Mata Atlântica de porte considerável do litoral paraibano, a Flona da restinga de Cabedelo.

## Agradecimentos

Os dois primeiros autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo recebimento de bolsas de Mestrado durante a vigência do curso junto ao PRODEMA (2015 à 2018).

## Referências

ANDRADE, Daniel Caixeta. e ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, Campinas, n. 155, fev. 2009. ISSN 0103-9466.

BRASIL, 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Lei 9.985/2000.

CASTRO, Antonio J., Berta Martín-Lopez, Enrique Lopez, Tobias Plieninger, Domingo Alcaraz-Segura, Caryn C. Vaughn, Javier Cabello. **Do protected areas networks ensure the supply of ecosystem services?** Spatial patterns of two nature reserve systems in semi-arid Spain. *Applied Geography*. 60, 2015, 1 e 9.

MMA, **Ministério do Meio Ambiente**. Acesso em 18/06/2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/programas-e-projetos/projeto-corredores-ecologicos>>.

RITTL, Tatiana Francischinelli. **Subsídios para a delimitação e planejamento territorial da zona de amortecimento do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)**. 2011. DISSERTAÇÃO de Mestrado (USP).

MELO, J. R. C. de., **Arcabouço legal e institucional e a situação de proteção ambiental dos mananciais: o caso do rio Marés na Paraíba**. “UFBA/UFPB”. João Pessoa, PB. 2013.



# Índice de qualidade de água para avaliação da água dos reservatórios fluviais de marés e Gramame-Mamuaba na Paraíba, nordeste do Brasil

João Carlos de Miranda e Silva

Maria Cristina Basílio Crispim

Williame Farias Ribeiro

## 1 Introdução

Os reservatórios fluviais artificiais são obras de engenharia que têm como principal finalidade o acúmulo da água em período de chuva para a utilização múltipla, sobretudo em períodos de estiagem. Entretanto, a contaminação dos mananciais inviabiliza, principalmente, o seu uso para o abastecimento humano, impactando negativamente a qualidade da água. Desse modo, a avaliação dos futuros impactos e o monitoramento permanente são fundamentais para a compreensão dessa problemática (TUNDISI; MATSAMURA TUNDISI, 2008).

Neste capítulo, propõe-se avaliar a qualidade da água dos reservatórios fluviais de água potável de Marés (latitudes (7° 07' e 7° 15') Sul, e as longitudes (34° 52' e 34° 48') Oeste) e Gramame-Mamuaba (latitudes (7° 11' e 7° 23') Sul e as longitudes (34° 48' e 35° 10') Oeste) na Paraíba, que abastecem a grande João Pessoa e região metropolitana, em função do índice de qualidade de água (IQA). Tal índice resulta do monitoramento dos reservatórios pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA - gerencia os recursos hídricos na Paraíba há mais de 30 anos.) durante 10 anos.

## 2 Índice de qualidade de água

No que compete ao monitoramento e gerenciamento ambiental, diversos estudos têm utilizado o IQA como parâmetro para avaliação da qualidade da água (BORA e GOSWANI, 2017). O desenvolvimento do IQA tem sido desde a década de 1970, uma ferramenta matemática eficaz para transformar um conjunto de dados limnológicos (físicos, químicos e biológicos) em uma representação numérica destinada à avaliação da qualidade da água para fins de abastecimento público (TAYLOR; RYDER, 2003). As informações geradas através deste índice, decorrem do monitoramento de nove ( $n = 9$ ) parâmetros básicos (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura, turbidez e (nitrogênio, fósforo e resíduos) totais), com seus respectivos pesos ( $w_i$ , que varia de 0 a 1), que são fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água permitindo uma comunicação mais fácil com o público menos familiarizado com o tema, mesmo apresentando desvantagem devido à perda de informação de cada variável empregada (ANA 2005 e 2012; BHARTI e KATYAL, 2011).

O IQA, número entre 0 e 100, é calculado com base no produto ponderado dos nove parâmetros, segundo a expressão (1):

$$(1) \quad \text{IQA} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Dados da ANA (2005 e 2012) destacam que além do valor de “w”, cada parâmetro possui um valor de qualidade ( $q$ , número entre 0 e 100), obtido através das curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas em função de sua concentração ou medida (resultado da análise). Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros, com informações na Tabela 1 para a Paraíba.

**Tabela 1.** Classificação da qualidade das águas segundo o IQA para o Estado da Paraíba (PB).

Valor da faixa de IQA	Classificação da água
80 - 100	Ótima
52 - 79	Boa
37 - 51	Razoável
20 - 36	Ruim
0 - 19	Péssima

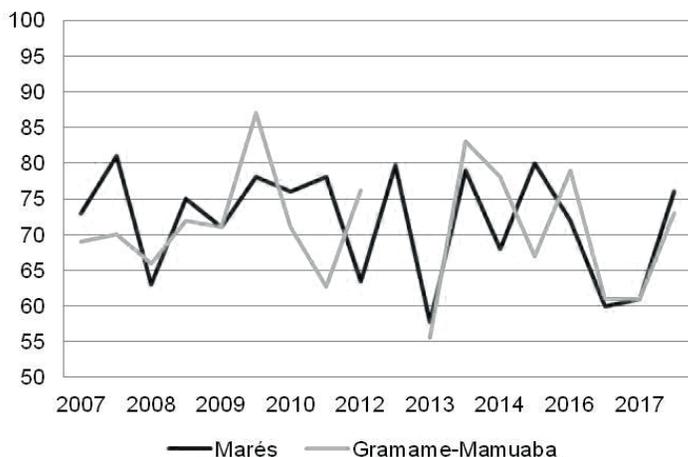
Fonte: ANA, 2005 e 2012.

### 3 IQA para os reservatórios de Marés e Gramame-Mamuaba

A variação do IQA referente a dez anos de estudos para os dois reservatórios está apresentada na Figura 1. Semelhanças nas variações dos ambientes monitorados foram verificadas. Assim, para todo o período de monitoramento, tanto as águas do reservatório de Marés quanto as de Gramame-Mamuaba, evidenciaram valores médios de IQA em torno de 70, sendo suas águas classificadas como “boa” (Tabela 1) na maior parte do tempo. Os maiores valores de IQA, que indicaram águas com classificação “ótima”, foram registrados em 2007 (Marés, IQA = 81) e 2009 (Marés, IQA = 57,7 e Gramame-Mamuaba, IQA = 55,6).

Durante o período monitorado, as frequências das classificações de qualidade da água estiveram entre 87-88% (“boa”) e 12-13% (“ótima”), demonstrando que, apesar de serem bacias hidrográficas com vocações distintas, a qualidade da água dos dois reservatórios, segundo o IQA, é praticamente a mesma.

**Figura 1.** Valores do IQA para os reservatórios de Marés e Gramame-Mamuaba para os anos de 2007 a 2017.



Fonte: SUDEMA-PB.

Apesar da boa qualidade da água que escoo pela microbacia do Rio Marés e pela bacia do Rio Gramame, fragilidades ligadas ao transporte de resíduos sólidos nos municípios e a destinação de esgotos domésticos, aos serviços de coleta, grandes áreas agricultáveis que fazem uso de agrotóxicos, fertirrigação com vinhaça (efluente de usina) e efluentes industriais podem ser observados (GADELHA e DINIZ, 1999).

De acordo com Melo *et al.* (2013), a recreação e as atividades agrícolas nas pequenas propriedades são responsáveis por desmatamentos e contaminação do rio Marés, assim como a mineração de areia para construção civil e trechos utilizados para recreação pública e privada, que resultam em uma pressão constante na bacia e conseqüentemente na qualidade da água do reservatório.

Na barragem Gramame-Mamuaba, a presença do peixe piscívoro tucunaré (*Cichla ocellaris*) (SOUZA, 2013), está provavelmente controlando outros peixes planctívoros. Isso aumenta a comunidade zooplânctônica, que passa a exercer um efeito de controle no crescimento do fitoplâncton, que diminui a produção primária, aumentando a transparência da água e diminuindo a decomposição,

havendo menor liberação de nutrientes (CRISPIM et al., 2017), no entanto, não se tem dados sobre a barragem de Marés.

## 4 Considerações finais

A poluição causada pelo lançamento de efluentes domésticos e cargas orgânicas de origem industrial pode ser bem avaliada por meio dos nove parâmetros estabelecidos pelo IQA, sendo esta uma ferramenta bastante importante para o diagnóstico de contaminação por efluentes sanitários (CAMPOS 2010). Entretanto, a presença de poluentes tidos como pesticidas, compostos orgânicos, parasitas patogênicos e metais pesados, por exemplo, decorrentes de atividades agrícolas e industriais, não são avaliados pelo IQA. Desse modo, considerando um tratamento convencional, algumas limitações podem ser encontradas ao avaliar a qualidade da água através do IQA, entre elas a de considerar apenas sua utilização para o abastecimento público.

A qualidade da água, no período de avaliação, oscilou entre “ótima” e “boa”. A “boa” qualidade das águas (IQA médio igual a 70) dos reservatórios fluviais de Marés e Gramame-Mamuaba foi verificada pela maior parte do tempo no período de monitoramento, o que enaltece a importância do estudo no sentido de gerar informações técnico-científicas sobre a qualidade das águas que abastecem a grande João Pessoa e região metropolitana do estado da Paraíba. Além disso, os valores de IQA revelam a importância do tratamento do esgoto doméstico que impactam diretamente esses corpos hídricos prejudicando o ecossistema aquático.

## Referências

ANA, Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil 2005** – Brasília: ANA, 2005.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil 2012** – Brasília: ANA, 2012.

BHARTI, N. KATYAL, N. **Water quality indices used for surface water vulnerability assessment**. New Delhi: International Journal of Environmental Sciences, Vol. 2, N° 1, 2011.

