



9

VOLUME

# MEIO AMBIENTE EM FOCO

Fabiane dos Santos  
(Organizadora)



Editora Poisson



Fabiane dos Santos  
(Organizadora)

# Meio Ambiente em Foco Volume 9

1ª Edição

Belo Horizonte  
Poisson  
2019

**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais  
Msc. Davilson Eduardo Andrade  
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas  
Msc. Fabiane dos Santos  
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia  
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC  
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy  
Msc. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

**M514**

**Meio Ambiente em Foco - Volume 9/  
Organização: Fabiane dos Santos  
Belo Horizonte - MG : Poisson, 2019**

**Formato: PDF**

**ISBN: 978-85-7042-142-5**

**DOI: 10.36299/978-85-7042-142-5**

**Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia**

**1. Meio ambiente 2. Gestão. I. dos Santos,  
Fabiane**

**CDD-577**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Baixe outros títulos gratuitamente em [www.poisson.com.br](http://www.poisson.com.br)

[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

# APRESENTAÇÃO

Há uma exigência imperiosa em ligarmos as relações humanas com as bases da sustentabilidade para a vida em nosso planeta. Resignificar, no sentido de atribuir o que se conhece à nossa visão sobre o meio do qual somos integrantes, é um dos caminhos para a percepção ambiental mais eficiente e ativa em prol da educação e da qualidade de vida que constitui a essência de qualquer ser vivo. Para tal, requer-se mudar as perspectivas e alterar os resultados, além das escolhas e dos comportamentos.

Formar entendimento e conectar o ser humano com o meio ambiente apazigua e restaura os valores, as escolhas e as atitudes ambientais, transformando a sociedade e a cultura além das necessidades. É com esse viés que se pode chegar à tomada de consciência e às mudanças significativas.

Ao ampliarmos os conhecimentos e levá-los adiante cumprimos com o desafio de coordenar a riqueza ambiental do país de forma mais equitativa e descentralizada, assegurando a reflexão e o debate com justiça socioambiental. Desenvolvendo, portanto, a clareza do papel de cada um nesse processo.

Alinhar ao que o caro leitor espera, surpreendê-lo e estimulá-lo a compartilhar com o maior número de pessoas, desde estudantes, profissionais, a tomadores de decisões, se propaga nas próximas páginas, recheadas de bons conteúdos, comprometimento dos autores e amplas vias de conhecimento.

Aproveite a leitura!

---

*Fabiane dos Santos Toledo*

# Sumário

**Capítulo 1:** Rede de prossumidores cooperando com a transição agroecológica: Uma experiência da rede “Mãos à Horta”, em Rio Pomba – M.G..... 08

Felipe Dantas Barbosa, Victor Pires Carvalho Campos, Luís Vinícius Pinto Gouveia, Heder Shuab Ferreira, Ivan de Araújo Soares, Carlos Miranda Carvalho

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.01

**Capítulo 2:** Desenvolvimento sustentável no Brasil..... 12

Vicente da Silva Monteiro, William Novaes de Gois, Adirlene Pontes de Oliveira Tenório, Romero Henrique de Almeida Barbosa, Ana Elisabeth Cavalcanti Santa Rita

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.02

**Capítulo 3:** Destinação sustentável de pneus agrícolas inservíveis: Confiança dos clientes e viabilidade de reciclagem ..... 16

Jorge Lúcio Coelho dos Santos, Marcio Leandro da Silva, Marco Antônio Sartori

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.03

**Capítulo 4:** Trabalho e sustentabilidade: Reflexões sobre uma contradição estrutural urbana..... 33

Mauricio Gama Junior, Rodrigo Couto Alves, Valdiney Ferreira de Almeida

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.04

**Capítulo 5:** Tratamento de resíduos da construção civil: Parcerias e políticas públicas visando a sustentabilidade ..... 42

Jefferson Luiz Alves Marinho

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.05

**Capítulo 6:** Mapeamento da governança do setor de energia elétrica para a eficiência energética no Brasil ..... 52

Tássia Fonseca Latorraca, Raquel Naves Blumenschein, Maria Vitória Ferrari

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.06

**Capítulo 7:** Consequências socioeconômicas e ambientais dos parques eólicos para comunidades da reserva de desenvolvimento sustentável estadual Ponta do tubarão ..... 64

Oziel de Medeiros Pontes, Pedro Vieira de Azevedo

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.07

# Sumário

**Capítulo 8:** Mapeamento da sensibilidade ambiental da ilha de Mosqueiro (Belém/PA) ao derrame de derivados de hidrocarbonetos..... 78

Yago Yguara Parente, Amilcar Carvalho Mendes, Artur Gustavo Miranda, José Francisco Berredo Reis e Silva

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.08

**Capítulo 9:** Os riscos da prática de atividades físicas em locais abertos na cidade de São Paulo..... 95

Eueliton Marcelino Coelho Junior, Kimberlin Rocha Villas Boas, Luís Fernando Quintino, Cesar Augusto Della Piazza, Alexandre Acácio de Andrade

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.09

**Capítulo 10:** Espacialização da arborização urbana das praças de Manaus..... 102

Conceição Pereira de Oliveira Vargas, Suzy Cristina Pedroza da Silva, Júlio Cesar Rodriguez Tello

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.10

**Capítulo 11:** Produção de hidrogênio por consórcio microbiano em comparação com *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis* e *Enterobacter aerogenes* utilizando glicose como substrato..... 110

Ana Silvia Eder, Flaviane Eva Magrini, Andressa Spengler, Julia Tonioli da Silva, Lademir Luiz Beal, Suelen Paesi

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.11

**Capítulo 12:** Extração e quantificação do teor de lipídios de Microalgas de Piscicultura visando a produção de Biodiesel..... 116

Leila Cristina Konradt Moraes, Jairo Pereira de Oliveira Junior, Cláudia Andréa Lima Cardoso, Silvia Cristina Heredia Vieira

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.12

**Capítulo 13:** Production of fertilizer based on c and n from industrial effluent..... 123

Carina Aline Prado, Mariana Paiva Batagini Giron, Fernanda Gonçalves Mendes, Marco Aurélio Kondracki de Alcântara, Hélcio José Izário Filho

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.13

**Capítulo 14:** Utilização da densidade e queima como formas de caracterização e propriedades dos plásticos utilizados na identificação e separação manual para reciclagem..... 132

João Baptista Chieppe Junior

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.14

# Sumário

**Capítulo 15:** Remoção de cor de lixiviado de aterro sanitário através do processo UV/h<sub>2</sub>O<sub>2</sub>..... 138

Maycon Machado Fontana, Maria Eliza Nagel Hassemer, Rolando Nunes Córdova

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.15

**Capítulo 16:** Análise do sistema de microdrenagem na rua Toledo Piza em Campanha-MG..... 144

Luana Nogueira Matias, Ivana Prado de Vasconcelos

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.16

**Capítulo 17:** Relações florísticas entre classes diamétricas de uma floresta tropical sazonalmente seca em processo de sucessão secundária..... 147

Mariana Caroline Moreira Morelli, Patrícia Borges Dias, Michellia Pereira Soares, Alisson Borges Miranda Santos, Cleber Rodrigo de Souza, Marco Aurélio Leite Fontes

**DOI:** 10.36299/978-85-7042-142-5.CAP.17

**Autores:**..... 158

# Capítulo 1

## *Rede de prossumidores cooperando com a transição agroecológica: Uma experiência da rede “Mãos à Horta”, em Rio Pomba – M.G.*

*Felipe Dantas Barbosa*

*Victor Pires Carvalho Campos*

*Luís Vinícius Pinto Gouveia*

*Heder Shuab Ferreira*

*Ivan de Araújo Soares*

*Carlos Miranda Carvalho*

**Resumo:** A construção de redes de prossumo são estratégias vigentes para o incentivo à transição agroecológica e inclusão socioeconômica da agricultura familiar. Através do apoio de projetos de extensão nos anos de 2014, 2015 e 2016 a Rede “Mãos à Horta” facilitou ações para o empoderamento dos participantes dentro dos princípios da Agroecologia e da Economia Solidária. As atividades compreendidas durante os projetos que apoiaram na construção, aprimoramento e expansão da Rede “Mãos à Horta” foram realizadas através de um diagnóstico com comunidades rurais de Rio Pomba, possibilitando a aproximação com diferentes agentes e atores sociais, assim como parcerias com instituições de ensino, secretarias municipais e associações de produtores rurais. Os laços alcançados pelas ações dos projetos seguem gerando frutos para futuras propostas de incentivo a práticas agroecológicas, assim como na autonomia dos/as produtores/as e prossumidores/as na gestão e funcionamento da Rede “Mãos à Horta”.

**Palavras chave:** Agroecologia; Agricultura Familiar; Economia Solidária.

## 1.CONTEXTO

A Rede “Mãos à Horta” surge através da iniciativa de estudantes, professores e produtores rurais interessados na construção de vias alternativas de escoamento e acesso a alimentos da agricultura familiar em transição agroecológica das comunidades rurais de Rio Pomba, na região da Zona da Mata de Minas Gerais. Apoiado por editais de extensão do IF SUDESTE MG – campus Rio Pomba, nos anos de 2014 a 2015, e pelo PROEXT/MEC- SESU em 2016. Foram realizados projetos para a formação de consumidores e agricultores, criando bases para a organização de uma rede que incentive a produção agroecológica, assim como o desenvolvimento e aprimoramento de diferentes ferramentas de comercialização direta, por meio de entrega de cestas e feiras locais, criando laços de confiança entre produção e consumo.

O termo prossumidor, visto como o “novo consumidor”, ou mesmo, como sendo “os novos formadores de preferências” (Anderson 2006), são aqueles que refletem e moldam o mercado. Com objetivo de construir uma rede agroecológica de prossumidores, os projetos de 2014 a 2016 facilitaram ações através de feiras, encontros, trocas de semente, rodas de conversa, visitas e mutirões. Nestas atividades foram trabalhados os princípios da Agroecologia e da Economia Solidária, proporcionando a inclusão e o empoderamento dos participantes nas práticas e técnicas necessárias para a transição agroecológica e na autogestão da rede de prossumidores.

As redes agroecológicas de prossumidores contribuem não apenas com estratégias econômicas de escoamento de produtos da agricultura familiar local, mas também no incentivo à transição agroecológica nas propriedades rurais, vista por Caporal (2015), como conceito central dentro do enfoque científico e estratégico da Agroecologia. Para ele, podemos compreender como uma passagem do modelo agroquímico de produção a estilos de agricultura que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica. Krauser (2015) enfatiza que o processo de transição agroecológica deve vir das unidades agrícolas familiares, mas que é preciso que haja uma mudança nas estruturas, na tecnologia, no modo de organizar e nos consumidores, sendo um conjunto que precisa ser transformado, tratando-se de uma transformação social. A Rede “Mãos à Horta” busca estratégias que contribuam para as mudanças necessárias à transição agroecológica.

## 2.DESCRICÃO DA EXPERIÊNCIA

Iniciado o projeto em 2014, apoiado pela diretoria de extensão do IF SUDESTE MG – campus Rio Pomba foi elaborado questionários e fichas de cadastro, sendo estas as primeiras atividades de levantamento da demanda e oferta de produtos agroecológicos. Através de visitas em comunidades rurais, houve a aproximação e o diagnóstico das realidades da produção agrícola da região, bem como o interesse dos agricultores em adotar práticas ecológicas na produção. Paralelamente a isto, os questionários aplicados e os cadastros realizados com consumidores e consumidoras possibilitaram levantar as suas preferências, vias de acesso a produtos agrícolas e o interesse em conhecer a origem e procedência dos produtos.

Assim, criou-se uma primeira lista contendo os alimentos ofertados, produtor e comunidade. Com auxílio da ferramenta de Excel os produtos e as informações foram dispostos em planilha e disponibilizados aos/às prossumidores/as cadastrados/as, que faziam seus pedidos. Os/as produtores/as colhiam e produziam de acordo com as encomendas previamente informadas e os pedidos eram entregues em forma de cesta durante a feira livre do município, que acontece aos sábados. As listas eram atualizadas e disponibilizadas no início da semana, coletados e encerrados os pedidos durante as quartas-feiras, e disponibilizado para os produtores e produtoras as quintas-feiras. A operacionalização e gestão dos pedidos e entregas eram feitas por bolsistas e voluntários/as do projeto.

Durante a metade do projeto no ano de 2014, observou-se uma grande demanda pelos alimentos agroecológicos para venda direta junto à entrega das cestas. Assim, alguns agricultores passaram a participar da feira do município levando excedentes dos pedidos para serem comercializados aos consumidores/as locais não interessados no recebimento das planilhas. Com o início da atividade o projeto ganhou mais visibilidade entre os participantes da feira e outros interessados/as, tornando assim um ponto referência para muitos que buscavam acesso a produtos saudáveis e de base ecológica.

Outra ação do projeto durante o ano de 2014 foi a realização de encontros temáticos mensais com o intuito de aproximar agricultores/as locais junto aos prossumidores/as no processo de construção e compartilhamento do conhecimento agroecológico e suas práticas, além do caminhar dentro dos propósitos da Economia Solidária. Durante os encontros foram abordados temas identificados como necessários durante os diagnósticos, sendo estes: o manejo ecológico do solo; a importância do resgate das sementes crioulas e suas trocas; os impactos do uso de agrotóxicos; manejo de microbacias e saneamento

básico rural. Além dos temas apresentados e discutidos de forma construtiva durante os encontros, também foram realizados acordos coletivos, discussões e implantação de novas propostas de funcionamento, logística e gestão da rede.

Durante o último encontro do primeiro ano de projeto, foram identificadas as seguintes demandas emergenciais: visitas às propriedades, assistência aos agricultores/as em transição; apoio na montagem e funcionamento da feira; logística de recebimento e entrega das cestas. Estas demandas apontaram para uma parceria com o Coletivo Agroecológico de Rio Pomba que já realizava mutirões semanais nas comunidades rurais do município. O coletivo então apoiou o projeto em 2015 organizando os mutirões nas propriedades de agricultores e agricultoras da Rede “Mãos à Horta”, integrando assim, prossumidores/as, estudantes e demais produtores/as rurais às práticas para transição agroecológicas.

No ano de 2015, a Rede “Mãos à Horta” tornou-se um projeto referência para demais trabalhos, graças à aproximação dos/as estudantes, prossumidores/as e professores do IFSUDESTEMG – campus Rio Pomba, junto às comunidades rurais e agricultores/as familiares. Trabalhos de conclusão de curso junto às mulheres do campo que faziam parte do projeto, além de parcerias com demais projetos de extensão, foram importantes atividades realizadas graças ao trabalho de construção de rede agroecológica.

Ao longo dos dois anos de projeto, observaram-se várias necessidades estruturais e organizacionais para expansão e autonomia da Rede. Tais observações foram importantes para demandar projetos maiores que trouxessem a rede recursos necessários na sua consolidação. Assim, foram submetidas ao PROEXT/2016 (Programa de Extensão Universitária - Ministério da Educação) as demandas para o aprimoramento das propostas. Contemplado o projeto, em 2016 a Rede “Mãos à Horta” ganhou força com auxílio de mais bolsistas e parcerias firmadas junto às associações de produtores/as rurais das comunidades dos Coelhos, Monte Alegre, Tejuco e Bom Jardim, além do apoio da Secretaria de Agricultura e Prefeitura Municipal de Rio Pomba - MG.

No início de 2016 partindo de reuniões com as associações das comunidades citadas acima, foram identificados novos interessados/as e suas principais dificuldades para transição levantadas posteriormente pelos bolsistas durante visitas às propriedades dos/as agricultores/as previamente agendados, por meio de Diagnóstico Rural Participativo. As reuniões e diagnósticos tiveram grande importância para determinar as metodologias ideais para as intervenções e a busca por parcerias que auxiliassem nas intervenções e organizações necessárias.

A parceria junto a Prefeitura Municipal e suas secretarias apoiaram na conquista de um espaço próprio para recebimento e armazenamento dos produtos da Rede “Mãos à Horta”, além da realização da Feira Agroecológica e Solidária. Neste espaço foram organizados eventos e ações culturais em diálogo com agroecologia e Economia Solidária junto à comunidade urbana.

Terminados os diagnósticos junto aos agricultores/as, elaboraram-se os “Mutirões de Saberes”, onde a proposta era de dialogar os assuntos levantados como principais gargalos na transição e interesse dos agricultores e agricultoras em adotar práticas ecológicas na produção. Assim, os mutirões foram sistematizados com o intuito de atender cinco comunidades rurais ligadas a Rede “Mãos à Horta”, dividindo suas atividades entre três temas principais: Vida no Solo, em parceria do grupo PET de ciências agrárias do IFSUDESTEMG – campus Rio Pomba; Teoria da Trofobiose, observação e controle ecológico de patógenos e herbívoros, com apoio de professores e estudantes do departamento de Agricultura e Ambiente do IF SUDESTE MG – campus Rio Pomba; boas práticas na produção de alimentos e políticas públicas de aquisição de alimentos, apoiado por estudantes do PET de ciências agrárias e o NEA – Rio Pomba (Núcleo de Estudos em Agroecologia do IFSUDESTEMG-Campus Rio Pomba).

Os “Mutirões de Saberes” foram realizados de modo a abordar os assuntos de forma horizontal, compreendendo a construção coletiva dos conhecimentos agroecológicos, valorizando os diferentes saberes e as suas concepções. Foram quinze mutirões com o propósito de levar os temas junto às vivências coletivas de diferentes atores sociais, através de apresentações multimídias, roda de conversa, intervenções emergenciais nas propriedades por meio de práticas agroecológicas, diagnósticos participativos e observações de campo.

No ano de 2016, a Rede “Mãos à Horta” caminhou passos significativos idealizados no coletivo, conseguindo expandir suas ações às comunidades rurais mais necessitadas de assistência pública rural, intervir no despertar da consciência do consumo de produtos locais da agricultura familiar e organizar a feira agroecológica e solidária.

### 3. ANÁLISES

Os projetos relacionados com a rede para fortalecer a transição agroecológica, fizeram com que muitos discentes do IF SUDESTE MG- campus Rio Pomba expandissem o seu conhecimento. Outro resultado alcançado foi a integração dos agricultores com o Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais e a prefeitura municipal de Rio Pomba-M.G., que possibilitou o avanço no levantamento das demandas para a melhoria das atividades agroecológicas. Este contato estimulou e estimula a realização de vários projetos que tem o apoio de agentes financiadores como o MEC (ProExt), CNPq (Núcleo de Agroecologia), DIREXT(Extensão Local).

Desde o início do ano de 2017, a Rede segue se organizando. As ações realizadas até o momento incentivaram muitos/as agricultores/as de Rio Pomba – M.G. a protagonizarem a transição agroecológica de suas propriedades. Esta transição também se dá para os prossumidores, que cada vez mais se sentem convidados a praticar o consumo consciente e a tecer ativamente a Rede “Mãos à Horta”.

Não obstante aos avanços construídos ao longo da existência da Rede “Mãos à Horta”, há desafios a serem superados, como a criação de Organismo de Controle Social, estruturação da logística de escoamento da produção das comunidades para os prossumidores e a consolidação de uma rede de prossumidores ativa e autogestionada.

### 4. AGRADECIMENTOS

Aos agentes financiadores e de apoio logístico: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), CNPq e IF SUDESTE MG - Campus Rio Pomba.MEC/ SESU - PROEXT, DIREXT, Associações de Agricultores Familiares das Comunidades Bom Jardim, Coelhos e Monte Alegre.

### REFERÊNCIAS

- [1] Anderson, Chris. A cauda longa. Rio de Janeiro: Campus, 2006.
- [2] Caporal. Francisco Roberto Caporal. Extensão Rural e Agroecologia: para um novo desenvolvimento rural, necessário e possível. Pág. 53 a 61 e 285 a 288. Caramagibe, PE, (2015).
- [3] Krauser, Raul Ristow. A agroecologia e o plano camponês. Candiota, RS. Instituto Cultural Padre Josimo, 2015.
- [4] Tofler, Alvin. A terceira onda. 16. ed. Rio de Janeiro: Record, 1980.

# Capítulo 2

## *Desenvolvimento sustentável no Brasil*

*Vicente da Silva Monteiro*

*William Novaes de Gois*

*Adirlene Pontes de Oliveira Tenório*

*Romero Henrique de Almeida Barbosa*

*Ana Elisabeth Cavalcanti Santa Rita*

**Resumo:** O presente trabalho corresponde a uma pesquisa de caráter descritivo-exploratório, voltado para o desenvolvimento sustentável em seus aspectos conceituais e históricos. O principal objetivo foi refletir sobre o desenvolvimento sustentável por meio da revisão literária de caráter e método de abordagem qualitativo. Assim tendo em vista que ultimamente, as questões relativas ao meio ambiente vêm se fixando no âmbito dos grandes temas contemporâneos, a principal justificativa para sua realização foi contribuir para a construção de materiais teóricos e práticos sobre o tema. Por meio da pesquisa foi possível concluir que é nítida a preocupação e difusão do desenvolvimento sustentável para a perpetuação das espécies. É preciso que a sociedade trabalhe a sustentabilidade de maneira prática e objetiva.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento; Sustentável; Meio Ambiente.

## 1 INTRODUÇÃO

Ultimamente, as questões relativas ao meio ambiente vêm se fixando no âmbito dos grandes temas contemporâneos. Busca-se constantemente ressaltar a importância de uma relação positiva e construtiva do homem com o meio ambiente. Sendo assim, é lógica e explicável a preocupação que a sociedade tem de contemplar as questões relacionadas ao meio em que está inserido.

As mudanças sociais, culturais, políticas e econômicas, que se evidenciam nos últimos tempos, provocam um quadro desolador quando ocorre em forma de

intervenções bastante negativas para o meio ambiente, natureza. Colocando, desse modo, a sustentabilidade ambiental no ápice das discussões sobre meio ambiente. Isto pressupõe que todos os segmentos da sociedade devem ser envolvidos e que a importância de se estudar o tema “desenvolvimento sustentável”, deve-se em grande medida ao fato de que este é um processo longo e contínuo.

Já bastante discutida, vários estudos foram realizados dentro da temática “Desenvolvimento sustentável”. Entre os mais relevantes está o de Sachs (2002), intitulado “Caminhos para o desenvolvimento sustentável”. Neste trabalho o autor se reporta a diversos aspectos relacionados à teoria e prática da sustentabilidade.

Deste modo, a realização do trabalho aqui apresentado se justifica pela importância que a temática abordada vem assumindo diante do contexto brasileiro. Visto que a sustentabilidade ambiental aparece na sociedade em escala global, nacional, regional e local.

O principal objetivo foi refletir sobre o desenvolvimento sustentável por meio de pesquisa bibliográfica e análise documental. A metodologia utilizada foi à revisão literária de caráter e método de abordagem qualitativo.

## 2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO BRASIL

### 2.1 BASES TEÓRICAS E DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A mudança do liberalismo ao neoliberalismo econômico, que se evidencia nos últimos tempos, provoca uma relação cada vez mais predatória do homem com a natureza. Para LOWI (2005), tais modelos econômicos conduzem a sociedade a um desastre ambiental cujas dimensões são incalculáveis. Isso, pois a ruptura dos valores e crenças que sustentaram a sociedade e a economia mundial desde a segunda metade do século XX até os dias atuais mostram que a velocidade das mudanças tem sido a principal característica do mundo contemporâneo, ao mesmo tempo em que sinaliza a incapacidade do homem em compreender a realidade em sua totalidade (TEIXEIRA, 2005). Paralelamente a essa incapacidade de compreender totalmente a realidade, nas últimas décadas, a preocupação com a preservação do meio ambiente fez surgir inúmeros debates que culminaram com o conceito de desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade. No entanto, apesar de esta em evidência na atualidade este tema já fora discutido em outros momentos históricos. O conceito de desenvolvimento sustentável foi utilizado pela primeira vez na assembleia Geral das Nações Unidas em 1979. Indicando que o desenvolvimento poderia ser um processo integral que inclui, além da dimensão econômica, dimensões culturais, éticas, políticas, sociais e ambientais. Nesta perspectiva, Jara (1998) diz que

O conceito de desenvolvimento sustentável tem dimensões ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais, o que necessariamente traduz várias preocupações: com o presente e o futuro das pessoas; com a produção e o consumo de bens e serviços; com as necessidades básicas de subsistência; com os recursos naturais e o equilíbrio ecossistêmico; com as práticas decisórias e a distribuição do poder e com os valores pessoais e a cultura. O conceito é abrangente e integral e, necessariamente, distinto, quando aplicado as diversas formações sociais e realidades históricas (JARA, 1998, p. 35).

Ou seja, para a autora conceituar desenvolvimento sustentável é abranger e destacar não só as peculiaridades ambientais, mas também a luta pela democratização política e social. Pois, como ressalta Benfica (2010, p. 03),

A sustentabilidade é mais do que um qualificativo do desenvolvimento, ou seja, uma perspectiva que vai além da preservação dos recursos naturais e da viabilidade de um desenvolvimento sem agressão ao meio

ambiente, implicando em integração harmônica consigo mesmo, com o outro e com o ambiente, podemos fecundar a compreensão da educação com o novo conceito de sustentabilidade.

Um importante marco sobre esse tema ocorreu em 1987, com a publicação do Relatório intitulado *Our Common Future*. Através dele o desenvolvimento sustentável é conceituado como sendo “o atendimento as necessidades do presente sem, no entanto, comprometer a capacidade de as gerações futuras terem as suas também satisfeitas” (NOSSO FUTURO COMUM, 1991). Seguindo outra linha de pensamento, Veiga (2005) coloca que o desenvolvimento sustentável é considerado um enigma que pode ser dissecado, mesmo que ainda não resolvido. Ou seja, apesar de defender a necessidade de se buscar um novo paradigma científico, o qual seja capaz de substituir os paradigmas do “globalismo”, para este autor o conceito de desenvolvimento sustentável é uma utopia para o século XXI. A sociedade contemporânea passa, atualmente, a começar aceitar a ideia de que realmente é necessário aliar o crescimento econômico e material a preservação do meio no qual ela esta inserida.

As discussões atuais sobre o significado do termo “desenvolvimento sustentável” mostram que se está aceitando a ideia de colocar um limite para o progresso material e para o consumo, antes visto como ilimitado, criticando a ideia de crescimento constante sem preocupação com o futuro (CAVALCANTI, 2003 apud BARBOSA, 2008, p. 07).

Outra definição foi descrita por Satterthwaite. O autor afirma ser o desenvolvimento sustentável “a resposta às necessidades humanas nas cidades com o mínimo ou nenhuma transferência dos custos da produção, consumo ou lixo para outras pessoas ou ecossistemas, hoje e no futuro” (SATTERTHWAITE, 2004 apud BARBOSA, 2008, p. 04). Neste sentido a sustentabilidade deve ser uma consequência do desenvolvimento social, econômico e da preservação ambiental. Nesta mesma linha de pensamento Abramovay (2010, p. 97) afirma o seguinte:

Desenvolvimento sustentável é o processo de ampliação permanente das liberdades substantivas dos indivíduos em condições que estimulem a manutenção e a regeneração dos serviços prestados pelos ecossistemas às sociedades humanas. Ele é formado por uma infinidade de fatores determinantes, mas cujo andamento depende, justamente, da presença de um horizonte estratégico entre seus protagonistas decisivos.

De forma geral Abramovay (2010) e Satterthwaite(2004) apud Barbosa (2008) defendem que o desenvolvimento sustentável depende da cooperação humana, ou seja, da forma como a sociedade usa os ecossistemas de que depende sua subsistência. Assim vale ressaltar que o desenvolvimento pode ser visto como sinônimo de liberdade.

O desenvolvimento deve ser visto como articulado à liberdade, incluindo certo grau de "dominação" sobre a natureza (conquanto seja mais que hora de nos debruçarmos sobre estratégias ecologicamente sensatas e "sustentáveis" de nos relacionarmos com o mundo natural ao qual pertencemos), bem como ao crescimento das capacidades de indivíduos e coletividades (DOMINGUES, 2003, p. 57).

Em contrapartida Sachs (1993), no intuito de facilitar a compreensão do conceito de sustentabilidade, elabora “as cinco dimensões da sustentabilidade”, que são: a sustentabilidade espacial/ geográfica, sustentabilidade econômica, sustentabilidade ecológica, sustentabilidade social e sustentabilidade cultural. Com o objetivo de redução das desigualdades sociais, a sustentabilidade social possui como componentes a criação de postos de trabalho que permitam a obtenção de renda individual adequada (à melhor condição de vida; à maior qualificação profissional) e produção de bens dirigida prioritariamente às necessidades básicas sociais. A sustentabilidade econômica, por sua vez, tem como componentes o fluxo permanente de investimentos públicos e privados (estes últimos com especial destaque para o cooperativismo), o manejo eficiente dos recursos, a absorção, ela empresa, dos custos ambientais e a endogeneização (contar com suas próprias forças), objetivando o aumento da produção e da riqueza social, sem dependência externa. No caso da sustentabilidade ecológica ela busca melhoria da qualidade do meio ambiente e preservação das fontes de recursos energéticos e naturais para as próximas gerações, objetivos a serem atendido através dos seguintes componentes: produzir respeitando os ciclos ecológicos dos ecossistemas; Prudência no uso de recursos naturais não renováveis; Prioridade à produção de biomassa e à industrialização de insumos naturais renováveis; Redução da intensidade energética e aumento da conservação de energia; Tecnologias e processos produtivos de baixo índice de resíduos; e Cuidados ambientais. A sustentabilidade espacial/ geográfica procura evitar excessos de aglomerações por meio da desconcentração espacial (de atividade; de população), desconcentração/democratização do

poder local/regional e relação cidade/campo equilibrada (benefícios centrípetos). Por fim a sustentabilidade cultural tem como objetivo evitar conflitos culturais com potencial regressivo por meio de soluções adaptadas a cada ecossistema e respeito à formação cultural comunitária. Entre as principais perspectivas citam-se aqui as socioculturais, ambientais e econômicas. Todas ressaltando a preocupação do homem com o meio ambiente, porém tendo em vista o fato de a sustentabilidade não ser um processo mecânico e sim dinâmico.

Como argumenta Buarque (2006), a sustentabilidade se “[...] estrutura numa base teórica, resultante da convergência das modernas teorias científicas que estudam os sistemas complexos”. Diante disto, é importante ressaltar que não há uma única teoria do desenvolvimento sustentável e sim um conjunto de discussões e reflexões.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É perceptível que a realidade atual exige uma reflexão centrada na inter-relação entre saberes e práticas que permeiem a reapropriação da natureza. Por isso, o processo de construção do conhecimento, tendo por base a sustentabilidade, proporciona a cada sujeito ser responsável e ao mesmo tempo refletir sobre seus atos e a forma como usufrui os recursos disponíveis no ecossistema. Neste sentido sustentabilidade em primeiro lugar em um processo de liberdade e no trabalho com ações práticas e teóricas da educação ambiental. Visto desta forma ela é um processo de formação humana, amplo, contínuo e complexo. Todas as discussões acerca da temática colocam em pauta uma proposta viável de sustentabilidade. Tal proposta é dotada de aspectos que precisam ser tratados de forma a estabelecer novos rumos para as questões ambientais. Porém o conceito de desenvolvimento sustentável por si só não pode enfrentar os fatores mais determinantes da insustentabilidade do homem. É preciso que a sociedade trabalhe a sustentabilidade de maneira prática e objetiva.

### REFERÊNCIAS

- [1] ABRAMOVAY, Ricardo. Desenvolvimento sustentável: qual a estratégia para o Brasil? Novos estudos-CEBRAP, n. 87, p. 97-113, 2010.
- [2] BARBOSA, Gisele Silva. O desafio do desenvolvimento sustentável. Revista Visões, v. 4, 2008.
- [3] BENFICA, Gregório. Sustentabilidade e Educação. Revista da Faculdade Estadual de Educação da Bahia, p. 13-25, 2010.
- [4] BUARQUE, Sérgio C. Construindo o desenvolvimento local sustentável: Metodologia de planejamento. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.
- [5] DOMINGUES, José Maurício. Amartya Sen, a Liberdade e o Desenvolvimento. Do ocidente à modernidade. Intelectuais e mudança social, Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 2003.
- [6] JARA, Carlos J. A sustentabilidade do desenvolvimento local. Recife: SEPLAN, 1998.
- [7] LOWI, M. Ecologia e socialismo. São Paulo: Ed. Cortez, 2005.
- [8] NOSSO FUTURO COMUM -Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- [9] SACHS, Ignacy. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. SACHS, Ignacy. Estratégias de Transição para do século XXI – Desenvolvimento e Meio Ambiente. São Paulo: Studio Nobel – Fundação para o desenvolvimento administrativo, 1993.
- [10] TEIXEIRA, Enise Barth. Educação continuada corporativa: aprendizagem e desenvolvimento humano no setor metalomecânico. (Tese) Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC, 2005. Florianópolis, 2005. VEIGA, José Eli da. Cidades Imaginárias – O Brasil é menos urbano do que se calcula. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.

# Capítulo 3

## *Destinação sustentável de pneus agrícolas inservíveis: Confiança dos clientes e viabilidade de reciclagem*

*Jorge Lúcio Coelho dos Santos*

*Marcio Leandro da Silva*

*Marco Antônio Sartori*

**Resumo:** O estudo objetivou identificar a percepção de consumo ambiental e consciência ambiental, moderada pela confiança atribuída pelo consumidor de uma empresa do ramo de recauchutagem de pneus agrícolas, correlacionado com a análise da viabilidade da implementação de uma usina de reciclagem de pneus inservíveis. A metodologia incluiu um estudo de caso no qual foi aplicado um instrumento de análise de natureza quantitativa, validado por Elias et al (2013), aplicando-se um questionário para 160 clientes da empresa, seguido da análise de viabilidade de uma usina de reciclagem de pneus. Resultados indicam que a consciência ambiental está correlacionada com a intenção de consumo, sob influência da variável moderadora confiança. Os entrevistados não acreditam que suas ações podem produzir danos irreparáveis ao meio ambiente; não se preocupam com a relação entre os seres humanos e a natureza e não acreditam que as suas ações possam, de fato, provocar a destruição dos recursos naturais; apresentaram certa indiferença em relação às políticas adotadas pelas empresas ambientalmente corretas. Conclui-se que a avaliação do efeito moderador da variável confiança apresentou resultados positivos para o modelo testado. A análise de viabilidade indicou que a usina tem bons potenciais de geração de receitas e retorno sobre o investimento em até dois anos. Estudos futuros são recomendados com a intenção de se analisar o mercado consumidor para os produtos originados a partir da reciclagem dos pneus inservíveis.