BORA, M.; GOSWAMI, D. C. **Water quality assessment in terms of water quality index (WQI): case study of the Kolong River, Assam, India.** Appl. Water Science, 2017.

CAMPOS, M. L. A. M. **Introdução à Biogeoquímica de Ambientes Aquáticos.** São Paulo: Editora Átomo, 2010.

CRISPIM, M.C.; VIEIRA, D.M. e GURJÃO, A. O efeito da biota na qualidade de água. In: **Rios urbanos limpos: possibilidades e desafios.** Org. Arminda Saconi Messias. 1ª. edição. Fasa, Recife.

GADELHA, C. L. M.; DINIZ, F. **Aspectos Ambientais na Bacia do Rio Gramame - Avaliação Preliminar.** In: Workshop Sobre a Bacia do Rio Gramame, 1999, João Pessoa. ANAIS DO WORKSHOP, 1999.

MELO, J. R. C.; ATHAYDE JUNIOR, G. B. **Proposta Para Criação de Área de Proteção Ambiental - APA - Em Manancial que Abastece a Região Metropolitana de João Pessoa.** Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 1: Congestas, 2013.

SOUZA, J.E.T. **Ictiofauna e bioacumulação de metais pesados na cadeia trófica do Rio Gramame, Bacia do Rio Gramame, Paraíba.** Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba. 201 p. 2013.

TAYLOR, J. G.; RYDER, S. D. **Use of the Delphi method in resolving complex water resources issues.** New York: Journal of the American Water Resources Association, v. 39, 2003.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

# Qualidade sanitária da orla de João Pessoa-PB com base em fatores bióticos e abióticos

José Soares do Nascimento

Elise Moraski Nogueira

## 1 Ocupação e degradação da Zona Costeira

A Zona Costeira é uma região de interface entre continente, atmosfera e oceano onde acontecem processos hidrodinâmicos simultâneos tanto de origem terrestre quanto marinha, produzindo ecossistemas complexos como restingas, praias e recifes de corais, os quais promovem alta biodiversidade e provêm recursos naturais de grande importância ecológica, econômica e social. Por isso, cerca de metade da população mundial vive a pelo menos 100km do litoral. Na Paraíba, mais de 27% reside na orla (IBGE, 2011), caracterizada por sua beleza cênica e domínio do clima tropical, conferindo à região enorme potencial turístico.

Parte da produção industrial e concentração urbana estão na região metropolitana de João Pessoa, com um intenso conflito de interesses entre o turismo, atividades industriais e portuárias e a pesca, cujas áreas acabam sendo impactadas por mudanças do solo e da hidrologia local, fragmentação dos ecossistemas, intensa exploração dos recursos e poluição do ar, do solo e da água; causando degradação da qualidade ambiental e prejuízos socioeconômicos, já que grande parte da população depende da integridade desse sistema para desenvolver suas atividades. De acordo com a Organização Mundial do Turismo, todos os agentes do desenvolvimento turístico têm o dever de preservar o ambiente e os recursos naturais, principalmente a água, conciliando economia e ecologia (OMT, 2001).

Por efeito dos processos hidrogeomorfológicos, grande parte dos sedimentos do continente são transportados e retidos na zona entremaré,

concentrando resíduos sólidos tanto de origem natural como antropogênica, já que a areia da praia funciona como um filtro retendo as partículas, podendo tornar esse local um substrato ideal para proliferação de micro-organismos associados à decomposição, como bactérias e fungos (STEWART et al., 2008; HALLIDAY; GAST, 2011), trazidos pelas correntes atmosféricas ou ação das ondas, tornando-o um *hotspot* de biodiversidade e também fonte de patógenos (SHIBATA et al., 2004; VEZZULLI et al., 2009; WRIGHT et al., 2011).

Frequentemente, praias próximas a portos e centros urbanos apresentam pior qualidade de água (IBGE, 2004), sendo as causas antropogênicas relacionadas com a sua deterioração, como pelo despejo de efluentes domésticos sem tratamento adequado e drenagem de águas superficiais nas águas costeiras. Ambos podem veicular substâncias químicas e micro-organismos, capazes de causar efeitos negativos deletérios no ambiente aquático e provocar interrupções nas interações simbióticas das comunidades, como diminuição da biodiversidade, extinção das espécies raras e redução da produtividade e resiliência.

Ambientes aquáticos são relacionados com o bem-estar humano, entretanto, pode ser fonte de transmissão de patógenos de veiculação hídrica. Por isso, assegurar sua qualidade se tornou essencial, sendo desenvolvidas normas e critérios de uso desse recurso (USEPA, 2012). Em corpos hídricos destinados à recreação de contato primário, onde há intenso fluxo e permanência de pessoas, a qualidade da água é medida por meio da balneabilidade, que é a “capacidade que um local tem de permitir banho e atividades esportivas” (IBGE, 2004) e que classifica as águas como próprias ou impróprias para banho e de acordo com o seu grau de satisfação.

Na Paraíba, esse diagnóstico é realizado pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), sendo observada a presença de algas tóxicas, óleos, resíduos sólidos e saídas de esgotos, além de aferidos parâmetros físico-químicos da água, como temperatura e nutrientes, e biológicos, como concentração de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli* e *Enterococcus* sp.). A presença desses micro-organismos indica a poluição recente por efluentes domésticos, uma vez que estes só são encontrados no trato intestinal de animais homeotérmicos, como os humanos, e praticamente não se multiplicam no

ambiente, sendo usados como os principais bioindicadores de poluição fecal. A classificação é feita a partir do resultado de 80% das últimas cinco amostras, realizadas em um intervalo mínimo de 24 horas e comparado a valores pré-estabelecidos, de forma a assegurar a capacidade que um local tem de permitir atividades recreacionais em suas águas.

O contato primário com águas contaminadas pode comprometer seriamente a saúde dos banhistas (USEPA, 2012), expondo-os a diversos patógenos e podendo resultar em surtos epidêmicos e doenças graves. Apesar disso, estima-se que mais de 65% dos principais rios do mundo estejam poluídos e que 80% da população mundial esteja exposta a ameaças (VÖRÖSMARTY et al., 2010). A presença de sinais visuais de desequilíbrios ambientais acarreta em perda de valor estético, o que afeta a economia local, pois este é um dos primeiros parâmetros esperado por usuários das praias (WHO, 2003).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), pouco mais da metade (55,2%) dos municípios brasileiros tinham acesso ao serviço de esgotamento sanitário. Em João Pessoa, 70,8% da população dispõem desse serviço (IBGE, 2010). Fatores influenciam na presença e concentração de esgoto nas praias, como a existência de sistemas de coleta e disposição dos resíduos domésticos, córregos afluindo para o mar, ligações clandestinas de esgoto nas galerias pluviais, aumento da população nos períodos de férias ou feriados prolongados, ocorrência de chuvas e condições de maré. Além disso, resíduos de origem antropogênica podem atrair animais até a praia como aves, ratos e cachorros, que são vetores de agentes infecciosos.

Mesmo águas não poluídas por esgoto doméstico podem veicular outros micro-organismos que oferecem risco à saúde humana, mas que não são identificados por esse método (HALLIDAY; GAST, 2011), uma vez que os indicadores de origem fecal podem ser menos resistentes a perturbações ambientais do que certos patógenos. O controle da poluição microbiana está diretamente relacionado com a saúde pública, melhoria da qualidade de vida e um ambiente ecologicamente equilibrado, pois o nível sanitário das águas participa como um indicador de sustentabilidade (HC, 2012) e cerca de 10% das doenças poderiam ser evitadas com o beneficiamento (PRÜSS-ÜSTÜN et al., 2008).

A quantidade e riqueza microbiana podem decrescer, persistir ou aumentar de acordo com o tipo e forma dos organismos, condições ambientais e presença de outros micro-organismos (RODRIGUES; CUNHA, 2017), também depende do estado de saúde da população contribuinte e da sazonalidade das infecções, variando os resultados em diferentes regiões do mundo e épocas do ano (WHO, 2003). Os principais fatores globais dirigentes da emergência e re-emergência de patógenos na água são mudanças climáticas, poluição e crescimento desordenado (RODRIGUES; CUNHA, 2017).

No artigo 8º da Resolução CONAMA 274/00 é recomendado aos órgãos ambientais a monitorização da água quanto a grupos taxonômicos de interesse médico e da areia da praia, uma vez que essa é a área onde a maioria dos turistas, incluindo crianças e idosos – grupos etários mais suscetíveis a infecções – passa parte do seu tempo de lazer, além da concentração de micro-organismos nesses locais ser maior do que na água (ELMANAMA et al., 2005), aumentando os riscos de contágio (PEREIRA et al., 2013). Devido ao alto custo e complexidade de execução, na maioria das vezes essa prática é negligenciada. Em 2002, a Associação Bandeira Azul da Europa estabeleceu valores limites para indicadores sanitários na areia, como coliformes totais, *E. coli*, enterococos intestinais, fungos dermatófitos e leveduras (SOTERO-MARTINS et al., 2014). Entretanto, no Brasil, apenas São Paulo e Rio de Janeiro o fazem periodicamente (LESCRECK et al., 2016).

Métodos de classificação balneária baseados apenas nas características da água podem não ser suficientes para atender aos múltiplos usos dos ecossistemas costeiros, sendo principalmente deficientes na mensuração da qualidade estética, de recreação e ecológica do ambiente (BUSS; BAPTISTA; NESSIMIAN, 2003). Mesmo em lançamentos de efluentes dentro das normas estabelecidas por lei o uso de outros micro-organismos autóctones pode ser importante para a avaliação da qualidade sanitária do ambiente, pois eles refletem os efeitos deletérios da poluição no meio (COLFORD Jr. et al., 2007).