**Palavras-Chave:** Sustentabilidade; Pneus Inservíveis; Consumidores; Consciência ambiental; Usina recicladora.

## 1 INTRODUÇÃO

Em razão da grande preocupação com a saúde pública e o meio ambiente, o Brasil tem criado políticas públicas visando a destinação adequada dos pneumáticos para coibir a importação de pneus usados, uma vez que impactos ambientais ocasionados pela disposição final inadequada de pneus inservíveis são significativamente negativos (Alves & Vasconcelos, 2016).

Segundo Marinho, Agra, Orrico & Santos (2012), o processo de avaliação de impactos ambientais deve buscar alternativas tecnológicas mais limpas e eficientes que ofereçam menor dano ao ambiente.

Para tanto, foi criado o Programa Nacional de Coleta e Destinação de Pneus Inservíveis no Brasil, a fim de cumprir com a norma estabelecida pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), conforme Resolução CONAMA número 259, de 26 de agosto de 1999. A partir de então, as empresas foram impelidas a se adaptarem às novas regras criadas, sob pena de sofrerem sanções pelo descumprimento (Floriani, Furlanetto & Sehnem, 2016).

Paralelamente, a intensificação de políticas ambientais visando o desenvolvimento econômico sustentável corroborou para o aumento das pesquisas que objetivam a busca de alternativas ambientalmente adequadas para a destinação de resíduos. Ao longo dos anos um número crescente de empresas vem reconhecendo os benefícios de políticas e práticas sociais, o que se confirma por meio de uma série de estudos empíricos que apontam a existência de impactos positivos, inclusive relacionados ao desempenho econômico dessas organizações (Kraemer, 2005).

A recuperação e destinação correta de resíduos contribui para aumentar a sustentabilidade do Planeta ao diminuir a necessidade de extração de recursos naturais para atender as necessidades de produção de bens e serviços demandados pela sociedade (Jesus & Barbieri, 2013).

Verifica-se que os estudos relacionados à sustentabilidade em processos de destinação sustentável de pneus, abordam unidades de análise variadas, que englobam os ganhos ao meio ambiente (Onuaguluchi & Panesar, 2014; Meddah et al., 2014; Cintra et al., 2014; Bauer et al., 2015; Torretta et al., 2015; Zanetti et al., 2015; Sadek & El-Attar, 2015; Moreira et al., 2015; Su et al., 2015; Ramirez et al., 2015; Thomas & Chandra Gupta, 2016; Floriani et al., 2016; Thomas, Gupta, & Panicker, 2016; Kashani et al., 2017; Guo et al., 2017); o reaproveitamento dos resíduos de pneus (Lagarinhos & Tenório, 2012; Uruburu et al., 2013; Sellitto et al., 2013; Shiba, 2013; Freitas & Nóbrega, 2014; Onuaguluchi & Panesar, 2014; Cintra et al., 2014; Cintra et al., 2014; Meddah et al., 2014; Su et al., 2015; Ramirez et al., 2015; Torretta et al., 2015; Zanetti et al., 2015; Sadek & El-Attar, 2015; Bauer et al., 2015; Moreira et al., 2015; Floriani et al., 2016; Thomas et al., 2016; Thomas & Chandra Gupta, 2016; Kashani et al., 2017; Guo et al., 2017); e o processo de logística reversa (Gardin et al., 2010; Lagarinhos & Tenório, 2012; Moreira et al., 2015; Bauer et al., 2015).

Além disso, conforme afirmam Abreu, Armond-de-Melo & Leopoldino (2011), há uma clara tendência de que a legislação ambiental brasileira caminhe no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo o ciclo de vida de seus produtos, intensificando, portanto, a necessidade de se encontrar as melhores alternativas para a destinação dos resíduos pneumáticos. Ainda de acordo com os autores, as empresas podem se beneficiar dessas ações como forma de incremento do seu diferencial competitivo, além de abrirem espaço para o desenvolvimento de novos produtos (Abreu et al., 2011). Corroboram Brandalise & Bertolini (2014), enfatizando que resistir a inovações que reduzem o impacto ambiental resultará em perda de competitividade às organizações. Desta forma, torna-se fundamental o investimento em políticas e ações que busquem trazer benefícios ao meio ambiente e à sociedade de maneira geral.

Verifica-se uma lacuna de estudo quanto à percepção de consumo ambiental e consciência ambiental, moderada pela confiança atribuída pelo consumidor às organizações na execução das respectivas práticas, correlacionada com a análise da viabilidade da implementação do processo de reciclagem de pneus inservíveis.

Além disso, percebeu-se com o presente estudo que são escassas as pesquisas que foquem na destinação adequada especificamente de pneus agrícolas inservíveis, considerando-se sua logística de transportes e técnicas de reaproveitamento, tendo em vista sua composição diferenciada, bem como suas dimensões e peso elevados. Apesar disso, há nas pesquisas técnicas de destinação sustentável de pneus inservíveis alternativas viáveis também para pneus agrícolas. Tal fato fundamenta a necessidade de constituição e resposta à seguinte pergunta de pesquisa: considerando-se a percepção ambiental do consumidor, há viabilidade econômica e financeira para a implantação de uma usina de reciclagem de pneus agrícolas inservíveis e fragmentos originados do processo de recauchutagem?

Sustenta-se o esforço da presente pesquisa pelo fato da produção em larga escala desse produto que, se destinado incorretamente quando inservível, gera sérios danos ao meio ambiente, prejudicando consideravelmente os ecossistemas.

## 2 QUADRO TEÓRICO

O referencial teórico utilizado como embasamento para esta pesquisa foi alicerçado na percepção ambiental do consumidor, nos conceitos relacionados aos pneus inservíveis, nas formas de reaproveitamento e reciclagem desses pneus, bem como a discussão da coletânea de estudos produzidos sobre o tema.

### 2.1 CONSCIÊNCIA E CONSUMO AMBIENTAL MODERADO PELA CONFIANÇA

Para Schlegelmilch, Bohlen e Diamantopoulos (1996), a consciência ambiental pode ser definida como um composto multidimensional formado por elementos atitudinais, comportamentais e cognitivos. Conforme os autores, a mensuração do nível real de consciência ambiental de uma pessoa seria possível a partir da análise da sua preocupação ou interesse pelo tema, seus comportamentos passados, atuais e futuros e o quanto o impacto de suas ações no ambiente é compreendido.

O consumo sustentável pode ser definido como o consumo de bens e serviços, respeitando os recursos ambientais, de forma a garantir o atendimento das necessidades presentes sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras (Heap & Kent, 2000). Alinhado a isso, Cooper (2002) afirma que o consumo sustentável tem como característica um padrão de consumo que atenda às necessidades básicas juntamente com a minimização da degradação ambiental.

Embora exista relação entre consciência ambiental e consumo, muitos estudos têm identificado um *gap* entre o discurso dos consumidores e a prática. Algumas vezes, mesmo aquelas pessoas identificadas como tendo um alto nível de consciência ambiental não demonstram um comportamento de consumo diferenciado e, por vezes, nem mesmo uma intenção de consumir essa categoria de produto.

Segundo pesquisa realizada por Bray, Johns e Kilburn (2011), uma das possíveis explicações para esse *gap* é a falta de confiança em relação à ética dos varejistas. Neste aspecto a confiança que o consumidor deposita nas organizações empresariais pode ser considerada como um fator que pode influenciar moderando a relação entre a consciência ambiental e o consumo ambiental. Inferindo-se a partir deste estudo que, quanto maior a confiança na organização, maior o consumo ambiental.

Para Morgan e Hunt (1994) a confiança e o comprometimento são centrais para o desenvolvimento de relacionamentos duradouros, sendo a confiança o principal fator determinante do compromisso. Para Moorman, Deshpande e Zaltman (1993), a confiança é baseada no caráter, relacionada às características comportamentais (integridade, intenções, previsibilidade, abertura, discricção) e baseada na competência do parceiro (expertise operacional, habilidade interpessoal e de negociação, discernimento). Morgan e Hunt (1994), Ganesan (1994) e Doney e Cannon (1997) acrescentam que, além dos aspectos acima abordados, a confiança é baseada também em benevolência, a crença na qual “o comprador acredita que o vendedor tenha intenções e motivos que são benéficos para o comprador, quando de novas e inusitadas situações” (Ganesan, 1994, p. 3).

Na pesquisa conduzida por Grohmann, Battistella, Velter & Casasola (2012), o tema escolhido foi o de relacionar comportamento do consumidor com consciência ambiental e, num primeiro momento, constatou-se a relevância do assunto, pois foram encontrados muitos estudos que tratavam dessa temática.

No presente estudo as respectivas variáveis foram medidas seguindo o modelo proposto por Elias et al (2013), com objetivo entender como as variáveis, consciência ambiental, consumo ambiental e confiança estão presentes nos clientes do serviço de recalchutagem de pneus agrícolas realizado pela organização em estudo, uma vez que esta elenca dentre os seus valores, a preocupação com a sustentabilidade e meio ambiente.

### 2.3 PNEUS INSERVÍVEIS

De acordo com a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos - ANIP (2017), os pneus inservíveis são aqueles que não podem mais rodar em veículos automotivos de qualquer natureza, ou seja, todas as formas de recondição foram esgotadas e, a partir de então, as alternativas para destinação correta desses resíduos são as derivadas da reciclagem.

Uma vez que se tornem inservíveis, os pneus podem ser reaproveitados na valorização energética, fabricação de novos produtos, além de possuírem aplicações na pavimentação asfáltica, construção civil, construção de aterros sanitários, dentre outras.

Segundo Rodrigues e Henkes (2015), a ideia de reutilização de pneus é muito antiga, mas sua ação se deu somente após a Segunda Guerra Mundial, devido à dificuldade na obtenção de matéria-prima para a produção de pneus novos. Os pneus, quando trocados por novos, são descartados após o término de sua vida útil. Este descarte pode ocorrer em empresas que realizam a troca dos usados pelos novos ou muitas vezes o consumidor descarta estes pneus em locais inapropriados, como em rios, aterros e até mesmo em locais de coleta de lixo comum (Floriani, Furlanetto, e Sehnem, 2016).

### 2.4 LOGÍSTICA REVERSA

No contexto da reciclagem ou reaproveitamento de pneus, um dos principais fatores que dificultam a destinação correta dos respectivos resíduos é a logística reversa.

De acordo com Gardin, Figueiró, e Nascimento (2010), apoiados no estudo de Rogers e Tibben-Lembke (1998), a logística reversa é um processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e as informações do ponto de consumo para o ponto de origem. Para Lagarinhos e Tenório (2012) a logística reversa está associada ao retorno de produtos pós-venda com o intuito de reciclar, reaproveitar ou simplesmente definir uma destinação correta dos resíduos. No caso dos pneus agrícolas inservíveis, os problemas ligados à logística reversa se agravam, considerando as dimensões e peso dos respectivos pneus.

### 2.5 PRINCIPAIS DESTINAÇÕES DOS PNEUS INSERVÍVEIS

De acordo com dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI), as principais destinações dos pneus inservíveis são o coprocessamento em fornos de clínquer, laminação para fabricação de artefatos de borracha, reciclagem, e a industrialização do xisto (Confederação Nacional da Indústria, 2014).

Entre 1999 e 2012, a CNI investiu um total de R\$194 milhões no processo de destinação dos resíduos pneumáticos. Apenas em 2011, o custo do sistema foi de R\$63,6 milhões, distribuídos por tipo de destinação (Tabela 1).

Tabela 1: Investimentos por tipo de destinação

Total investimentos	Transporte	Trituração e valorização energética	Granulação, laminação e extração aço
63,60	36,60	16,50	10,50

**Nota.** Distribuição dos investimentos da ANIP em atividades de coleta e reaproveitamento de pneus em 2011. Fonte: Adaptado de Confederação Nacional da Indústria (2014). Proposta de implementação dos instrumentos econômicos previstos na lei nº 12.305/2010 por meio de estímulos à cadeia de reciclagem e apoio aos setores produtivos obrigados à logística reversa.

Ainda de acordo com os dados da CNI (Confederação Nacional da Indústria, 2014), 67% dos pneus inservíveis coletados são destinados na valorização energética nas cimenteiras, porém há outras formas de destinação desses resíduos no Brasil (Tabela 2).

Tabela 2: Principais destinações dos resíduos de pneus inservíveis no Brasil

Formas de destinação	Valor Gasto (MI de R\$)	% de Destinação
Trituração e valorização energética	16.482,05	67,1%
Granulação, laminação e extração de aço	10.460,04	32,9%
Pisos e gramados		6,5%
Artefatos de borracha		8,0%
Asfalto		2,0%
Construção civil		1,5%
Siderurgia		7,0%
Laminação		7,9%
Total	26.942,09	100,0%

**Nota.** A tabela apresenta um resumo das principais tecnologias utilizadas na reciclagem ou reaproveitamento de pneus no Brasil. Fonte: Adaptado de Confederação Nacional da Indústria (2014). Proposta de implementação dos instrumentos econômicos previstos na lei nº 12.305/2010 por meio de estímulos à cadeia de reciclagem e apoio aos setores produtivos obrigados à logística reversa.

Após o início do controle sobre os resíduos pneumáticos, parcerias entre a indústria cimenteira e entidades como a ANIP, permitiram que grande parte do volume dos pneus inservíveis pudessem ser reaproveitados em fornos de clínquer, por coprocessamento, representando, em 2015, 59,16% do total destinado de forma sustentável (IBAMA, 2015).

Diante do contexto aqui discutido, o presente estudo elencou uma série de procedimentos metodológicos para investigar como está sendo tratada a questão da destinação de pneus no Brasil e do Mundo, além de se verificar o perfil ambiental dos consumidores de pneus agrícolas, bem como analisar a viabilidade econômica e financeira para a implantação de uma usina recicladora de pneus agrícolas.

Na seção a seguir, são apresentadas as informações referentes à pesquisa realizada com os clientes da empresa objeto de estudo.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada no presente estudo buscou verificar como está sendo tratada no mundo, especialmente no Brasil, a destinação adequada de pneus inservíveis, focando nos pneus agrícolas. Concomitantemente, investigou-se a percepção ambiental dos consumidores de pneus agrícolas, além da viabilidade econômica e financeira de implementação de uma usina recicladora para uma empresa de recauchutagem de pneus agrícolas. Nesta seção será exposto o modelo de mensuração dos dados utilizado no estudo, bem como modelo para avaliação da consciência ambiental dos clientes da empresa objeto de estudo.

#### 3.2 AVALIAÇÃO DO PERFIL DO CONSUMIDOR

Elias *et al* (2013) conceberam um modelo de análise quantitativa descritiva para medir a moderação do nível de confiança dos consumidores na relação entre consciência ambiental e intenção de consumo ambiental (Figura 1).

Figura 1. Modelo Conceitual



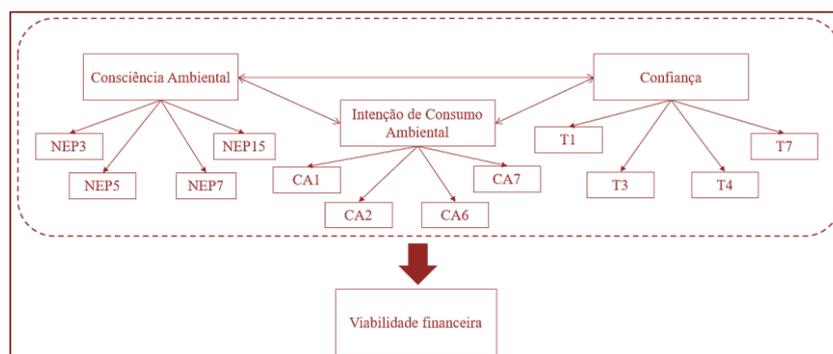
Fonte: Elias et al (2013), pg. 58.

O questionário utilizado foi estruturado em quatro seções: a primeira objetivando identificar os dados sociodemográficos dos respondentes (sexo, renda familiar, idade, nível de escolaridade); a segunda com as 15 afirmativas da escala NEP (*New Ecological Paradigm Scale*), validada no contexto brasileiro por Silva Filho et al. (2010), para a mensuração da consciência ambiental; a terceira para mensuração da escala ICA (Intenção de Consumo Ambiental) com nove itens, que foi elaborada com base na *Environmental Behaviors Scale* de Kilbourne e Pickett (2008), composta por nove itens, bem como na escala de comportamento ambiental do estudo de Braga Junior, Silva, Moretti e Lopes (2012); e a quarta seção contemplando os oito itens da escala de confiança, mensurada pela escala de Doney e Cannon (1997), traduzida e validada no Brasil por Frederico e Robic (2008), composta por oito itens, que engloba as dimensões de credibilidade e benevolência. Todos os itens foram mensurados por meio da escala numérica de Likert de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente) pontos.

Quanto à técnica de análise, os dados foram tratados pelos autores por meio da análise fatorial confirmatória (AFC), conforme a metodologia de Anderson e Gerbing (1988), realizada em duas etapas: a primeira, buscando identificar a validade de convergência dos constructos; na segunda, foram analisadas as relações entre os construtos latentes. O efeito moderador da confiança foi testado por uma análise de grupos múltiplos, que permitiu uma comparação intergrupos.

Todos os coeficientes estimados foram significativos a um nível de 0,1% de significância, para os três modelos estruturais, demonstrando que existe relação entre consciência ambiental e intenção de consumo ambiental. Como resultado, Elias et al. (2013) chegaram a um modelo de mensuração (Figura 2), que representa o modelo referente ao teste das validades discriminantes e convergentes dos construtos estudados. Percebe-se, com ele, que vários itens da escala foram retirados, dentre eles os seis itens da anti-NEP que não se ajustaram ao modelo por não terem sido compreendidos pelos respondentes.

Figura 2. Modelo Estrutural



Fonte: Elias et al (2013), pg. 62.

Como hipóteses a serem validadas no presente estudo, por meio da regressão linear com fator moderador, foram elencadas as seguintes: **H<sub>1</sub>**: A consciência ambiental está positivamente relacionada com a intenção de consumo ambiental. Apesar da relação proposta entre a consciência ambiental e o consumo, Frederico, Quevedo-Silva, & Freire (2013) afirmam que muitos estudos têm identificado um *gap* entre o discurso do consumidor e a prática, ou seja, mesmo aquele consumidor identificado como tendo consciência ambiental elevada, por vezes não demonstra interesse em praticar o consumo ambiental. **H<sub>2</sub>**: O efeito moderador da

confiança nas empresas que se afirmam ecologicamente corretas ou sustentáveis está positivamente relacionado com a consciência e intenção de consumo ambiental.

Neste contexto este estudo avalia se a confiança do consumidor na empresa modera sua decisão de consumo ambiental. Sob esta ótica seria possível, uma vez confirmada a hipótese, afirmar que a confiança na entidade empresarial, influencia positivamente a intenção de consumo ambiental. As análises foram realizadas utilizando o *software IBM SPSS 23*.

Com base nas informações coletadas por meio dos questionários, a etapa seguinte do estudo foi a realização da confirmação das hipóteses por meio da utilização do método de Regressão Linear com a utilização de uma variável moderadora, por se apresentar como uma solução robusta para a compreensão das relações existentes entre as variáveis objeto de estudo (Vieira & Faia 2014).

A regressão foi executada utilizando o modelo hierárquico, no qual foram definidos dois blocos: no primeiro (modelo 1) foram testadas as variáveis *consciência ambiental* ( $x$  – *variável independente*) em relação à *intenção de consumo ambiental* ( $y$  – *variável dependente*); no segundo bloco (modelo 2), foram testadas as variáveis *consciência ambiental* ( $x_1$  – *variável independente*), *confiança* ( $x_2$  – *variável independente*) e *intenção de consumo ambiental* ( $y$  – *variável dependente*). A variável *confiança*, inserida no modelo 2, teve como objetivo verificar se a presença da confiança na relação com empresas que afirmam serem sustentáveis teria influência positiva na intenção de consumo ambiental, por meio de uma melhor explicação do modelo.

### 3.4 VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM

Com objetivo de apoiar o empreendedor na decisão de auferir ganhos com o descarte de pneus inservíveis e fragmentos originados do processo de recalchutagem, foi conduzido um estudo de viabilidade econômica e financeira para implementação da usina de reciclagem de pneus. Conforme Lagarinhos & Tenório (2012), uma usina de reciclagem (recicladora) é a empresa que tritura e granula os pneus inservíveis, separando o aço e as fibras têxteis utilizadas na construção dos pneus, com produto final pó de borracha e aço.

Para determinação do investimento, estimativa de produtividade, faturamento, bem como a estimativa de custos fixos e resultados, foram realizados por meio da adaptação do modelo proposto por Bertolini (2009), cujo objetivo é permitir ao pesquisador avaliar a viabilidade de produtos ambientalmente corretos e sustentáveis.

## 4. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A Dal Molin Recauchutagem de Pneus Agrícolas está localizada na Av. Brasil, 538 - Aroeira, Cascavel - PR, desde sua inauguração em 1986. Dentre os valores institucionais, elenca o respeito ao meio ambiente e descreve como parte de sua missão institucional o desenvolvimento sustentável.

A empresa mantém parceria com recicladoras licenciadas para onde envia 100% de seus resíduos oriundos da reforma dos pneus (aparas e pneus inservíveis). Em sua produção somente utiliza energia – madeira – oriunda de fontes licenciadas pelo IAP (Instituto Ambiental do Paraná). Há alguns anos a empresa tem investido em reflorestamento próprio de eucalipto visando à sustentabilidade do negócio.

Atualmente, a associação de empresas de recauchutagem de pneus da qual a Dal Molin Pneus Ltda é associada, fica responsável pela destinação final dos pneus inservíveis. Além dos pneus inservíveis, o processo de condicionamento dos pneus agrícolas gera aproximadamente 25 toneladas mensais de resíduos de borracha, entre pó e aparas.

## 5 RESULTADOS

Com o presente estudo, foi possível verificar que o esforço direcionado para a busca de alternativas viáveis de destinação sustentável de pneus inservíveis se fundamenta pela crescente produção de pneus, que impactam negativamente no meio ambiente, quando destinados incorretamente.

Com efeito, foram idealizadas normativas internacionais e nacionais que exigem adequação das empresas que não possuem como mister zelar pelo meio ambiente. Após reunir todas as informações e dados com o

presente estudo, discorrem-se os resultados verificados no contexto da destinação sustentáveis de pneus agrícolas.

### 5.1 AVALIAÇÃO DA CONSCIÊNCIA E CONSUMO AMBIENTAL SUSTENTÁVEL

Com base nos dados obtidos por meio dos questionários, pode-se traçar o perfil dos clientes da empresa Dal Molin Recauchutagem de Pneus Agrícolas, além de testar a influência da variável confiança na intenção de consumo ambiental da amostra pesquisada, conforme demonstrado nas subseções a seguir.

Os participantes da pesquisa representaram um total de 160 dos 7000 clientes da Dal Molin Recauchutagem de Pneus Agrícolas. Desse total, 55% foram homens, tendo a maioria deles idade entre 35 e 49 anos de idade (21,88%), e 45% mulheres, cuja faixa etária predominante esteve acima dos 50 anos.

Os 160 clientes responderam ao questionário composto por 35 questões, sendo 32 delas relacionadas à consciência ambiental, confiança e intenção de consumo ambiental, e as demais referentes à questão socioeconômica.

Os dados obtidos por meio da análise das respostas estão descritos na seção a seguir.

A análise do constructo *consciência ambiental* pode ser realizada por meio da avaliação das variáveis que o compõem (Tabela 3).

Tabela 3: Análise do constructo consciência ambiental

Variáveis	Consciência Ambiental					Média
	1	2	3	4	5	
NEP3	20,6%	39,4%	18,1%	18,9%	3,1%	2,44
NEP5	30,6%	48,8%	14,4%	5,6%	0,6%	1,97
NEP7	41,9%	36,3%	17,5%	4,4%	0,0%	1,84
NEP15	25,6%	41,9%	19,4%	8,8%	4,4%	2,24

**Nota.** A tabela apresenta os percentuais de respostas para cada item da escala Likert, para as variáveis que compõem o constructo da *consciência ambiental*. É apresentada também a coluna contendo o valor da média obtida a partir das respostas de cada uma das questões. Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Considerando-se a média da variável *NEP3 - Quando os seres humanos interferem na natureza, se produz frequentemente consequências desastrosas*, foi possível concluir que os entrevistados não acreditam que suas ações podem produzir danos irreparáveis ao meio ambiente. Da mesma forma, ao se analisar as variáveis *NEP5 - Os seres humanos estão abusando seriamente do meio ambiente* e *NEP7 - Plantas e animais têm tanto direito de existir quando os seres humanos*, pode-se concluir que os clientes da Dal Molin Pneus não se preocupam com as relações entre os seres humanos e a natureza e não acreditam que as suas ações possam, de fato, provocar a destruição dos recursos naturais. Por fim, com o resultado obtido na análise da variável *NEP15 - Se as coisas continuarem no curso atual, nós iremos em breve experimentar uma catástrofe ecológica maior*, foi possível identificar a ausência de preocupação, por parte dos respondentes, com a mudança de atitudes consideradas nocivas ao meio ambiente.

Em relação à intenção do consumo ambiental, as variáveis analisadas foram *CA1 - Sempre que possível, eu compro produtos ecologicamente corretos*, *CA2 - Sempre que possível, eu compro alimentos orgânicos*, *CA6 - Pagaria mais para comprar produtos orgânicos* e *CA7 - Já busquei informações de como poderia ajudar a diminuir a poluição* (Tabela 4).

Tabela 4: Análise do constructo intenção de consumo ambiental

Variáveis	Intensão de Consumo Ambiental					Média
	1	2	3	4	5	
CA1	23,1%	50,6%	21,3%	3,8%	1,3%	2,09
CA2	20,6%	40,6%	25,0%	12,5%	1,3%	2,33
CA6	18,8%	42,5%	25,6%	10,6%	2,5%	2,35
CA7	21,3%	43,1%	20,0%	13,8%	1,9%	2,39

**Nota.** A tabela apresenta os percentuais de respostas para cada item da escala Likert, para as variáveis que compõem o constructo da *consciência ambiental*. É apresentada também a coluna contendo o valor da média obtida a partir das respostas de cada uma das questões. Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Com base nos valores obtidos, foi possível observar que os entrevistados sequer buscaram informações relacionadas ao consumo sustentável, e que não costumam dar preferência a produtos classificados como orgânicos ou ambientalmente corretos.

Por fim, o constructo confiança nas empresas que se dizem ambientalmente corretas foi analisado por meio das variáveis T1 - *Empresas sustentáveis são confiáveis*, T3 - *Quando tomam decisões importantes, as empresas sustentáveis também olham o lado do consumidor*, T4 - *Empresas sustentáveis se preocupam com nossas prioridades* e T7 - *Empresas sustentáveis são genuinamente preocupadas com os consumidores* (Tabela 5).

Tabela 5: Análise do constructo confiança

Variáveis	Confiança					Média
	1	2	3	4	5	
T1	15,6%	25,6%	40,0%	16,3%	2,5%	2,64
T3	10,0%	26,3%	33,8%	25,0%	5,0%	2,89
T4	6,3%	21,9%	33,8%	33,8%	4,4%	3,08
T7	3,8%	20,6%	40,0%	32,5%	3,1%	3,11

**Nota.** A tabela apresenta os percentuais de respostas para cada item da escala Likert, para as variáveis que compõem o constructo da *consciência ambiental*. É apresentada também a coluna contendo o valor da média obtida a partir das respostas de cada uma das questões. Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Conforme pode ser observado nas médias obtidas em cada uma das variáveis, os clientes da Dal Molin apresentaram certa indiferença em relação às políticas adotadas pelas empresas que se dizem ambientalmente corretas, não expressando total crença na demonstração de preocupação expressa por essas empresas em relação ao meio ambiente. Isso pode ser um indício de que há pouca ou nenhuma confiança nessas empresas ou em suas políticas.

### 5.1.3 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

Por meio da análise de correlação entre as variáveis, foram testadas as hipóteses de pesquisa H<sub>1</sub> e H<sub>2</sub>. A partir da Regressão Linear Múltipla, por meio da análise de correlações, foi possível identificar que, tanto a consciência ambiental quanto a confiança possuem correlação positiva com a intenção de consumo. Entretanto, a correlação é fraca ( $\rho = 0,288$  e  $\rho = 0,343$ ), o que indica pouca influência de ambas as variáveis sobre a intenção de consumo ambiental. Tomando como base os valores de médias obtidos na análise descritiva do constructo consciência ambiental, pode-se concluir que a amostra pesquisada não pode ser caracterizada como ambientalmente consciente.

Considerando os valores de  $R^2$  para os dois modelos, o modelo 2 apresentou maior capacidade de explicação ( $R^2 = 10,6\%$ ) da variação da variável intenção de consumo, em relação ao modelo 1 ( $R^2 = 7,7\%$ ), o que indica que a confiança possui impacto na intenção de consumo ambiental da amostra pesquisada.

Com base no teste F, foi possível concluir que a inclusão da variável consciência ambiental no modelo 1 ( $\rho = 0,000$ ), e a inclusão das variáveis consciência ambiental e confiança no modelo 2 ( $\rho = 0,014$ ) tornaram o modelo melhor em relação à média. Conforme observado nos valores de  $\rho$ , ambos os modelos são estatisticamente significantes, embora o modelo 2 tenha melhor capacidade de explicação da variável  $y$ . Ainda que o modelo 2 tenha apresentado melhoria no percentual de explicação, fica evidente a necessidade de aprofundamento dos estudos e inclusão de outras variáveis que possibilitem uma melhor explicação do fenômeno.

De modo a validar a significância dos modelos em relação a um modelo sem as variáveis previsoras, verificou-se os resultados obtidos por meio do teste da Anova. Considerando o  $\rho < 0,05$  em ambos os casos, foi possível afirmar que, tanto o modelo 1 quanto o modelo 2 são estatisticamente significantes, o que permite afirmar que os mesmos são melhores do que um modelo sem as variáveis previsoras consciência ambiental e confiança. Além disso, foi possível concluir, portanto, que a consciência ambiental e a confiança são previsoras da intenção de consumo ambiental dos clientes, entretanto, a variável consciência ambiental possui maior peso para o modelo ( $\beta = 0,266$ ) do que a variável confiança ( $\beta = 0,187$ ).

As hipóteses  $H_1$  e  $H_2$  foram confirmadas, ou seja, a consciência ambiental está correlacionada com a intenção de consumo e, sob influência da variável confiança, a correlação foi confirmada. Além disso, a inclusão da variável confiança melhorou a capacidade de explicação do modelo, embora haja a recomendação de que outros estudos possam incluir outras variáveis que proporcionem maior poder de explicação ao modelo.

## 5.2 VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA USINA RECICLAGEM DE PNEUS INSERVÍVEIS

Campos (2007), afirma que a Taxa Interna de Retorno de um investimento deve ser entendida como a taxa de juros de um investimento no qual o valor presente do fluxo de caixa é igual a zero. Essa taxa tem característica como uma remuneração do capital investido, sendo um método muito importante para identificar o risco de investimento de um projeto, se em determinado projeto a taxa interna de retorno for maior que a taxa de aplicação, o projeto será aceitável. Em síntese os valores apresentados podem ser interpretados conforme os seguintes critérios de análise: TIR maior que a TMA se aceita o projeto, neste caso a TMA referencial é de 9,25%, portanto o valor de 49,03 para o período de análise indica viabilidade ao projeto.

O VPL calcula o valor do dinheiro no tempo, como descreve Gitman, (2010, p.369), é uma técnica sofisticada de orçamento de capital, é calculado subtraindo-se o investimento inicial do valor presente das entradas de caixa do projeto, sendo essa descontada a taxa de custo de capital da empresa”, assim permitindo comparação entre o investimento inicial com os retornos futuros. Quanto a VPL, o critério de análise é que este uma vez positivo deve-se aceitar o projeto, para este caso, o projeto satisfaz a condição requerida.

Por fim o *payback*, refere-se ao período de tempo em que os resultados do projeto se equiparam ao investimento inicial. Para o estudo em pauta os resultados se mostram promissores ao apontar um período de retorno em menos de 2 anos de atividade da usina. Para Gitman (2010, p. 366), O período *payback* é o tempo necessário para que a empresa recupere o investimento inicial em um projeto, calculado a partir das entradas de caixa.

Cabe ressaltar que a capacidade de produção e venda da usina devem estar utilizando toda a capacidade do empreendimento.

No presente estudo, percebeu-se que nos últimos 05 anos a temática “destinação de pneus inservíveis” foi intensificada. Apesar do aumento nas pesquisas, não foram encontradas nos estudos nacionais e internacionais abordados neste trabalho, referências que tratassem especificamente dos pneus agrícolas. Estes pneus apresentam características bastante particulares, incluindo tamanho, peso e composição, o que faz com que haja a necessidade de realização de estudos específicos e com maior nível de aprofundamento.

Vários estudos científicos na área de engenharia e logística foram realizados e, em grande parte deles, foram apresentadas alternativas criativas e lucrativas para a destinação sustentável de pneus inservíveis.

Dentre as técnicas que mais reutilizam os pneus inservíveis como matéria prima, destacam-se as apresentadas na área da construção civil e da confecção de manta asfáltica. Em todos os processos, a reutilização dos pneus inservíveis se dá após sua trituração e transformação em pó, que é reutilizado junto a outros produtos para a produção de argamassas, cimentos, asfalto, Xisto, artefatos de borracha, dentre outros.

### 5.2.1 INVESTIMENTO TOTAL

O projeto foi estruturando levando em consideração verbas originadas de financiamento e incentivos bancários, onde o investidor deve entrar com uma parcela de capital próprio que deverá ser de até 20% do investimento total do valor da usina completa e garantias bancárias. Os valores foram considerados para fins de investimento (Tabela 6).

Tabela 6: Investimento total usina reciclagem de pneus

	Vlr
Máquina completa (Modelo CP-500 kg/hora)	1.550.443,00
Estrutura física comporta usina	310.088,00
Engenharia e montagem	149.340,00
Capital giro	100.000,00
Investimento pré-operacional	5.000,00
<b>Total investimento inicial</b>	<b>2.114.871,00</b>

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Para efeitos de determinação do volume de produção da usina foram considerados as variáveis elencadas na Tabela 7.

Tabela 7: Calculo da produtividade da usina

Produtividade	Vlr absolutos
Meses de operação no ano	12
Dias de operação por mês	21
Horas produção por dia de operação	16
<b>Tempo produção mês/h</b>	<b>336</b>
<b>Tempo produção ano</b>	<b>4.032</b>

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Após determinado o volume de horas de produção por ano de atividade, determinou-se com base na capacidade da máquina os volumes de matéria prima necessários para operar a usina, buscando otimizar e explorar seu completo potencial produtivo (Tabela 8).

Tabela 8: Capacidade de processamento matéria prima

Item	Volume	Escala
Capacidade produção máquina	500	Kg/h
Volume processamento diário	8.000	Kg/d
<b>Volume processamento mês 21 dias uteis</b>	<b>168.000</b>	<b>Kg/m</b>

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Com referência nas informações do fornecedor do equipamento, foi possível calcular com base nos rendimentos e *mix* de produtos, os volumes de produção, a partir do volume de matéria prima processada por mês demonstrado acima (Tabela 9).

Tabela 9: Rendimentos e mix de produtos

Mix produção (Informações importador)	Rendimentos	Mix	Kg/mês
70% da matéria prima (P1-Borracha 30mm)	0,70	Pó borracha	117.600
16% da matéria prima (P2-Nylon)	0,16	Fibras têxteis	26.880
12% da matéria prima (P3-Limalha aço)	0,12	Aço fragmentado	20.160
2% da matéria prima (Quebra técnica)	0,02	Resíduo	3.360

**Nota.** Volumes por *mix* de produto. Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Levando em consideração os preços de venda dos produtos originados, seguem os valores prováveis de faturamento bruto mensal que poderá ser auferido pela indústria, considerando a venda total da produção originada (Tabela 10).

Tabela 10: Estimativa de volumes de produção e faturamento

Produto	Kg por hora	Kg por dia	Kg mês	Preço de venda por Kg	Preço de venda por Ton.	Faturamento total dia	Faturamento total mês
Pó Borracha	350	5.600	117.600	1,17	1.170,00	6.552,00	137.592,00
Nylon	80	1.280	26.880	1,33	1.330,00	1.702,40	35.750,40
Limalha aço	60	960	20.160	2,33	2.330,00	2.236,80	46.972,80
<b>Total/mês</b>	<b>490</b>	<b>7.840</b>	<b>164.640</b>			<b>10.491,20</b>	<b>220.315,20</b>

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Os custos fixos operacionais referem-se aos desembolsos mensais que a empresa deverá realizar para sustentar suas atividades de produção e venda (Tabela 11).

Tabela 11: Despesas operacionais mensais

Despesas mensais	Valores (R\$)
Parcelas empréstimo	51.742,00
Depreciação	14.212,39
IPTU	2.000,00
Água	270,00
Energia elétrica	12.000,00
Telefone	350,00
Serviços de natureza contábil e tributária	978,00
Pró-labore	8.000,00
Manutenção dos equipamentos	2.000,00
Salários + encargos	8.500,00
Material de limpeza	300,00
Material de escritório	1.800,00
Combustível	4.540,00
Taxas diversas	1.100,00
<b>Total</b>	<b>107.792,39</b>

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Após determinadas as estimativas de produção, faturamentos e custos operacionais foi possível elaborar uma DRE - Demonstrativo do resultado do exercício, simplificada aferindo o fluxo de caixa anual do projeto (Tabela 12).

Tabela 12: Demonstrativo resultado do exercício simplificada

DRE simplificada	Vlr. R\$
(+) Receitas com vendas	2.643.782,40
(-) Custos transportes (6% s/ Vendas)	(158.626,94)
(-) Despesas operacionais	(1.293.508,70)
(-) Despesas com vendas	(57.600,00)
<b>(+) Resultado operacional bruto</b>	<b>1.134.046,76</b>

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Por fim, calculou-se os indicadores de viabilidade TIR (Taxa Interna de Retorno), VPL (Valor Presente Líquido) e *Payback* no intuito de obter uma indicação de viabilidade do empreendimento. Foram obtidos os dados referenciados nas Tabelas 13, 14 e 15 respectivamente. Para os cálculos de VPL e *Payback* descontado foi utilizado a taxa referencial Selic (9,25%) para TMA. Os fluxos de caixa foram corrigidos anualmente pela inflação estimada de 4,5% ao ano.

O horizonte de análise calculado foi de 10 anos, conforme o período de depreciação das máquinas componentes da usina, porem foram apresentados os primeiros 5 anos haja vista que é o suficiente para as conclusões requeridas, dado ao rápido retorno.

Tabela 13: Cálculos de VPL (Valos presente líquido) e TIR (Taxa interna de retorno)

Ano	0	1	2	3	4	5
Fluxo caixa final	(2.114.871)	1.134.047	1.185.079	1.238.407	1.294.136	1.352.372
Fluxo caixa acumulado	(2.114.871)	(980.824)	204.255	1.442.662	2.736.798	4.089.170
Fluxo caixa descontado	(2.114.871)	1.038.029	992.897	949.728	908.435	868.938
F. Caixa descontado acumulado	(2.114.871)	(1.076.842)	83.945	865.783	1.774.219	2.643.157
<b>VPL</b>	<b>2.643.157</b>					
<b>TIR</b>	<b>49,03%</b>					

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Tabela 14: Fluxos de caixa para Cálculos de Payback

Variável/Ano	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Investimento	(2.114.871)					
Lucro nominal (FV)		1.134.047	1.185.079	1.238.407	1.294.136	1.352.372
Valor presente (PV)		1.038.029	992.897	949.728	908.435	868.938
Saldo investimento	(2.114.871)	(1.076.842)	(83.945)	865.783	1.774.219	2.643.157

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Tabela 15: Demonstrativo de Payback

<i>Payback descontado</i>	Vlr
Investimento inicial	2.114.871
Receita anual prevista	2.643.782
Despesa anual prevista	1.509.736
Lucro anual previsto	1.134.047
Taxa (TMA)	9,25%
<b>Payback descontado (anos)</b>	<b>1,84</b>

**Nota.** Fonte: Dados da pesquisa (2017)

## 6 DISCUSSÕES

Quanto ao universo de clientes da empresa Dal Molin Recauchutagem de Pneus Agrícolas, os resultados obtidos apontam que, embora as hipóteses de pesquisa H1 e H2 tenham sido confirmadas, o cliente desta empresa não se preocupa com a relação existente entre os seres humanos e a natureza, tampouco acredita nas organizações que explicitam se preocuparem com um ambiente sustentável. Tendo em vista que a empresa elenca entre seus valores e visão a continuidade de suas atividades de maneira sustentável e sem impactos negativos ao meio ambiente, tais informações são relevantes, uma vez que emerge para o corpo gerencial da Dal Molin buscar formas de conscientização dos seus consumidores, sob pena de seu propósito de atuar com sustentabilidade perecer.

Como é sabido que há relação positiva entre a intenção de consumo ambiental e a consciência ambiental, buscar estratégias de se conscientizar o cliente é uma maneira de fidelização, aumento do consumo e perpetuação das atividades da empresa em estudo no mercado competitivo. Conforme afirmam Brandalise *et al* (2015) e Coutinho *et al* (2005), esta postura proposta levaria a Dal Molin pneus a ter vantagem competitiva por ser a empresa do ramo pioneira em ações desta natureza, ao se manifestar ativa no âmbito da sustentabilidade ambiental, preocupando-se não apenas com os resultados imediatos de suas ações.

Já com relação à viabilidade para implantação de uma usina de reciclagem de pneus inservíveis e aparas de borracha, identificou-se que a atividade de reciclagem é viável e lucrativa, porém requer que a capacidade de processamento da usina esteja operando sempre de maneira otimizada.

Os resultados encontrados no estudo de viabilidade convergem com resultados obtidos pelo estudo de Silva & Damo (2016), que utilizou a análise de cenários como método e identificou que, mesmo o cenário pessimista, pôde-se constatar que seria viável a implantação de uma usina de reciclagem de pneus no município de Marau/MS. Desta forma, além de prover uma destinação adequada para os resíduos, a usina traz retornos financeiros ao investidor dentro de um curto período de tempo.

Dentre as principais contribuições do estudo destaca-se a análise da relação entre a consciência ambiental e a intenção de consumo ambiental, que se mostrou positiva para os clientes da organização objeto do estudo, bem como a alternativa de reciclagem por coprocessamento que, se empreendida, trará efeitos positivos para a imagem da empresa, além de se tornar uma fonte de receitas para diversificação e sustentabilidade no âmbito econômico, social e ambiental, conforme o *triple bottom line* proposto por Elkington (1997). Para Kraemer (2005), a geração de valor com base na proposta de Elkington (1997) deve ser contemplada nas estratégias adotadas pelas empresas que pretendem perenizar seus negócios e se manterem ativas em um mercado cada vez mais dinâmico.

É relevante ressaltar que são raros os estudos que avaliam a viabilidade econômica da implementação de novas alternativas relacionadas à destinação correta dos pneus e resíduos, considerando que grande parte das pesquisas tratam apenas da viabilidade técnica. Tal avaliação é de fundamental importância para garantir que toda a demanda de processamento de um número crescente de pneus seja atendida de forma eficaz, evitando prejuízos ao meio ambiente, e à sociedade, no sentido de minimizar os riscos de proliferação de determinadas doenças ocasionadas com a degradação do meio ambiente

Sob a perspectiva social, a implantação de usinas de reciclagem de pneus pode se tornar uma fonte de renda para diversas famílias, considerando que há a necessidade de operadores para as máquinas e estas, por sua vez, devem estar em operação diariamente em vários turnos.

## 7 CONCLUSÕES

A revisão de literatura possibilitou concluir que a discussão sobre a questão dos pneus inservíveis tem sido amplamente discutida no cenário mundial. No Brasil, grande parte das ações realizadas tem como protagonista a ANIP, a qual, por meio da Reciclanip, tem buscado não apenas a destinação correta, mas também o combate à importação ilegal de pneus para o país.

No que se refere à intenção de consumo ambiental dos clientes, foi possível confirmar as hipóteses de pesquisa testadas. Desta forma, concluiu-se que o nível de consciência ambiental dos clientes tem influência positiva sobre a intenção de consumo ambiental. Quando moderada pelo efeito da variável confiança, a relação entre a consciência e a intenção de consumo permaneceu, demonstrando a influência positiva da confiança dos clientes nas empresas que se afirmam ambientalmente corretas.

Já os clientes da empresa objeto de estudo não apresentam nem consciência ambiental nem preocupação com a sustentabilidade ambiental significativas, revelando que emerge a necessidade da empresa em se preocupar com a busca por estratégias de conscientização ambiental dos seus consumidores, visando sua perpetuação das suas atividades de maneira sustentável no mercado competitivo, além de garantir vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.

Sob a perspectiva da viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem, o estudo evidenciou que a atividade de reciclagem é viável e lucrativa, porém requer que a capacidade de processamento da usina seja explorada de maneira otimizada. Desta forma, além de prover uma destinação adequada para os resíduos a usina traz retornos financeiros ao investidor dentro de um curto período de tempo, podendo, inclusive, servirem de recursos para as campanhas de conscientização ambiental dos seus consumidores.

Como limitações, o estudo não avaliou o potencial total de absorção dos produtos no mercado local, de tal forma que uma pesquisa de mercado é requerida caso haja o interesse de realizar o empreendimento aqui proposto, com o objetivo de mensurar a capacidade de absorção dos produtos fabricados e/ou verificar a possibilidade de empreender mais etapas ao coprocessamento para gerar produtos de maior valor agregado. Além disso, a amostra utilizada para o estudo é referente aos clientes de uma única empresa. Desta forma, sugere-se em pesquisas futuras a utilização de amostras provenientes de um maior número de empresas, além da realização de comparativos a fim de avaliar se os resultados obtidos por este estudo se confirmam em outras regiões do Brasil.

## REFERÊNCIAS

- [1] Abreu, J. C. A. de, Armond-de-Melo, D. R., & Leopoldino, C. B. (2011). Entre fluxos e contra-fluxos: um estudo de caso sobre logística e sua aplicação na responsabilidade socioambiental. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, 10(1), 84–97. <https://doi.org/10.5329/RECADM.20111001006>
- [2] Alves, V. da S., & Vasconcelos, G. (2016). Impacto Ambiental provocado pela destinação incorreta de Pneus. *Revista Eniac*, 162–175.
- [3] ANIP. (2017). Institucional. Retrieved June 25, 2017, from <http://www.anip.com.br/index.php?cont=institucional>
- [4] Bauer, J. M., Cásseres, M., Saueressig, G., & Luchese, J. (2015b). DESTINAÇÃO DE PNEUS USADOS SERVÍVEIS E INSERVÍVEIS: DOIS ESTUDOS DE CASO Allocation of Post-Consumer Useless and Usable Tires: Two Case Study 1 Introdução, 1292–1302.
- [5] Brandalise, L. T., & Bertolini, G. R. F. Matriz de Classificação de Produtos Ecologicamente Corretos com Base na Análise do Ciclo de Vida do Produto. *Revista Competitividade e Sustentabilidade*, 1(2015), 01-16.

- [6] Brandalise, L.T *et al.* Educação e gestão ambiental: sustentabilidade em ambientes competitivos. EBook Kindle, (2015),
- [7] Bertolini, G. R. F. (2009). *Modelo para Identificação do Volume de Investimento na Fabricação de Produtos Ecologicamente Corretos*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
- [8] Bray, J., Johns, N., & Kilburn, D. (2011). An exploratory study into the factors impeding ethical consumption. *Journal of Business Ethics*, 98(4), 597–608.
- [9] CARVALHO, S., & CAMPOS, W. (2010). Matemática Financeira Simplificada Para Concursos.
- [10] Cintra, C., Paiva, A., & Baldo, J. (2014). Argamassas de revestimento para alvenaria contendo vermiculita expandida e agregados de borracha reciclada de pneus - Propriedades relevantes ( Masonry mortars containing expanded vermiculite and rubber aggregates. *Cerâmica*, 60, 69–76. <https://doi.org/10.1590/S0366-69132014000100010>
- [11] Cooper, R. (2002). *The design experience: The role of design and designers in the 21 century*. Cornwall: Ashgate Publishing.
- [12] Coutinho, A. *et al.* A estratégia do oceano azul: como criar novos mercados e tornar a concorrência irrelevante. Revista técnica SYMNETICS (2005), São Paulo.
- [13] Doney, P. M., & Cannon, J. P. (1997). An examination of the nature of trust in buyer-seller relationships. *Journal of Marketing*, 61(2), 35-51.
- [14] Fioriti, C. F., Ino, A., & Akasaki, J. L. (2010). Análise experimental de blocos intertravados de concreto com adição de resíduos do processo de recauchutagem de pneus. *Acta Scientiarum - Technology*, 32(3), 237–244. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v32i3.6013>
- [15] Floriani, M. A., Furlanetto, V. C., & Sehnem, S. (2016a). Descarte sustentável de pneus inservíveis, 37–51.
- [16] Floriani, M. A., Furlanetto, V. C., & Sehnem, S. (2016b). Descarte sustentável de pneus inservíveis. *Navus: Revista de Gestão E Tecnologia*, 6, 37–51.
- [17] Frederico, E., Quevedo-Silva, F., & De Lamônica Freire, O. B. (2013). Conquistando a confiança do consumidor: minimizando o gap entre consciência ambiental e consumo ambiental. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 2(2).
- [18] Freitas, S. S., & Nóbrega, C. C. (2014). Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira. *Engenharia Sanitaria E Ambiental*, 19(3), 293–300. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019000000769>
- [19] Gardin, josy A. C., Figueiró, P. S., & Nascimento, L. F. (2010). Logística Reversa De Pneus Inservíveis: Discussões Sobre Três Alternativas De Reciclagem Para Este Passivo Ambiental. *Revista Gestão E Planejamento*, 11(2), 232–249.
- [20] Ganesan, S. (1994). Determinants of long term orientation in buyer seller relationships. *Journal of Marketing*, 58(2), 1-19.
- [21] Gitman, L. J. (2010). *Princípios de administração financeira*. Pearson.
- [22] Grohmann, M. Z., Battistella, L. F., Velter, A. N., & Casasola, F. (2012). Comportamento Ecologicamente Consciente Do Consumidor: Adaptação Da Escala Ecbb Para O Contexto Brasileiro. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 6(1).
- [23] Gujel, Â. a., Brandalise, R. N., Giovanela, M., Crespo, J. S., & Nunes, R. C. R. (2008). Incorporação de pó de pneu em uma formulação para banda de rodagem de pneu de motocicleta. *Polímeros*, 18(4), 320–325. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282008000400011>
- [24] Guo, S., Dai, Q., Si, R., Sun, X., & Lu, C. (2017). Evaluation of properties and performance of rubber-modified concrete for recycling of waste scrap tire. *Journal of Cleaner Production*, 148(February), 681–689. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.046>
- [25] Heap, B., & Kent, J. (2000). *Towards sustainable consumption: an European perspective*. London: The Royal Society.
- [26] Indústria, C. N. da. (2014). Proposta de implementação dos instrumentos econômicos previstos na lei nº 12.305/2010 por meio de estímulos à cadeia de reciclagem e apoio aos setores produtivos obrigados à logística reversa., (141), 1–432.
- [27] Jesus, F. S. M., & Barbieri, J. C. (2013). Atuação De Cooperativas De Catadores De Materiais Recicláveis Na Logística Reversa Empresarial Por Meio De Comercialização Direta. *Revista de gestão Social e Ambiental*, 7(3), 20.

- [28] Kashani, A., Ngo, T. D., Mendis, P., Black, J. R., & Hajimohammadi, A. (2017). A sustainable application of recycled tyre crumbs as insulator in lightweight cellular concrete. *Journal of Cleaner Production*, 149(April), 925–935. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.154>
- [29] Kraemer, M. E. P. (2005). Responsabilidade Ambiental Corporativa: Uma Contribuição das Empresas Para o Desenvolvimento Sustentável. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, 4(1).
- [30] Lagarinhos, C. a. F., & Tenório, J. a. S. (2012). Logística reversa dos pneus usados no Brasil. *Polímeros*, 23(ahead), 49–58. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282012005000059>
- [31] Meddah, A., Beddar, M., & Bali, A. (2014). Use of shredded rubber tire aggregates for roller compacted concrete pavement. *Journal of Cleaner Production*, 72(June), 187–192. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.052>
- [32] Moreira, R. N., Jesus, M. De, Filho, A., & Barreto, S. (2015). Guilherme Malta Vasconcelos, 162–175.
- [33] Moorman, C., Deshpande, R., & Zaltman, G. (1993). Factors affecting trust in market research relationships. *Journal of Marketing*, 57(1), 81–101
- [34] Morgan, R. M., & Hunt, S. D. (1994). The commitment-trust theory of relationship marketing. *Journal of Marketing*, 58(3), 20–38.
- [35] Oliveira Marinho, M. M., Agra Filho, S. S., Orrico, S. R. M., & Santos, F. C. (2013). Avaliação De Impacto Ambiental Como Instrumento De Estímulo À Produção Limpa: Desafios E Oportunidades No Estado Da Bahia. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 6(3), 129–141.
- [36] Onuaguluchi, O., & Panesar, D. K. (2014). Hardened properties of concrete mixtures containing pre-coated crumb rubber and silica fume. *Journal of Cleaner Production*, 82(January), 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.068>
- [37] Ramirez, G. G. D., Casagrande, M. D. T., Folle, D., Pereira, A., & Paulon, V. A. (2015). Behavior of granular rubber waste tire reinforced soil for application in geosynthetic reinforced soil wall. *Ibracon Structures and Materials Journal*, 8(4), 567–576.
- [38] Rodrigues, C. M., & Henkes, J. A. (2015). Reciclagem De Pneus: Atitude Ambiental Aliada À Estratégia Econômica. *Revista Gestão Sustentabilidade Ambiental*, 4(1), 448–473.
- [39] Sadek, D. M., & El-Attar, M. M. (2015). Structural behavior of rubberized masonry walls. *Journal of Cleaner Production*, 89(July), 174–186. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.098>
- [40] Sellitto, M. A., Kadel Jr., N., Borchardt, M., Pereira, G. M., & Domingues, J. (2013). Coprocessamento de cascas de arroz e pneus inservíveis e logística reversa na fabricação de cimento. *Ambiente & Sociedade*, 16(1), 141–162. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2013000100009>
- [41] Shibaou, F. Y. (2013). Pavimentação de rodovias com a utilização de resíduos de pneus inservíveis Paving roads using waste scrap tires. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15603/2177-7284/regs.v3n0p489-508>
- [42] Silva Savio, A. M. (2011). O caso dos pneus perante a OMC e o Mercosul 10.5102/uri.v9i1.1361. *Universitas: Relações Internacionais*, 9. <https://doi.org/10.5102/uri.v9i1.1361>
- [43] Silva, J. P., & Damo, J. (2016). Plano De Negócios Para Implantação De Uma Usina Recicladora De Pneus. *Innovare*, 1(1).
- [44] Su, H., Yang, J., Ling, T. C., Ghataora, G. S., & Dirar, S. (2015). Properties of concrete prepared with waste tyre rubber particles of uniform and varying sizes. *Journal of Cleaner Production*, 91, 288–296. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.022>
- [45] Thomas, B. S., & Chandra Gupta, R. (2016). Properties of high strength concrete containing scrap tire rubber. *Journal of Cleaner Production*, 113(February), 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.019>
- [46] Thomas, B. S., Gupta, R. C., & Panicker, V. J. (2016). Recycling of waste tire rubber as aggregate in concrete: Durability-related performance. *Journal of Cleaner Production*, 112(February), 504–513. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.046>
- [47] Torretta, V., Rada, E. C., Ragazzi, M., Trulli, E., Istrate, I. A., & Cioca, L. I. (2015). Treatment and disposal of tyres: Two EU approaches. A review. *Waste Management*, 45(May). <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.04.018>
- [48] Uruburu, Á., Ponce-Cueto, E., Cobo-Benita, J. R., & Ordieres-Meré, J. (2013). The new challenges of end of life tyres management systems A Spanish case study. *Waste Management*, 33(3), 679–688. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X12004187>
- [49] Vieira, V. A., & Faia, V. da S. (2014). Efeitos Moderadores Duplos e Triplos na Análise de Regressão. *XXXVIII Encontro Da Anpad*, 1–16. Zanetti, M. C., Fiore, S., Ruffino, B., Santagata, E., Dalmazzo, D., & Lanotte, M. (2015). Characterization of crumb rubber from end-of-life tyres for paving applications. *Waste Management*, 45(July). <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.05.003>

# Capítulo 4

## *Trabalho e sustentabilidade: Reflexões sobre uma contradição estrutural urbana.*

*Mauricio Gama Junior*

*Rodrigo Couto Alves*

*Valdiney Ferreira de Almeida*

**Resumo:** Este artigo busca revisar os conceitos de emprego, trabalho, pleno emprego, verificando como estes institutos atingem a sustentabilidade, analisar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, estabelecidos pela da ONU com relação a emprego e sustentabilidade, e verificar a situação da relação emprego e sustentabilidade no Brasil e da cidade de Manaus. A pesquisa foi realizada através de levantamento bibliográfico em artigos e livros, estudos de relatórios de agências especializadas, e discussão dos resultados. Concluiu-se que o instituto jurídico do emprego formal, que garante as partes envolvidas na relação econômica de compra e venda de mão de obra, está sendo enfraquecido e as relações de trabalho passam por um processo de precarização. A economia capitalista gera externalidades negativas, tanto ambientais, como poluição e esgotamento de recursos naturais, quanto sociais, como a pobreza e o desemprego, que a despeito da nocividade social, ainda é mantido e manejado como forma política de controle da mão de obra, mesmo em tempos pós-modernos. Desemprego e pobreza estão, pois, diretamente relacionados com a degradação ambiental nas cidades, o que ratifica o caráter majoritariamente predatório do modelo econômico em sua forma atual. Assim, os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, apesar de estarem alinhados com os direitos humanos e sociais consagrados, não inovam, pois as medidas econômicas estabelecidas são adaptações do modelo econômico vigente, não atingindo a origem do problema. O Brasil adotou um viés político conservador, economicamente desindustrializa-se e volta-se para o setor primário e minerador, e com isso vai perdendo sua boa posição em termos ambientais na comunidade internacional. A tendência é que o Brasil não atinja as metas dos ODS, devido a medidas que atacam os investimentos em saúde e educação, os direitos do trabalho, os programas sociais, desmontam sua estrutura de pesquisa científica. A cidade de Manaus, imersa neste contexto, tende a sofrer maiores pressões socioambientais, prejudicando a sustentabilidade na cidade.

**Palavras Chave:** emprego, trabalho, sustentabilidade.

## 1 INTRODUÇÃO

Após as alterações econômicas e sociais nos anos após segunda guerra mundial, a Organização das Nações Unidas (ONU) iniciou a promoção de conferências para discussão das questões econômicas e ambientais. Em setembro de 2015 a ONU divulga os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), dos quais o oitavo objetivo estabelece a busca por “Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos”. A agenda estabelece metas sociais relativas a trabalho e emprego (pleno emprego e erradicação de trabalho escravo, por exemplo), a serem atingidas por meio de medidas de “desenvolvimento” econômico e social. Embora as metas dos ODS harmonizem-se com estudos, recomendações e reivindicações da comunidade científica e entidades de base, as medidas estabelecidas para atingir as metas são em parte extrapolações dos Objetivos do Milênio, antecessores dos ODS que já vinham sendo ou negligenciados, postergados ou não concretizados. Além disso, as ações recomendadas são tentativas de ajustes ou adaptações do modo de produção econômico atual, com consumo exacerbado de recursos naturais e externalidades sociais negativas. A promoção destas metas do ODS é uma tentativa global de proporcionar uma correção e estabilização ao modelo econômico vigente, mitigando externalidades socioambientais. A degradação ambiental e o desemprego são efeitos que se correlacionam, especialmente sensíveis no ambiente urbano, onde se concentra a maior parte da população mundial, situação que se reflete também no Brasil, que vem passando por um forte processo de desindustrialização, com transferência do protagonismo econômico para o setor primário e exploração de recursos minerais, amparado por práticas políticas conservadoras, o que compromete o outrora excelente desempenho ambiental do Brasil.

O Estado do Amazonas é uma caso peculiar, pois a capital Manaus concentra a população e recursos econômicos do estado. Manaus, como metrópole regional sede de um pólo industrial, e cidade situada em meio a um dos mais conservados bolsões de biodiversidade do planeta, encontra-se no vértice de fortes pressões tanto sociais quanto ambientais.

A geração de empregos contradiz a necessidade de prover sustentabilidade ambiental, já que estudos apontam que este modo de produção é ambientalmente predatório e possivelmente insustentável nos moldes atuais, podendo vir a colocar a humanidade em uma crise ambiental irreversível. Portanto, estudar a relação entre emprego, degradação ambiental e sustentabilidade, proporciona um entendimento necessário para a proposição de soluções e o estabelecimento de políticas públicas adequadas.

Este trabalho analisa emprego e sustentabilidade nas cidades, por meio de estudos teóricos e debatendo o a interrelação entre estes temas. O objetivo do estudo é analisar a relação entre emprego e sustentabilidade, e como fenômenos como o desemprego afetam a sustentabilidade ambiental, focando no ambiente urbano, predominante. Trata-se de uma abordagem inicial para posterior e necessário aprofundamento do estudo, para também subsidiar pesquisas relacionadas a impacto das relações laborais da sustentabilidade ambiental.

## 2 METODOLOGIA

O estudo utilizou pesquisa bibliográfica em artigos científicos, literatura especializada, publicações e relatórios de organizações especializadas, além da legislação brasileira. Estas fontes forneceram a fundamentação teórica e fonte de dados. As informações coletadas foram debatidas e relacionadas à conjuntura do Brasil e da cidade de Manaus, objetivando avaliar a relação entre emprego e sustentabilidade ambiental urbano. O estudo foi separado em tópicos, cujo fechamento é a discussão que conduz ao tópico seguinte.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 TRABALHO, EMPREGO E PLENO EMPREGO.

Trabalho é a atividade onde o ser humano emprega sua força para produzir os meios para seu sustento. No capitalismo, a força de trabalho humana é vendida pelo trabalhador aos proprietários dos meios de produção, criando um excedente, a mais valia, que é apropriado pelo capitalista, mantendo o processo de acumulação de capital e exploração. Contraditório, o sistema capitalista em sua gênese proporcionou jornadas de trabalho excessivas, trabalho infantil penoso, disseminação rápida de bolsões de pobreza e aparecimento de problemas ambientais urbanos agudos, principalmente poluição causando o aparecimento de movimentos operários, do socialismo, sindicalismo, anarquismo, incluindo movimentos

agressivos de reação à incipiente automação, como o ludismo. Para estabilizar as relações trabalhistas, o instituto do "emprego" estabelece uma relação contratual e jurídica entre trabalhador e empregador.

No Brasil, a definição de "empregado" encontra-se no artigo 3º da Consolidação das Leis do Trabalho (Decreto Lei 5452), in verbis, "Considera-se empregado toda pessoa física que prestar serviços de natureza não eventual a empregador, sob a dependência deste e mediante salário". A Constituição brasileira dedica o Capítulo II ("DOS DIREITOS SOCIAIS") a direitos dos empregados (extensíveis a outras formas de exercício do trabalho), denotando que é necessária a proteção pela hipossuficiência do trabalhador.

Por outro lado "pleno emprego" é um conceito econômico, acerca de uma situação hipotética onde os indivíduos de uma população que estejam plenamente aptos ao trabalho, e que procurem por emprego, irão encontrá-lo sem dificuldades consideráveis. A Constituição Brasileira, no artigo 170 cujo caput versa sobre a ordem econômica, tratando os incisos dos princípios a serem observados por tal ordem, insere a "busca pelo pleno emprego" em seu inciso VII.

### 3.2 FORDISMO, TOYOTISMO E PÓS-MODERNIDADE

O fordismo como organização industrial surgiu em 1914, caracterizando-se pela fixação de jornada de trabalho diária e remuneração fixa, fragmentando a produção através de postos de trabalho fixos e linhas de montagem. O fordismo promoveu alterações culturais na classe trabalhadora, como tempo para comunicação de massa, e acesso ao mercado de consumo. Para sobreviver às diversas crises, como a econômica de 1929, e as guerras mundiais, foram utilizados ajustes sociais keynesianos (busca pleno emprego e o bem estar social), até o esgotamento do modelo, na crise econômica de 1973. O modelo fordista-keynesiano foi suplantado pelo toyotismo, ou modelo japonês baseado na produção "puxada" pela demanda e com estoque mínimo, dinamismo estrutural, com o operário podendo operar diversos postos de trabalho. A economia é flexível com altas taxas de inovação e surgimento de novos pólos de negócios, de serviços. Também o efeito de "compressão do espaço-tempo", causado pelo incremento excepcional da tecnologia da informação e diminuição do tempo de trânsito (transporte), que relativizou a noção de tempo e de espaço, tornando o processo de tomada de decisão facilitado e flexível, alinhando-se com a emergente cultura e estética da pós-modernidade. No final dos anos 90, com a dissolução do bloco de nações socialistas européias, aliado a outros fatores como a revolução eletrônica, e a ascensão do neoliberalismo, ocorre a globalização.

As consequências desta fase para as relações de trabalho são, entre outras, a ascensão do individualismo, o enfraquecimento dos sindicatos e organizações laborais, e o desemprego. Grandes estruturas produtivas foram transferidas dos países centrais, onde os sindicatos tinham avultado suas forças, para países "periféricos", produzindo desindustrialização, pobreza e desemprego estrutural. O desemprego causado pela globalização, segundo SINGER (2006) "é semelhante em seus efeitos ao desemprego tecnológico: ele não aumenta necessariamente o número total de pessoas sem trabalhar, mas contribui para deteriorar o mercado de trabalho para quem precisa vender sua capacidade de produzir" (p. 23). Com a fragilização das organizações de trabalhadores, o emprego, enquanto condição formal dotada de direitos e deveres, encontra-se em processo de desmontagem, com a perda progressiva da cobertura jurídica e consequente eliminação de benefícios ou garantias.

Emerge daí o termo "precarização", que engloba também as relações de emprego informais e as incompletas. Com parte dos trabalhadores precarizados em suas relações de emprego e uma massa de desempregados, aumenta-se o contingente do exército de reserva, restando agravadas as condições sociais dos trabalhadores, em especial os trabalhadores sindicalizados e politicamente organizados em partidos. Com a desregulamentação, a possibilidade de extensão da jornada acaba contribuindo não apenas para manter afastados os que já se encontram desempregados, através da supressão de vagas, mas também pelo longo período de afastamento, num fenômeno semelhante à obsolescência.

### 3.3 SUBDESENVOLVIMENTO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

A expansão do capitalismo pelos países periféricos e o caráter cada vez mais tecnológico da produção, fez com que a tecnoestrutura capitalista fosse transplantada para os países periféricos. Na América Latina (por conseguinte, no Brasil), estes países tornaram-se dependentes em termos de processos produtivos, ao mesmo tempo em que degradou seus ecossistemas e economias tradicionais, deixando seus recursos vulneráveis à apropriação pelas grandes corporações. As populações autoctones dessas regiões

desenvolveram ao longo de séculos não apenas conhecimento sobre os recursos locais, mas maneiras sustentáveis de utilização dos recursos naturais. A chegada do capitalismo nessas regiões causou a) perda de grande parte desse conhecimento, b) irracionalidade produtiva, por uso de técnicas inapropriadas, c) danos irreversíveis aos recursos naturais locais, d) degradação dos mecanismos de auto regulação do ambiente, minando a resiliência e vulnerabilizando o potencial de aproveitamento econômico, e) a apropriação e uso da terra (a porção mais produtiva), para monocultura extensiva em detrimento da agricultura de subsistência, causando um fenômeno de “cercamento” e conseqüente deslocamento de populações, o que pressionou áreas menos férteis e sobre as quais menos se conhecem técnicas sustentáveis. Para LEFF (2009):

“Tudo isto causou uma crescente incapacidade das áreas rurais para criar empregos produtivos para seus habitantes, gerando grandes correntes migratórias para as cidades, com altos índices de insalubridade e miséria. [...], o subdesenvolvimento é o resultado dos processos de degradação ambiental que sofreram os países do Terceiro Mundo devido à sua dependência tecnológica do exterior e à deformação do seu modelo de desenvolvimento, sujeito às condições históricas impostas pela expansão da racionalidade econômica em nível nacional e internacional.”  
(P. 35)

A descaracterização das economias locais, e a inoculação do modelo de produção de capitalista em terras ocupadas por populações tradicionais e povos autoctones originou um processo de fluxo migratório e inchamento das cidades, degradação urbana, já que as populações deslocadas para as cidades são alienadas do habitat onde desenvolviam suas atividades baseadas nos saberes tradicionais de subsistência, tornando-se exército de reserva nas cidades.

Devido à conseqüente pobreza e fragilidade de políticas públicas, a população sofre com severos problemas de saneamento, educação, saúde e educação, precarizando a sustentabilidade urbana e causando problemas ambientais como poluição por resíduos sólidos, poluição dos corpos d'água urbanos, lançamento de dejetos na rede de esgoto de águas pluviais, etc.

Em Manaus, o fluxo migratório oriundo de outras cidades buscando usufruir da economia local acaba fixando-se em bairros periféricos e sem planejamento e desassistidos de políticas públicas. Um efeito observável da degradação ambiental associada é a poluição dos numerosos cursos de água da cidade.