## **2 Delimitação e caracterização das praias em estudo**

João Pessoa tem um litoral de cerca de 25km de extensão onde observam-se, na isóbata de 10 metros, formações de arrecifes que são visitadas por turistas

durante o ano todo, principalmente no verão. O litoral é entrecortado por cerca de 20 rios e riachos e onde dez galerias de águas pluviais deságuam. São 11 as praias do litoral paraibano com destaque as praias do Bessa, Manaíra, Cabo Branco e Penha, considerando-se o contexto socioeconômico da área, como o seu potencial de uso turístico e comercial, infraestrutura disponível, rede de cobertura de saneamento básico e viabilidade de transporte e acesso.

O bairro Bessa, de acordo com o último censo do IBGE, em 2010, tinha 13.096 residentes, com ocupações predominantemente formais e tendência para a verticalização (MMA, 2004), ruas pavimentadas, acesso à rede coletora de esgoto e coleta seletiva de lixo. O acesso à praia pode ser direto ou indireto. Existe em torno uma vegetação bastante diversificada, sendo uma Área de Preservação Permanente, pois é utilizada por tartarugas-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) para nidificação, que chegam apenas uma vez por ano à mesma praia para desova e que estão ameaçadas de extinção.

Manaíra, com 26.369 residentes (IBGE, 2010), é bastante verticalizado e densamente povoado com ocupações formais (MMA, 2004) e serviços como agências bancárias, escolas, *shopping* e supermercados, detendo cerca de 90% da infraestrutura implantada. A orla é tangenciada por um calçadão pavimentado que vai desde o final do Bessa até a ponta do Cabo Branco. Há intensa atividade balneária e são realizados passeios de barco de acordo com a maré aos recifes de corais de “Picãozinho”, localizado em frente à praia de Manaíra.

Cabo Branco é um bairro urbanizado com ocupações formais, mas não tão densamente povoado quanto Manaíra, sendo que em 2010 residiam 7.906 pessoas. Dispõe de saneamento básico e coleta seletiva de lixo e diversas edificações de uso misto (residencial, comercial e de serviço), além da frequente circulação de muitos ambulantes e turistas, sendo intensa a atividade balneária. Há uma larga faixa de areia, onde diariamente são fixados guarda-sóis pelos bares, além de uma ampla área de restinga preservada, sendo esta muitas vezes utilizada pelas tartarugas para desova. Apesar disso, a pesca amadora ocorre frequentemente neste local (MMA, 2004).

Penha é um bairro em desenvolvimento, predominantemente horizontal, que de acordo com o IBGE (2010) tinha 772 residentes, onde quase não há coleta de

lixo ou rede de saneamento de esgoto. O acesso é indireto, sendo interrompido por barracas, residências e clubes (MMA, 2004), que são irregulares e com estrutura precária. Na frente do restaurante “Peixada do Kiko”, ponto comercial bastante frequentado, desemboca o Rio do Cabelo e são feitos passeios de barco nos recifes de corais, além da área ser usada para pesca de subsistência e comercial, onde a prática de arrasto é comum, com frequente descarte de *bycatch* (pesca acidental). Próximo está o *Camping Clube do Brasil – PB*, que contribui com o turismo na região, e a igreja Nossa Senhora da Penha e cemitério, que promovem um evento religioso anual que chega a reunir 40.000 pessoas (MMA, 2004).

### **3 Balneabilidades de quatro praias de João Pessoa-PB**

A praia da Penha é uma que apresenta maior número de indicadores visuais de degradação e quantidade de detritos na areia, orgânicos (macroalgas, conchas, cocos vazios) e inorgânicos (redes, isopores, bitucas de cigarro, latas, embalagens plásticas), principalmente na linha de deixa. As maiores quantidades são observadas em fevereiro, que é um mês de alta temporada e feriados para o turismo do município, como o carnaval, e as menores em julho, que apesar de ser um período de férias é também chuvoso na região (NOGUEIRA, 2018). A autora ainda confirma a presença de detritos de origem antropogênica relacionada com a sazonalidade e com a quantidade de usuários das praias. Entretanto, a quantidade de lixo em todas as praias é preocupante, como na praia do Bessa com resíduos sólidos em 83% das amostragens.

É acentuado o grau de poluição em que se encontra o Rio do Cabelo, sendo constatado mau cheiro e presença de espuma em metade das vezes e muitos resíduos sólidos, principalmente plásticos. Apesar de haver poucos residentes na Penha quando comparado a outras praias de João Pessoa, a falta de saneamento adequado e coleta de lixo podem contribuir para o declínio da qualidade da água, bem como a alta frequência de barcos de pesca de camarão por arrasto.

A presença de animais nas praias, principalmente pombos e cães são comuns na praia de Cabo Branco (NOGUEIRA, 2018). O contato com fezes de cachorro é um dos principais riscos microbianos à saúde humana (WANG et al.,

2010), principalmente em praias com alta circulação de pessoas como em Cabo Branco. É necessária a restrição de acesso sazonal de acordo com a frequência de uso das praias e condicioná-lo à obrigação de remoção das excretas desses animais por seus donos (WHO, 2003).

As praias do Bessa e do Cabo Branco estão localizadas em Áreas de Preservação Permanente (APP), portanto, o monitoramento deveria ser mais rigoroso do que em outras áreas utilizadas para recreação ou de uso secundário. Entretanto, Cabo Branco é muito frequentada por usuários de diferentes setores durante o ano todo e serve de palco para diversos eventos culturais. No Bessa, apesar de mais longe do centro e de apresentar melhores condições de balneabilidade, também há contaminação por esgoto doméstico e resíduos sólidos, demonstrando que existem conflitos no uso desse espaço (NOGUEIRA, 2018). É evidente a degradação generalizada dos ecossistemas aquáticos, que carecem de maior dedicação à sua preservação, pois muitos deles são detentores de espécies endêmicas e raras, sendo essencial ordenar o crescimento da população por meio da implementação de uma rede de saneamento básico eficiente, além de conscientizar as pessoas sobre os riscos de se ligar clandestinamente os esgotos às galerias de escoamento pluvial e de não destinar os resíduos sólidos corretamente.

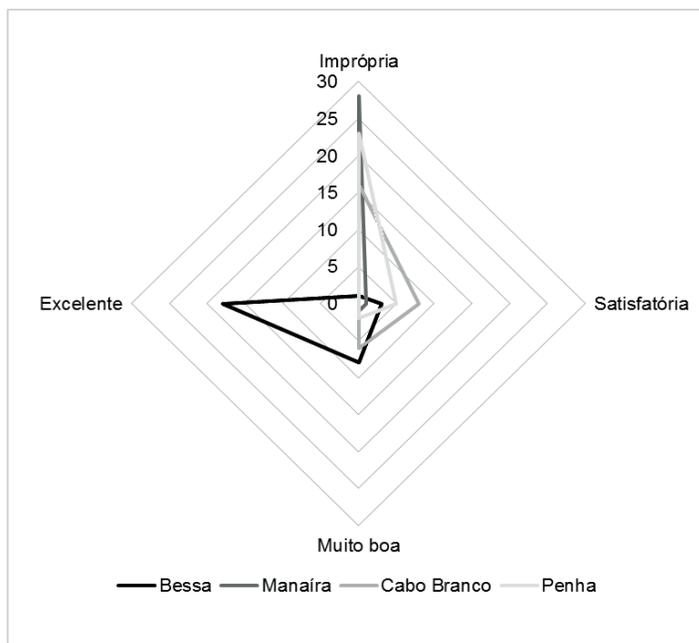
De acordo com os relatórios de análise de qualidade da água, a praia do Bessa tem a qualidade da água avaliada como excelente em 60% das amostragens e apenas uma classificação como imprópria. Manaíra, em contrapartida, não é avaliada como excelente nenhuma vez, sendo considerada imprópria 94% das vezes e com a maior concentração de coliformes por mL de amostra observada no período de estudo, em maio de 2017. Manaíra vem sendo classificada constantemente como imprópria para banho em face dos índices de balneabilidade (NOGUEIRA, 2018). Além das chuvas, parâmetros como o número de frequentadores das praias, ocupação irregular e ligações clandestinas nas galerias pluviais e rios podem ser responsáveis por variações na classificação. Mesmo em períodos secos existe o despejo de esgoto doméstico não tratado na rede de drenagem.

No primeiro semestre de 2017 as praias de Cabo Branco e Penha não foram avaliadas como excelente nenhuma vez, ou seja, sempre houve constatação

de algum grau de poluição por esgoto doméstico nessas duas praias. Penha foi classificada como imprópria em 77% do tempo e Cabo Branco 54%, principalmente a partir de maio. Além disso, no Cabo Branco em 75% das análises foi classificada como imprópria mesmo com os níveis de concentração de coliformes totais abaixo do limite máximo estabelecido de 1000 NMP/mL, uma vez que a categorização leva em consideração a tendência da qualidade da água ao longo das últimas cinco amostras (NOGUEIRA, 2018).

No primeiro semestre de 2017 as praias analisadas estiveram impróprias quase 60% do tempo e apenas no Bessa foram encontradas condições excelentes de água para recreação de contato primário (NOGUEIRA, 2018), conforme observado na Figura 1.

**Figura 1.** Tendência de classificação das praias na orla de João Pessoa quanto à frequência de classificação da qualidade da água no primeiro semestre de 2017, em João Pessoa-PB.



**Fonte:** NOGUEIRA, 2018.

Nas análises de qualidade da água atualmente não são medidos pela SUDEMA parâmetros como temperatura e pH, pois de acordo com a equipe são fatores qualitativos e dependentes do horário em que foram aferidos, atrapalhando a análise dos dados. Entretanto, esses parâmetros têm sido amplamente utilizados como um dos critérios indicadores da qualidade da água no Brasil (BRASIL, 2005), Austrália (NHMRC, 2008) e Canadá (HC, 2012), devido ao risco potencial de irritação das mucosas por mudanças extremas de pH, além de ambos afetarem o metabolismo de organismos e aumentarem a precipitação, solubilidade e efeito de substâncias químicas tóxicas, como metais pesados. No Cabo Branco, já foram encontrados valores de pH acima do permitido pelo CONAMA, evidenciando a necessidade de monitoramento (ARAÚJO et al., 2015).