#### 4 UMA DISCUSSÃO SOBRE SUSTENTABILIDADE

A expressão “desenvolvimento sustentável”, aparece no relatório de Bruntland (1987) “Nosso Futuro Comum. Porém, A degradação ambiental crescente, associada à racionalidade econômica do capitalismo, e também o modelo outrora praticado pelos países do Leste Europeu, fez com que o termo “desenvolvimento sustentável” fosse sendo superado ou pelo menos severamente questionado. Manuel Sacristan, André Gorz, etc, e outros teóricos ecossocialistas consideram o próprio capitalismo insustentável, conforme LÖWY (2004) ensina ao referir-se ao ecossocialismo.

“[...]rompendo com a lógica produtivista do progresso – em sua forma capitalista e/ou burocrática (dita “socialista real”) – e oposta à expansão até o infinito de um modelo de produção e de consumo destruidor do meio ambiente, ela representa na esfera ecológica a tendência mais avançada e sensível aos interesses dos trabalhadores e dos povos do Sul, ou seja, a que compreendeu a impossibilidade de um “desenvolvimento sustentável” (grifei) nos quadros da economia capitalista de mercado.”  
(p. 102)

Assim, a expressão “desenvolvimento sustentável” vem paulatinamente caindo em desuso, pois traz implícita uma proposta de manutenção adaptada do modelo econômico e sua racionalidade.

A ideia de sustentabilidade, palavra que tem origem no latim *sustinere* (manter vivo, defender) mantém-se atual, embora não desprovida de debates sobre seu real sentido e alcance. BARBIERI (1997, p. 38), Explica que “O conceito tradicional de sustentabilidade tem sua origem nas ciências biológicas e aplica-se aos recursos renováveis, principalmente os que podem se exaurir pela exploração descontrolada”. O artigo 225 da Constituição Brasileira incorpora este conceito, in verbis: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se

ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

## 5 SUSTENTABILIDADE URBANA

A maior parte da população mundial vive em áreas metropolitanas. Cidades, regiões metropolitanas, megalópoles. Essa concentração é uma das consequências do modelo econômico capitalista, o que é evidenciado pelo extraordinário crescimento das cidades ser fenômeno concomitante ascensão do capitalismo. Para HARVEY (2012),

“O capitalismo fundamenta-se, como nos diz Marx, na eterna busca de mais-valia (lucro). Contudo, para produzir mais-valia, os capitalistas têm de produzir excedentes de produção. Isso significa que o capitalismo está eternamente produzindo os excedentes de produção exigidos pela urbanização. A relação inversa também se aplica. O capitalismo precisa da urbanização (grifei) para absorver o excedente de produção que nunca deixa de produzir. Dessa maneira, surge uma ligação íntima entre o desenvolvimento do capitalismo e urbanização.” (p. 30)

Portanto, a relação entre capitalismo e cidade é uma relação dialética. O capitalismo alimenta e é alimentado pela construção cultural humana chamada cidade. Tanto as oportunidades de sobrevivência do capitalismo, tais como concentração de consumidores de mercadorias, ou bolsões de pobreza acumulando contingente de exército de reserva, quanto as fontes de crises agudas do capitalismo, como bolhas de especulação imobiliárias, promiscuidade creditícia, escândalos por corrupção financeira, revoltas urbanas, etc. se dão no caldeirão de efervescência social e cultural das cidades. Obviamente, o fenômeno da globalização e disseminação generalizada e sem oposição de práticas neoliberais, facilitam também o controle político das cidades.

A apropriação e instrumentalização do “direito à cidade” contribui para tornar o ambiente urbano insustentável, pelo o aparecimento de externalidades negativas que surgem de suas práticas econômicas e sociais de controle, como o desemprego, a necessidade de manutenção de exército de reserva, que acarretam na deterioração da qualidade de vida urbana. Poluição, habitações precárias, violência são outras externalidades negativas socioambientais relacionadas ao ambiente urbano hodierno.

## 6 OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

A pressão resultante da não sustentabilidade do modelo econômico e social levou a Organização das Nações Unidas (ONU) promover conferências para discussão das questões sociais, econômicas e ambientais, dado o caráter transfronteiriço destas questões. Em setembro de 2015 a ONU edita e divulga os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, uma agenda de objetivos e ações a serem adotadas/tomadas pelos estados membros, baseadas nos Objetivos do Milênio (ODM). Dentre os ODS, o oitavo objetivo está relacionado ao emprego: “Objetivo 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos (grifei)”. O objetivo 8 desdobra-se em metas específicas: promoção de políticas que promovam a geração de empregos, até 2020 reduzir substancialmente a proporção de jovens desempregados, . atingir o “pleno emprego” sem exclusão ou desequilíbrios de renda causados por discriminação de gênero, idade, dentre outras metas. Até 2030, erradicar o trabalho escravo e forçado, erradicar formas degradantes de trabalho infantil, e até 2025 acabar com todas as formas de trabalho infantil; promover a proteção dos direitos trabalhistas e do ambiente de trabalho seguro, inclusive para imigrantes.

Para atingir esse objetivo, são estabelecidas ações de caráter econômico: buscar “crescimento econômico per capita”, inclusive de pelo menos 7% em países menos favorecidos. Até 2030 promoção do “turismo sustentável”. Aumento da produtividade econômica, por meio da tecnologia, dissociação entre crescimento econômico e degradação ambiental, por meio da melhora da “eficiência” no consumo e na produção. Facilitar o acesso aos serviços bancários, implementar um Pacto Mundial para Emprego por intermédio da OIT.

As metas estabelecidas refletem direitos humanos que vêm sendo positivados nas constituições dos países da ONU, e alinham-se com reivindicações tradicionais em desenvolvimento ao longo das conferências sobre meio ambiente e de entidades de base ligadas aos trabalhos, além de outros atores da sociedade organizada. Porém, são extrapolações dos ODM, que já vinam sendo negligenciados, postergados ou não

atingidos. Além disso, parte dos direitos humanos positivados nas constituições nacionais não são efetivados, restando apenas na como princípios ou objetivos. Essa carência de efetivação jurídica compromete a efetividade dos objetivos.

Uma possível causa dessa não efetivação pode ser as próprias ações econômicas recomendadas são, em sua grande maioria, ajustes ou repaginações do modelo econômico e de produção capitalista atual, com a manutenção maquiada das mesmas práticas e até a reprimatização da idéia de desenvolvimento sustentável, sem atacar as raízes das externalidades negativas do sistema, como o individualismo, o consumismo patológico, a cultura do descarte, e outros.

## **7 TENDÊNCIAS DE TRABALHO E EMPREGO.**

O relatório World Employment Social Outlook (ONU, 2018) divulgado pela Organização Internacional do Trabalho mostra que, apesar de a taxa de desemprego mundial tender a cair discretamente de 5,6% em 2017 para 5,5% em 2018 e tender a manter-se estável nos próximos anos.

Porém, o número absoluto de desempregados aumentará, devido ao aumento populacional, que se traduz em novas pessoas em idade laboral procurando emprego sem contrapartida igual de criação. Também há tendência de aumento de pessoas “empregadas” nas formas consideradas “vulneráveis” de emprego, do tipo autônomos e trabalhadores em colaboração familiar, com um número absoluto de 1,4 bilhões de pessoas envolvidas, principalmente nos países subdesenvolvidos e emergentes, e a tendência é de aumento de 1,7 milhões de empregos “vulneráveis” por ano.

Por sua vez, outro estudo da OIT, o “World Employment and Social Outlook 2018: Greening with jobs” projeta que o balanço entre supressão de empregos nos padrões não sustentáveis e a criação de empregos na “economia verde” trará um saldo positivo de 24 milhões de novos empregos até 2030, vinculados à “economia verde”, desde que aplicadas as políticas adequadas.

Estes estudos e projeções não trazem um cenário claro de melhorias nas condições de trabalho e emprego. Os números da economia verde são discretos diante da potencialização aguda da pobreza no mundo.

## **8 CENÁRIO NO BRASIL**

O Brasil passa por um processo de desindustrialização intensa, com decréscimo do setor industrial e recrudescimento do setor primário e de exploração mineral. Também enfrenta nos últimos anos uma severa crise política, com retorno de forças políticas de alinhamento conservador ao poder.

A aprovação e entrada em vigor de uma “reforma trabalhista” (Lei nº 13,467/2017), desestruturou ou eliminou vários institutos de proteção a direitos materiais dos trabalhadores, relativizando a jurisdição trabalhista em prol do direito comum, tolhendo o poder dos magistrados do trabalho, além da introdução de alguns novos institutos à guisa de “modernização”.

Por outro lado, Interferências com justificativa política e orçamentária, na estrutura administrativa e jurídica ambiental brasileira, reconhecida internacionalmente como avançada em termos de sustentabilidade. O desmonte de órgãos de pesquisa científica, como o INPA, FIOCRUZ que sofrem com severos cortes orçamentários, enquanto outros institutos, como o IcmBio têm sua direção executiva ocupada por agentes ligados ao agronegócio, um setor da economia brasileira denunciado por práticas que desprezam e ultrajam as propostas de sustentabilidade.

Neste cenário, não há como inferir que a sociedade brasileira esteja em rota de aderência com práticas sustentáveis, com relação à valorização do trabalho e sustentabilidade econômica e ambiental. Estudos realizados por organizações não governamentais denunciam que o Brasil não atingirá as metas dos ODS.

O Relatório Luz 2018, editado e divulgado pelo Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030, com participação do IBASE (Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas), destaca a tendência de não cumprimento das metas e entre os pontos de fragilização dos ODS o ataque aos direitos laborais promovida pela reforma trabalhista, a aprovação de Emenda Constitucional 95/2016, que congela investimentos em educação e saúde por 20 anos; a desestruturação dos programas de erradicação da pobreza, dentre outros.

## **9 REFLEXÕES SOBRE A CIDADE DE MANAUS.**

A cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas e maior metrópole do Norte do Brasil, tem uma trajetória de crescimento bastante peculiar, posto que o crescimento da cidade acompanha ciclos econômicos, alternando períodos de estagnação e surtos de rápido crescimento. Os dois ciclos econômicos mais marcantes são o ciclo da borracha, e o ciclo iniciado com a criação da Zona Franca de Manaus, atualmente caracterizado como Pólo Industrial de Manaus, que se estende até a presente data. Em época anterior ao ciclo da borracha, com economia ainda discreta e pré-capitalista, parece ter havido uma preocupação com o ambiente e a sociedade. Em 1859 a Lei N<sup>o</sup> 102 de caráter ambiental, visava preservar a fauna da pesca e coleta predatória para evitar a falta dos recursos, e mesmo para coibir maus tratos aos animais. Em 1868, o Código de Posturas proibia o corte de vegetação ciliar, comercialização de águas dos igarapés represados e remoção de material de barrancos. Há registros em relatórios de preocupações com o desenho de quadras e ruas devido a fatores climáticos, além de pareceres contra a manutenção do instituto da escravidão (Sá, 2012).

Com a eclosão do ciclo da borracha (1879 a 1912), Manaus experimenta problemas socioambientais por conta do fluxo migratório oriundo principalmente do Nordeste, epidemias urbanas, saneamento e poluição de igarapés, além de ocupação das terras outrora cobertas pela vegetação. Após o declínio do comércio da borracha, a cidade caiu em um hiato de estagnação que só veio a ser interrompido com um segundo ciclo da borracha (1942 a 1945), proporcionado por “esforço de guerra” durante a segunda guerra mundial. Ocorreu novo fluxo migratório, com a mobilização dos “soldados da borracha”. Porém, menos pujante e duradouro, trouxe menos reflexos positivos e deixou como marca a “Cidade Flutuante”, um bairro inteiro formado por estruturas flutuantes sobre o Rio Negro, sede de diversos problemas socioambientais.

Com a implantação da Zona Franca, Manaus transforma-se numa metrópole regional, superando Belém no protagonismo da região norte, e tornando-se região metropolitana em 2007. O início deste novo período de crescimento coincide com o início do capitalismo baseado no toyotismo, com advento de novas características do capitalismo no final do século XX e início do XXI. Consequentemente, a cidade sofre dos males ambientais urbanos característicos dessa época. Um intenso fluxo migratório de municípios do Amazonas e do estado do Pará aumentou a população sem que a cidade tenha se preparado adequadamente, resultando em ocupação descontrolada e bairros oriundos de invasões, sem estrutura adequada de fornecimento de água potável, saneamento básico, energia elétrica, educação, saúde, transportes, etc. O entorno de Manaus, riquíssimo em nascentes e igarapés, sofre com a utilização desses corpos d'água como esgoto e até descarte de resíduos sólidos. Conforme estudo de Nogueira et al (2007).

A expansão da área urbana de Manaus é ocasionada pelo grande crescimento demográfico que a cidade vem enfrentando nas duas últimas décadas. Assim como ocorre nas grandes capitais brasileiras, a ausência de planejamento urbano sistemático e a falta de controle relacionado ao crescimento da cidade ocasionaram sérios problemas ambientais. A grande concentração populacional nas zonas Leste e Norte, por exemplo, são atualmente, responsáveis pelo agravamento de problemas relacionados à ocupação desordenada do solo, destruições da cobertura vegetal, poluição dos corpos d'água e deficiência do saneamento básico.

Com relação à economia movimentada pelo modelo industrial, os empregos industriais apresentam aumento de forma linear, ainda que com oscilações temporais. A rotação de mão de obra é alta, e o critério de admissão relatado em pesquisas é o subjetivo, baseado na indicação ao invés de critérios técnicos, e os níveis de remuneração, comparativamente baixos. (BAÇAL, 2010).

## 10 CONCLUSÕES

A análise de vários estudos aqui apresentados revisou conceitos e procurou responder questões acerca da relação entre emprego e sustentabilidade ambiental. A revisão teórica permitiu relacionar externalidades do modo de produção capitalista sobre o emprego e a sustentabilidade ambiental. Foi estudado como o desenvolvimento deste modo de produção nas sociedades dos países em desenvolvimento, influencia o estado atual das cidades. Diante destas relações, foi possível vislumbrar a correlação entre emprego, trabalho e sustentabilidade.

Apesar do estabelecimento dos ODS, ainda não há indícios de que o cenário desfavorável à sustentabilidade irá mudar, em termos mundiais, devido à debilidade das medidas estabelecidas, e a

tendência é de cumprimento parcial dos objetivos. Os eventuais empregos gerados apontam para a continuidade do mesmo tipo de racionalidade econômica.

O Brasil não deve atingir as metas, devido à desestabilização das estruturas de proteção sociais, ambientais, científicas e trabalhistas, não proporcionando um cenário favorável à racionalidade ambiental sustentável na economia. Manaus enfrenta os problemas socioambientais de uma metrópole mundial de terceiro mundo, porém sua localização no coração da Amazônia torna a situação mais sensível.

À medida que a pesquisa foi estreitando o foco, desde a conjuntura global, até atingir a base territorial da municipalidade, em Manaus, a quantidade e disponibilidade de literatura e bases públicas de dados que permitam relacionar trabalho e sustentabilidade ambiental tornaram-se escassas, e trabalhos de referência relacionando diretamente as duas variáveis não foram encontradas, o que sugere que trata-se de um campo de pesquisa a ser explorado.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANTUNES, R. ADEUS AO TRABALHO? Ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do Trabalho. São Paulo: Ed. Cortez, 2010.
- [2] BAÇAL, Selma (org.). A MOBILIDADE DOS DESEMPREGADOS EM MANAUS. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 2010.
- [3] BARBIERI, J. DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE: as estratégias de mudanças na agenda 21. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.
- [4] BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.
- [5] [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del5452.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del5452.htm). Acesso em: 25 mai.2018, 18:20
- [6] BRAVERMAN, H. TRABALHO E CAPITAL MONOPOLISTA – Degradação do trabalho no Século XX. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1981.
- [7] BRUNDTLAND, G. H. Nosso futuro comum. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 2001
- [8] GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- [9] Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para Agenda 2030. Relatório Luz da Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável. [https://brasilnaagenda2030.files.wordpress.com/2018/07/relatorio-sicc81ntese\\_final\\_download.pdf](https://brasilnaagenda2030.files.wordpress.com/2018/07/relatorio-sicc81ntese_final_download.pdf), acessado em 14/07/2018, às 12:17.
- [10] HARVEY, David. Cidades Rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana. Tradução Jeferson Camargo. São Paulo: Martins Fontes-Selo Martins, 2014.
- [11] HARVEY, David. CONDIÇÃO PÓS-MODERNA – Uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. São Paulo: Editora Contraponto, 1992.
- [12] ILO. World Employment and Social Outlook 2018: Greening with jobs. International Labour Office – Geneva: ILO, 2018.
- [13] ILO. World Employment and Social Outlook: Trends 2018. International Labour Office – Geneva: ILO, 2018. Disponível em: <[http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms\\_615594.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_615594.pdf)>. Acesso em: 21 mai.2018. 23h16min
- [14] LEFF, Enrique. ECOLOGIA, CAPITAL E CULTURA, A territorialização da racionalidade ambiental. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- [15] LÖWY, Michael (organizadores: Sader, Emir. Gentili, Pablo; 4ª Edição). Pós-Neoliberalismo II: que Estado para que democracia?. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.
- [16] NOGUEIRA, Ana, SANSON Fábio, PESSOA, Karen. A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE. Florianópolis: Pág. 5427 a 5434, 2007.
- [17] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. 17 objetivos para transformar nosso mundo. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 25 mai.2018, 21:14
- [18] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Objetivo 8: promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods8/>>. Acesso em: 25 mai.2018, 21:37

- [19] SINGER, Paul. Globalização e desemprego: diagnósticos e alternativas. São Paulo: Contexto, 2006.
- [20] Tribunal Regional do Trabalho da 3ª Região. Revista do Tribunal Regional do Trabalho da 3ª Região, ed. especial. Belo Horizonte, 2017.

# Capítulo 5

## *Tratamento de resíduos da construção civil: Parcerias e políticas públicas visando a sustentabilidade*

*Jefferson Luiz Alves Marinho*

**Resumo:** O crescimento da população, os avanços da indústria e da urbanização contribuíram para o aumento da geração de resíduos que são lançados no meio ambiente. A indústria da construção civil apresenta particularidades, e, dentre suas principais características estão o elevado desperdício e o grande impacto ambiental provocado pelo volume de resíduos gerados e pela grande quantidade de matéria-prima consumida, sendo motivo de diversas discussões quanto à necessidade de se buscar o desenvolvimento sustentável. Este trabalho defende que somente através da implementação de políticas públicas eficientes e das Parcerias Público-Privadas é que os impactos ao meio ambiente serão mitigados assegurando o desenvolvimento sustentável e melhorando a qualidade de vida da população.

**Palavras-Chave:** Parcerias Público-Privadas. Políticas Públicas. Resíduos de Construção. Sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Vivenciou-se nos últimos anos o crescimento acelerado das cidades brasileiras de médio e grande porte em face do crescimento do mercado imobiliário em todo o país, consequência do aumento da renda das classes mais pobres, da oferta de crédito com prazo e taxa de juros acessíveis, do alto déficit habitacional e da implementação de obras de infraestrutura por parte dos programas do Governo Federal, além da segurança jurídica proporcionada pelo instituto da alienação fiduciária.

Por outro lado, tal crescimento tem provocado inúmeros problemas ambientais, sobretudo no que se refere à destinação do grande volume dos resíduos gerados através das atividades do setor da construção civil, desafiando os gestores públicos no sentido de buscarem soluções para estes problemas através da implementação de políticas públicas eficientes que busquem através da inclusão social a gestão eficiente dos Resíduos da Construção Civil - RCC na busca incessante de minimizar os danos ao meio ambiente.

A indústria da construção civil apresenta particularidades, e, dentre suas principais características estão o elevado desperdício e o grande impacto ambiental gerado em termos de volume de resíduos gerados e matéria-prima consumida. A maioria dos profissionais da construção civil ignora a quantidade de resíduos sólidos gerados a partir da demolição e construção de obras civis e, quando conscientes da poluição ambiental, não estão orientados de como fazer uma destinação seletiva dos resíduos, através de uma deposição correta e de uma triagem, separando os resíduos passíveis de reciclagem e/ou reutilização. A prática da reciclagem dos resíduos oriundos da construção civil é muito importante para a sustentabilidade da nossa sociedade, porque ela está diretamente relacionada com atenuação do impacto ambiental gerado pelo setor e redução de custos de gerenciamento do resíduo. Estima-se que o setor é responsável por consumir cerca de 20% a 50% do total de recursos naturais utilizados pela sociedade (FREITAS, 2009).

Para Tavares (2007), a construção civil é uma das principais fontes de degradação ambiental por ser a maior fonte geradora de resíduos da sociedade, além de apresentar deposição não adequada destes resíduos nas diferentes etapas do seu processo produtivo. Todo este problema é fortemente agravado pelo setor da construção civil, pois os resíduos gerados pela atividade estão presentes dentro dos limites urbanos, e representam em torno de 41% a 70% da massa total dos resíduos sólidos urbanos (PINTO, 2005).

O ônus desta irracionalidade é distribuído por toda a sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções como também pelos custos de remoção e tratamento do entulho. Na maioria das vezes, esse resíduo é retirado da obra e disposto clandestinamente em locais como terrenos baldios, margens de rios e de ruas das periferias, gerando uma série de problemas ambientais e sociais, como a contaminação do solo por gesso, tintas e solvente; a proliferação de insetos e outros vetores contribuindo para o agravamento de problemas de saúde pública (MENDES et al, 2004).

A falta de uma política adequada para a destinação do grande volume dos resíduos sólidos gerados através das atividades do setor da construção civil, que no Brasil é estimado em 68,5 milhões de tonelada por ano (Ângulo, 2005 apud Freitas, 2009), tem desafiado os gestores públicos no sentido de encontrarem soluções para estes problemas, sempre na busca de minimizar os danos ao meio ambiente.

## 2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

O conceito de sustentabilidade implica polêmica, porque envolve questão de proteção do meio ambiente e também outros interesses estratégicos, dentre os quais o tipo de desenvolvimento possível para as diferentes sociedades, a competição por bens e tecnologias entre nações, a atividade econômica, a própria concepção individualista do direito de propriedade. Essas divergências relacionam-se à definição do que seja sustentabilidade, seus parâmetros objetivos, mas converge o entendimento de que o princípio da sustentabilidade deve ser assegurado em todas as sociedades.

Para se alcançar o desenvolvimento sustentável se faz necessário mudanças na maneira de como exploramos os recursos naturais, bem como a utilização de inovações tecnológicas para o melhor aproveitamento dos resíduos gerados atendendo de maneira satisfatória às aspirações e demandas da população no presente e no futuro.

Uma gestão do desenvolvimento sustentável exige, portanto, além da propagação de uma consciência ética ambiental voltada a valoração da conduta humana em relação ao meio ambiente, conhecimentos interdisciplinares, planejamento e novas posturas resultantes em ações fáticas do Estado e da sociedade

civil e, sobretudo, que esse novo paradigma, seja caracterizado por valores solidários, fazendo crescer em importância a cidadania, a cooperação, a parceria e a inclusão social, política e econômica.

Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável oferece novos princípios de democratização da sociedade que induzem a participação direta das comunidades na apropriação e transformação de seus recursos ambientais, convertendo-se num projeto destinado a erradicar a pobreza, satisfazer as necessidades básicas e melhorar a qualidade de vida população, para se atingir a propalada justiça social

A Constituição Federal no art. 23, inciso vi, determina que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas e para assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado cabe ao Estado implementar as políticas públicas para atender os objetivos estabelecidos pela Constituição Federal na busca do desenvolvimento social, econômico, político e ambiental. Por isso mesmo, é possível afirmar que as questões ambientais estão interligadas com as questões econômicas e sociais, e que a efetividade da proteção ambiental depende do tratamento globalizado e conjunto de todas elas, pelo Estado e pela sociedade.

O art. 225<sup>1</sup> da Constituição Federal de 1988 defende que todos os brasileiros ou estrangeiros têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Diante desta previsão legal do nosso ordenamento jurídico, a preocupação com o tratamento dos resíduos da construção civil vem se consolidando como uma prática importante dentro da concepção de desenvolvimento sustentável, uma vez que a grande quantidade de resíduos gerados nas atividades da construção civil (construções, reformas, ampliações e demolições) e sua conseqüente destinação final, quando não realizadas em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Resolução n.º 307, de 05 de Julho de 2002, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2002) podem resultar em impactos ambientais graves podendo se manifestar entre outros aspectos através dos alagamentos, deslizamentos de encostas, degradação de áreas de preservação permanente, assoreamento de córregos e rios, obstrução de vias e logradouros públicos, proliferação de vetores de doenças, queimadas entre outros, que tantos malefícios causam à população e ao meio ambiente.

Por outro lado, com a autonomia atribuída pela Constituição Federal aos municípios no sentido de elaborarem suas próprias leis orgânicas, verificou-se um estímulo para a formulação de políticas públicas de inclusão social visando a prática de uma gestão ambiental mais efetiva e participativa, capaz de reverter o atual quadro caótico presente na maioria das grandes cidades brasileiras, mediante um novo modelo de crescimento sustentável.

Os impactos ambientais, sociais e econômicos causados pelos resíduos da construção civil, demonstram, de forma clara, a necessidade da existência de políticas públicas que possam incentivar a redução da geração de resíduos, avaliar os impactos gerados e fornecer subsídios ao setor da construção civil, para que esse possa realizar um gerenciamento eficiente voltado para a uma postura ambientalmente correta (SANTOS, 2007).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA através da Resolução Nº 307 de 05/07/02-DOU de 17/07/02, estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, tendo para esse fim definido as especificações de resíduos da construção civil. Esta Resolução, em seu art. 2º, inciso I, define os resíduos da construção civil como sendo:

“os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos, calça ou metralha”

Outro aspecto importante a considerar é a Resolução nº 448 de 18 de janeiro de 2012 do CONAMA ao considerar a necessidade de adequação da Resolução 307/2002 aos mecanismos da Lei 12.305/2010, que

<sup>1</sup> Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

ordena a Política Nacional de Resíduos Sólidos, alterando diversos artigos da Resolução anterior (artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º) e possibilitando o gerenciamento com responsabilidade destes resíduos, sejam de origem em obras públicas ou em atividades privadas, originadas em pequenos ou grandes geradores. Referida Resolução determina que os municípios e o Distrito Federal elaborem os Planos de Gestão de Resíduos de Construção Civil até janeiro de 2013, e o coloquem em prática até seis meses depois. Referidos Planos devem ser elaborados em consonância com os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Diversos municípios ainda estão em fase da elaboração dos respectivos Planos. Os geradores de resíduos de construção devem ter como objetivos em seus planos de gerenciamento a) não geração; b) redução; c) reutilização; d) reciclagem; e) tratamento adequado; f) disposição final adequada. Os RCC não podem ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, encostas, corpos de água, terrenos e lotes vagos, áreas protegidas ou de descarte ilegais. Todas estas alternativas tem relação direta ou indireta com projetos e ações de desenvolvimento de construções civis sustentáveis. (RIBEIRO e CASTRO, 2014).

Com vistas a se alcançar a sustentabilidade na construção civil deve-se ter em conta, legislações, projetos e ações que dispõem sobre materiais e tecnologias sustentáveis visando a redução de impactos ambientais e economizem recursos naturais, tais como: sistema de captação, armazenamento de água das chuvas e sua filtragem; utilização de madeira de reflorestamento; uso de equipamentos sanitários de baixo consumo; captação de luz solar para aquecimento de água e como fonte de energia; entre outros, desde que comprovada sua utilização nas construções e uso de edificações urbanas. Para tanto há necessidade que tais alternativas, entre outras, em forma de incentivos, estejam previstas em leis específicas e estejam em sintonia com o Plano Diretor do Município. Com isso, a Administração Pública competente poderá conceder incentivos diretos ou indiretos à construção civil que utiliza práticas ecologicamente sustentáveis nas fases de planejamento, execução das obras e uso das edificações e ao mesmo tempo poderá estimular a sociedade para construir uma nova concepção de moradia.

Fazendo um balanço das ações relacionadas ao ambiente e ao desenvolvimento sustentável desde a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano no ano de 1972 em Estocolmo, passando pela Rio-92, até a recente Conferência da Rio+10 em Johannesburgo, identifica-se um diagnóstico pouco favorável com tímidos avanços no sentido da preservação e agressivos avanços no sentido oposto. Tal cenário é fruto de uma declarada negligência ao cumprimento das metas estabelecidas pela Agenda 21 e, principalmente, pela resistência por parte dos países mais ricos – notadamente os EUA – em acatar e assinar acordos alegando prejuízos para suas respectivas economias nacionais. Assim, enquanto debates e mais debates se estendem de uma Conferência para outra, a pobreza, a desigualdade, o desperdício e devastação dos recursos naturais continuam (RATTNER, 2002).

No Brasil, a legislação sobre os resíduos de construção ainda é pouco expressiva se comparada com as existentes em outros países. No entanto, a Resolução N° 307/2002 com as alterações realizadas pela Resolução N° 448/2012, ambas do CONAMA, representa um marco neste sentido, pois regulamenta e vislumbra definições nos aspectos que tangem os resíduos de construção, atribui responsabilidades aos geradores, transportadores e gestores públicos, e estabelece critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, assim como ações necessárias à minimização dos impactos ambientais. Essa resolução representa um instrumento legal importante para a promoção da reciclagem, pois, antes de sua publicação, não existia nenhum instrumento que regulamentasse a disposição dos resíduos de construção em âmbito nacional.

A deposição irregular dos resíduos de construção demonstra falta de compromisso com a qualidade ambiental comprometendo a sustentabilidade de forma extremamente negativa. Alguns dos impactos visíveis revelam um extenso comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local, onde se verifica a disposição inadequada dos resíduos em terrenos com vegetação e com criação de animais propiciando perigo a vida dos mesmos através da ingestão destes resíduos. Outro problema que se verifica nas grandes cidades é a deposição de resíduos nos passeios e logradouros públicos obstruindo as vias de tráfego de pedestres e de veículos criando um ambiente propício para a proliferação de vetores prejudiciais às condições de saneamento e à saúde humana.

### 3. POLÍTICAS PÚBLICAS

Os estudos sobre política pública são ainda muito recentes no Brasil sendo que permeiam ainda muitas divergências conceituais. Segundo Secchi (2010) qualquer definição de política pública é arbitrária, pois não há consenso na literatura especializada sobre questionamentos básicos.

Dito de outra maneira, as Políticas Públicas são a totalidade de ações, metas e planos que os governos (nacionais, estaduais ou municipais) traçam para alcançar o bem-estar da sociedade e o interesse público. É certo que as prioridades dos dirigentes públicos são aquelas que eles entendem serem as demandas ou expectativas da sociedade. Ou seja, o bem-estar da sociedade é sempre definido pelo governo e não pela sociedade. Isto ocorre porque a sociedade não consegue se expressar de forma integral. Ela requer demandas de seus representantes e estes mobilizam os membros do Poder Executivo para que atendam as demandas da população.

As demandas da sociedade são apresentadas aos dirigentes públicos por meio de grupos organizados, no que se denomina de Sociedade Civil Organizada (SCO), a qual inclui, conforme apontado acima, sindicatos, entidades de representação empresarial, associação de moradores, associações patronais e ONGs em geral.

### 3.1 POLÍTICAS PÚBLICAS – ASPECTOS CONCEITUAIS

O estudo das políticas públicas não pode ser feita de forma fragmentada, nem isolada. Segundo Schmidt (2008) as políticas públicas podem ser estudadas sob dois pontos de vistas: um prático e outro acadêmico. O primeiro está voltado para os agentes políticos, grupos de interesses e da sociedade civil em geral e proporciona uma ação mais qualificada causando maior impacto nas decisões atinentes às políticas. Do ponto de vista acadêmico, o interesse pelos resultados das ações governamentais suscitou a necessidade de uma compreensão teórica dos fatores intervenientes e da dinâmica próprias das políticas.

Muito embora existam várias definições de políticas públicas é consenso que há convergência entre elas<sup>2</sup>, como bem pondera Schmidt (2008). Inicialmente deve-se entender que política pública é um conjunto de decisões e não uma decisão isolada. Pode-se dizer que as políticas públicas são um conjunto de ações e atividades desenvolvidas pelo Estado diretamente ou indiretamente, com a participação de entes públicos ou privados, que visam assegurar determinado direito de cidadania, de forma difusa ou para determinado seguimento social, cultural, étnico ou econômico. As políticas públicas correspondem a direitos assegurados constitucionalmente ou que se afirmam graças ao reconhecimento por parte da sociedade e/ou pelos poderes públicos enquanto novos direitos das pessoas, comunidades, coisas ou outros bens materiais ou imateriais. Embora uma política pública implique decisão política, nem toda decisão política chega a constituir uma política pública (RUA, 2009).

As políticas públicas podem ser formuladas principalmente por iniciativa dos poderes executivo, ou legislativo, separada ou conjuntamente, a partir de demandas e propostas da sociedade, em seus diversos seguimentos. A participação da sociedade na formulação, acompanhamento e avaliação das políticas públicas em alguns casos é assegurada na própria lei que as institui. Audiências públicas, encontros e conferências setoriais são também instrumentos que vem se afirmando nos últimos anos como forma de envolver os diversos seguimentos da sociedade em processo de participação e controle social.

Normalmente as políticas públicas estão constituídas por instrumentos de planejamento, execução, monitoramento e avaliação, encadeados de forma integrada e lógica, através de planos, programas, ações e atividades. Os planos estabelecem diretrizes, prioridades e objetivos gerais a serem alcançados em períodos relativamente longos. Os programas, por sua vez, estabelecem objetivos gerais e específicos focados em determinado tema, público, conjunto institucional ou área geográfica. Já as ações visam o alcance de determinado objetivo estabelecido pelo Programa, e, por fim, para dar concretude à ação temos a atividade.

Até a constituição de 1988 a formulação de políticas públicas no Brasil era centralizada na esfera federal, cabendo aos Estados e municípios apenas a execução das políticas. Após a promulgação da constituição, entretanto, esses níveis de governo ganham papel fundamental. A incapacidade de lidar com problemas complexos e extensos por parte dos governos centrais conduziu a um movimento de descentralização nas

<sup>2</sup> Para autores como Fernández (2006), Souza(2006), Dagnino (2002) e Parsons (1995) a literatura clássica apresenta as seguintes definições de políticas públicas como as mais aceitas:

- a) Para Linn, uma política é um conjunto de ações do governo que irão produzir efeitos específicos;
- b) Para Peters, política pública é a soma das atividades dos governos, que agem diretamente ou através de delegação, e que influenciam a vida dos cidadãos;
- c) Para Lasswell, decisões e análises sobre política pública implicam responder às seguintes questões: quem ganha o quê, por quê e que diferença faz.
- d) Para Hecló, uma política pública é o curso de uma ação ou inação (não-ação), mais do que ações ou decisões específicas;
- e) Para Dye, política pública é tudo aquilo que os governos decidem fazer ou não fazer.

esferas estadual e principalmente municipal. O argumento reside no fato de que a resolução dos problemas tem maior efetividade na medida em que se está mais próximo dele. Com efeito, os governos locais passam ocupar um papel central na formulação e implementação de políticas públicas, haja vista sua maior capacidade de acompanhamento e controle dos projetos (REIS, TURETA e BRITO, 2005)

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988 e o processo de redemocratização do Brasil permitiu-se a participação da sociedade na construção das políticas públicas. Normativamente a sociedade conquistou o direito de, além de ser objeto das políticas públicas, tornar-se agente na execução dessas políticas, ou seja, cogestores na elaboração e implementação das políticas. Com a comunidade exercendo ativamente seu papel de protagonista da história, as prioridades serão redefinidas, a corrupção será reduzida e a transparência do governo tornar-se-á mais efetiva.

Neste contexto é imprescindível ter em mente o correto significado e alcance das políticas públicas que de acordo com Ribeiro e Castro (2014, p.13) “podem ser entendidas como as escolhas e estratégias adotadas pelos entes políticos no exercício de suas competências visando o interesse público”. Uma política pública será tanto mais efetiva quanto tiver a influência da comunidade na condução dos negócios públicos. Além disso, novas políticas públicas necessariamente requerem a efetiva participação da sociedade na busca de alternativas e soluções. “O Estado Democrático de Direito é caracterizado, justamente, por afirmar, garantir, e pretender promover direitos iguais para todos sem discriminação de qualquer espécie”. (FRISCHEISEN, 2000, p. 58).

Importante ressaltar que a partir de uma nova dimensão social das últimas décadas, com repercussões na organização social e política da sociedade em especial, é possível compreender a expressão “políticas públicas” como o conjunto de ações que nascem do contexto social, mas passam pela esfera estatal, atuando como uma decisão de intervenção pública numa realidade social, “quer que seja para fazer investimentos ou simplesmente para uma mera regulamentação administrativa”. (BONETI, 2006, p. 74).

Com base nesse conceito, podemos admitir que as políticas públicas possuem duas características gerais: a busca do consenso em torno do que se pretende fazer e deixar de fazer e a resolução dos conflitos. Klaus Frey (2000, p. 223-224) aborda quatro tipos de políticas públicas no que tange ao modo da resolução de conflitos, quais sejam: distributivas, redistributivas, regulatórias e constitutivas. Na questão ambiental, a meu ver, é esta última a forma mais indicada, pois são as que determinam as regras do jogo e com isso a estrutura dos processos e conflitos políticos, isto é, as condições gerais sob as quais vêm sendo negociadas as políticas distributivas, redistributivas e regulatórias.

No que tange à análise dos processos de implementação, podemos discernir as abordagens, cujo objetivo principal é a análise da qualidade material e técnica de projetos ou programas, daquelas cuja análise é direcionada para as estruturas político-administrativas e a atuação dos atores envolvidos. No primeiro caso, tem-se em vista, antes de qualquer coisa, o conteúdo dos programas e planos. Comparando os fins estipulados na formulação dos programas com os resultados alcançados, examina-se até que ponto a encomenda de ação foi cumprida e quais as causas de eventuais déficits de implementação. No segundo caso, o que está em primeiro plano é o processo de implementação, isto é, a descrição do como e da explicação do porquê (FREY, 2000).

### 3.2 RELAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E POLÍTICAS PÚBLICAS

As questões fundamentais que precisam ser consideradas em qualquer discussão relacionada ao desenvolvimento sustentável são: o bem-estar humano, o meio ambiente e o futuro. Desse modo, temas como poluição, biodiversidade, exploração de recursos naturais, efeitos climáticos, entre outros, devem ser relacionados a desemprego, pobreza e riqueza, tecnologias, valores culturais e organizações políticas e sociais, por exemplo, isso tanto para análise dos problemas decorrentes destas inter-relações como para implementação de soluções.

Consideradas há muito como questões distintas, consignadas a órgãos governamentais independentes, os problemas ecológicos e sociais são, na realidade, interligados e se reforçam mutuamente. Para haver um desenvolvimento sustentável, portanto, é preciso começar a pensar em atender necessidades básicas e dar a todos oportunidades de realizar suas aspirações de uma vida melhor, havendo consenso que o

desenvolvimento humano é fator preponderante, estando no cerne da questão a qualidade de vida e, por consequência, o inevitável questionamento das desigualdades sociais.

Desenvolvimento sustentável, portanto, é um processo de transformação que deve ocorrer de forma harmoniosa nas dimensões espacial, social, ambiental, educacional, cultural e econômica, partindo do individual para o global, podendo ser operacionalizado para satisfação de necessidades humanas e ameaças à sustentabilidade de um sistema, levando, por consequência, a necessidade de formulação de mensuráveis políticas públicas para o alcance de condições, objeto e finalidade de sustentabilidade, como instrumento de efetivar direitos, intervindo na realidade social.

#### 4. PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS (PPP)

Ao longo do processo evolutivo destacaram-se três concepções de Estado: o Estado Liberal, o Estado do Bem Estar Social e O Estado Democrático de Direito. Segundo Di Pietro (2010) é no Estado Democrático de Direito onde há uma possibilidade de participação mais direta da sociedade, colocando o agente público sob o jugo da lei e fortalecendo a supremacia do interesse público em detrimento do privado.

E é exatamente a Parceria Público-Privada (PPP) a forma de delegação dada pelo poder público à iniciativa privada para transferência de obras e serviços públicos mais utilizada na última década pela Administração Pública. Essa modalidade de gestão retira o dogma dos interesses distintos entre concessionário e poder concedente e estabelece à ideia de solidariedade e de colaboração para o sucesso, traduzida sob a forma de boa-fé objetiva, que representa atendimento dos princípios da moralidade e da segurança jurídica”. (SOUTO, 2005. p. 30).

A PPP surgiu na década de 80 no Reino Unido quando a Administração Pública, motivada pela escassez de recursos, resolveu privatizar e terceirizar serviços públicos como forma de não parar seu desenvolvimento.

De acordo com Carvalho Filho (2013)<sup>3</sup> a PPP pode ser definida como um:

“Acordo firmado entre a Administração Pública e pessoa do setor privado com o objetivo de implantação ou gestão de serviços, com eventual execução de obras ou fornecimento de bens, mediante financiamento do contrato, contraprestação pecuniária do Poder Público e compartilhamento dos riscos e de ganhos entre os pactuantes.”

O que existe de novidade na Parceria Público-Privada é exatamente possibilitar a delegação de serviços públicos não onerosos, como exemplo saúde, educação, segurança pública, cultura, lazer etc.

Como instrumento regulador da PPP pode-se destacar duas modalidades de concessão: a patrocinada e a administrativa. A primeira está prevista no §1º do art. 2º da Lei 11.079/04 e assemelha-se a concessão de serviços públicos. Já na segunda modalidade, a administrativa, percebe-se que o legislador criou uma forma de delegação em que a remuneração será feita exclusivamente pelo parceiro público.

De acordo com Sundfeld (2004) para que haja uma concessão administrativa, seja de forma direta ou indireta é imprescindível que:

“Haja investimento do concessionário na criação de projeto relevante; que o preço seja pago periódica e diferidamente pelo poder concedente em prazo ao longo da execução do contrato e; que o objeto não se restrinja à execução da obra ou ao fornecimento de mão-de-obra e bens”. (SUNDFELD, 2004)<sup>4</sup>

Portanto, pode-se afirmar que a Parceria Público-Privada é um contrato administrativo de concessão, que possui como objeto um serviço passível de exploração pelo particular com finalidades lucrativas. É “aquele que a Administração Pública executa, direta ou indiretamente, para atender às necessidades coletivas de ordem econômica”. (DI PIETRO, 2003 p.104).

<sup>3</sup> FILHO, José dos Santos Carvalho. *Manual de Direito Administrativo*. 25ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2013

<sup>4</sup> SUNFELD, Carlos Ari. *Projetos de Lei de Parcerias Público-Privadas. Análise e Sugestões*, mimeo, 2004.

## 5. TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Os resíduos da construção civil constituem um dos principais causadores da degradação ambiental, tanto pelo volume gerado como por seu tratamento e sua destinação inadequados. Sua gestão representa um dos principais problemas a serem resolvidos por organismos do governo e prefeituras municipais.

É importante frisar que nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, que lhe dá suporte, passe por profundas transformações. Para reduzir os impactos, há necessidade de gestão ambiental por parte das empresas do setor. Desta forma, elas podem produzir edificações ambientalmente mais corretas. Para que se obtenha uma gestão adequada dos resíduos da construção deve-se priorizar a sua redução, reutilização e reciclagem, diminuindo desta forma a extração de matérias-primas (mineração), a ocupação de áreas para a disposição final e os riscos à saúde.

A percepção de que, o inadequado gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nos vários processos de produção e consumo, causa problemas que necessitam de soluções emergenciais, tem levado diversos setores da sociedade a buscarem integração, mobilizando-se com vistas a reduzir o volume de resíduos produzidos, buscando técnicas que viabilizem a prática da reutilização e da reciclagem. Uma das soluções encontradas para a gestão dos RCD é a reciclagem dos resíduos (JOHN, 2000 apud SANTOS, 2009).

No Brasil, nos últimos anos, a implementação de políticas públicas e de parcerias (PPP) têm sido desenvolvidas, objetivando-se corrigir a forma e estrutura adotada para coleta, transporte e disposição final dos resíduos gerados pela indústria da construção civil, com destaque para aqueles originados em construções, reformas, manutenções e demolições.

De acordo com Tavares (2007), atualmente o setor da construção civil vem tomando atitudes que visam minimizar os impactos ao meio ambiente em resposta às pressões regulamentadoras e da própria sociedade. Essas atitudes se traduzem numa busca de resultados satisfatórios em processos como a reciclagem, a redução de energia e a redução de perdas.

Os impactos ambientais, sociais e econômicos causados pelos resíduos da construção, demonstram, de forma clara, a necessidade da existência de políticas públicas que possam incentivar a redução da geração de resíduos, avaliar os impactos gerados e fornecer subsídios ao setor da construção civil, para que esse possa realizar um gerenciamento eficiente voltado para a uma postura ambientalmente correta (SANTOS,2007).

Neste sentido, de acordo com Jadovski (2005), destacam-se as seguintes ações, sendo que algumas são compartilhadas por outros autores:

- a) implementação de políticas públicas de gestão integrada dos RCD (Resolução Nº 307 do CONAMA) (BRASIL, 2002), fiscalização destas políticas e da correta disposição dos resíduos por parte dos geradores;
- b) incentivos fiscais com redução ou isenção de impostos, tais como PIS/COFINS (esfera federal) e ICMS (esfera estadual), aumentando desta forma a viabilidade de implantação de usinas privadas;
- c) incentivos políticos, tais como, aumento de taxas de disposição de RCD em aterros de forma a priorizar a reciclagem, responsabilização do gerador e aumento de taxas de extração de recursos naturais;
- d) articulação dos diferentes agentes envolvidos (pequenos geradores, grandes geradores, transportadores de RCD, entes públicos) nas atividades vinculadas com a indústria da construção civil para redução do seu impacto ambiental;
- e) ação indutora do setor público para utilização de materiais reciclados, exercendo o seu poder de compra e estabelecendo a obrigatoriedade de utilização de agregados reciclados em obras públicas, construindo parcerias com a iniciativa privada, com as associações de catadores e entre municípios conurbados, bem como o aproveitamento de antigas instalações de mineração desativadas;
- f) Criar um programa para capacitação de carroceiros e outros pequenos coletores através de um programa de apoio aos carroceiros abrangendo a orientação veterinária para o adequado trato dos animais de tração, viabilização da cessão de medicamentos veterinários e outras possibilidades de melhoria de sua renda e condições de trabalho. Em contrapartida esses carroceiros só fariam o despejo dos RCD nos pontos autorizados pelo município.

## 5. CONCLUSÃO

A redução dos impactos ambientais provocados pela deposição irregular dos resíduos da construção civil é um processo lento e gradativo que requer em primeiro lugar a educação ambiental do cidadão brasileiro que, a partir daí obterá a consciência que, por sua vez produzirá um senso de responsabilidade pela preservação do meio ambiente. É imprescindível que sejam adotadas ações por parte da Administração Pública na forma da implementação efetiva de Políticas Públicas para a gestão sustentável dos Resíduos de Construção. É igualmente necessária a adoção de instrumentos legais e reguladores que norteiem e garantam a sustentação legal, política e econômica para a elaboração de um Plano de Gerenciamento dos resíduos através das Parcerias Público-Privadas. Também se faz necessário que o poder público, em todas as esferas de governo (federal, estadual e municipal), saia da letargia que lhe é peculiar e avance na implementação de políticas públicas capazes de romper barreiras jurídicas e de articular todos os órgãos da administração pública, visando garantir a consolidação e a continuidade de projetos que contemplem medidas eficientes de fiscalização no sentido de coibir a deposição irregular de resíduos de construção.

Para alcançar níveis de sustentabilidade na construção civil, inovações e ajustes neste setor devem implementados, considerando as ações coletivas tanto do poder público, do setor produtivo quanto da sociedade em sintonia com tal propósito. Aos poucos a o poder público e a sociedade devem desenvolver metodologias adequadas à realidade brasileira para avaliação da sustentabilidade de serviços e de empreendimentos. Neste sentido é que surgem as Parcerias Público-Privadas, mas ainda é preciso debates enfatizando a temática, bem como a elaboração e publicação de normas e literatura a respeito propiciando ainda maior divulgação dos conteúdos de documentos pertinentes para profissionais, empresas da construção civil e comunidade. É necessário que as mudanças e transformações sejam devidamente regulamentadas, para que realmente atinjam o maior número de empreendimentos possível. O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) tem importante papel neste contexto. De igual modo, os sindicatos, associações e entidades representativas relacionadas com a construção civil devem contribuir para efetivar as políticas públicas destinadas às construções verdes com vistas ao desenvolvimento sustentável.

Diante de tantos problemas ambientais verificados no Brasil, urge a necessidade da consciência pela responsabilidade sócio ambiental por parte de todos os segmentos envolvidos na cadeia produtiva da construção civil. Dessa forma, cabe a cada um de nós adotarmos, isolada e coletivamente, medidas para diminuir o desperdício e otimizar os recursos naturais. Além destas medidas outras devem ser adotadas para minimizar o problema, como a diminuição da geração de resíduos, a deposição em áreas apropriadas, a coleta seletiva de resíduos em canteiros de obras, a reciclagem, a educação ambiental nas empresas e canteiro de obras e inserção de disciplina de sustentabilidade e meio ambiente na matriz curricular dos cursos técnicos e superior das áreas ligadas à engenharia.

Tais ações deverão ser voltadas ao esclarecimento e ensinamento da população em relação aos resíduos de construção (geração, deposição, transporte, destinação final adequada), os impactos ambientais e sociais causados pela deposição irregular desses resíduos em terrenos baldios, margem de córregos (APPs), vias públicas, entre outros, bem como o desenvolvimento de ações que visem a redução da geração de resíduos de construção civil.

## REFERÊNCIAS

- [1] BONETI, Lindomar Wessler. Políticas públicas por dentro. Ijuí: Unijuí, 2006.
- [2] BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2004.
- [3] \_\_\_\_\_. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- [4] \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 307, de 05/07/2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº. 136, 17/07/2002. Seção 1, p. 95-96.
- [5] \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 448, de 05/03/2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, nº. 14, 19/01/2012. Seção 1, p. 76
- [6] COSTA, Marli Marlene Moraes da; RODRIGUES, Hugo Thamir (org.). Direito & Políticas Públicas. Curitiba: Multideia, 2010.

- [7] DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. Supremacia do Interesse Público e outros Temas Relevantes do Direito Administrativo. DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella,
- [8] RIBEIRO, Carlos Vinícius Alves coordenadores. São Paulo: Atlas, 2010.
- [9] FILHO, José dos Santos Carvalho. Manual de Direito Administrativo. 25ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2013
- [10] FREITAS, Isabela M. Os Resíduos de Construção Civil no município de Araraguara/SP. 2009. Disponível em <[http://www.uniara.com.br/mestrado\\_drma/arquivos/dissertacao/isabela\\_mauricio\\_freitas.pdf](http://www.uniara.com.br/mestrado_drma/arquivos/dissertacao/isabela_mauricio_freitas.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- [11] FREY Klaus. Políticas públicas: Um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil. 2000. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/89> Acesso em: 20 abr. 2019.
- [12] \_\_\_\_\_. A dimensão político-democrática nas teorias do desenvolvimento sustentável e suas implicações para a gestão local. Ambiente e Sociedade, ano 4, n.9, p.1-34, jul/dez 2001.
- [13] FRISCHEISEN, Luiza Cristina Fonseca. Políticas públicas: a responsabilidade do administrador e o Ministério Público. São Paulo: Max Limonad, 2000.
- [14] JADOVSKI, Iuri. Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Resíduos de Construção e Demolição. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.
- [15] MENDES, T. A., REZENDE, L. R., OLIVEIRA, J. C., GUIMARÃES, R. C., CAMAPUM DE CARVALHO, J., VEIGA, R. Parâmetros de uma Pista Experimental Executada com Entulho Reciclado. Anais da 35ª Reunião Anual de Pavimentação, 19 a 21/10/2004, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2004. 11 p
- [16] PINTO, T.P. Gestão ambiental dos resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP. São Paulo: SindusCon, 2005. 45p. São Paulo, 2005.
- [17] RATTNER, Henrique. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável: o mundo na encruzilhada da história. Política Externa. v.11, n.2, p.112-121, Set./Nov. 2002.
- [18] REIS, A.; TURETA, C.; BRITO, M. J. Gestão de Resíduos Sólidos e Políticas Públicas: reflexões substantivas acerca de uma proposta de inclusão social pelo trabalho. Anais...ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA PRODUÇÃO, 25. Porto Alegre, RS, Brasil, 2005.
- [19] RIBEIRO, Maria de Fátima; CASTRO, Aldo Aranha de. Políticas Públicas e os Novos Rumos para as construções Verdes. Revista Científica Sensus - Direito, Londrina, v.1, n.8, p.55-78, Paraná, Brasil, 2014
- [20] RODRIGUES, Marta M.A. Políticas Públicas. São Paulo: Publifolha, 2010
- [21] RUA, Maria das Graças. Políticas Públicas. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC, 2009. 130 p
- [22] SANDEL, Michael. O que o dinheiro não compra: os limites morais do mercado. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.
- [23] SANTOS, E. C. G. Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado. 2007. 173 f. Dissertação (Mestrado)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2007
- [24] SCHMIDT, João Pedro. Para entender as políticas públicas: aspectos conceituais e metodológicos. In: REIS, José Renato; LEAL, R. G.. (org.). Direitos Sociais e políticas Públicas: desafios contemporâneos. Tomo 8. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2008, p.2307-2333.
- [25] SECCHI, Leonardo. Políticas Públicas: Conceitos, Esquemas de Análise, Casos Práticos. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 133 p
- [26] SOUTO, Marcos Juruena Vilella. Direito Administrativo Regulatório. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005
- [27] SUNFELD, Carlos Ari. Projetos de Lei de Parcerias Público-Privadas. Análise e Sugestões, mimeo, 2004
- [28] TAVARES, L. P. M. Levantamento e análise da deposição e destinação dos resíduos da construção civil em Ituiutaba, MG. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

# Capítulo 6

## *Mapeamento da governança do setor de energia elétrica para a eficiência energética no Brasil*

*Tássia Fonseca Latorraca*

*Raquel Naves Blumenschein*

*Maria Vitória Ferrari*

**Resumo:** Este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma ferramenta de análise e avaliação da governança do setor de energia elétrica para a eficiência energética no Brasil. O método estruturado utiliza o alinhamento entre dois métodos de análise distintos. O entendimento da governança requer mapear a integração de vetores como os agentes, ações e instrumentos, tendo como base diretrizes e critérios para uma boa governança. O resultado do levantamento dos elementos que compõem a governança da eficiência energética no Brasil é apresentado por meio da hierarquia entre os agentes; e as relações entre os agentes e os instrumentos, entre os instrumentos e as ações, entre as ações e os agentes. A rede analisada apresenta uma falha na comunicação entre as partes interessadas em eficiência energética, como, por exemplo, a falta de conexão entre as Universidades com os agentes fornecedores e com os consumidores em geral. Apesar de haver uma política de certificação no Brasil, é de se questionar se há realmente estímulo à inovação, pois o estudo apresentou que há uma lacuna na relação dos instrumentos de gestão e planejamento com o mercado de energia no país. Além disso, apesar de haver cartilhas e manuais direcionados à indústria, aos consumidores finais e aos demais setores, foi visto que há uma carência na comunicação entre as partes interessadas. Foi constatado ainda que há poucas ações de avaliação, efetuadas por poucas entidades. Portanto, é de se questionar se essas avaliações são suficientes para gerar resultados que fortalecem a cultura da eficiência energética que se procura implantar.

**Palavras-chave:** eficiência energética; energia; governança da eficiência energética; resiliência urbana.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Saccaro Júnior (2016), o Brasil encontra-se em um contexto de crise econômica resultante de variáveis econômicas, políticas e ambientais, corroborando com o aumento da crise energética no país. Agregando a este contexto as mudanças climáticas, a crise ambiental e os gargalos para consolidação da sustentabilidade, torna-se fundamental a busca pela eficiência no uso de energia, visto que é muito caro se produzir energia para usa-la com desperdícios (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2014).

O Instituto de Governança do Canadá (2002) conceitua a governança como o processo pelo qual sociedades ou organizações tomam decisões importantes, determinam os agentes envolvidos nas resoluções e lidam com os recursos financeiros. Biermann (2007) afirma que a governança amplia as formas de regulação, que oposta à hierarquização tradicional do Estado, implica em uma forma de autorregulação por parte dos diferentes agentes, traz uma cooperação entre os setores público e privado na resolução de problemas sociais, além de criar novas formas de política, o que denomina de multinível. Em outras palavras, a governança não se limita apenas aos governos e estados, mas está ligada a articulações entre agentes sociais, políticos e instituições estatais ou não-estatais.

Quanto à governança da eficiência energética, Rhodes (2000), Jollands e Ellis (2009) definem-na como:

[...] o uso da autoridade política, de instituições e de recursos pelos responsáveis pelas tomadas de decisão e gestores que implementam ações para o alcance de uma melhor eficiência energética (JOLLANDS e ELLIS, 2009, p. 93).

Definir uma boa governança em matéria de eficiência energética é um grande desafio, principalmente porque há muita diversidade no contexto da estrutura governamental. A maneira mais simples de avaliar a eficácia de uma governança de eficiência energética é examinar seus dados de saída e ou seus resultados. A IEA (2010, p.16) selecionou um esquema efetivo de governança da eficiência energética, considerando os seguintes aspectos:

- Conferir autoridade suficiente para implementar políticas e programas de eficiência energética;
- Construir um consenso político sobre os objetivos e a estratégia da eficiência energética;
- Criar parcerias eficazes para o desenvolvimento e a implementação de políticas;
- Atribuir e criar responsabilidade financeira;
- Mobilizar os recursos necessários para a implementação da política de eficiência energética;
- Estabelecer um meio para supervisionar os resultados.

O objetivo deste artigo é apresentar o resultado de um exercício de desenvolvimento de uma ferramenta de avaliação da governança da eficiência energética.

O método de avaliação proposto contribui para o fortalecimento da governança da eficiência energética e vai ao encontro da afirmação da BuroHappold Engineering (2016) que afirma que uma boa governança se insere em um contexto maior ainda: o da resiliência, pois contribui com a capacidade e habilidade de se adaptar frente à crise econômica, ambiental e energética.

## 2 MÉTODO

Este estudo insere-se na fase de avaliação da governança da eficiência energética. O método estruturado utiliza o alinhamento entre dois métodos de análise distintos:

1. Mapeamento da governança conforme o método de Blumenschein et al (2016) que defende que entender a governança requer mapear a integração de vetores como os agentes, ações e instrumentos. A análise da rede formada com a integração e conexão dos vetores, é feita utilizando o software Gephi que permite mapear núcleos e ligações, demonstrando configurações da rede. De acordo com os autores, o mapeamento da governança potencializa a identificação de estratégias de fortalecimento da resiliência urbana (BLUMENSCHNEIN et al, 2016, p. 17);

2. Identificação dos aspectos principais da governança da eficiência energética pela IEA (2010): i) Quadros facilitadores; ii) Arranjos institucionais, e iii) Mecanismos de coordenação. Os aspectos principais da IEA permitiram detalhar os vetores considerados por Blumenschein et al (2016). Além disso, é realizado o

levantamento de diretrizes que caracterizam uma boa governança da eficiência energética pela IEA (2016), dando subsídio na análise do mapeamento da rede.

O método em que este estudo está inserido cumpre com os passos apresentado no quadro 01.

Quadro 01 – Passos metodológicos

PASSO 01	Revisão de literatura específica sobre a análise de uma boa governança da eficiência energética, identificando conceitos, dados relevantes, indicadores e métodos de análise.
PASSO 02	Alinhamento dos elementos de governança do método de BLUMENSCHNEIN et al (2016), com os elementos de governança da eficiência energética do método da IEA (2010).
PASSO 03	Levantamento dos dados da governança da eficiência energética no Brasil e alimentação no banco de dados de acordo com o método de BLUMENSCHNEIN et al (2016).
PASSO 04	Aplicação e adaptação da ferramenta descrita no método de BLUMENSCHNEIN et al (2016) para se obter a estrutura de análise da governança da eficiência energética utilizando-se o software Gephi <sup>5</sup> de análise de relações e rede.
PASSO 05	Elaboração de um check-list com os principais fatores que caracterizam uma boa governança da eficiência energética conforme a IEA (2010).
PASSO 06	Utilização dos indicadores dos dois estudos de caso (Canadá e Suécia) de acordo com os critérios da IEA (2010) como parâmetros para uma boa governança da eficiência energética.
PASSO 07	Comparação dos dados quantitativos de indicadores brasileiros com os resultados publicados pela IEA (2016) quanto aos estudos de caso do Canadá e da Suécia. Esse passo é importante para o monitoramento dos resultados brasileiros e para que eles possam ser comparados aos demais países-membros da IEA.
PASSO 08	Estruturação da governança da eficiência energética no Brasil e identificação de gargalos e pontos de alavancagem para o seu fortalecimento.

### 3 MAPEAMENTO DA GOVERNANÇA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

Este tópico apresenta o resultado do levantamento dos elementos que compõem a governança da eficiência energética no Brasil, ou seja, os agentes, as ações e os instrumentos presentes na política de eficiência energética do país. Dessa forma, é apresentada uma fotografia de como esses instrumentos se relacionam: 1) a hierarquia entre os agentes (Figura 1); 2) as relações entre os agentes e os instrumentos (Figura 2); 3) as relações entre os instrumentos e as ações (Figura 3); e 4) as relações entre as ações e os agentes (Figura 4).

Além disso, é feita a análise da governança da eficiência energética no Brasil levando em consideração os pontos decisivos para uma boa governança. Aqui são apontadas algumas conclusões acerca da estrutura dessa governança.

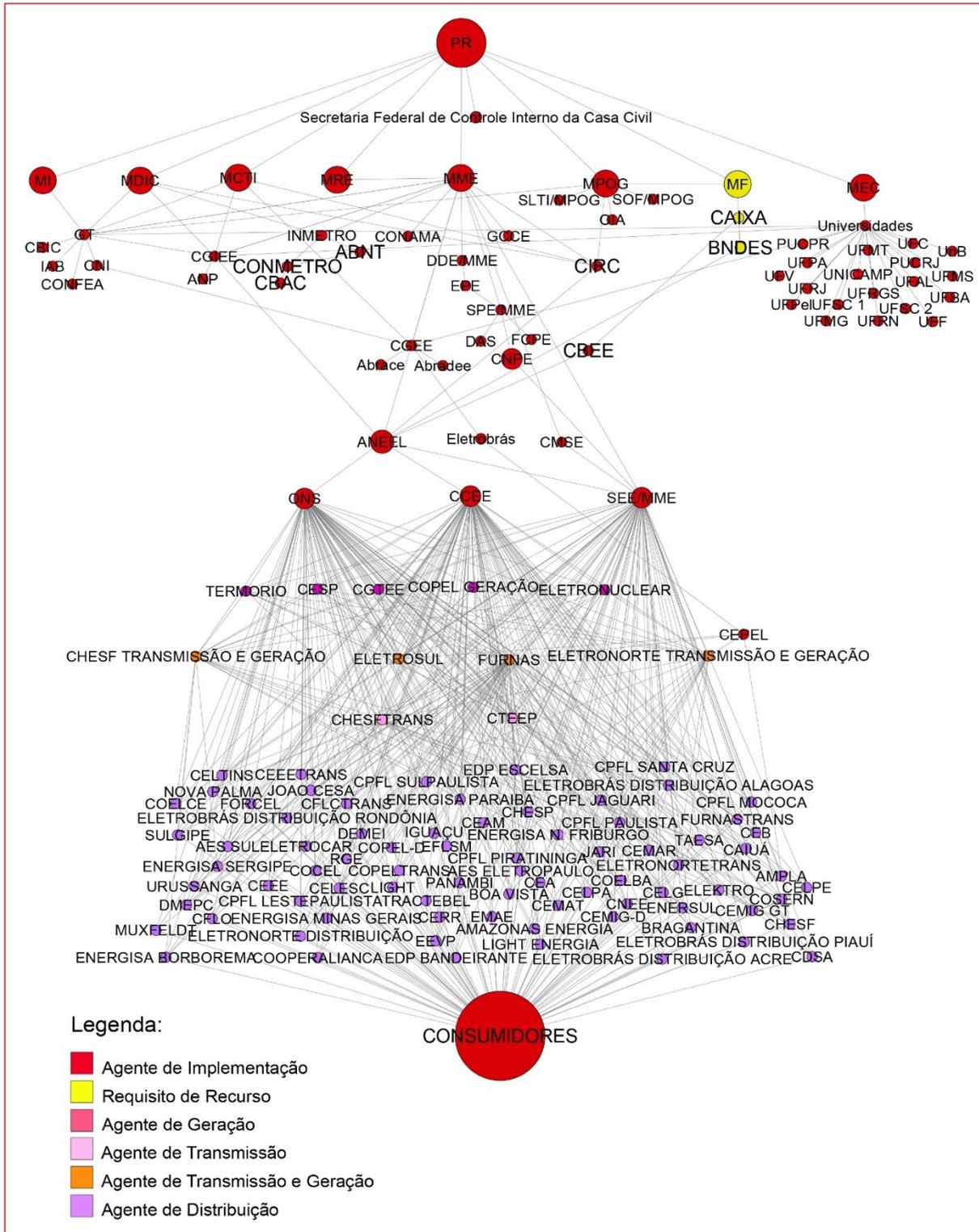
Vale ressaltar que, no levantamento, são levados em consideração todos os agentes envolvidos de forma direta ou indireta com a questão da eficiência energética no país. Ou seja, desde os agentes implementadores de políticas públicas (Agentes de Implementação), passando pelos agentes responsáveis pelos recursos financeiros (Requisitos de Recurso), bem como pelos agentes responsáveis por todo o caminho da energia (Agentes de Geração, Transmissão e Distribuição) até os consumidores.

#### 3.1 RELAÇÕES HIERÁRQUICAS ENTRE OS AGENTES LEVANTADOS

A estrutura hierárquica apresentada na Figura 1, de acordo com a IEA (2016), sugere que a governança da eficiência energética está estruturada em bases governamentais, conferindo status e permanência à organização de eficiência energética: o Ministério de Minas e Energia (MME).

<sup>5</sup> Para este estudo, foi utilizada a configuração de distribuição *Force Atlas*, que utiliza um algoritmo de modelo linear baseado na atração e repulsão proporcional à distância entre os nós e possui uma velocidade de convergência adaptativa que permite que os gráficos convirjam de maneira eficiente (GEPHI, 2010, p. 6).

Figura 1 – Hierarquia entre os Agentes



Fonte: Elaborado por Latorraca, 2017.

Para a IEA (2016), deve-se considerar cuidadosamente as vantagens específicas de engajar as empresas de serviços de utilidade pública como implementadores de eficiência energética, ou seja, os agentes fornecedores de energia (Agentes de Geração, de Transmissão e de Distribuição). Como demonstrado na Figura 1, tais agentes estão conectados aos agentes governamentais e de regulação de maneira hierárquica coerente, uma vez que seguem critérios técnicos e de comercialização direcionados pelas políticas

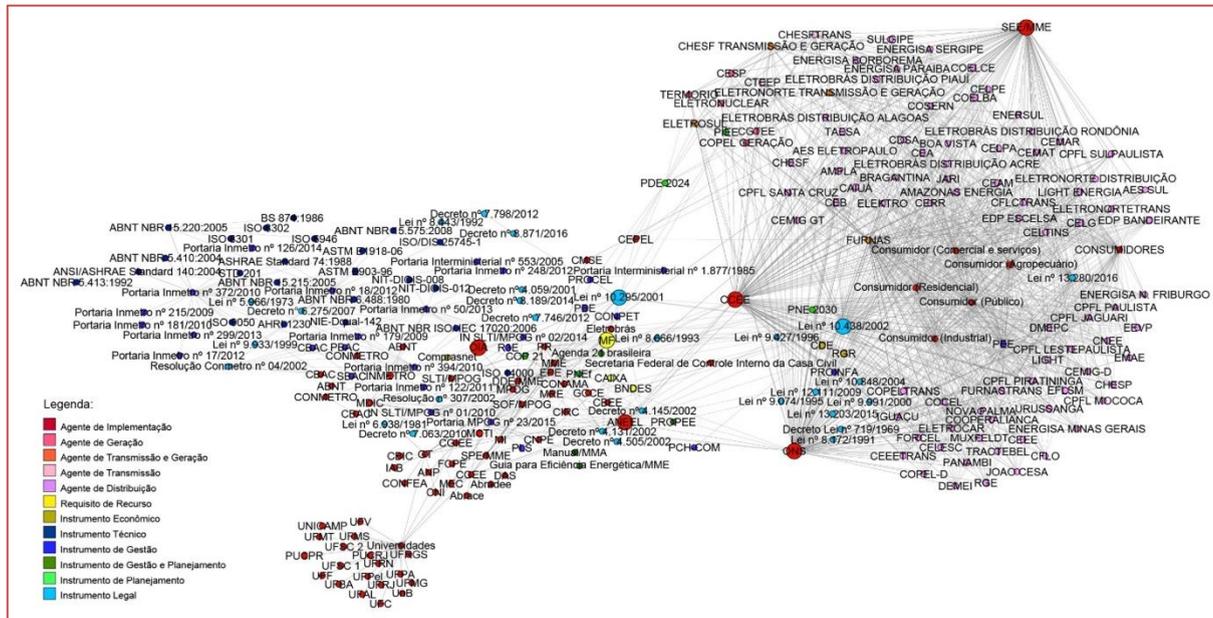
advindas do governo. Dessa forma, conforme sugerido pela IEA (2016), há responsabilidade institucional dos atores governamentais e regulatórios apropriados aos fornecedores e comercializadores de energia.