#### **4 Considerações Finais**

De acordo com as análises de balneabilidade e identificação dos atuais agentes de degradação a praia com maior risco potencial de se contrair doenças é a de Manaíra. Não só as condições de balneabilidade foram as piores dentre as quatro praias comparadas como é a de maior número de residentes e circulação de pessoas de diversos setores. Existem diversas práticas que contribuem para a degradação dessa praia, como a pesca de arrasto e as visitas sem supervisão adequada ao recife de Picãozinho. Apesar disso, todas as praias mostraram ter algum grau de contaminação, principalmente próximo às galerias pluviais e córregos, o que reflete a poluição por esgoto doméstico não tratado adequadamente, causado pela deficiência na infraestrutura e ligações clandestinas nas redes de drenagem urbana. A grande concentração de detritos de origem antropogênica é muito preocupante, principalmente na Penha, pois coloca a saúde humana em sério risco, além de acarretar em danos ecológicos a muitas espécies costeiras e ao ambiente marinho, com prejuízos econômicos em diversas escalas.

No Brasil, o Projeto Bandeira Azul promove o uso sustentável das áreas costeiras por meio de educação ambiental, qualidade da água, segurança dos usuários e gestão ambiental. As praias devem cumprir todos os critérios pré-estabelecidos para receberem o selo certificado e hastear a bandeira símbolo

do programa, que incluem a mensuração de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água, bem como de diversos aspectos ambientais, econômicos e legais. A certificação bandeira azul foi pleiteada em 2015 pelo Parque Estadual de Areia Vermelha, em Cabedelo-PB, e está em fase piloto. Ambientalistas salientaram melhorias em critérios como a efetivação de programas ambientais, promovidos entre gestores e usuários; intervenções na infraestrutura local, visando à diminuição da degradação.

## Referências

- ARAUJO, G.H.; GORLACH-LIRA, K.; MEDEIROS, D.S.; SASSI, C. F.C. Physicochemical and bacteriological seawater quality and sustainability of Cabo Branco (Brazil) coral reef. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.10, n.2, p.94-104, 2015.
- BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente/CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial da União. Brasília, Seção 1, p.58-63, 2005.
- BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Caderno Saúde Pública**, v.19, n.2, p.465-473, 2003.
- COLFORD Jr, J.M.; WADE, T.J.; SHIFF, K.C.; WRIGHT, C.C.; GRIFFITH, J.G.; SANDHU, S.K.; BURNS, S.; HAYES, J.; SOBSEY, M.; LOVELACE, G.; WEISBERG, S.B. Water quality indicators and the risk of illness in non-point source impacted recreational waters. **Epidemiology**, v.18, n.1, p.27-35, 2007.
- ELMANAMA, A.A.; FAHD, M.I.; AFIFI, S.; ABDALLAH, S.; BAHR, S. Microbiological beach sand quality in Gaza Strip in comparison to seawater quality. **Environmental research**, v.99, n.1, p.1-10, 2005.
- HALLIDAY, E.; GAST, R.J. Bacteria in beach sands: an emerging challenge in protecting coastal water quality and bather health. **Environmental science & technology**, v.45, n.2, p.370-379, 2011.

HC–HEALTH CANADA. **Guidelines for Canadian Recreational Water Quality, Third Edition.** Water, Air and Climate Change Bureau, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Health Canada, Ottawa, Ontario, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2004.** Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, 2004.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2010.** Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, n.7, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas.** Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro, 176p., 2011.

LESCRECK, M.C.; PETRONI, R.G.G.; CORTEZ, F.S.; SANTOS, A.R.; COUTINHO, P.O.; PUSCEDDU, F.H. Analysis of sand quality health in Santos beach, coast of São Paulo state. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, n.21, v.4, p.777-782, 2016.

MMA–MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima** - Projeto Orla: plano de intervenção na orla do município de João Pessoa, 2004.

NHMRC – NATIONAL HEALTH AND MEDICAL RESEARCH CONCIL. **Guidelines for managing risks in Recreational Water.** Australian Government, 2008.

NOGUEIRA, E.M. **Qualidade sanitária da orla de João Pessoa-PB, com base em fatores bióticos e abióticos.** [Dissertação] João Pessoa: PRODEMA, 2018. 64p.

OMT – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO. **Código ético mundial para el turismo: por um turismo responsable.** Consejería de turismo, comercio y deporte, 24pp., 2001.

PEREIRA, E.; FIGUEIRA, C.; AGUIAR, N.; VASCONCELOS, R.; VASCONCELOS, S.; CALADO, G.; BRANDÃO, J.; PRADA, S. Microbiological and mycological beach sand quality in a volcanic environment: Madeira archipelago, Portugal. **Science of the Total Environment**, n.461, p.469-479, 2013.

PRÜSS-ÜSTÜN, A.; BOS, R.; GORE, F.; BARTRAM, J. **Safer water, better health**: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health. World Health Organization, 2008.

RODRIGUES, C.; CUNHA, M.Â. Assessment of the microbiological quality of recreational waters: indicators and methods. **Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration**, n.2, v.1, 25pp., 2017.

SHIBATA, T.; SOLO-GABRIELE, H.M.; FLEMING, L.; ELMIR S. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. **Water Research**, n.38, p.3119–3131, 2004.

SOTERO-MARTINS, A.S.; DUARTE, A.N.; CARVAJAL, E.; DE MOURA SARQUIS, M.I.; FERNANDES, O.C.C. Controle da qualidade microbiológica e parasitária em áreas de recreação. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, n.5, v.3, p.2.059-2.078, 2014.

STEWART, J.R.; GAST, R.J.; FUJIOKA, R.S.; SOLO-GABRIELE, H.M.; MESCHKE, J.S.; AMARAL- ZETTLER, L.A. The coastal environment and human health: microbial indicators, pathogens, sentinels and reservoirs. **Environmental Health**, n.7, v.2, p.S3, 2008.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Recreational water criteria**. Washington, DC: US Environmental Protection Agency Office of Water. 820-F-12-058, Washington, 2012.

VEZZULLI, L.; ZOTTI, M.; MARIN, V.; MORENO, M.; PEZZATI, E.; FABIANO, M. Swash zone interstitial water is a reservoir of fungal micro-organisms on a Mediterranean beach (Genoa City, Italy). **Marine Biodiversity Records**, n.2, 2009.

VÖRÖSMARTY, C.J.; MCINTYRE, P.B.; GESSNER, M.O.; DUDGEON, D.; PRUSEVICH, A.; GREEN, P.; GLIDDEN, S.; BUNN, S.E.; SULLIVAN, C.A.; LIERMANN, C.R.; DAVIES, P.M. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, v.467, n.7315, p.555-561, 2010.

WANG, J.D.; SOLO-GABRIELE, H.M.; ABDELZAHER, A.M.; FLEMING, L.E. Estimation of enterococci input from bathers and animals on a recreational beach using camera images. **Marine Pollution Bulletin**, n.60, v.8, p.1270-1278, 2010.

WHO. **Guidelines for safe recreational water environments: coastal and fresh waters**. World Health Organization, v.1, 2003.

WRIGHT, M.; ABDELZAHER, A.; SOLO-GABRIELE, H.; ELMIR, S.; FLEMING, L. The inter-tidal zone is the pathway of input of enterococci to a subtropical recreational marine beach. **Water Science and Technology**, n.63, p.542-549, 2011.



# **Estratégias de ação para a redução de risco de desastres por inundação, alagamento e movimento de massa em João Pessoa, Paraíba**

Hamilcar José Almeida Filgueira

Tarciso Cabral da Silva

Eliamin Eldan Queiroz Rosendo

## **1 Introdução**

A gestão eficiente e eficaz visando à redução de risco de desastres (RRD) depende da compreensão da natureza física e histórica dos eventos naturais e dos fatores sócio-econômico-culturais e de políticas que moldam o impacto desses eventos sobre as comunidades vulneráveis. Para tanto, devem ser analisadas políticas e planos nacionais e setoriais dos temas de maior convergência com as ameaças e vulnerabilidades que podem desencadear um desastre. Aliada a isso, devem ser também analisadas e integradas na formulação de políticas e planos locais, experiências positivas nos estados da federação e experiências internacionais em RRD. Para isso é indispensável ter o conhecimento prévio de ações e procedimentos adotados, por exemplo, no Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) brasileiro, coordenado pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)/Ministério do Desenvolvimento Nacional (antigo Ministério da Integração Nacional), pelos parceiros institucionais nas esferas federal, estadual e municipal, pelas instituições de pesquisa e pelos setores organizados da sociedade civil.

Com o intuito de melhorar os trabalhos relacionados com a gestão de risco de desastres, foi promulgada a Lei Nº 12.608/2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), estabelecendo competências por meio do

SINPDEC, que passou a interagir com diversas políticas setoriais, principalmente com as políticas relacionadas ao ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saneamento básico, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia (BRASIL, 2012a, 2012b). Segundo UFSC (2013):

No âmbito das leis urbanas, as principais alterações ocorreram no Estatuto da Cidade (Lei N° 10.257/2001) (BRASIL, 2001) e na Lei N° 6.766/1979, relativa ao parcelamento do solo urbano (BRASIL, 1979), que passam a observar os princípios: incorporar, nos elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais a redução de risco de desastre. Estimular o desenvolvimento de cidades resilientes, os processos sustentáveis de urbanização, o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana e a moradia em local seguro. Extinguir a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas (UFSC, 2013, p. 40).

Para UFSC (2013) o Estatuto da Cidade foi o que teve mais interação com a PNPDEC, principalmente quanto à limitação das áreas com populações vulneráveis, ampliação do espaço urbano e no cadastro de municípios com áreas propensas à ocorrência de desastres relacionados com fenômenos naturais. Silva (2016), analisando a integração da PNPDEC com outras políticas setoriais, verificou que há uma estreita relação entre essa política e o Estatuto da Cidade, “principalmente no que se refere ao uso e ocupação do solo urbano, indicando a necessidade de um planejamento integrado”. Ainda de acordo com UFSC (2013), o Estatuto da Cidade passou a exigir dos municípios inscritos: mapeamento contendo as áreas propensas à ocorrência de movimento de massa de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; plano de contingência

de proteção e defesa civil; órgão municipal de proteção e defesa civil, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo órgão central do SINPDEC; plano de implantação de obras e serviços para RRD; mecanismos de controle e fiscalização para evitar a edificação em áreas propensas à ocorrência de movimento de massa de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; e carta geotécnica de aptidão à urbanização, estabelecendo diretrizes urbanísticas voltadas para a segurança dos novos parcelamentos do solo e para o aproveitamento de agregados para a construção civil.

No contexto dessas leis, dois pontos são importantes no desenvolvimento de propostas para formulação de ações voltadas para as áreas propensas a risco de desastres relacionados com fenômenos naturais: a proposta do estímulo ao desenvolvimento de cidades resilientes e quanto ao pleno desenvolvimento do saneamento básico. De acordo com United Nations (2009), resiliência é a “Capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade potencialmente exposta a ameaças a adaptar-se com o fim de alcançar e manter um nível aceitável em seu funcionamento e estrutura. Determina-se pelo grau no qual o sistema social é capaz de auto organizar-se para incrementar sua capacidade de aprendizagem sobre desastres passados com o fim de alcançar uma melhor proteção futura e melhorar as medidas de redução de risco a desastre”. Sendo assim, ao falar sobre a resiliência dos lugares na realidade está se referindo às pessoas, comunidades, empresas e repartições públicas e privadas e de interações complexas compostas de milhares de vidas, vividas conjuntamente. E também que as estratégias de resiliência serão fortes onde houver confiança compartilhada, normas e redes de trabalho. Essas estratégias só funcionam efetivamente se elas são parte de uma abordagem holística que liga os cidadãos, as comunidades e instituições em todo o domínio público (PARAÍBA, 2015).

O conceito de saneamento básico no Brasil encontra-se diretamente atrelado aos serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e sistema de limpeza pública, manejo de resíduos sólidos e de gestão de risco de desastres relacionados com fenômenos naturais. O bom funcionamento desses serviços públicos é de natureza essencial para se almejar uma qualidade mínima de vida na cidade. Tendo em vista essa importância e, a

exemplo do mencionado para a resiliência para RRD, torna-se necessário também elaborar cenários de planejamento estratégico para a tomada de decisão em possíveis situações críticas na prestação desses serviços.

De acordo com a Lei Nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências, todo plano de saneamento básico deve contemplar as ações para contingências e emergências. Cita ainda que, em situações de emergência. Os serviços poderão ser interrompidos pelo prestador (BRASIL, 2007).

As situações emergenciais em saneamento básico decorrem, em geral, quer seja por falhas estruturais ou operacionais nos sistemas, quer seja por vandalismo. Em qualquer um desses casos, há necessidade de ações corretivas imediatas. No caso de contingências, tratam-se de ações preventivas e preparatórias, as quais devem ser previstas no planejamento da manutenção periódica dos sistemas. Assim, é apresentado e discutido neste capítulo um rol exemplificativo de ações para a implementação de planos de contingência e emergência relativos aos problemas de alagamento, inundação e movimento de massa (AIMM). Também são propostas três metas e suas estratégias de ação para a resiliência a desastres: (a) Integração da RRD com as políticas públicas para o desenvolvimento sustentável territorial; (b) Desenvolvimento e fortalecimento das instituições, mecanismos e capacidades para aumentar a resiliência para a redução do risco de desastres; e (c) Incorporação sistemática dos enfoques sobre RRD.

## **2 Ações para contingência e emergência**

Os planos de contingência e de emergência visam preparar, mitigar e dar respostas para desastres relacionados com fenômenos naturais, por exemplo, como também para serviços de saneamento básico. Uma vez concebidos esses planos, as suas execuções deverão ser rápidas, eficientes e eficazes.

As ações contidas nesta comunicação foram divididas em duas etapas: ações de contingência, ou preventiva propriamente dita, para todo o espaço urbano; e ações de contingência/emergência específicas para um determinado problema que poderá desencadear um desastre. Elas foram desenvolvidas baseadas nas

leis citadas e na análise dos possíveis cenários de áreas propensas a AIMM para a cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. Também foram incluídas as ações para os colapsos nos sistemas de abastecimento e de esgotamento e de remoção de resíduos sólidos, que foram identificados como relevantes, pois esses serviços estão disponibilizados pelo governo municipal para as populações residentes em quase todas as áreas propensas a riscos de desastres por AIMM. Os colapsos nesses serviços públicos são fatores subjacentes a risco de desastres e devem ser levados em consideração na formulação de metas e prioridade de ação, para promover a resiliência em todos os níveis na cidade. Todas essas ações deverão ser tomadas pelo Poder Público, em situações de risco de integridade física do indivíduo ou da coletividade, de seus bens econômicos e impactos ao meio ambiente. No entanto, para que essas ações atinjam o seu propósito, devem ser executadas a partir do pressuposto da ajuda compartilhada, parceria, cooperação e colaboração entre a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC), as Secretarias municipais, a população e outros órgãos públicos afins das esferas municipal, estadual e federal, de acordo com o problema a ser resolvido e/ou minimizado.

## **2.1 Ações de contingência a serem desenvolvidas pelo Poder Público Municipal**

As ações de caráter preventivo buscam assegurar que os processos e instalações operacionais passem por manutenções e melhorias constantes, que permitam manter uma prestação contínua do serviço, evitando assim, interrupções. Partindo da concepção que as ações preventivas são fundamentais para a minimização do risco de desastres, são propostas as seguintes ações: fazer com que a redução do risco de desastres seja uma prioridade; mapeamento e delimitação de áreas vulneráveis ao risco de desastres relacionados com AIMM e outras ameaças, de natureza natural, humana ou mista, que possam afetar a sua população residente; recuperação e estabilização de encostas em diversas áreas mapeadas e apontadas como propensas a risco de desastres por movimento de massa; limpeza de bueiros, áreas públicas, áreas privadas não habitadas, limpeza de córregos, revitalização de áreas verdes; monitoramento dos níveis de chuva,

por meio de pluviômetros, pluviógrafos e radar meteorológico, e da vazão dos rios urbanos; criação de um plano municipal de RRD, atrelado a criação de planos de contingência/emergência, com o intuito de operacionalizar as Secretarias municipais, para o atendimento imediato das demandas que venham a surgir, de forma coordenada pela COMPDEC e ordenada por profissionais competentes de cada Secretaria envolvida; implementação de programas de prevenção, preparação e mitigação para desastres para a população em geral; melhoria nos meios e formas de comunicação à população; criação de sistemas de alerta e difusão de notícias em áreas onde a população se encontra altamente vulnerável às ameaças que podem desencadear um desastre iminente; acesso a sistemas globais de alerta e sua ampla difusão para a comunidade; operacionalizar inspeções periódicas nos sistemas de micro e macrodrenagem, bem como, registrar o histórico das manutenções; operacionalizar inspeções periódicas nos sistemas de abastecimento, bem como, registrar o histórico das manutenções; operacionalizar inspeções periódicas nos sistemas de esgotamento sanitário, bem como, registrar o histórico das manutenções; operacionalizar inspeções periódicas nos sistemas de coleta e deposição de resíduos sólidos, bem como registrar o histórico das manutenções; desobstrução das calhas dos rios, riachos e córregos antes do período chuvoso; e criar um plano de abrigo para a população, em caso de situações críticas.

## **2.2 Ações de contingência/emergência específicas para um determinado problema**

Em caso de iminência de um desastre ou de colapso em qualquer serviço de saneamento básico, a primeira medida a ser tomada é a consulta e/ou acionamento dos planos de contingência/emergência do município, bem como, a análise do mapeamento de áreas com populações vulneráveis. As seguintes ações propõem orientar a atuação dos setores responsáveis para a contingência e situações emergenciais relacionadas ao sistema de drenagem urbana (microdrenagem e macrodrenagem), abastecimento de água, esgotamento sanitário e sistema de limpeza pública, fazendo com que os problemas sejam resolvidos ou minimizados.

## **2.2.1 Ações de contingência/emergência para os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem (SMiMaD) e movimento de massa**

Propõem-se as seguintes ações: realizar manutenção das estruturas componentes dos SMiMaD; reparar como medida emergencial em curto prazo as estruturas de SMiMaD que porventura estejam danificadas; comunicar aos setores de fiscalização e manutenção sobre a presença de mau cheiro e/ou de lixo nas galerias de águas pluviais; promover a educação ambiental da população sobre a importância dos canais de drenagem; tornar a coleta de lixo mais eficiente nas localidades onde há problemas de disposição indevida de resíduos sólidos; analisar as condições de pavimentação nas proximidades de bocas de lobo, bueiros e canais; em casos de assoreamento de bocas de lobo, bueiros e canais, comunicar ao setor competente para as providências necessárias; checar a periodicidade das manutenções de bocas de lobo, bueiros e canais se encontram satisfatórios; em áreas com problemas de alagamento acionar as autoridades, para que sejam traçadas rotas alternativas, para dar fluidez ao trânsito; desenvolver sistemas de monitoramento e controle do volume da água em rios urbanos, para identificar a ocorrência de enchentes e possíveis problemas de inundação; implantar sistemas de alerta nas áreas propensas a risco de desastres relacionados com fenômenos naturais; formular planos de evacuação para as populações localizadas em áreas propensas a risco de desastres relacionados com fenômenos naturais; promover a capacitação e o treinamento da população, para as fases pré, durante e pós desastre, por meio de palestras, cursos de curta duração e simulados; em caso de precipitações pluviométricas intensas ou de longa duração disponibilizar equipes assistenciais para o atendimento as emergências em áreas com populações vulneráveis; dispor de equipes multidisciplinares para a formação de abrigos provisórios em locais seguros em casos de emergências; promover a retirada e transporte da população das áreas propensas a risco de desastres por inundação ou movimento de massa para os abrigos provisórios; estabilizar áreas encostas e taludes propensos a risco de desastres por movimento de massa; e desenvolver e executar sistema de drenagem especial para áreas de encostas e taludes.