No entanto, em relação ao diálogo entre o setor público e privado, a questão é se o governo assume a liderança, usando uma abordagem sistêmica de toda a indústria. A IEA (2016) afirma que os governos devem providenciar supervisão para assegurar que os objetivos políticos sejam atingidos e que o setor privado deve ter um incentivo para cooperar. A análise dessa abordagem sistêmica, por parte do governo, é objetivo de uma nova pesquisa em andamento.

### 3.2 RELAÇÕES ENTRE AGENTES E INSTRUMENTOS

Na análise da Figura 2, observa-se o distanciamento das universidades, que teriam um compromisso de geração e propagação de conhecimento acerca da eficiência energética, com o consumidor final, assim como a falta de conexão com os fornecedores e comercializadores de energia. Dessa forma, é possível inferir uma possível falha de comunicação na promoção da inovação e na promoção da eficiência energética, tido pela EPE (2005) como um dos pilares para o estímulo de práticas para a eficiência energética.

Figura 2 – Relações entre agentes e instrumentos



Fonte: Elaborado por Latorraca, 2017.

A Figura 2 também permite verificar que há uma separação entre os agentes e os instrumentos ligados ao fornecimento, comercialização e consumo de energia com os agentes e instrumentos governamentais que lidam com a gestão e o planejamento energético do país. Quatro núcleos (agentes) conectam as duas categorias observadas: 1) a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), representante das comercializadoras da energia no país; 2) o ONS (Operador Nacional do Sistema), que efetivamente controla a oferta de energia; 3) a Lei nº 10.438/2002, que provém recursos para o desenvolvimento energético dos estados e dá outras providências, como a instalação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA); e 4) a SEE/MME, secretaria do Ministério de Minas e Energia (MME) que coordena, orienta e contrata as ações do MME relacionadas às políticas do setor de energia elétrica.

A IEA (2016) afirma que um dos fatores críticos para o sucesso das agências de implementação em eficiência energética é a existência de competências técnicas como essenciais. Na Figura 2, observa-se que os instrumentos técnicos estão ligados aos agentes de gestão e planejamento, fornecendo uma base técnica consolidada aos demais instrumentos, corroborando, portanto, para um cenário promissor de eficiência energética.

Outra questão apontada pela IEA (2016) refere-se ao surgimento de novos projetos organizacionais, como serviços de eficiência energética e corporações de benefícios públicos. Neste sentido, é importante ressaltar o papel dos Organismos de Inspeção Acreditados pelo Inmetro (OIA) para a certificação/etiquetagem da eficiência energética para as edificações. Em alguns casos, esses organismos surgem a partir de laboratórios das universidades públicas, ou de fundações, ou surgem como empresas (setor privado). No Brasil constata-se a criação de Empresas de Serviços Energéticos – ESCO. Essas empresas são contratadas pelo governo para executar diagnósticos e implementar modificações necessárias para a implementação das medidas de eficiência energética.

A diversidade das partes interessadas deve ser uma meta de engajamento entre os agentes, uma vez que elas têm diferentes interesses e preocupações. No entanto, esse tipo de envolvimento entre as partes interessadas não se evidencia no grafo apresentado pela Figura 2. Ou seja, não é possível visualizar o envolvimento entre os setores público e privado, a não ser pela hierarquia entre os agentes, apresentada na Figura 1.

Pela conexão da rede apresentada, pode-se verificar que os instrumentos de gestão e de planejamento estão ligados a instrumentos legais e, portanto, a políticas nacionais de desenvolvimento. Isso demonstra uma estratégia efetiva para a eficiência energética. Além disso, a IEA (2016) recomenda que as estratégias e planos de ação, considerados neste trabalho como instrumentos de gestão e de planejamento, devem ser fortalecidos por meio de ações de planejamento econômico. Nos instrumentos legais há o estabelecimento de responsabilidade financeira junto aos órgãos de financiamento (bancos), dirigidos e coordenados pelo poder executivo do Ministério da Fazenda (MF), tornando-o um agente “requisito de recurso” fundamental para o planejamento econômico.

Ainda de acordo com a IEA (2016), os instrumentos econômicos devem considerar a definição de impostos sobre a energia ou o meio ambiente e providenciar estímulo de financiamento para a eficiência energética. Desse modo, dentre outras medidas, foi visto que a Lei nº 10.438/2002 trata dos recursos para o desenvolvimento energético do país:

Art. 24 [...] As concessionárias de geração e empresas autorizadas à produção independente de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 1% de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, excluindo se, por isenção, as empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólica, solar, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e cogeração qualificada. (Lei nº 10.438, 2002, p. 21)

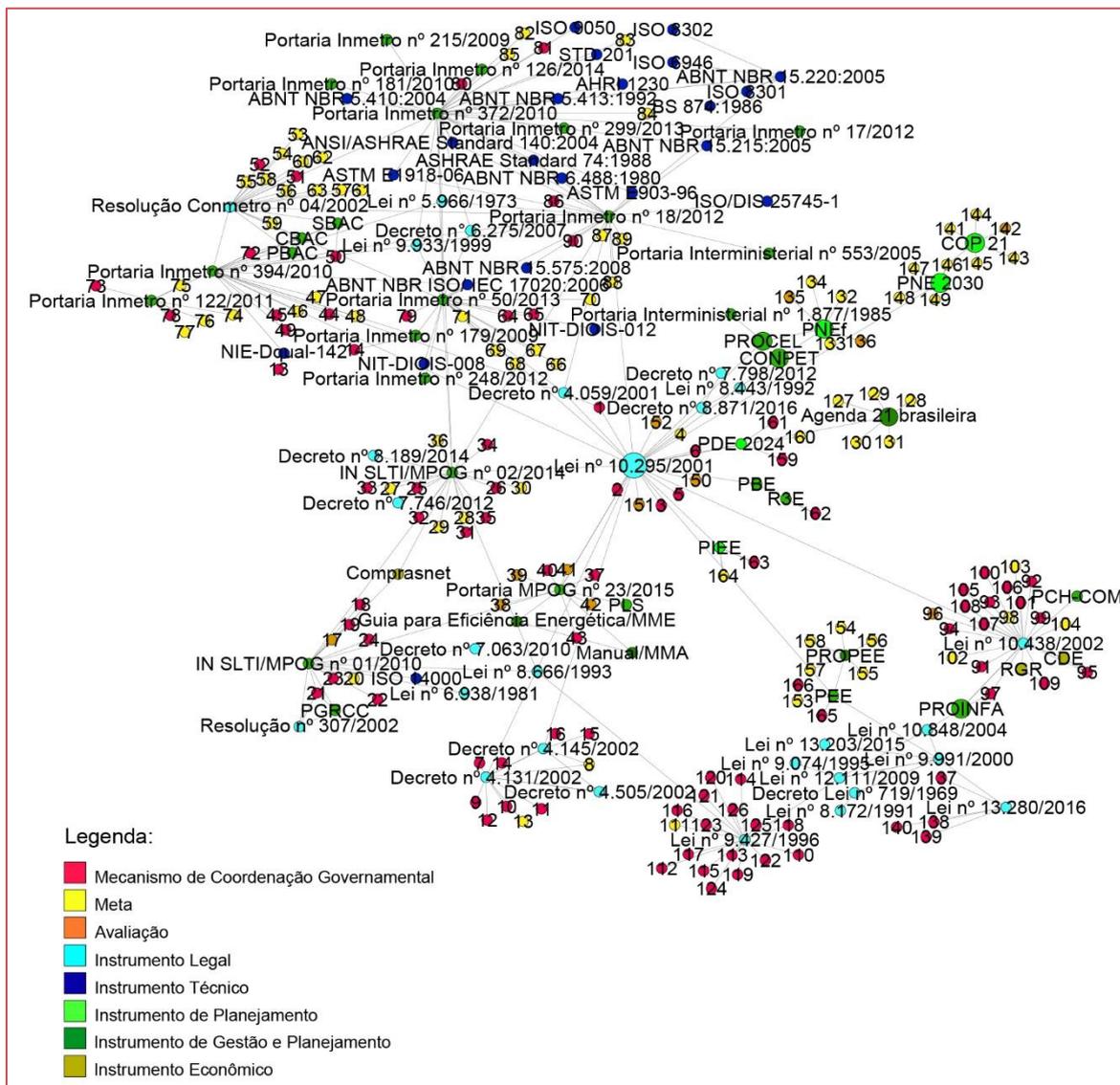
O artigo 24 da Lei nº 10.438/2002 exemplifica uma medida para o estímulo de financiamento, tal como sugerido pela IEA (2016). Outro instrumento legal que trata da taxaço é a Lei nº 9.427/1996, em que institucionaliza a ANEEL como o agente responsável pela regulação do setor energético. Apesar do estímulo ao incentivo à eficiência energética e à implementação de fontes alternativas de energias renováveis, não foi constatada na Lei nº 10.438/2002 a definição de aplicação de impostos sobre o meio ambiente.

### 3.3 RELAÇÕES ENTRE INSTRUMENTOS E AÇÕES

A rede dos instrumentos e as ações que compõem a estrutura da governança da eficiência energética demonstra uma boa distribuição dos seus vetores (Figura 3), mostrando a ligação entre os diversos instrumentos e como cada instrumento se abre em ações. No centro de toda a rede, identifica-se a Lei nº 10.295/2001 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.

Na Figura 3, é visto que a Lei nº 10.295/2001 está no centro da rede e determina ações de mecanismo de coordenação governamental, meta e avaliação. Esta lei prevê financiamento e recursos ao estipular em seu artigo 1º que a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia visa a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente, e em seu artigo 2º estabelece que deve haver um programa de metas para a progressiva evolução dos níveis mínimos e máximos exigidos para a eficiência energética de equipamentos. A partir dessa lei, outras leis, decretos e demais instrumentos surgiram para detalhar melhor cada definição estabelecida. O Decreto nº 4.131/2002 que dispõe sobre medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da administração pública federal é um exemplo. Outro exemplo é o Decreto nº 4.145/2002 que estrutura o funcionamento do CNPE, entre outros.

Figura 3 – Relações entre instrumentos e ações



Fonte: Elaborado por Latorraca, 2017.

Os órgãos da administração pública federal direta, autárquica e fundacional devem seguir as metas de eficiência energética e, segundo a Portaria MPOG nº 23/2015, cabe à SOF/SLTI (Secretaria de Orçamento Federal e Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação, respectivamente) estabelecer indicadores para o monitoramento do consumo de energia elétrica e água em seus edifícios. Além disso, o PNEf (Plano Nacional de Eficiência Energética) é responsável pela análise dos principais programas nacionais de eficiência energética (PROCEL, CONPET, PEE, dentre outros) e desenvolve metodologia de sistema de avaliação e acompanhamento dos resultados desses programas.

Portanto, pode-se inferir que há instrumentos legais e de gestão que incluem mecanismos de supervisão como o monitoramento dos resultados e elaboração de relatórios, como sugerido pela IEA (2016). Porém, as seguintes questões podem ser levantadas: 1) As análises e acompanhamentos dos resultados das ações de eficiência energética são suficientes? 2) Qual o tempo de revisão que cada programa de eficiência energética tem? São suficientes?

Mais uma diretriz importante dada pela IEA (2016) se refere à atribuição de responsabilidade pelo planejamento e pela implementação. Nesse caso, foi visto que os instrumentos legais no Brasil são coerentes com essa diretriz, uma vez que a estrutura de cada ação de eficiência energética tem uma base legal, seja pelos instrumentos de planejamento, seja pelas ações que implementam os programas. No entanto, foi visto que tais ações, apesar de incluir objetivos específicos e, por vezes, quantitativos, poucas

são as ações que possuem metas com cronograma definido. No levantamento de instrumentos foi constatado que apenas em instrumentos como a COP 21 e o PNE 2030 há datas definidas para a implementação de suas ações, caracterizando, portanto, previsões mais gerais do que específicas. Esta característica aponta uma lacuna no critério para uma boa governança da eficiência energética segundo a IEA (2016).

Outra lacuna observada refere-se à definição de metas. A IEA (2016) afirma que as metas devem assegurar que os objetivos sejam apoiados por recursos e que estejam em enquadramentos favoráveis para as suas realizações. Na Figura 3 foi observado que, geralmente, os instrumentos se desdobram em ações. Na maioria das vezes essas ações incluem os mecanismos de coordenação governamental e as avaliações que, juntamente com as metas, fortalecem o alcance dos objetivos. No entanto, instrumentos de gestão e planejamento como a Agenda 21 brasileira, como o PNE 2030 e como o PROPEE se apoiam somente em metas, não ficando claro, portanto, como seus objetivos serão implementados.

As ações de avaliação que foram observadas asseguram que as abordagens de avaliação correspondem aos objetivos políticos e a concepção de seus programas. Mas como são poucas ações de avaliação, ou talvez por elas serem efetuadas por poucas entidades, é de se questionar se as avaliações são suficientes para gerar resultados que fortificam a cultura de eficiência energética que se procura implantar, conforme o PNE 2030.

Outro fato que se deve observar em relação às avaliações levantadas, diz respeito à sua eficiência. A IEA (2016) define que tais avaliações devem certificar-se de que estatísticas sejam realizadas para incorporar o planejamento da avaliação na fase de qualquer política ou programa de eficiência energética.

Observa-se que o levantamento de uma série de estatísticas pelo Balanço Energético Nacional (BEN) não segue um raciocínio sistêmico a respeito da política de eficiência energética no país, levando a questionar se as avaliações estão sendo incorporadas ao planejamento das políticas e programas identificados.

### 3.3 RELAÇÕES ENTRE AÇÕES E AGENTES

O grafo apresentado na Figura 4 demonstra que os agentes fornecedores e comercializadores de energia, bem como os consumidores, não estão integrados aos agentes governamentais.

Apesar de haver uma secretaria do MME, a SEE/MME, entre os agentes de fornecimento e consumo de energia, o que se pôde observar com base na rede apresentada é que há uma evidente burocratização das ações que partem dos agentes responsáveis pelo fornecimento e consumo de energia elétrica, pois a ligação com o setor governamental fica a critério de basicamente dois agentes: a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e o Operador Nacional do Sistema (ONS), que representam a prática da ação do fornecimento de energia para o país. Pode-se inferir que o diálogo entre as partes é restrito basicamente ao uso da energia e sua tarifação. Essa burocratização pode ser detectada no desenho da rede por meio do afunilamento das relações entre os agentes governamentais e os agentes fornecedores de energia.

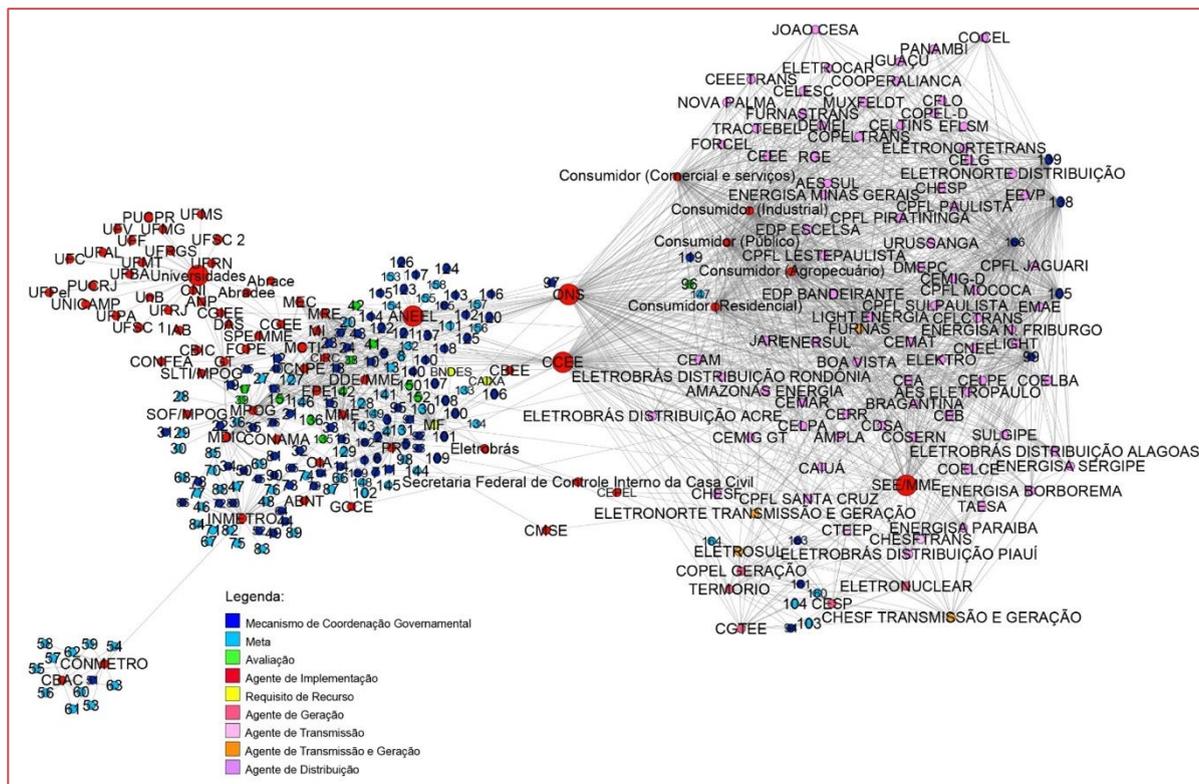
Também são poucas as ações relacionadas aos agentes de fornecimento e consumo de energia, podendo-se inferir que faltam ações mais específicas para o mercado e para o consumo de energia. Esta lacuna é importante de ser identificada, pois, conforme observado por Laponche et al (1997), uma eficiente operação de mercado, dentre outros fatores, é essencial para o sucesso de uma política de eficiência energética. Segundo o autor, para ocorrer tal melhora, a atividade deve ser descentralizada e diversificada, abrangendo uma rede de parceiros, tais como empresas, autoridades locais, serviços governamentais, o setor de serviços e as famílias.

No desenho da rede também é possível visualizar o distanciamento das universidades com o consumidor final e com os fornecedores e comercializadores de energia, que pode indicar fragilidade na promoção de ações efetivas de eficiência energética e inovação no país.

Quanto às metas levantadas, nota-se que são suportadas por agentes responsáveis pela promoção da eficiência energética, o que está de acordo com as diretrizes da IEA (2016), que afirma que as metas devem ser apoiadas por análises e consultas com peritos setoriais de eficiência energética e partes interessadas externas. Para monitoramento dessas metas, a IEA (2016) determina que as metas devem ser simples, facilitando o monitoramento. Pode ser verificado, por exemplo, pela ação de oferecer mecanismo de coordenação governamental, que os indicadores de consumo monitorados deverão ser consignados nos PLS (Planos de Gestão de Logística Sustentável) elaborados pelos órgãos ou entidades, e que, conforme a

ação de avaliação, cada órgão ou entidade deverá indicar pelo menos um servidor responsável pelo fornecimento e integridade das informações para o monitoramento do consumo de energia elétrica e água.

Figura 4 – Relações entre ações e agentes



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

### 3.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A GOVERNANÇA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

Considerando o contexto brasileiro analisado de acordo com as relações mapeadas apresenta-se a seguir a estrutura da governança da eficiência energética no Brasil.

Foram selecionadas as cinco maiores instituições que promovem a eficiência energética do país:

1. Ministério de Minas e Energia (MME), representante do poder executivo federal;
2. Ministério da Fazenda (MF), que, pelo ponto de vista financeiro, se coloca como um requisito de recurso para efetuar as políticas demandadas;
3. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MPOG), por ser responsável por grande parte dos principais instrumentos de gestão e planejamento apontados no levantamento;
4. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por regular, fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo geral;
5. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), por configurar uma base técnica sólida que auxilia toda a cadeia produtiva.

As instituições listadas anteriormente promovem a eficiência energética nos setores apresentados na figura 5.

Figura 5 – Setores de atuação das agências implementadoras de eficiência energética

	Transversal	Edificações	Equipamentos/iluminação	Transporte	Indústria	Serv. de utilidade pública
MME	X	X	X	X	X	X
MF	X	X	X			X
MPOG						
ANEEL	X				X	
INMETRO		X	X	X	X	

Fonte: Baseado em IEA (2010), elaborado por Latorraca, 2017.

Os instrumentos, no geral, são compostos por uma base sólida técnica e legal, mas pode-se levantar a questão da falta de diálogo entre os instrumentos de gestão e planejamento com o mercado de energia e com os consumidores. Parece haver burocracia e pode ser inferido que o diálogo entre as partes é limitado principalmente sobre o preço da energia. Sob esse aspecto, Souza et al (2011) sugere que haja ênfase no ambiente de negócios de forma que haja a criação de mecanismos para reduzir os riscos técnicos e financeiros das ações de eficiência energética.

Para viabilizar um mercado de eficiência energética no Brasil, faz-se necessária a superação de algumas barreiras, tais como a baixa prioridade do empresariado com respeito à eficiência energética; insegurança do mercado, ausência de linhas de crédito que atendam as especificidades da eficiência energética, dificuldades das ESCOs em obter financiamentos, em oferecer garantias e inexistência de aval técnico para os projetos de eficiência energética. (SOUZA et al, 2011, p. 211)

Considerando os pontos decisivos para uma boa governança da eficiência energética em um país, segundo a IEA (2016), o Brasil atende parcialmente aos requisitos apontados, conforme o exercício de preenchimento dos requisitos do Quadro 2.

Sobre os instrumentos econômicos, mais especificamente, constatou-se que os mecanismos de financiamento em eficiência energética provavelmente sejam suficientes para financiar os custos de implementação dessas políticas, uma vez que os financiamentos estão sob o controle da agência implementadora, conforme estabelecido pelos instrumentos legais levantados. No entanto, surgem duas perguntas: 1) Esse financiamento acompanha a economia brasileira, com seus altos e baixos? 2) Como poderiam ser mobilizados mais financiamentos?

É importante levantar questões sobre a efetividade das ações. As relações analisadas apontaram que, no geral, existem poucas ações relacionadas aos agentes de fornecimento e consumo de energia, podendo-se inferir que faltam ações mais específicas para o mercado e para o consumo de energia. Dessa forma, apontou-se uma lacuna no que concerne às operações de mercado, considerando a afirmação de Laponche et al (1997), que uma eficiente operação de mercado, dentre outros fatores, é essencial para o sucesso de uma política de eficiência energética.

Quadro 2 – Atendimento dos requisitos gerais que caracterizam uma boa governança da eficiência energética, segundo a IEA (2016)

Requisitos da IEA (2016)	SIM	NÃO	Outro/ observação:
Informação, treinamento, assessoria, incentivos econômicos, marketing, educação, regulamentação, padrões de eficiência energética, certificação/ etiquetagem, diagnósticos energéticos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <del>X</del> A rede apresentou uma falha na comunicação entre as partes interessadas em eficiência energética. Como, por exemplo, a falta de conexão entre as Universidades com os agentes fornecedores e com os consumidores em geral.
Mecanismos que focam na redução do consumo de energia no uso final.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Padronização de eficiência energética nas edificações para reduzir o consumo de energia elétrica sem perda no conforto térmico e ambiental.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Revisão dos padrões periodicamente, uma vez que vão se tornando cada vez mais complexos na medida em que passam a considerar o sistema predial como um todo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uso de certificação como estímulo à inovação tecnológica e a introdução de novos produtos mais eficientes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <del>X</del> Apesar de haver uma política de certificação no Brasil, é de se questionar se há realmente estímulo à inovação, pois o estudo apresentou que há uma lacuna na relação dos instrumentos de gestão e planejamento com o mercado de energia no país.
Aplicação de programas de treinamento para distribuidores e a execução de campanhas informativas para os consumidores de forma a aumentar o mercado de produtos e serviços.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <del>X</del> Novamente, apesar de haver cartilhas e manuais direcionados à indústria, aos consumidores finais e aos demais setores, foi visto que há uma carência na comunicação entre as partes interessadas.
A taxação como determinante da efetividade das políticas e ações de eficiência energética, um dos pilares da política de conservação de energia.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Não foi constatado o uso de impostos em sobre o uso da energia e da emissão de gases do efeito estufa.

Fonte: Elaborado por Latorraca, 2017

Para conectar toda a política de eficiência energética, a participação das ações de avaliação é fundamental. Desse modo, a análise deste trabalho demonstrou que apesar das avaliações corresponderem aos objetivos políticos e à concepção de seus programas, elas se revelam insuficientes. Foi constatado que há poucas ações de avaliação, talvez por elas serem efetuadas por poucas entidades. Portanto, é de se questionar se essas avaliações são suficientes para gerar resultados que fortificam a cultura de eficiência energética que se procura implantar.

## REFERÊNCIAS

- [1] BIERMANN, F. 'Earth system governance' as a crosscutting theme of global change research. *Global Environmental Change*, 17: 326-337. 2007.
- [2] BLUMENSCHNEIN, R. N.; FERRARI, F.; VALENÇA, M.; DADAMOS, R.; LONGUI, F.; MAURY, M. B. Resiliência Urbana no Brasil - Levantamento de Dados e Ferramenta de Diagnóstico. Relatório de Projeto e Pesquisa. Universidade de Brasília (UnB), FAU/CDS/FGA/LACIS, Building Research Establishment – BRE, Brasília, Brasil, 2016.
- [3] BUROHAPPOLD ENGINEERING. Resilience Insight: Twelve City Assessment summary. BRE, London, Feb. 2016. Disponível em: <<http://www.bre.co.uk/filelibrary/pdf/2016-Royal-Charter-International-Research-Award-BuroHappold-Resilience-Insight-12-Cities-Assessment-Summary-v2.pdf>> Acesso em: 25 de nov. 2016
- [4] HD.BR. Análise e visualização de redes: o Gephi. Disponível em: <<https://humanidadesdigitais.org/2013/08/16/analise-e-visualizacao-de-redes-o-gephi/>>. Acesso em: 27 de nov. 2016
- [5] IEA/IBRD. Energy Efficiency Governance. OECD/IEA, Paris, 2010.
- [6] \_\_\_\_\_. Energy Efficiency Indicators: Highlights. OECD/IEA, Paris, 2016.
- [7] Institute on Governance (Canada). Concept of Governance. 2002. Disponível em: <<http://www.iog.ca>> Acesso em: 19 abr. 2017.
- [8] JOLLANDS, N; ELLIS, M. Energy efficiency governance – an emerging priority, ECEEE 2009 Summer Study, Act! Innovate! Deliver! Reducing Energy Demand Sustainably, pp. 91 – 100, 2009.
- [9] LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 3a edição. São Paulo: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.
- [10] LATORRACA, T. F. Governança da eficiência energética no Brasil. 2017. 150f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB, Brasília, 2017.
- [11] RHODES, R. Government and public administration. *Debating Governance: Authenticity, Steering and Democracy* (ed. J. Pierre), pp.54-88. Oxford University Press, Oxford. 2000.
- [12] SACCARO JUNIOR, N. L. A Conexão entre crise econômica e crise ambiental no Brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Boletim Regional, Urbano e Ambiental - Artigos, p. 27-31. 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11058/6499>> Acesso em: 20 nov. 2016.

# Capítulo 7

## *Consequências socioeconômicas e ambientais dos parques eólicos para comunidades da reserva de desenvolvimento sustentável estadual Ponta do Tubarão*

*Oziel de Medeiros Pontes*

*Pedro Vieira de Azevedo*

**Resumo:** O artigo apresenta discussões em torno das consequências socioeconômicas e ambientais dos parques eólicos para comunidades da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, particularmente nas comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, no município de Macau-RN, e Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce, no município de Guamaré. O objetivo é identificar as consequências sociais, econômicas e ambientais dos parques eólicos para as comunidades citadas. Para tanto, a metodologia se utilizou da aplicação de formulários de entrevistas para a obtenção dos dados primários, ao passo que a pesquisa bibliográfica, documental, descritiva e exploratória serviu de base para a coleta dos dados secundários. Logo, com base na opinião dos entrevistados, os empreendimentos eólicos instalados nas referidas comunidades e no seu entorno geraram produtos econômicos, sociais e ambientais negativos.

**Palavras-chave:** Macau-RN. Guamaré. Parque eólico. Energia eólica. Litoral Norte do Rio Grande do Norte.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o início da Revolução Industrial, a adoção de técnicas de produção e modos de consumo predatórios provocou um grande impacto das atividades humanas sobre o meio ambiente, agravando os efeitos da degradação ambiental; essa teve seu ápice no poder destruidor da Segunda Guerra Mundial, culminando com o lançamento de duas bombas atômicas sobre o Japão, como apontou Bursztyn (1994). As décadas que seguiram, a partir da Segunda Guerra Mundial, foram marcadas, de forma crescente, pela discussão acerca do binômio meio ambiente/desenvolvimento econômico, como enfatiza Camargo (2007).

No contexto geral, comumente se identifica a “humanidade” ou a “sociedade” como um todo como a vítima das problemáticas ambientais. Para tal percepção dominante, a denominada crise ambiental é generalizada, ou seja, atinge a todas as camadas da sociedade de forma indistinta, através do debate ecológico do tema “desperdício” ou “escassez” de matéria e energia (ACSELRED et al., 2009). Esses autores mencionam ainda que, baseados no fortalecimento crescente dos anseios desenvolvimentistas, notadamente a partir do período de difusão dos ideais neoliberais, ocorrido na década de 1990, os projetos econômicos, direta ou indiretamente utilizadores de recursos ambientais, concentraram os seus benefícios nas mãos de uma minoria e destinaram os efeitos indesejados para os grupos mais despossuídos.

Assim, embora um meio ambiente hígido seja um direito elementar da coletividade indistintamente tomada, o que foi se observando é que a poluição oriunda das atividades industriais, os químicos perigosos empregados no agronegócio, a contaminação proveniente da mineração, o deslocamento compulsório impostos pelas hidrelétricas, entre outros, atingem a população de maneira diferenciada, sendo mais atingidos os mais vulneráveis, que têm menos acesso ao processo decisório e menos condições de respostas relevantes aos efeitos que se lhes colocam como colaterais nos projetos de desenvolvimento (MELLO, 2011).

Para Capra (1996), a ecologia profunda é a visão ecocêntrica, isto é, o reconhecimento do valor intrínseco de todos os seres vivos e concepção dos seres humanos apenas como um fio particular na teia da vida. Em outras palavras, o crescimento econômico e a modernidade são nocivos quando não levam em consideração a ecologia.

Oriunda da tecnização da ciência e favorável à cronometrização do tempo, a aceleração é uma das responsáveis pelo desequilíbrio socioambiental atual, visto que transforma o desenvolvimento humano em mero desenvolvimento econômico, embora esse não seja apenas a sua única consequência imediata. Nesse sentido, a crise ambiental também figura como consequência de se fazer mais em menos tempo (MORIN; KERN, 2003).

Os planejamentos e os manejos ambientais têm a ver com a viabilização de ações para controle da coleta, da transformação, da distribuição e da disposição dos recursos naturais de maneira capaz de sustentar as atividades humanas com um mínimo de distúrbios nos processos socioambientais, como defende Christofletti (1999).

Nesse sentido, o modelo de desenvolvimento sustentável terá de levar em consideração a expansão do bem-estar dos países desenvolvidos para as nações subdesenvolvidas, sem esquecer-se da diminuição da produção e consumo de bens materiais. Portanto, urge uma prosperidade sem crescimento, isto é, uma repartição da riqueza e consumo aos mais pobres, levando em consideração os limites do meio ambiente (JACKSON, 2013).

Nesse contexto, a crítica a “religião do crescimento”, isto é, a ideia de que o crescimento econômico irá resolver todos os problemas e o combate ao consumismo são importantes, porém o conceito de decrescimento não pode ser quantitativo, visto que algumas atividades devem ser não apenas reduzidas, mas suprimidas, tais como a publicidade, a energia atômica e o carvão, enquanto outras necessitam da redução, como a circulação de automóveis, ou incremento, como a geração de energias alternativas, educação, saúde e a agricultura biológica (LÖWY, 2015). Em outras palavras, existem várias coisas que se requer a expansão, outras a redução e outras a supressão (LÖWY, 2015).

Por outro lado, uma economia capitalista é considerada “saudável” quando apresenta um índice de crescimento positivo, o que se traduz na ideologia do crescimento, na qual o crescimento é bom, sem levar em consideração as consequências ambiental, humana e geopolítica (HARVEY, 2005).

Nesse âmbito, o crescimento econômico, apenas como aumento de produtividade e rendimento de capital, ocasiona a criação e o aumento do desemprego e crise ecológica, porque a tendência do capital é o

incentivo à redução nos custos por meio de investimentos cada vez maiores em tecnologia, de acordo com Morin e Kern (2003).

Diante disso, o contexto da implantação e operação dos parques eólicos foi e é de apropriação e privatização dos territórios tradicionais e coletivos pela voracidade da reprodução do mercado capitalista global e nacional. Isso é identificado no fato de que foram e ainda são mais levados em consideração os critérios econômicos e tecnológicos para a maior lucratividade do setor eólico do que os danos socioambientais às comunidades afetadas, os quais geraram inúmeros conflitos e injustiças ambientais (MEIRELES, 2011).

Assim, no processo de implantação desses parques, ao invés de também levar em consideração dados relevantes como o uso do solo, áreas de proteção ambiental e territórios de pesca, houve apenas a observação das variáveis dos ventos, relevo e topografia, presentes no Atlas Nacional de Energia Eólica, ao contrário da Alemanha, onde os Estados e Municípios fazem estudos que recomendam determinadas áreas e excluem outras para parques eólicos, seja em função de critérios técnicos e econômicos, sejam socioambientais, estimulando um debate prévio a respeito dos custos e benefícios dos empreendimentos eólicos (SANTOS, 2014).

Dessa forma, tendo por base a existência da sociodiversidade para a caracterização do meio social, surgem diversos atores sociais da sociedade civil e do Estado que possuem inúmeras motivações para a sua atuação na geração de conflitos sociais: interesses, valores, necessidades, aspirações, ocupação do mesmo território, entre outros. Nesse sentido, na área ambiental, os conflitos estão associados à escassez e ao comprometimento da qualidade ambiental por intermédio do controle e uso indiscriminado de recursos ambientais limitados por determinados atores sociais (QUINTAS, 2006).

No que concerne aos parques eólicos no litoral do Nordeste brasileiro, outro fator que corrobora para as injustiças e conflitos ambientais diz respeito à centralização na produção de energia eólica. Isso produz maiores impactos ambientais e menor participação da população local na tomada de decisões (SANTOS, 2014).