## **2.2.2 Ações de contingência/emergência para os sistemas de abastecimento de água**

No que se refere à situação de emergência relacionada à água para consumo humano têm-se dois principais problemas: alterações qualitativas e/ou quantitativas dos recursos hídricos. Para as questões relacionadas com a qualidade da água, deve-se levar em consideração, as doenças que podem ser provenientes da contaminação dos corpos hídricos, por efluentes de origem sanitária ou por produtos químicos perigosos. Por sua vez, para os problemas relacionados à quantidade de água, estes podem acontecer tanto na captação e adução, quanto no tratamento ou na distribuição.

No entanto, podem ocorrer eventuais faltas de água em casos de manutenção, contaminação ou falhas dos sistemas, os quais necessitam ser solucionados o mais breve possível.

Em casos de desastres, há necessidade de suprir a população com a quantidade de água mínima na forma de abastecimento emergencial. Também pode ser necessária à tomada de decisão para o racionamento de água, caso a situação de escassez ou da contaminação dos recursos hídricos sejam críticas. De acordo com a Lei Nº 11.445/2007, o ente regulador poderá adotar mecanismos tarifários de contingência, com objetivo de cobrir custos adicionais decorrentes, garantindo o equilíbrio financeiro da prestação do serviço e a gestão da demanda (BRASIL, 2007).

As principais ações de contingência/emergência são: mapear os sistemas de abastecimento de água e encontrar soluções definitivas ou alternativas, coletivas ou individuais, caso sejam detectados problemas de rupturas nas tubulações, desvios indevidos nos sistemas e ocupações irregulares do uso do solo que possam por em risco a população vulnerável; avaliar periodicamente a situação dos mananciais e o estado ambiental das bacias hidrográficas; implantar sistema de racionamento ou rodízio em caso da diminuição do nível de água nos mananciais em períodos de estiagem prolongada; em caso de rompimento na rede de abastecimento realizar diagnóstico da qualidade da água para consumo humano, priorizando na continuidade da rede a análise de coliformes termotolerantes e o monitoramento

do cloro residual; na existência de áreas contaminadas por produtos químicos perigosos, deve ser proibido o acesso da população a estas; utilizar equipamentos provisórios para a não interrupção do fornecimento da água; manter um registro estatístico do afluxo da população flutuante, para fins de aumento de demanda temporária; e sistematizar e calcular os custos e investimentos necessários para cobrir a demanda temporária e se necessário, atribuir tarifas que possam vir a suprir as necessidades de receita de demanda flutuante.

### **2.2.3 Ações de contingência/emergência para o sistema de esgotamento sanitário**

Em relação ao sistema de esgotamento sanitário, o principal motivo para interrupções dos serviços é o vazamento de esgotos, que pode ocorrer por: entupimentos na rede coletora; paralisação de estações elevatórias, quando há interrupção no fornecimento de energia elétrica, ou danificações em equipamentos eletromecânicos, ou quando há ações de vandalismo.

Os procedimentos a serem adotados em caso de acidente são: comunicar ao órgão executivo das ações municipais para o meio ambiente os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência e paralisação das unidades de bombeamento de esgotos; em casos de vandalismo, registrar, também, ocorrência na Polícia; identificar as áreas com estrutura danificada; identificar a abrangência da área afetada; emitir alerta para contenção do consumo de água (tendo em vista que a produção de esgoto está diretamente relacionada ao consumo de água) e, caso não seja suficiente, partir para o racionamento de água até o conserto da estrutura danificada; identificar se há casos de contaminação de mananciais superficiais e subterrâneos, e em caso afirmativo de contaminação de mananciais, tomar as medidas necessárias para a interrupção da captação de água naquela fonte contaminada.

## **2.2.4 Ações de contingência/emergência para o sistema de limpeza pública e de manejo de resíduos sólidos**

As possíveis ações para a gestão dos resíduos sólidos urbanos são: promover a educação ambiental e o estímulo da coleta seletiva da população, para o trato e a destinação final correta dos resíduos sólidos urbanos; acionar ou contratar funcionários em caráter de urgência, em caso de aumento dos resíduos sólidos nas ruas e avenidas, para efetuar a limpeza dos pontos mais críticos; contratar empresa especializada em caráter de emergência, em caso de paralização dos serviços (greve de funcionários, por exemplo); decretar, em caso crítico, “situação de emergência ou estado de calamidade pública”, tendo em vista a ameaça à saúde pública; e mobilização de equipe de plantão e equipamentos, em caso de tombamento de árvores, acionando também o Corpo de Bombeiros Militar, a COMPDEC e a concessionária de energia elétrica local

## **3 Metas e estratégias de ação para a resiliência a desastres**

No contexto em que se apresenta este capítulo e de acordo com o arcabouço legal, estão sintetizadas a seguir, três metas e respectivas estratégias de ação voltadas para a aplicação do conceito de resiliência para RRD, as quais foram elaboradas com base nos estudos do Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa (PARÁIBA, 2015).

1ª Meta: “Integração da gestão da redução de risco de desastres com as políticas públicas para o desenvolvimento sustentável territorial”. Estratégias de ação: aumentar a resiliência das comunidades para o risco de desastres relacionados com fenômenos naturais; considerar nas formulações de políticas, planos e programas de desenvolvimento em todos os níveis, a prevenção, a preparação e a mitigação para desastres relacionados com fenômenos naturais; elaborar estudos para analisar as ameaças e as vulnerabilidades; elaborar estudos para mapear as áreas com populações vulneráveis para estas ameaças; e desenvolver programas de prevenção e de redução da exposição às ameaças e a vulnerabilidade

aos desastres, aumentando a preparação para a resposta e para a recuperação e, deste modo, reforçando a resiliência.

2ª Meta: “Desenvolvimento e fortalecimento das instituições, mecanismos e capacidades para aumentar a resiliência para a redução do risco a desastres”. Estratégias de ação: aumentar a conscientização pública e institucional, gerando compromisso político, concentrando e catalisando as ações de uma série de partes interessadas em todos os níveis; promover a melhoria da capacitação e treinamento dos agentes de defesa civil municipal e da população por meio de simulados; incentivar o intercâmbio do conhecimento; desenvolver sistemas de alerta para desastres relacionados com fenômenos naturais e sua ampla difusão para a sociedade; e incentivar o conhecimento compartilhado.

3ª Meta: “Incorporação sistemática dos enfoques sobre a redução do risco a desastres”. Estratégias de ação: intensificar a preparação da sociedade para casos de desastres visando respostas eficazes; elaborar e implementar planos de contingência e de emergência; orientar os investimentos para melhorar a resiliência; e reconstruir melhor na fase pós-desastre.

## **4 Considerações finais**

De acordo com United Nations (2015), a RRD é um investimento custo-eficiente na prevenção de perdas futuras e a gestão eficiente e eficaz do risco de desastres contribui para o desenvolvimento sustentável.

Assim, a partir do estudo e conhecimento das ameaças e vulnerabilidades da população, para que uma cidade seja resiliente a desastres, há necessidade do desenvolvimento de diferentes ferramentas e ideias que permitam, de forma eficiente e eficaz, a formulação, organização e execução de ações de contingência e de emergência. As ações e metas compiladas neste capítulo e do conhecimento das ameaças e das vulnerabilidades a que estão expostas as populações urbanas, contribuem para este propósito e para a RRD.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à COMPDEC/João Pessoa, à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e à Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia (SCIENTEC), que tornaram possível a realização deste trabalho sintetizado neste capítulo.

## Referências

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres - PNGRD**: Diagnóstico outubro de 2012. Brasília, D.F.: Ministério da Integração Nacional/Secretaria Nacional de Defesa Civil-Fundação Getúlio Vargas, 2012a.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Brasília, DF, 1979.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e

monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, DF, 2012b.

PARAÍBA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. **Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa**. João Pessoa, PB: PMJP, 2015. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/semam/plano-municipal-de-saneamento-basico/>>. Acesso em: 18 Ago. 2018.

SILVA, A. de S. **Análise da integração da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil com a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Estatuto da Cidade**. João Pessoa, PB: Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, 2016. 133 p. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental).

UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Capacitação básica em Defesa Civil**. 3. Ed. Florianópolis, SC: CAD UFSC, 2013. 122 p.

UNITED NATIONS. The United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). **2009 UNISDR terminology on disaster risk reduction**. Geneva, Switzerland: UNISDR, 2009. 31 p.

UNITED NATIONS. **Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030**. In: UN World Conference, 3. Sendai, Miyagi, Japão, 14 a 18 de março de 2015. Sendai, Miyagi, Japão: Third UN World Conference, on March 18, 2015. 36p.



## Sobre os autores

**Amanda Duarte Gondim** – Doutora em Química (UFRN), Professora de Química do Petróleo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e pesquisadora do Laboratório de Catálise e Petroquímica (LCP-UFRN). Atualmente, coordenadora da Rede Brasileira de Bioquerosene e Hidrocarbonetos Renováveis (RBQAV). Desenvolve projetos de pesquisa na produção de biodiesel e hidrocarbonetos renováveis, principalmente bioquerosene, através de processos catalíticos a partir de diversas fontes de biomassa.