Na contramão desse processo, mais uma vez a Alemanha vem inovando ao dar importância ao modelo alternativo de produção descentralizada de energia, impulsionada pela iniciativa de cooperativas, prefeituras e pequenos empresários regionais (SANTOS, 2014). Portanto, tal gestão descentralizada da produção de energia eólica gera um maior envolvimento e aceitação popular dos projetos em questão.

Diante dessa problemática, embora existam pesquisas que investigaram consequências socioeconômicas e ambientais negativas da instalação, manutenção e funcionamento de parques eólicos para comunidades locais, além de haverem outras acerca das dimensões sociais, econômicas, demográficas, culturais e ambientais da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT-RN), não existem pesquisas sobre as consequências socioeconômicas e ambientais dos parques eólicos para as comunidades da RDSEPT-RN, razão pela qual essa pesquisa se torna original e necessária.

Desse modo, essa pesquisa se presta a responder a seguinte pergunta: quais as consequências socioeconômicas e ambientais da instalação, funcionamento e operação dos parques eólicos de Macau, Alto dos Ventos I-B, Mangue Seco 5, Alegria I, Alegria II, Miassaba 2 e Miassaba 3 para as comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, no município de Macau-RN, e Lagoa Doce, Mangue Seco I e Mangue Seco II, no município de Guimarães?

Diante disso, a pesquisa em questão tem como hipótese que a instalação, o funcionamento e a operação dos parques eólicos de Macau, Alto dos Ventos I-B, Mangue Seco 5, Alegria I, Alegria II, Miassaba 2 e Miassaba 3, localizados na RDSEPT-RN e em seu entorno, podem ter ocasionado consequências socioeconômicas e ambientais para as comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, no município de Macau-RN, e Lagoa Doce, Mangue Seco I e Mangue Seco II, no município de Guimarães-RN.

Face ao exposto, a presente pesquisa apresentou os seguintes objetivos:

a) Geral:

Analisar as consequências socioeconômicas e ambientais oriundas da implantação de parques eólicos nas comunidades da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão-RN, particularmente em Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, no município de Macau-RN, Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce, no município de Guimarães-RN.

b) Específicos:

Face ao objetivo geral, esta pesquisa se propõe:

- 1) Investigar as consequências socioeconômicas mais significativas para as comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, no município de Macau-RN, e Lagoa Doce, Mangue Seco I e Mangue Seco II, no município de Guimarães-RN;
- 2) Identificar as consequências ambientais mais importantes para as comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, no município de Macau-RN, e Lagoa Doce, Mangue Seco I e Mangue Seco II, no município de Guimarães-RN;
- 3) Estimular tanto a participação dos atores sociais locais envolvidos na busca de soluções para o problema em questão quanto a difusão dos resultados encontrados pela pesquisa.

O tema tem relevância para o meio científico, porque traz descobertas novas e aplicáveis às políticas públicas, expressas em planos, programas e projetos de governo, no sentido de prevenir e/ou mitigar os efeitos negativos da construção de parques eólicos em questão para as referidas comunidades, além de servir de base para outros contextos sociais semelhantes e estudos nessa área. Então, orienta a produção, gestão e ordenamento do território para a aproximação com a justiça ambiental e redução dos conflitos ambientais, contribuindo para a minimização da não correspondência entre desenvolvimento, ambiente e sociedade.

Nos últimos anos, o Estado do Rio Grande do Norte tem sido alvo de investimentos bastante consideráveis no que se refere à produção de energia eólica. Neste sentido, muitos parques eólicos foram instalados em diversos municípios de seu interior, tais como: Areia Branca, Guimarães, João Câmara, Macau, Parazinho, Rio do Fogo e Tibau. Por sua vez, estes municípios são destaques brasileiros na produção de energia eólica, tanto a nível do RN quanto ao nível nacional.

Ora, fruto de parcerias público privadas, tais parques eólicos, devido a sua expansão e crescimento, como resultado de políticas públicas que visam a implementação e o funcionamento de unidades produtoras de energias renováveis por meio da força dos ventos, merecem estudos científicos que abordem as suas consequências socioeconômicas e ambientais para as comunidades, direta ou indiretamente afetadas, pela instalação, funcionamento e manutenção desses empreendimentos, pois a maioria dos estudos a respeito da energia eólica têm abordado apenas os seus aspectos positivos, negligenciando possíveis danos ambientais aos recursos naturais, tais como: fauna, flora, solo, atividades produtivas, águas, mobilidade, dentre outros. Assim, nada mais necessário do que uma pesquisa capaz de identificar as consequências socioeconômicas e ambientais dos parques eólicos às comunidades afetadas, porque traz descobertas novas e aplicáveis às políticas públicas menos nefastas de geração de energia em parques eólicos.

Por seu turno, essa a pesquisa também se justifica para o meio científico, visto que a avaliação de possíveis danos socioeconômicos e ambientais causados às comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, no município de Macau-RN, e Lagoa Doce, Mangue Seco I e Mangue Seco II, no município de Guimarães-RN, abriu caminho para o desvelamento de transformações econômicas, sociais e ambientais advindas do nível de políticas públicas e gestão do território em sintonia ou não com os anseios da maioria das comunidades em questão. Em decorrência disso, presta-se na aplicação de políticas públicas de gestão e ordenamento democrático, sustentável e plural do território.

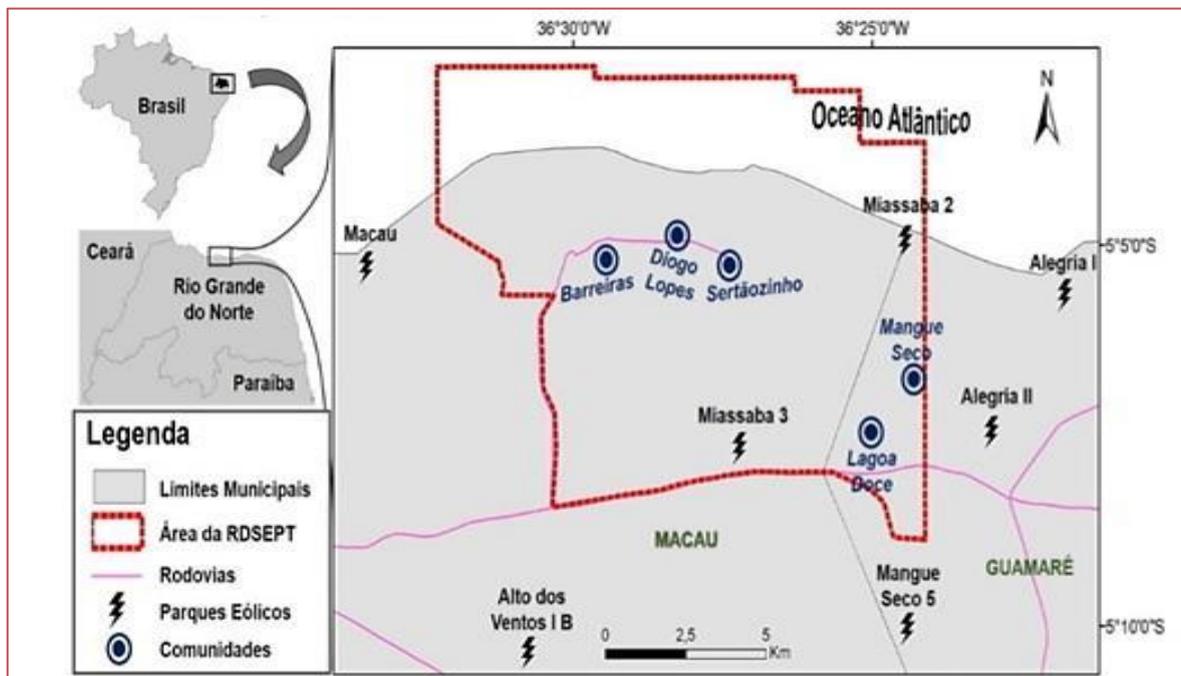
## 2 METODOLOGIA

Com 12.940,07 hectares de área total, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (RDSEPT-RN) está localizada no litoral norte do Estado do Rio Grande do Norte, entre 5º 2' e 5º 16' S e 36º 26' e 36º O, e engloba parte dos municípios de Macau-RN e Guimarães (DIAS; SALLES, 2006).

Única unidade de conservação na categoria de Reserva de Desenvolvimento Sustentável existente fora da região amazônica, a RDSEPT-RN é formada por nove comunidades do município de Macau-RN – Barreiras, Diogo Lopes, Sertãozinho, Chico Martins, Caximba da Baixa, Baixa do Grito, Varjota, Canto da Umburana e Queixada - e quatro comunidades no município de Guimarães-RN - Pau Feito, Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce -, possuindo uma população com cerca de 10.000 habitantes, com uma área de preservação ambiental de 12.946,03 hectares ou 129,6 km<sup>2</sup> (LIMA, 2010).

Para a realização da pesquisa, foram escolhidas as comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, localizadas no município de Macau-RN, visto que possuem 2800, 5500 e 300 habitantes, respectivamente, e Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce, pertencentes ao município de Guimarães-RN e perfazendo um total de 100, 100 e 100 habitantes, respectivamente, correspondendo a quase 90% da população da RDSEPT-RN (LIMA, 2010). Essas últimas três comunidades foram escolhidas devido à proximidade com as outras comunidades e com os parques eólicos (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da RDSEPT-RN, comunidades da pesquisa e parques eólicos localizados dentro e no entorno da RDSEPT-RN.



Fonte: Autoria Própria (2017).

Na pesquisa em questão, foram utilizadas questões de formulários individuais, porque apresentaram perguntas fechadas e dependentes, além da presença do investigador junto ao investigado no momento da coleta dos dados primários. Nesse sentido, a entrevista é “a técnica em que o investigador se apresenta frente ao investigado e lhe formula perguntas, com o objetivo da obtenção dos dados que interessam à investigação” (GIL, 2002, p. 109).

No que se refere à coleta de dados primários, a pesquisa é de caráter quantitativo e descritivo, sendo aplicados formulários de entrevistas aos habitantes das comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, no município de Macaú-RN, Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce, no município de Guararé-RN, as quais apresentam a concentração populacional mais significativa da RDSEPT-RN.

A pesquisa em questão usou a amostragem por conveniência. Esse tipo de amostragem consistiu em selecionar elementos, convenientemente, de acordo com a disponibilidade do pesquisador. No entanto, fez-se isso de forma a captar todas as possíveis características das comunidades pesquisadas, isto é, entrevistar pessoas mais novas, mais idosas, comerciantes, estudantes, homens, mulheres, dentre outros.

Em outras palavras, esse tipo de plano amostral, não probabilístico, consistiu em selecionar, de forma conveniente, indivíduos de uma população. A escolha deste plano amostral se deu, principalmente, pela dificuldade de se obter um cadastro de todos os moradores das comunidades em estudo e, uma vez que sem esse cadastro não se pode realizar um plano probabilístico, a amostragem por conveniência foi a forma mais natural de se conduzir o estudo.

É importante salientar que, por ser um plano não probabilístico, não se deve utilizar os resultados aqui apresentados para fazer inferência para a população total. No entanto, pela forma como essa amostragem foi conduzida, a seleção por conveniência não introduziu viés em relação à população total, isto é, em geral, os resultados obtidos com base na amostra selecionada formaram uma boa imagem da opinião dos moradores das comunidades.

Segundo Lima (2010), o tamanho da população das comunidades em estudo é de 8900 habitantes, sendo as comunidades de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho com 2800, 5500 e 300 habitantes, respectivamente. Nesse sentido, os indivíduos foram entrevistados de forma proporcional ao tamanho da comunidade. Estas três comunidades representam a maior parte da população em estudo e foi escolhido

uma amostra de tamanho 26, correspondendo a 0,3% da população total. Dessa forma, foram entrevistados 8 indivíduos em Barreiras, 16 em Diogo Lopes e 2 em Sertãozinho.

Outras três comunidades estudadas foram Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce, com 100 habitantes cada. Foram entrevistados 7 indivíduos em cada uma dessas comunidades, correspondendo a 0,7% da população total. Desse modo, a amostra total corresponde a 47 indivíduos.

Do ponto de vista ético, as entrevistas se pautaram por diretrizes e normas da Resolução CNS n.º 466/12 (BRASIL, 2013), seja pelo anonimato do participante-entrevistado (designado neste texto pela palavra morador e por algarismos arábicos – 1, 2, 3, ...), seja pela autorização verbal por parte de cada entrevistado. Nesse sentido, foi garantida a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes da pesquisa.

O tratamento estatístico dos dados primários foi realizado com a ajuda do programa estatístico “R”. Esse software extraiu frequências em termos de variáveis quantitativas referentes à classe social, idade, sexo e a opinião dos moradores das comunidades da RDSEPT-RN em relação aos parques eólicos nelas instalados e circunvizinhanças. Também foi usado o sistema de informação geográfica (SIG) ArcGis 10.3, tendo como finalidade o processamento digital de imagens (PDI), principalmente no que se refere aos cálculos de áreas e cartografia temática.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base no que foi comentado anteriormente, em torno de 34% entrevistados são moradores de Diogo Lopes, que corresponde a comunidade com o maior número de habitantes, seguido por Barreiras (17%), Lagoa Doce (15%) e Mangue Seco I (15%), Mangue Seco II (14%) e Sertãozinho (5%).

Quanto a distribuição das entrevistas de acordo com o sexo dos entrevistados, o sexo masculino contribui com 53% das respostas dos formulários, enquanto o sexo feminino foi responsável por 47%, enquanto que, no tocante a idade, a amostra utilizada aparenta ser bastante representativa, visto que apresenta indivíduos com idades variando de 10 a 80 anos, com uma média de, aproximadamente, 42 anos.

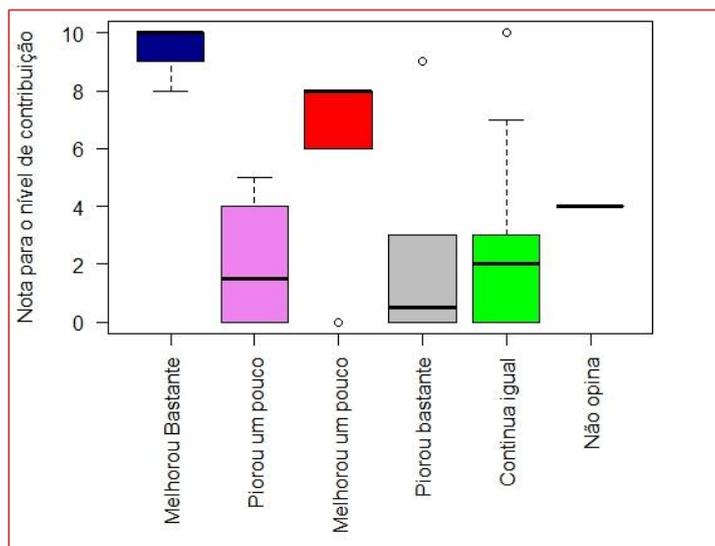
Dentre os principais problemas destacados pelas comunidades de Barreiras, Diogo Lopes, Sertãozinho, Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce, destacam-se o desemprego (51%), a saúde (32%) e a violência (17%).

Nesse sentido, há uma correspondência entre o desemprego, a saúde e a violência, que foram apresentados pelas comunidades pesquisadas como os seus principais problemas, e algumas investigações anteriores. Desse modo, o empobrecimento nas famílias, os homicídios e a migração para outras cidades à procura de emprego e renda é algo presente na RDSEPT-RN (LIMA, 2010).

De acordo com os boxplots apresentados na Figura 2, os entrevistados das comunidades da pesquisa em questão que acham que a qualidade de vida melhorou bastante após a instalação dos parques eólicos deram uma nota superior a 8 para o nível de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida. Por outro lado, tanto aqueles que responderam que a qualidade de vida piorou bastante quanto os defensores que continua igual deram nota inferior a 4 para o nível de contribuição dos parques eólicos. Para os que consideram que a qualidade de vida continua igual a época anterior a instalação dos parques eólicos, as notas foram menores do que 4 para o nível de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida, enquanto os que acreditam que a qualidade de vida piorou um pouco responderam com notas abaixo de 4 para o nível de contribuição dos parques eólicos e os que acharam que melhorou um pouco deram notas de 6 a pouco abaixo de 8.

Figura 2 – Nível de contribuição dos parques eólicos versus opinião sobre mudança na qualidade de vida após a instalação dos parques eólicos.

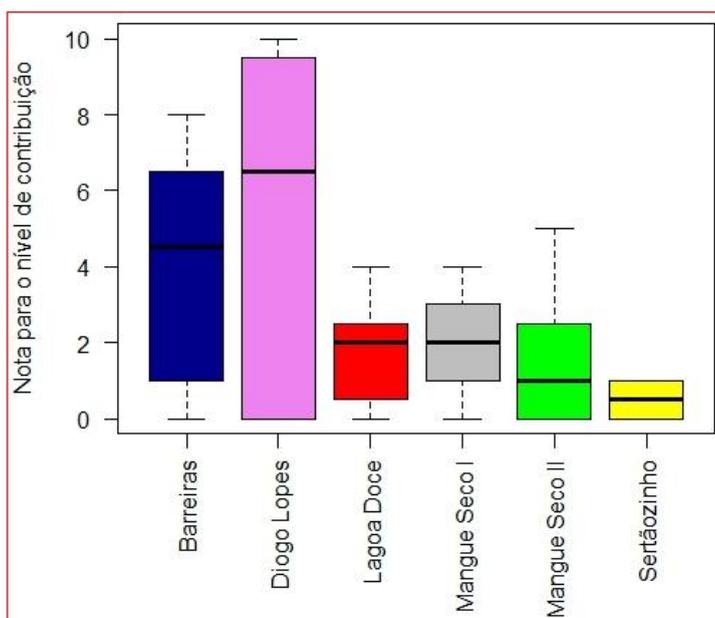
Fonte: Autoria Própria (2017).



Com base na opinião dos entrevistados, em uma escala de 0 a 10, o nível médio de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida é de, aproximadamente, 3,2. É importante salientar que esse valor apresenta uma variação relativamente alta, em função do desvio padrão de 3,4, e que foi observado indivíduos que julgaram esse nível de contribuição com nota 0, mínima, e 10, máxima.

No tocante às comunidades, a nota dos entrevistados em relação ao nível de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida foi mais alta nas comunidades de Barreiras e Diogo Lopes e menor nas demais comunidades (Figura 3). Vale salientar, também, que a variação nas notas das comunidades de Barreiras e Diogo Lopes é bem maior que nas demais, conforme observamos nos boxplots.

Figura 3 – Nível de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida por comunidade.



Fonte: Autoria Própria (2017).

Nesse caso, é possível que as notas para o nível de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida da comunidade foram maiores de Barreiras e Diogo Lopes por ocasião do maior nível de desenvolvimento socioeconômico dessas comunidades em relação à Sertãozinho, Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce. Por outro lado, tanto a maior variação quanto a quantidade considerável de notas baixas em Barreiras e Diogo Lopes leva à compreensão do descontentamento de tais comunidades com os parques eólicos, visto que, mesmo com as notas mais altas do que as demais comunidades, dos entrevistados em Barreiras, aproximadamente 62% escolheram notas de 0 e 5, enquanto na comunidade de Diogo Lopes 50% dos entrevistados responderam com notas de 0 a 5. No caso específico de Sertãozinho, 100% das notas foram de 1 a 2.

No caso das comunidades de Sertãozinho, Mangue Seco I, Mangue Seco II e Lagoa Doce, além da variação das notas ter sido menor do que em Barreiras e Diogo Lopes, verificou-se também a redução das notas para o nível de contribuição dos parques eólicos, o que tem por base o fato de que as notas dessas comunidades apenas variaram de 0 a 5.

No cômputo geral, cerca de 76% dos entrevistados escolheram notas de 0 a 5 como o grau de importância dos parques eólicos para a sua comunidade. Em suma, de acordo com as pessoas entrevistadas, em sua maioria, esses dados corroboram para o fato dos parques eólicos em questão não terem contribuído para a melhoria da qualidade de vida nas referidas comunidades.

Por sua vez, de acordo com o nível de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida discriminado por sexo, cerca de 50% dos entrevistados, tanto homens quanto mulheres, julgaram que o nível de contribuição está abaixo de 3.

Do mesmo modo, de forma geral, as respostas dos entrevistados no que se refere ao nível de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida por sexo ratificaram a ausência de contribuição dos parques eólicos para a qualidade de vida dos entrevistados, sejam do sexo masculino, sejam do sexo feminino. A respeito disso, os resultados das entrevistas apontaram 78% e 76% de notas de 0 a 5 para o sexo feminino e masculino, respectivamente, enquanto os percentuais de 24% e 26% de notas de 6 a 10.

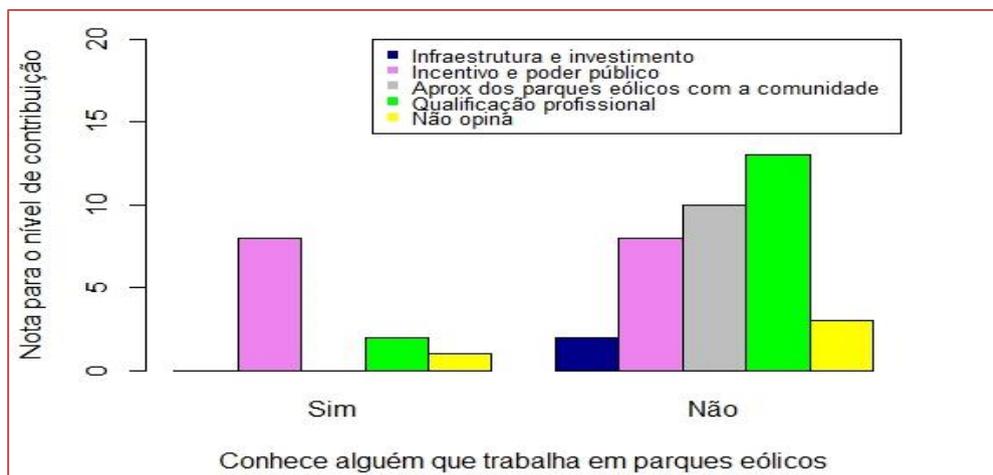
Por seu turno, o nível médio de contribuição dos parques eólicos para a melhoria na qualidade de vida atribuído pelos moradores tende a diminuir conforme passamos das comunidades de Barreiras para Sertãozinho, e essa decréscimo é observado tanto nos indivíduos do sexo feminino quanto do sexo masculino. Vale salientar que o número de indivíduos selecionados da comunidade de Sertãozinho foi muito pequeno e é necessário levar isso em consideração.

Em relação ao grau de importância dos parques eólicos para a comunidade, os resultados da pesquisa mostraram que 2% das pessoas entrevistadas consideraram muito boa, 11% boa, 32% regular, 36% ruim e 8% muito ruim, ao passo que 2% não opinou.

Mais uma vez, de forma geral, a pesquisa demonstrou que os parques eólicos não são importantes para as pessoas entrevistadas. Isso se deve talvez ao distanciamento entre os parques eólicos e as comunidades em questão, visto que não existe identificação alguma dessas comunidades com os referidos parques eólicos, os quais não tem sentido algum para as pessoas que residem nas comunidades da RDSEPT-RN.

Ao serem perguntados se conheciam algum morador da comunidade que trabalhava em um dos parques eólicos próximos, cerca de 76% dos entrevistados não conhecem pessoas que trabalham em parques eólicos, de acordo com o gráfico 13. Nesse sentido, dos entrevistados que não conhecem pessoas que trabalham em parques eólicos, cerca de 28% responderam que o principal motivo para a falta de emprego na comunidade é ausência de qualificação profissional, seguido pela não aproximação dos parques com a comunidade (21%), baixo incentivo e poder público (17%), falta de infraestrutura e investimentos (4%) e não opinaram (7%). Já em relação aos entrevistados que conhecem moradores que trabalham em parques eólicos próximos as suas comunidades, aproximadamente 17% diz que o principal motivo para a falta de emprego é o baixo incentivo e poder público, vindo depois a falta de qualificação profissional (4%) e não opinaram (2%), de acordo com a Figura 4.

Figura 4 – Morador que trabalha em parques eólicos versus principal motivo para a falta de empregos.



Fonte: Autoria Própria (2017).

Nesse âmbito, talvez essas respostas tenham explicação na ausência de incentivo e participação do poder público na construção de políticas públicas, planos e projetos que viabilizem os empregos locais a partir da instalação, funcionamento e operação dos parques eólicos existentes próximos às comunidades pesquisadas da RDSEPT-RN.

Por outro lado, isso contraria a ideia de que, no que se refere à geração direta de empregos pela indústria eólica, por intermédio da instauração de regras, o BNDES criou as condições favoráveis para o desenvolvimento da cadeia produtiva e tecnológica do setor eólico nacional, além dos incentivos fiscais, tais como a redução do ICMS e IPI, o que, ao lado da redução de custos de transporte e logística, provocaria uma maior proximidade da indústria de equipamentos e peças eólicas às áreas de montagem dos parques e a criação de emprego novos, segundo Macedo (2015).

Ao contrário, os resultados das entrevistas revelaram que não há absorção da força de trabalho local pelos parques eólicos, a qual foi absorvida em pequena parte, em funções de baixa qualificação profissional, submetida a baixos salários, com direito ao emprego apenas durante o processo de instalação dos parques eólicos e de forma temporária, porém tais empregos não surgiram durante a fase de funcionamento e operação deles. Atualmente, os poucos empregados em parques eólicos da RDSEPT-RN ocupam a função de vigilantes e, ao contrário da maioria das comunidades da pesquisa, tiveram condições financeiras de participarem de cursos de qualificação profissional nessa área.

Também não corrobora com o discurso de que, no tocante à geração de empregos diretos pela indústria eólica, além da fabricação de equipamentos de energia eólica, há os advindos da construção, instalação, operação e manutenção dos projetos eólicos, de acordo com as ideias de Lewis e Wiser (2007).

Por sua vez, o resultado das entrevistas realizadas com as comunidades pesquisadas da RDSEPT-RN ratifica que não há conciliação entre a construção e funcionamento dos parques eólicos e o desenvolvimento sustentável, havendo questionamentos às injustiças e conflitos ambientais a esses empreendimentos eólicos, conforme defende Santos (2014).

No que se refere à falta de qualificação profissional e a incapacidade na geração de emprego e renda dos parques eólicos para as comunidades da RDSEPT-RN, Improta (2008) diz que, por não oferecer mais empregos aos moradores de Zumbi, o Parque Eólico Rio do Fogo é percebido como alheio aos mesmos.

Em relação a falta de aproximação dos parques eólicos com comunidade da RDSEPT-RN, isso já havia sido verificado, no tocante ao parque eólico localizado em Rio do Fogo-RN, onde não é destacada identificação entre a comunidade de Zumbi e o parque eólico, pois as pessoas dessa comunidade não sabem o nome da empresa, o empreendimento não faz parte do cotidiano dos moradores, a comunidade não possui contato com os trabalhadores e com a empresa, a instalação e funcionamento do parque eólico não foi discutido com a comunidade e não tiveram crenças nem percepções modificadas com a construção do Parque Eólico Rio do Fogo (IMPROTA, 2008). Nesse contexto, tal cenário corrobora com a ideia de que a lucratividade do setor eólico ocasiona danos socioambientais, inúmeros conflitos e injustiças ambientais às comunidades afetadas (MEIRELES, 2011).

Perguntados a respeito de qual atividade melhoraria o número de empregos e a renda das pessoas que moram na RDSEPT-RN, os entrevistados optaram pela indústria (23%), parques eólicos (23%), turismo (21%), pesca (19%) e 13% não opinou.

Quanto a renda familiar mensal dos entrevistados nas comunidades da RDSEPT-RN, a pesquisa demonstrou que, entre os que ganham até 1 salário mínimo, prevalecem os que possuem ensino fundamental incompleto (11%) e ensino médio incompleto (11%), seguidos pelos que têm ensino fundamental completo (6%), ensino médio completo (4%), sem escolaridade (2%), superior incompleto (0%) e superior completo (0%). Por sua vez, entre os que recebem de 1 a 3 salários mínimos, a maior parte tem ensino fundamental incompleto (32%), vindo logo após os que possuem ensino médio incompleto (11%), ensino fundamental completo (6%), ensino médio completo (7%), sem escolaridade (2%), superior incompleto (2%) e superior completo (0%). Nas faixas salariais de 3 a 5 salários mínimos, tem-se apenas pessoas com ensino fundamental incompleto (2%) e ensino fundamental completo (2%), ao passo que acima de 10 salários mínimos somente ensino médio completo (2%).

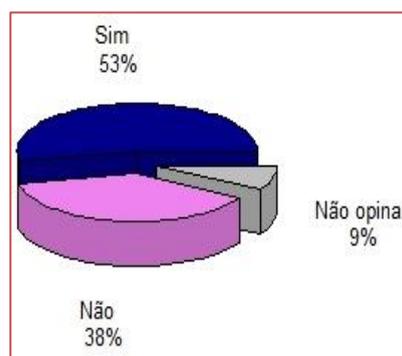
Do ponto de vista socioeconômico, com base na renda mensal das famílias entrevistadas, a pesquisa evidenciou que os parques eólicos em questão não geraram empregos para a maioria dos moradores das comunidades pertencentes à RDPSET-RN, visto que não se deu uma oferta de empregos de forma compensatória aos danos ambientais provocados no entorno desses empreendimentos. Nesse sentido, a baixa qualificação dos trabalhadores locais e a ausência de indústrias eólicas nas proximidades contribuíram para a ocupação das vagas de empregos por profissionais qualificados de outros Estados e regiões e a não disponibilidade de empregos na cadeia produtiva desse setor de energia renovável para a comunidade em questão.

Mesmo com base nas políticas públicas de incentivo da cadeia eólica produtiva nacional, nessas comunidades ocorre uma subutilização da força de trabalho local. Com isso, as investigações mostraram que os parques eólicos não conseguiram efetuar a dinamização da economia local via geração de empregos para os moradores de seu entorno, ora pela falta de qualificação técnica, ora pela não instalação de indústrias que fabriquem os seus equipamentos. Dessa forma, a baixa quantidade de empregados nos parques eólicos, que ficam dentro e no entorno das comunidades da RDSEPT-RN, exercem a profissão de vigilantes, a qual é de baixa qualificação e remuneração profissional.

Com base nas entrevistas, os indivíduos que acreditam haver alguma consequência ambiental relacionada à instalação dos parques eólicos apontaram um nível baixo de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida, isto é, aproximadamente 50% desses indivíduos deram um nível de contribuição abaixo de 2. Por outro lado, cerca de 50% dos indivíduos que acreditam não haver consequências ambientais optaram por notas acima de 4 para o nível de contribuição dos parques eólicos para a melhoria da qualidade de vida. Isso demonstra a não satisfação das comunidades entrevistadas com os efeitos ambientais dos parques eólicos.

No que se refere as respostas dos entrevistados se existia ou não alguma consequência ambiental proveniente da instalação, manutenção e operação dos parques eólicos para a sua comunidade, mais da metade (53%) acredita que sim, enquanto 38% respondeu que não existe consequência ambiental e 9% não sabe, conforme a Figura 5.

Figura 5 – Consequência ambiental para a comunidade em função dos parques eólicos.

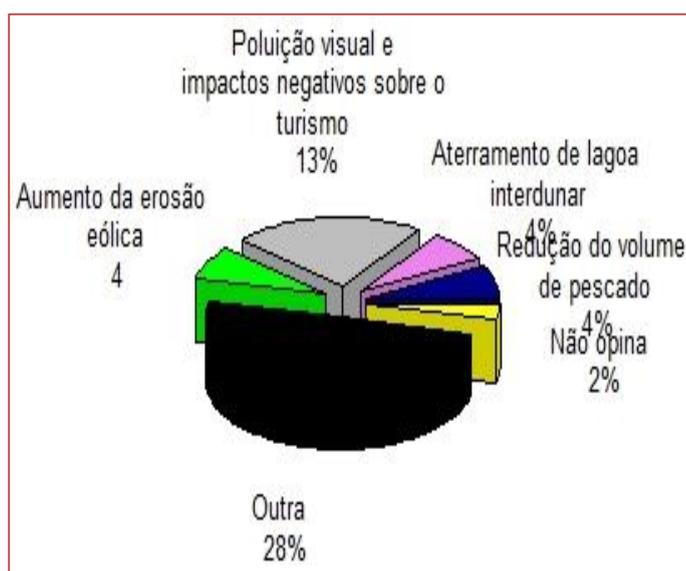


Fonte: Autoria Própria (2017).

Logo, é possível afirmar que, com base nas opiniões dos entrevistados, há uma parcela significativa de pessoas que credita aos parques eólicos a aparição de consequências ambientais as suas comunidades, conforme é expresso no gráfico abaixo.

Perguntados sobre qual é a consequência ambiental mais importante para a comunidade da pessoa entrevistada a partir da instalação, manutenção e operação dos parques eólicos, os entrevistados acenaram com a opção outra num percentual de 28%, seguida por poluição visual e impactos negativos sobre o turismo (13%), aumento da erosão eólica (4%), aterramento de lagoa interdunar (4%), redução de volume de pescado (4%) e não sabe (2%), de acordo com o Gráfico 18. Cumpre destacar também que, dentre a opção outra, as respostas apresentaram como consequência ambiental principal o desmatamento (17%), bloqueio do deslocamento das pessoas (9%) e interrupção da passagem ao gado (2%), de acordo com a Figura 6.

Figura 6 – Consequência ambiental mais importante dos parques eólicos.



Fonte: Autoria Própria (2017).

Isso corrobora com as ideias de Toke (2005), segundo o qual a recusa de alguns parques eólicos advém, sobretudo, dos impactos visuais e paisagísticos, tendo consequências sobre o turismo e o valor das propriedades.

Nesse sentido, também há correspondência com a ênfase dada aos danos causados por parques eólicos as paisagens rurais e do património natural e cultural (WOODS, 2003; TOKE, 2005; BELL; GRAY; HAGGETT, 2005; ZOELLNER; SCHWEIZER-RIES; WEMHEUER, 2008; COWELL, 2010; HALL; ASHWORTH; DEVINE-WRIGHT, 2013).

Também os parques eólicos ocasionam a privatização e o parcelamento da propriedade coletiva do território e das relações econômicas de produção, o aumento das desigualdades de renda e das interferências nas atividades econômicas tradicionais (MEIRELES, 2011).

Por sua vez, Meireles (2011) ratifica o desmatamento quando afirma que, nos processos de instalação, funcionamento e manutenção dessas usinas eólicas, constataram-se impactos ambientais negativos por conta das obras de engenharia necessárias de terraplenagem, dentre elas o desmatamento e o soterramento de dunas e lagoas dunares (MEIRELES, 2011).