**Ana Maria Antão-Geraldes** – Ana Antão-Geraldes é professora adjunta na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança (Portugal) desde 1997. Investigadora do Centro de Investigação de Montanha (CIMO). Doutorada em Biologia e Ecologia e Mestre em Conservação da Biodiversidade pela Universidade de Lisboa. Investiga em Limnologia. Os seus principais interesses são a gestão sustentável e conservação de rios, lagos e albufeiras. Mais recentemente interessase também por técnicas de biorremediação aplicadas a estes ecossistemas e pela temática relacionada com as contaminações por poluentes emergentes.

**Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro** – Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFPB), professora titular e permanente de programas de pós-graduação da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pesquisadora do NPE-LACOM e Laboratório de Tecnologia de Biocombustíveis –IDEP - UFPB. Desenvolve pesquisa em tecnologia de alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: controle de qualidade de matrizes oleaginosas, desenvolvimento de bioaditivos (antioxidantes, antimicrobianos, corantes, emulsificantes) e de materiais filmogênicos ativos biodegradáveis.

**Anna Stella Cysneiros Pachá** – Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Rede Prodema /UFPB), é enfermeira especialista em Gestão do Trabalho e Educação na Saúde (FIOCRUZ); especialista em Vigilância em Saúde (Instituto Sírio-Libanês de Ensino e Pesquisa - IEP); especialista em Programa de Saúde da Família (Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas - FACISA). Atuando como

Coordenadora do Programa Estadual de Controle da Tuberculose e Hanseníase e Chefia do Núcleo de Doenças Endêmicas da Secretaria Estadual da Saúde da Paraíba. Desenvolve junto ao NESC/CCS/UFPB o Projeto de Extensão “Educação Permanente em Saúde: fortalecendo as ações da vigilância em saúde no estado da Paraíba”.

**Anne Falcão de Freitas** – Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPB). Doutoranda do PRODEMA/UFPB. E desenvolve pesquisa na área de clima urbano, com artigos publicados sobre análise microclimática em diferentes fragmentos de Mata, análise microclimática como subsídios para o planejamento ambiental, ilha de calor urbana, avaliação do conforto térmico e a relação do clima urbano com arboviroses.

**Antônio Henrique Martins Carneiro da Cunha** – Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba. Atuando na linha de pesquisa Conservação, Sociodiversidade e Etnoecologia, com ênfase na pesquisa de Unidades de Conservação.

**Aruzza Mabel de Moraes Araújo** – Possui graduação em Química (UFRN), mestrado em Ciência e Engenharia do Petróleo (UFRN) e doutorado em Ciência e Engenharia do Petróleo (UFRN). Atualmente é Professora do Magistério Superior, lotado no Instituto de Química na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem atuação nas áreas de Pirólise, Biocombustíveis, Gaseificação, Craqueamento e Catálise Petroquímica.

**Bartolomeu Israel de Souza** – Dr. Em Geografia pela UFRGS (2008) e professor da Universidade Federal da Paraíba desde 2006, onde atua na graduação e pós-graduação em Geografia e no PRODEMA. Desenvolve pesquisas sobre Meio Ambiente com ênfase na Caatinga, especialmente sobre os temas desertificação, uso dos solos e relações solo-planta-clima.

**Breno Henrique Marques** – Estudante de Graduação do Curso de Biologia pela UFPB. Desenvolve pesquisa com ênfase em Saúde e Meio Ambiente.

**Carmem Gabriela Gomes de Figueiredo** – Mestre em Biologia Celular e Molecular pela Universidade de Pernambuco (2013). Especialista em Biologia Molecular pela Universidade de Pernambuco (2009). Membro do corpo docente do programa de pós-graduação em Gerontologia da Universidade Federal da Paraíba.

**Chirlaine Cristine Gonçalves** – Doutora pela UFCG, já atuou como diretora de pesquisa e inovação no Instituto Federal de Sergipe de 2014-2018. Atualmente é Pró-reitora de Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Sergipe. Linha atual de pesquisa: Saúde e Meio Ambiente, Biotecnologia e saúde do Trabalhador.

**Claudenice Rodrigues do Nascimento** – Possui Mestrado em Desenvolvimento em Meio Ambiente, especialização em análises. Professora do Curso Técnico em BIODIAGNÓSTICO: histologia e microscopia da UFPB e do Curso Técnico em análises Clínicas e Cuidados de Idosos da Escola Técnica de Saúde da UFPB. Possui experiência na área de morfologia, com ênfase em biologia celular, histologia humana e animal.

**Cristine Hirsch-Monteiro** – Doutora em Bioquímica e Imunologia (Universidade Federal de Minas Gerais). Professora Titular de Parasitologia da Universidade Federal da Paraíba, lecionando Parasitologia para Graduação nas áreas de Ciências Biológicas e da Saúde. Desenvolve pesquisas na área de Parasitologia Humana e Ambiental, Qualidade de Vida e Saúde Coletiva.

**Denise Dias da Cruz** – Doutora em Ecologia (UERJ) e professora associada da Universidade Federal da Paraíba (Departamento de Sistemática e Ecologia) desde 2009, atuando tanto na graduação quanto na pós-graduação. Desenvolve pesquisa com ênfase em Ecologia Vegetal e Sustentabilidade, tendo artigos publicados na área de biologia reprodutiva vegetal e as relações do homem com o uso dos recursos vegetais (Etnobotânica).

**Eduardo Rodrigues Viana de Lima** – Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba (1984), Mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1990), Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2000) e Pós-Doutorado

pela Universidad de Sevilla (Espanha-2013). Atualmente é consultor ad-hoc - Programa Ibero-Americano de Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo, pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, consultor 'ad hoc' da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, consultor ad-hoc do CNPq, avaliador de cursos e institucional do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, professor Titular da Universidade Federal da Paraíba e Coordenador do Grupo de Pesquisa cadastrado no CNPq Análise Geoambiental e Ordenamento Territorial com apoio de Geotecnologias. Tem experiência na área de Geografia, atuando principalmente nos seguintes temas: geoprocessamento, bacia hidrográfica, desertificação, sensoriamento remoto, cartografia, análise geoambiental, análise espacial e ordenamento territorial.

**Eliamin Eldan Queiroz Rosendo** – Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba e Doutorando em Geografia Física pela Faculdade de Letras da Universidade do Porto (FLUP), Portugal (regime de Cotutela de Tese). Tem experiência na área de Geografia Física, atuando principalmente nos seguintes temas: indicadores socioambientais, vulnerabilidade socioambiental, recursos hídricos em regiões semiáridas e gestão de riscos e desastres.

**Elise Moraski Nogueira** – Possui Graduação em Oceanografia pela Universidade Federal do Paraná (2014) e Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (2018), com experiência em reabilitação de animais marinhos e pesquisa de fungos como bioindicadores de poluição ambiental. Foi bolsista CAPES no Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) pela UFPB, na Área de Gerenciamento Ambiental e Linha de Pesquisa 'Indicadores ambientais, qualidade da água e desenvolvimento sustentável'.

**Ezequiel da Costa Ferreira** – Doutorando e Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Licenciado em Ciências Biológicas (UFPB). Desenvolve pesquisa em etnobiologia com enfoque em etnobotânica, tendo atuado principalmente nos seguintes temas: conhecimento, uso e comércio de plantas medicinais; uso de recursos vegetais por comunidades rurais; semiárido; etnobotânica urbana.

**Fabiola Fialho Furtado Gouvêa** – Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos pela Universidade Federal da Paraíba (2013). Atualmente é professora da Universidade Federal da Paraíba do Centro de Ciências da Saúde da Escola Técnica de Saúde. Tem experiência na área de Morfofisiologia, Farmacologia e Hematologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Farmacologia Cardiovascular e Hematologia.

**Flávia de Oliveira Paulino** – Doutora em Higiene e Processamento de Alimentos pela Universidade Federal Fluminense, é médica veterinária. Atualmente é docente do Centro de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Ambiente (PRODEMA). Sua pesquisa se concentra em três áreas: Biotecnologia e Inovação de Alimentos; Soberania e Sustentabilidade Alimentar; e Cultura Alimentar de Populações Tradicionais. Possui orientações de graduação e pós-graduação, artigos, capítulos de livro e patentes depositadas na área de alimentos. Atualmente desenvolve projetos no Nordeste brasileiro e na Colômbia.

**Hamilcar José Almeida Filgueira** – Doutor em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (2004), com parte dos trabalhos de Tese desenvolvidos na University of Florida, em Gainesville, Flórida, EUA e na Universidad de Piura, em Piura, Peru. Professor Associado da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, desenvolve pesquisas nas áreas de Engenharia de Água e Solo, Saneamento Ambiental, Ciências Ambientais e Geociências, com ênfase em análise de risco a desastres relacionados com fenômenos naturais e recursos hídricos.

**Igor Adriano de Oliveira Reis** – Concluiu graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Sergipe. Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Sergipe. Doutor em Engenharia de Processos na área de concentração em Uso e Transformação de Recursos Agrícolas pela Universidade Tiradentes.

**Ingrid Almeida da Silva** – Bacharel em Ecologia/UFPB/Campus IV e Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA/UFPB.

**Ivan Rêgo Aragão** – Mestre em Cultura e Turismo (Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC) atua como professor no curso de Pedagogia Universidade Tiradentes/UnitEaD. Licenciado em História e bacharel em Turismo. Atuou como coordenador e professor de Guia de Turismo, Turismo e Hospedagem no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. É avaliador Ad Hoc de periódicos científicos de turismo, geografia e interdisciplinar.

**João Carlos de Miranda e Silva** – Graduado em Química Industrial (UFPB) e Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo PRODEMA/UFPB. Atualmente coordena atividades laboratoriais de análise de água junto a Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba – SUDEMA-PB.

**Joel Silva dos Santos** – Doutor em Recursos Naturais pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN) da Universidade Federal de Campina Grande; Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPB) da Universidade Federal da Paraíba; Bacharel e Licenciado em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba; Professor Adjunto da UFPB/ Campus IV vinculado ao Departamento de Engenharia e Meio Ambiente; Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente\PRODEMAUFPB. Áreas de Atuação: Geografia e Meio Ambiente; Recursos Naturais; Ecologia Urbana; Climatologia Urbana.

**José Soares Nascimento** – Doutor em Agronomia (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Prof. Associado de Microbiologia na Universidade Federal da Paraíba, leciona Microbiologia para a Graduação e Pós- nas áreas da Saúde e Ambiental. Desenvolve pesquisas com bactérias e fungos com ênfase em processos biotecnológicos na produção de cogumelos comestíveis e medicinais, identificação de fungos microscópicos e prospecção de produtos naturais no controle microbiano.

**Larissa Cavalcanti de Sousa Medeiros** – Tecnóloga em Produção Sucroalcooleira (UFPB) e discente no mestrado do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento

e Meio ambiente (PRODEMA-UFPB). Desenvolve pesquisas na área de qualidade do ar e biocombustíveis.

**Luciana Alves da Nóbrega** – Graduada em Química (UFPB) e doutoranda em Modelos de Decisão e Saúde (UFPB). Atualmente ocupa o cargo de professora no curso de engenharia civil do Centro Universitário de João Pessoa - UNIPÊ e do Instituto de Ensino Superior da Paraíba - IESP. Coordenadora da pós-graduação em Auditoria, Perícia e Gestão Ambiental no Instituto de Ensino Superior da Paraíba – IESP. Tem atuação nas áreas de modelagem matemática e gestão da qualidade poluição atmosférica, controle e monitoramento da qualidade do ar, estudos de impactos ambientais e monitoramento e controle da qualidade das águas.

**Luiz Carlos Gonçalves** – Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba. Atuou como consultor em Pousadas, hotéis e Restaurantes. Foi professor nos Cursos de Turismo e Gastronomia da Universidade Tiradentes (UNIT-SE), Estácio de Sá (FASE), Faculdade Seregy (UNIRB), Centro Federal de Educação Profissional (CEEP e SENAI Sergipe. Atualmente é professor efetivo do Instituto Federal de Sergipe. Linha Atual de Pesquisa: Gastronomia, Hotelaria, Sustentabilidade e Meio Ambiente.

**Marcia Helena Pontieri** – Doutora em Química (UNESP) e professora associada da Universidade Federal da Paraíba desde 2009. Desenvolve pesquisas em Química Ambiental, com ênfase em Qualidade do ar.

**Marcos de Oliveira Santos** – Atualmente é Professor efetivo do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe Campus Lagarto, Coordenador do curso Superior em Tecnologia em Automação Industrial, Engenheiro Eletricista, Especialista em Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio na Modalidade Educação de Jovens e Adultos. Especialista em Formas Alternativas de Energia na Universidade Federal de Lavras-Minas Gerais. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA - UFPB.

**Maria Cristina Basílio Crispim** – Doutora em Ecologia e Biosistemática pela Universidade de Lisboa (1997) e pós doutorado na área de ecologia aplicada. Atualmente é professora Associada da Universidade Federal da Paraíba. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Ecossistemas, atuando principalmente nos seguintes temas: zooplâncton, semi-árido, biodiversidade, conservação de espécies, aquicultura, gestão ambiental, biorremediação, ecoturismo e educação ambiental. Realiza projetos de extensão junto a comunidades pesqueiras e rurais, na área de aquicultura familiar e construção de fossas ecológicas.

**Marília Gabriela dos Santos Cavalcanti** – Pós-doutorado na University of Wiconsin (EUA), doutora em Medicina Tropical pela UFPB e professora da Universidade Federal da Paraíba desde 2008, vem atuando tanto na graduação quanto na pós-graduação. Desenvolve pesquisa com ênfase em Saúde e Meio Ambiente, tendo artigos publicados na área de Parasitologia, Entomologia e Malacologia.

**Narel Y Paniagua-Zambrana** – Doutora em Ciências Biológicas (Universidad Autónoma de Madrid, España), é pesquisadora do Herbario Nacional de Bolívia e desenvolve pesquisas com Etnobotânica, tendo mais de 200 artigos e 30 livros publicados sobre a temática, tendo atuado fortemente nas pesquisas com comunidades da América Latina e outras regiões do mundo.

**Nataly Albuquerque dos Santos** – Doutora em Química (UFPB), professora da Universidade Federal da Paraíba, Coordenadora do Laboratório de Tecnologia de Biocombustíveis do IDEP-UFPB, Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa e Extensão - Laboratório de Combustíveis e Materiais (UFPB). Integrante da Rede Brasileira de Bioquerosene e Hidrocarbonetos Renováveis para Aviação (RBQAV). Tem atuação nas áreas de meio ambiente, bioquerosene de aviação, biodiesel, bioetanol, antioxidantes e qualidade do ar.

**Raimundo Aprigio de Menezes Junior** – Graduado em Engenharia Civil, Mestre e Doutor em Engenharia Mecânica com ênfase em Dinâmica e Controle de Estruturas pela Universidade Federal da Paraíba. Foi Professor Efetivo da Universidade Federal do Pernambuco em Regime de Dedicção Exclusiva entre os anos de

2010 e 2012. Atualmente é Professor Efetivo da Universidade Federal da Paraíba em Regime de Dedicção Exclusiva, onde atua como pesquisador nas áreas de Métodos numéricos (Modelos Teóricos Utilizando Computação Científica Serial e Paralela) e Estudo de fontes de energia alternativa e renovável.

**Rainer W Bussmann** – Doutor pela University of Bayreuth (Alemanha), é etnobotânico e trabalha com Ecologia Vegetal. É co-fundador da Saving Knowledge, já atuou como diretor do William L. Brown Center (Missouri Botanical Garden) e é Professor Associado de Botânica e Diretor Científico do Harold Lyon Arboretum na University do Havá e Professor da Ilia State University em Tbilisi, Georgia. Sua pesquisa se concentra na em temas relativos à etnobotânica e na preservação do conhecimento tradicional na Bolívia, Peru, na Região do Cáucaso e Himalaia.

**Reinaldo Farias Paiva de Lucena** – Reinaldo Farias Paiva de Lucena. Licenciado e Bacharel (2003) em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Mestre (2005) e Doutor (2009) em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Pós-doutorado (2015) em Manejo e Domesticação de Cactaceae pela Universidad Automóma do México (UNAM). Professor Associado da Universidade Federal da Paraíba no Centro de Ciências Exatas e da Natureza no Departamento de Sistemática e Ecologia. Coordenador do Laboratório de Etnobiologia e Ciências Ambientais. Revisor de periódicos científicos nacionais e internacionais. Professor e Orientador no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Mestrado e Doutorado).

**Rhafaél Cainã Santos de Melo** – Bacharel em Engenharia Química e mestrando no Programa de Pós-Graduação em Química pela Universidade Federal da Paraíba. Tem atuado em pesquisas nas áreas de qualidade do ar e desenvolvimento de catalisadores de Nióbio suportado em argilas.

**Sarah Ingrid dos Santos Silva** – Tecnóloga em Produção Sucroalcooleira (UFPB), Pesquisadora no Núcleo de Pesquisa e Extensão - Laboratório de Combustíveis e Materiais (UFPB) e do LEQA - Grupo de Estudos em Química Ambiental(UFPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA(UFPB) e Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA (UFPB) com ênfase em

Tecnologias químicas e ambientais, Atuando principalmente nos seguintes temas: Bioenergia, Biocombustíveis, Biomassa e Energias Renováveis.

**Tarciso Cabral da Silva** – Doutor em Engenharia Civil (USP) e professor titular da Universidade Federal da Paraíba desde 2007, atuando tanto na graduação quanto na pós-graduação. Desenvolve pesquisas com ênfase em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, tendo artigos publicados nas áreas de planejamento de recursos hídricos e saneamento básico.

**Williame Farias Ribeiro** – Doutor em Química pela UFPB (2012), com pós-doutorado na área de Química. Atualmente é professor Adjunto II da Universidade Federal da Paraíba (desde 2013), atuando na graduação e pós-graduação. Líder de Grupo de Pesquisa/CNPq intitulado “Grupo de Pesquisa em Eletroanalítica Aplicada”, com experiência na área de Química, com ênfase em Química Analítica, atuando nas linhas de pesquisa: Eletroquímica e Eletroanalítica, Análise de Traços e Química Ambiental, enfatizando principalmente os seguintes temas: voltametria, eletrodos (modificados ou não), metais pesados e contaminantes emergentes ambientais (pesticidas e HPAs).

**Yasmin Emanuelle Santos Pereira de Lima** – Doutoranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará. Desenvolve pesquisa com ênfase em planejamento urbano-ambiental, conflitos territoriais e indicadores de sustentabilidade.





Este livro foi diagramado pela Editora UFPB em 2019, utilizando a fonte Chaparral Pro. Impresso em papel Offset 75 g/m<sup>2</sup> e capa em papel Supremo 250 g/m<sup>2</sup>.

A realização de pesquisas que envolvam conhecimentos da população e que visem, nas mais diferentes escalas, resolver problemas ambientais e socioeconômicos, devem ser prioridade frente aos sérios impactos ambientais observados atualmente. Aqui você vai encontrar estudos com essa perspectiva, nas mais diferentes áreas das Ciências Ambientais, onde são valorizados os conhecimentos tradicionais ou são incentivadas as tecnologias ambientais. Todos os trabalhos surgiram a partir de dissertações e teses realizadas no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba.

ISBN 978-85-237-1408-6



9 788523 714086