Quanto a erosão eólica que invade as casas das comunidades da pesquisa em questão, da mesma forma, no litoral cearense, ocorreu a privatização de imensos trechos de litoral, entre as comunidades tradicionais e a faixa de praia, reduzindo o território de usufruto ancestral para a retirada de recursos naturais básicos à sobrevivência comunitária (MEIRELES, 2011).

Também ocorreram transformações no sistema costeiro a partir da implantação de parques no litoral cearense, pois houve o transporte de areia pela ação dos ventos e a migração dos campos de dunas,

comprometendo a dinâmica litorânea, ou seja, o colapso de sedimentos na faixa praias e erosão progressiva (MEIRELES, 2011).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas entrevistas e relatos das comunidades da pesquisa, dada a ausência de estudos mais profundos que produzissem um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) acerca da instalação, funcionamento e operação dos parques eólicos bem como da divulgação democrática para as comunidades que fazem parte da área ou se encontram no entorno da RDSEPT-RN, urge a adoção de parcerias e ações compartilhadas entre as associações de moradores e cooperativas de pescadores locais, representantes do parques eólicos que estão dentro e no entorno da RDSEPT-RN, IDEMA-RN, IBAMA-RN, IFRN/Campus Macau-RN, escolas municipais e estaduais, Prefeitura de Macau-RN, Conselho Gestor da RDSEPT-RN e demais setores da sociedade civil organizada com o intuito de aproximar os parques eólicos das comunidades da Reserva Ponta do Tubarão-RN e minimizar e/ou resolver as consequências socioeconômicas e ambientais negativas.

Para tanto, através da construção democrática e transdisciplinar de um plano de manejo para a RDSEPT-RN, que seja capaz de contribuir com as questões socioeconômicas e ambientais das comunidades em questão a partir dos parques eólicos inseridos na área ou no entorno da referida Reserva, abre-se caminho para um relacionamento entre os referidos parques eólicos e as comunidades da RDSEPT-RN que conduza a uma menor tensão entre as partes.

Por outro lado, a longo prazo, tendo também como apoio parques eólicos que estão dentro e no entorno da RDSEPT-RN, IDEMA-RN, IBAMA-RN, IFRN/Campus Macau-RN, escolas municipais, escolas estaduais, Prefeitura de Macau-RN, Conselho Gestor da RDSEPT-RN e demais setores da sociedade civil organizada, outra medida importante tem a ver com ações no campo da educação ambiental com vistas à formação de consciência ambiental capaz de orientar o engajamento político dos atores mais prejudicados e das gerações futuras a partir da instalação dos parques eólicos na área ou no entorno da RDSEPT-RN. Tais ações poderão ser realizadas nas escolas, igrejas, cooperativas, associações e demais espaços para a prática da cidadania, submetendo as comunidades direta ou indiretamente afetadas pelas consequências socioeconômicas e ambientais dos parques eólicos em questão à participação política direta em prol de seus interesses.

Outro fator que contribuirá para a superação entre as questões socioeconômicas e ambientais trazidas pelos parques eólicos às comunidades em questão deverá ser enfrentado com a participação de cooperativas, prefeituras e pequenos empresários locais para a administração e gestão política e econômico-financeira descentralizada desses empreendimentos eólicos junto as referidas comunidades da RDSEPT-RN. Nesse aspecto, apenas a participação direta no processo de ganhos socioeconômicos e políticos levará a aceitação desses empreendimentos e contornará as consequências socioeconômicas e ambientais danosas para as comunidades da RDSEPT-RN.

Diante do exposto, o estímulo à pesca e à agricultura tradicional também é uma das ações para a prosperidade sustentável da RDSEPT-RN, visto que tais atividades econômicas atendem às necessidades básicas dessas comunidades e mantêm a estrutura socioeconômica e ambiental, ocasionando menores consequências socioeconômicas e ambientais danosas às comunidades locais. Dessa forma, ao invés do atendimento ao crescimento econômico ilimitado com base na expansão energética de grupos econômicos e classes sociais já consolidados em termos de hegemonia político-econômica nacional e mundial, a agricultura e a pesca tradicionais mantêm a divisão mais equânime e a defesa da prosperidade sustentável para as gerações presentes e futuras locais.

Desse modo, urge a observação e a preocupação com as consequências socioeconômicas e ambientais, além dos inúmeros conflitos e injustiças ambientais para as comunidades-alvo desses megaempreendimentos eólicos. Logo, a pesquisa demonstrou que, de acordo com o levantamento bibliográfico-documental, as observações in loco e a maior parte das opiniões dos entrevistados, os parques eólicos em questão ocasionaram produtos socioeconômicos e ambientais negativos para as comunidades da RDSEPT-RN.

## REFERÊNCIAS

- [1] BARRY, J.; ELLIS, G.; ROBINSON, C. Cool rationalities and hot air: a rhetorical approach to understanding debates on renewable energy. *Global Environmental Politics*, ano 8, v. 2, p. 67-98, 2008.
- [2] BELL, D.; GRAY, T.; HAGGETT, C. The 'social gap' in wind farm siting decisions: explanations and policy responses. *Environmental Politics*, ano 14, v. 4, p. 460-477, 2005.
- [3] BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, v. 150, n. 12, p. 59-62, 13 jun. 2013. Seção 1. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/55483053/dou-secao-1-13-06-2013-pg-1/pdfView>>. Acesso em: 22 nov. 2016.
- [4] BURSZTYN, M. A. A. Gestão ambiental: instrumentos e práticas. Brasília: IBAMA, 1994.
- [5] CAMARGO, A. L. de B. Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios. 3. ed. Campinas: Papirus, 2007.
- [6] CAPRA, F. A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 1996.
- [7] CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.
- [8] COWELL, R. Wind power, landscape and strategic, spatial planning: the construction of 'acceptable locations' in Wales. *Land Use Policy*, v. 27, p. 222-232, abr. 2010.
- [9] DEVINE-WRIGHT, P.; HOWES, Y. Disruption to place attachment and the protection of restorative environments: a wind energy case study. *Journal of Environmental Psychology*, ano 30, v. 3, 271-280, 2010.
- [10] DIAS, T. L. P.; SALLES, R. Diagnóstico da pesca artesanal e proposta de plano de ordenamento da pesca na reserva de desenvolvimento sustentável ponta do tubarão: relatório técnico do IDEMA. [S.l.]: IDEMA, 2006.
- [11] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <[https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod\\_resource/content/1/como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2015.
- [12] HALL, N.; ASHWORTH, P.; DEVINE-WRIGHT, P. Societal acceptance of wind farms: analysis of four common themes across Australian case studies. *Energy Policy*, ano 58, p. 200-208, 2013.
- [13] HARVEY, D. A produção capitalista do espaço. São Paulo: Annablume, 2005.
- [14] IMPROTA, R. L. Implicações socioambientais da construção de um parque eólico em Rio do Fogo-RN. 2010. 182 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/17428/1/RafaellaLI.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2016.
- [15] JACKSON, T. Prosperidade sem crescimento: vida boa em um planeta finito. São Paulo: Editora Planeta Sustentável, 2013.
- [16] LIMA, P. C. C. Gestão ambiental e responsabilidade social das empresas: aspectos ambiental, cultural, econômico e social da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão – Brasil/RN. 2010. 455 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais)–Universidade de Salamanca, Salamanca, 2010. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/11902878-Facultad-de-ciencias-sociales-doctorado-el-medio-ambiente-natural-y-humano-en-las-ciencias-sociales.html>>. Acesso em: 5 ago. 2016.
- [17] LÖWY, M. "Por um novo mundo, sem capitalismo". *Revista Caros Amigos*, São Paulo, 16 dez. 2015. Disponível em: <<http://www.carosamigos.com.br/index.php/grandes-entrevistas/5756-entrevista-michael-loewy>>. Acesso em: 1 jun. 2017.
- [18] MACEDO, L. D. de. Produção de energia elétrica por fonte eólica no Brasil e aspectos de seu impacto na região Nordeste e Rio Grande do Norte. 2015. 403 f. Tese (Doutorado em Economia)–Universidade Estadual Campinas, Campinas, 2015. Disponível em: <[http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286450/1/Macedo,%20Luziene%20Dantas%20de\\_D.pdf](http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286450/1/Macedo,%20Luziene%20Dantas%20de_D.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2016.
- [19] MEIRELES, A. J. de A. Danos socioambientais originados pelas usinas eólicas nos campos de dunas do Nordeste brasileiro e critérios para definição de alternativas locais. *Revista Confins*, São Paulo, n. 11, p. 1-26, mar. 2011. Disponível em: <<https://confins.revues.org/6970?lang=pt>>. Acesso em: 15 jan. 2016.
- [20] MELLO, C. C. do A. Sumário executivo. In: LEROY, J. P. et al. Relatório-síntese projeto avaliação de equidade ambiental como instrumento de democratização dos procedimentos de avaliação de impacto de projetos de desenvolvimento. Rio de Janeiro: FASE/ETERN/IPPUR, 2011, p. 19-38. Disponível em: <[https://fase.org.br/wp-content/uploads/2011/07/Relat%C3%B3rio+-+S%C3%ADntese+-+Projeto+Avaliacao+Equidade+Ambiental+final.final\\_.pdf](https://fase.org.br/wp-content/uploads/2011/07/Relat%C3%B3rio+-+S%C3%ADntese+-+Projeto+Avaliacao+Equidade+Ambiental+final.final_.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2015.
- [21] MORIN, E. O método I: a natureza da natureza. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2005.
- [22] MORIN, E.; KERN, A. B. Terra-Pátria. Porto Alegre: Sulina, 2003.

- [23] QUINTAS, J. S. Introdução à gestão ambiental pública. 2. ed. Brasília: IBAMA, 2006. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/educacao\\_ambiental/QUINTAS\\_Jos%C3%A9\\_Silva\\_-\\_Introdu%C3%A7%C3%A3o\\_%C3%A0\\_Gest%C3%A3o\\_Ambiental\\_P%C3%BAblica.pdf](http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/educacao_ambiental/QUINTAS_Jos%C3%A9_Silva_-_Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0_Gest%C3%A3o_Ambiental_P%C3%BAblica.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2016.
- [24] SANTOS, A. N. G. A energia eólica no litoral do NE no Brasil: desconstruindo a "sustentabilidade" para promover "justiça ambiental". Rio de Janeiro: 2014. Disponível em: <<https://br.boell.org/pt-br/2014/11/07/energia-eolica-no-litoral-do-ne-no-brasil>>. Acesso em: nov. 2015.
- [25] TOKE, D. Explaining wind power planning outcomes: some findings from a study in England and Wales. *Energy Policy*, ano 33, v. 12, p. 1.527-1.539, 2005.
- [26] WOODS, M. Conflicting environmental visions of the rural: windfarm development in mid Wales". *Sociologia Ruralis*, ano 43, v. 3, p. 271-288, 2003.
- [27] ZOELLNER, J.; SCHWEIZER-RIES, P.; WEMHEUER, C., Public acceptance of renewable energies: results from case studies in Germany. *Energy Policy*, ano 36, v. 11, p. 4.136-4.141, 2008.

# Capítulo 8

## *Mapeamento da sensibilidade ambiental da ilha de Mosqueiro (Belém/PA) ao derrame de derivados de hidrocarbonetos*

*Yago Yguara Parente*

*Amilcar Carvalho Mendes*

*Artur Gustavo Miranda*

*José Francisco Berredo Reis e Silva*

**Resumo:** As Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Cartas SAO) constituem instrumentos de elevada importância, pois são fontes primárias de informações para ações de resposta a vazamentos de petróleo e derivados, uma vez que apresentam informações sobre a sensibilidade das áreas litorâneas, recursos biológicos e socioeconômicos. O estudo foi realizado na Ilha de Mosqueiro (Belém/PA), localizada na região de influência direta e indireta de dois grandes portos de distribuição de combustíveis, e que possui forte atratividade turística decorrente de suas praias estuarinas que, conseqüentemente, geram variadas atividades socioeconômicas. Nesse contexto foram elaboradas uma carta táctica (1:70.000) e oito cartas operacionais (1:25.000). A metodologia consistiu no levantamento de dados bibliográficos, interpretação e processamento de imagens de satélites, campanhas de campo, determinação do índice de sensibilidade do litoral (ISL), de acordo com as normas estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente (2004) e elaboração cartográfica em ambiente SIG. Foram delimitados 154 segmentos, distribuídos em 299,84 km de linha de costa. Dos ambientes mapeados, 87,44% foram classificados como ISL 10 (margem de rio – áreas inundáveis – várzeas ou terraços alagadiços), sendo concentrado nos setores NE, SE e SW da ilha. A ilha de Mosqueiro apresenta alta sensibilidade e vulnerabilidade ambiental, uma vez que quase 90% de linha de costa apresenta índice de sensibilidade elevada (ISL 10) e os outros 10%, apesar de possuir baixos ISLs, apresentam grandes atividades socioeconômicas associadas.

**Palavras-chave:** Derramamentos de Óleo, Cartas SAO, sensibilidade ambiental, cartografia temática.

## 1. INTRODUÇÃO

A extração petrolífera traz grandes riscos para o meio ambiente, com impactos causados pelo petróleo e seus derivados no processo produtivo, na exploração, no refinamento, no transporte e na estocagem (FATORELLI, 2005). Alguns dos piores danos são registrados durante o transporte, quando ocorrem vazamentos em grande escala de oleodutos e navios petroleiros (CETESB, 2005 apud ARAUJO, 2005).

O transporte de petróleo e seus derivados, bem como o armazenamento destes, são atividades de alto risco para o meio ambiente, principalmente em zonas costeiras que são consideradas áreas sensíveis. Acidentes podem provocar vazamentos e também grandes derramamentos, os quais atingem os ecossistemas ali existentes. O que se percebe, também, é que a movimentação deste tipo de carga vem aumentando ao longo dos últimos anos, seja através dos portos organizados, como também os terminais privados, não só no Brasil, mas também no exterior (BRASIL, 2012).

Apesar do avanço tecnológico na exploração e no transporte do óleo, ainda ocorrem os derramamentos, que constituem uma ameaça às áreas costeiras em todo mundo, uma vez que devastam indiscriminadamente os ecossistemas, acarretando, ainda, prejuízos às atividades sociais e econômicas. Ademais, mesmo com todas as medidas de segurança tomadas durante as atividades relacionadas à indústria petrolífera, quer seja durante as fases de exploração, produção e transporte de petróleo e derivados, estes derramamentos ainda ocorrem (GONÇALVES et al, 2011). O aumento do consumo e da dependência de produtos derivados de petróleo têm resultado no aumento considerável do número de acidentes no mundo inteiro (FINGAS, 2001).

Entre as áreas costeiras sob maior risco de contaminação por óleo estão as zonas portuárias e suas adjacências. Por isso, faz-se necessário a existência de um mapa de sensibilidade local, para que em caso de derramamento de óleo, o mapa possa ser usado em um plano de contingência, possibilitando uma ação mais rápida e segura, garantindo uma maior preservação dos recursos ali existentes (BELLOTO & SARELLI, 2008).

O Brasil, como signatário das Convenções CLC/69, MARPOL 73/78 e OPRC/90, assumiu o compromisso de estabelecer uma estrutura nacional de combate à poluição por óleo, o que acarretou na sanção da Lei 9.966/2000 como marco legal para estruturação da estratégia de prevenção, controle e a fiscalização da poluição causada pelo lançamento de óleo em águas sob jurisdição nacional.

A Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, também conhecida como “Lei do Óleo”, atribui ao Ministério de Meio Ambiente (MMA) a responsabilidade de localizar, identificar e caracterizar os limites das áreas ecologicamente sensíveis ao derramamento de óleo e seus derivados. No ano de 2004, o MMA e a Agência Nacional do Petróleo (ANP) criaram as Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade ao Derramamento de Óleo (Cartas SAO) para o litoral brasileiro (NOERNBERG et al, 2008). O Decreto nº 4.871, de 06/11/2003, estabelece que os Planos de Área para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional deverão conter mapas de sensibilidade ambiental, conforme as especificações e normas técnicas para elaboração das Cartas SAO. A Resolução CONAMA nº 398, de 11/06/2008, insere as Cartas SAO no conteúdo mínimo dos Planos de Emergência Individuais (PEI) para determinados empreendimentos.

Os mapas de sensibilidade ambiental que vem sendo utilizados desde a década de 70, representam uma importante ferramenta para determinação dos ambientes a serem protegidos, fornecendo as informações necessárias em formato de fácil leitura e compreensão, o que é útil para subsidiar a tomada de decisões sobre o estabelecimento de prioridades de proteção dos ambientes com maior sensibilidade ao óleo (GONÇALVES et al, 2011). Percebe-se, então, que é de suma importância que sejam desenvolvidos instrumentos que representem a sensibilidade dos ecossistemas, dos recursos biológicos e socioeconômicos e que forneçam suporte à tomada de decisão durante ações emergenciais de resposta e no planejamento ambiental, minimizando os impactos negativos causados pelo óleo no ambiente (CANTAGALLO et al, 2008).

As Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo (Cartas SAO) são de uso internacionalmente consagrado. Constituem ferramentas essenciais e fonte primária de informações para o planejamento de contingência e para as ações de resposta a incidentes de poluição por óleo, permitindo identificar os ambientes com prioridade de proteção e as eventuais áreas de sacrifício, e possibilitando o correto direcionamento dos recursos disponíveis e a mobilização adequada das equipes de contenção e limpeza (MMA, 2004).

Nesse contexto, o MMA lançou, em 2011, edital com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para o mapeamento e elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para

derramamentos de óleo (cartas SAO) para as bacias sedimentares da Foz do Amazonas e Pará-Maranhão/Barreirinhas. Nesse contexto, foi então elaborada a CARTA SAO para a margem direita da Baía de Guajará, incluindo, também o setor sul da Ilha de Mosqueiro (GONÇALVES et al., 2011). Entretanto, a escala de mapeamento (1:100.000), não permitiu maior detalhamento dos setores, notadamente aqueles sob forte influência de atividades portuárias.

O presente trabalho apresenta o mapeamento da sensibilidade ambiental ao derrame de óleo para a Ilha de Mosqueiro (distrito administrativo do município de Belém/PA), como parte integrante do Projeto “Mapeamento e Elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamento de óleo (cartas SAO) para a Bacia da Foz do Amazonas (CT-PETRO/MMA/CNPq)”. A área de estudo apesar de não possuir porto, localiza-se na zona de influência (direta e indireta) dos terminais portuários de Belém (Companhia das Docas do Pará - CDP), Outeiro (também chamado de Porto da SOTAVE) e do Terminal Petroquímico Nicolau Bentes Gomes (Miramar), sendo este último projetado para realizar importação e distribuição de derivados de hidrocarbonetos para a região metropolitana de Belém (GREGÓRIO, 2008). Ademais a Ilha encontra-se na área de fundeio de navios para entrada nos portos de Belém e Vila do Conde.

Obstante, a Ilha de Mosqueiro apresenta expressivo contingente populacional e também é responsável por atrair uma grande quantidade de turistas em determinadas épocas do ano, que utilizam os recursos naturais e as potencialidades turísticas e de lazer da ilha, atividades que serão fortemente impactadas, caso ocorra derramamento de óleo. Nesse contexto, espera-se que a cartografia dos índices de sensibilidade do litoral ao derramamento de óleo (ISL), com a escala proposta de 1:25.000 (escala operacional), venha a ocasionar grande auxílio não somente para planos de contingenciamento de derrames de óleo, mas também, reforçar os instrumentos políticos e administrativos de ordenamento territorial.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

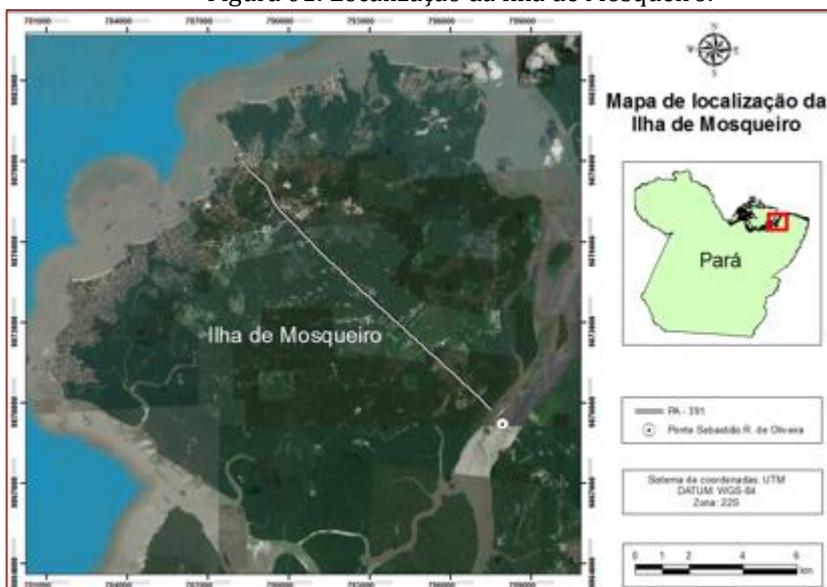
A Ilha de Mosqueiro compõe o Distrito Administrativo de Mosqueiro (DAMOS). É uma ilha localizada na costa oriental do rio Pará, confronto à Baía do Marajó. Com uma área de 212 km<sup>2</sup> e uma população de aproximadamente 27 mil habitantes, Mosqueiro é a maior ilha do município de Belém. Está situada ao norte da cidade de Belém, entre 01°03’S, 01°14’S, 48°29’W e 48°18’W (Figura 01). O acesso à ilha se dá por meio fluvial ou através da BR-316 e, em seguida, pela PA-391.

A ilha faz parte do estuário Amazônico, localizado na região norte brasileira, que integra a maior bacia hidrográfica do mundo. Na face do litoral norte da ilha, identificam-se várias praias, compondo um perímetro com mais de 20 km de extensão. Essas praias apresentam uma configuração hidrodinâmica peculiar, inclusive com presença de ondas relativamente grandes (OLIVEIRA, 2007).

A Ilha de Mosqueiro é limitada a oeste pelo Rio Pará e pela Baía do Guajará, ao sul pela Baía de Santo Antônio, ao Norte pela Baía do Sol e a Leste pelo Furo das Marinhas que separa a ilha do continente. Em seu território encontramos: vegetação de floresta densa, vegetação de floresta secundária, vegetação de várzea e esparsos manguezais.

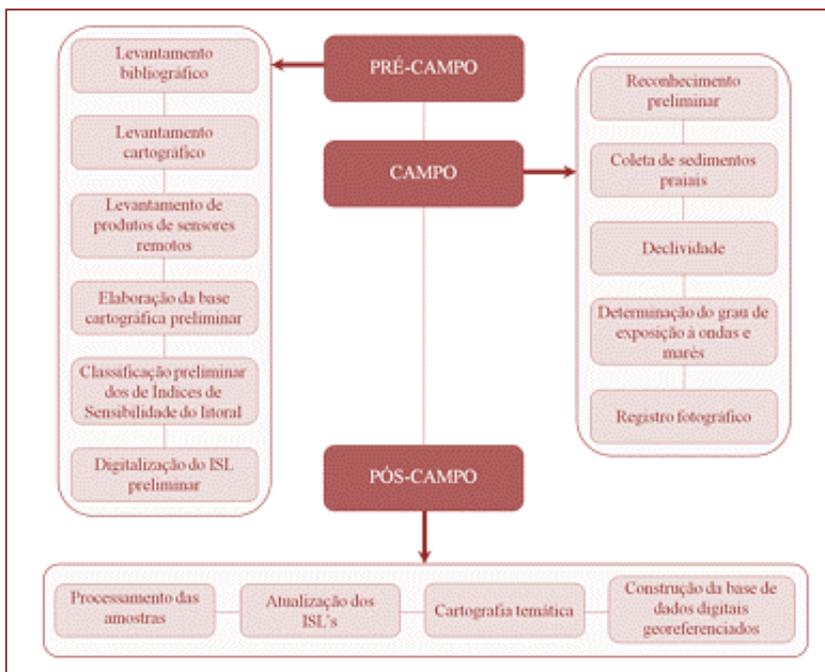
A metodologia desse estudo foi dividida em três etapas, com atividades específicas, conforme demonstrado na Figura 02.

Figura 01: Localização da Ilha de Mosqueiro.



(Fonte: imagem CNES/Astrium - Google Earth Professional 7.2).

Figura 02: Fluxograma das etapas metodológicas



## 2.2 ETAPA PRÉ-CAMPO

### 2.2.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Foram analisados dados secundários referentes à área de trabalho, tais como atividades socioeconômicas e os recursos biológicos. O levantamento bibliográfico foi apoiado em consultas à base de dados acadêmicos. Foram realizadas pesquisas nos sites da Scientific Electronic Library Online (SciELO), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Google Acadêmico, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, Web of Science e SCOPUS, além de sites de órgãos públicos como os da Prefeitura Municipal de Belém e da Companhia das Docas do Pará.

## 2.2.2 LEVANTAMENTO CARTOGRÁFICO

Essa etapa teve o objetivo de subsidiar a visualização espacial e multitemporal dos elementos paisagísticos. Foi realizada mediante busca de produtos cartográficos digitais nos sites da Prefeitura Municipal de Belém, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Ministério do Meio ambiente (MMA) e através do Google Earth Professional.

## 2.2.3 LEVANTAMENTO DE PRODUTOS DE SENSORES REMOTOS

As imagens de satélite CNES/Astrium foram adquiridas por download, utilizando o programa Google Earth Profissional versão 7.2. Abaixo segue Tabela 01 com as especificações técnicas do produto cartográfico.

Tabela 01: Especificações técnicas do produto cartográfico.

Produto Cartográfico	Imagem de satélite CNES/Astrium
Fonte	Google Earth Professional 7.2
Aquisição	A base cartográfica utilizada é composta por um mosaico de imagens com data de aquisição variando de 19/08/2010 até 16/05/2015
Banda	Multiespectral
Resolução Espacial	0,50 m

## 2.2.4 ELABORAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA PRELIMINAR

Os dados adquiridos foram processados em ambiente SIG, mediante utilização dos softwares Global Mapper 8.0 e ARCGIS 10.1. Foi utilizada como base cartográfica de referência uma imagem do satélite CNES/Astrium, georeferenciada com o uso da técnica de imagem-ponto de controle, a partir de imagens do satélite Landsat 5, adquiridas no site do INPE.

## 2.2.5 CLASSIFICAÇÃO PRELIMINAR DOS ÍNDICES DE SENSIBILIDADE DO LITORAL

Para a classificação do Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) a linha de costa foi segmentada de acordo com as características geomorfológicas, sedimentológicas e grau de exposição a ondas e correntes, conforme MMA (2004). A linha de costa foi dividida em segmentos, sendo que os ambientes com características físicas homólogas foram considerados como um único segmento e, assim, que qualquer mudança era observada, esta marcava o fim de um e início de outro segmento. O comprimento de cada segmento foi obtido mediante a digitalização nas imagens de satélite e, posteriormente, confirmado em campo. A cada segmento foi atribuído um índice de sensibilidade do litoral (ISL), hierarquizando os diversos tipos de contorno da costa em uma escala de 1 a 10 (Tabela 02), sendo o índice tanto maior quanto maior o grau de sensibilidade.

Tabela 02: Classificação do índice de sensibilidade do litoral (ISL) (Fonte:MMA,2004)

COR	ÍNDICE	CÓDIGO			TIPOS DE COSTA
		R	G	B	
	ISL 1	119	38	105	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos</li> <li>Falésias em rochas sedimentares, expostas</li> <li>Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas</li> </ul>
	ISL 2	174	153	191	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos</li> <li>Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abraço, terraço arenítico esumado bem consolidado, etc.)</li> </ul>
	ISL 3	0	151	212	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praias dispativas de areia média a fina, expostas</li> <li>Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo "long beach")</li> <li>Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos</li> <li>Campos de dunas expostas</li> </ul>
	ISL 4	146	209	241	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praias de areia grossa</li> <li>Praias intermediárias de areia fina a média, expostas</li> <li>Praias de areia fina a média, abrigadas</li> </ul>
	ISL 5	152	206	201	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais</li> <li>Terraço ou plataforma de abraço de superfície irregular ou recoberta de vegetação</li> <li>Recifes areníticos em franja</li> </ul>
	ISL 6	0	149	32	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praias de cascalho (seixos e calhaus)</li> <li>Costa de detritos calcários</li> <li>Depósito de lãlus</li> <li>Enrocamentos ("rip-rap", guia corrente, quebra-mar) expostos</li> <li>Plataforma ou terraço esumado recoberto por concreções lateríticas (dólomes e porosas)</li> </ul>
	ISL 7	214	186	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planície de maré arenosa exposta</li> <li>Terraço de baixa-mar</li> </ul>
	ISL 8	225	232	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escarpa / encosta de rocha lisa, abrigada</li> <li>Escarpa / encosta de rocha não lisa, abrigada</li> <li>Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados</li> <li>Enrocamentos ("rip-rap" e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados</li> </ul>
	ISL 9	248	163	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planície de maré arenosa / lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas</li> <li>Terraço de baixa-mar lamoso abrigado</li> <li>Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais</li> </ul>
	ISL 10	214	0	24	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deltas e barras de rio vegetadas</li> <li>Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas</li> <li>Itrejo salobre ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobre ou salgado; apicum</li> <li>Marismas</li> <li>Manguezal (mangues frontais e mangues de estuários)</li> </ul>

## 2.3 ETAPA DE CAMPO

As etapas de campo que foram realizadas em dezembro de 2015 e março de 2016, onde foram analisados e registrados os diversos tipos de substrato, grau de exposição às ondas e marés, e declividade da linha de costa para todos os segmentos pré-estabelecidos. Todas as informações foram inseridas nas planilhas estabelecidas no manual "Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas SAO", elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2004). As coordenadas iniciais e finais de cada segmento, assim como a coordenada do ponto de observação, foram obtidas em campo através de GPS. Os pontos de observações em que foram coletadas as informações foram registrados em coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum planimétrico WGS-84, mediante utilização de GPS Garmin Map 76CSx.

### 2.3.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Para o registro fotográfico datado de cada segmento foi utilizada uma câmera fotográfica digital da marca "Sony", modelo DSC-HX10V, com resolução de 18.2 Megapixels e GPS embutido. Para cada ponto de coleta foram obtidas fotografias digitais devidamente georeferenciadas, atentando em registrar as principais características de cada segmento, assim como pontos relevantes à determinação do ISL, tais como declividade, vegetação e estruturas artificiais. Cada segmento foi fotografado, procurando-se evidenciar suas características, tais como zona de arrebentação, face praias, processos erosivos, características socioeconômicas, estado de conservação, etc... Para os locais de difícil acesso, foram utilizadas fotografias obtidas em sobrevoos prévios realizados na região.

### 2.3.2 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE EXPOSIÇÃO À ONDAS E MARÉS

Foi aplicada a metodologia apresentada no manual "Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo", do Ministério do Meio Ambiente. Foram considerados expostos os segmentos atingidos por ondulações ou correntes de maré provindos de qualquer quadrante. Quando possível foi medida a altura de ondas, mediante utilização da régua topográfica. A largura da zona de arrebentação e a altura de onda foram estimadas visualmente comparando-se medidas de três diferentes observadores

### 2.3.3 COLETA DE SEDIMENTOS PRAIAIS

Para definição preliminar do tipo de substrato foi utilizada uma escala sedimentar, constituída de pequenas amostras de sedimentos com as diversas frações de grão, desde areia muito grossa até argila, para comparação com o sedimento presente nas áreas de amostragem. O tamanho médio de grão foi observado na zona de espraiamento, na linha média entre a preamar e baixamar, bem como no setor supratidal, notadamente na região de berma. Foram coletadas duas amostras do sedimento superficial (Figura 03A), sendo uma na zona de supramaré e uma na zona de intermaré. Cada ponto de coleta foi devidamente georeferenciado com a utilização do GPS. As amostras foram devidamente acondicionadas em sacos plásticos e identificadas, para posterior envio ao Laboratório de Sedimentologia do Museu Paraense Emílio Goeldi, para os procedimentos de separação granulométrica.

### 2.3.4 MEDIDA DE DECLIVIDADE (MÉTODO DO CLINÔMETRO)

A declividade das praias foi medida com o auxílio de um clinômetro tipo Abney, no qual sua utilização consistiu em inicialmente medir a altura do olho do observador em uma haste ou régua topográfica; posteriormente uma segunda pessoa desloca-se uma distância de aproximadamente 10 metros, perpendicularmente a linha de costa, e o observador faz coincidir a marca na luneta do aparelho com a altura do olho na régua e desloca o nível de bolha para a posição horizontal (Figura 03B). O valor da declividade corresponderá ao ângulo formado a partir da diferença entre a leitura referente à altura dos olhos do observador e a leitura realizada no perfil de deslocamento.

### 2.3.5 PERFIL PRAIAL

Na perfilagem praial foi utilizado o método de Stadia descrito por Birkemeier (1981), sempre levando em consideração a maré de sizígia. O método consiste na utilização de um nível topográfico (mira), tripé, o GPS e uma régua graduada em 5 metros.

O processo de medição é feito da seguinte maneira: primeiro o observador estaciona a mira em uma posição fixa, realiza seu nivelamento e orienta-se em direção ao continente para a leitura de ré. Para a leitura de vante gira-se 180° em direção ao mar e, assim, sucessivamente quantas mudanças de aparelho forem necessárias. Uma segunda pessoa se desloca, com a régua e o GPS, parando em posições onde o terreno apresente variações na declividade, para cada posição é marcado um ponto no GPS. Finalmente, o observador do nível topográfico realiza a leitura no retículo do nível (superior, médio e inferior), como demonstrado na Figura 03C.

Figura 3 – Coleta de dados em campo: (A) Sedimentos; B) declividade praial; C) perfil praial

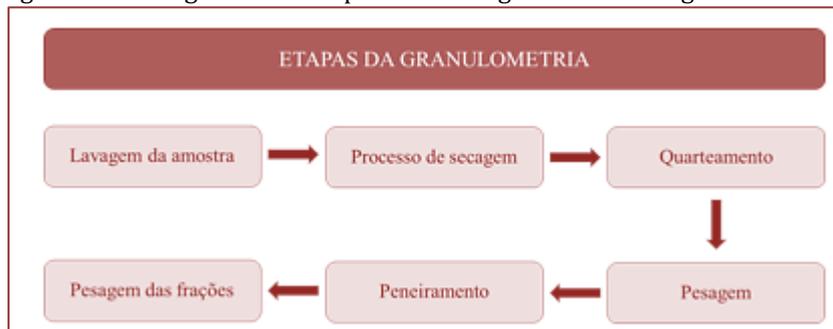


## 2.4 ETAPA PÓS-CAMPO

### 2.4.1 PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS (ANÁLISE GRANULOMÉTRICA)

A metodologia aplicada ao processamento das amostras envolveu alguns métodos tradicionalmente utilizados nos estudos sedimentológicos para análise granulométrica, vastamente difundida na literatura especializada e sintetizada na Figura 04.

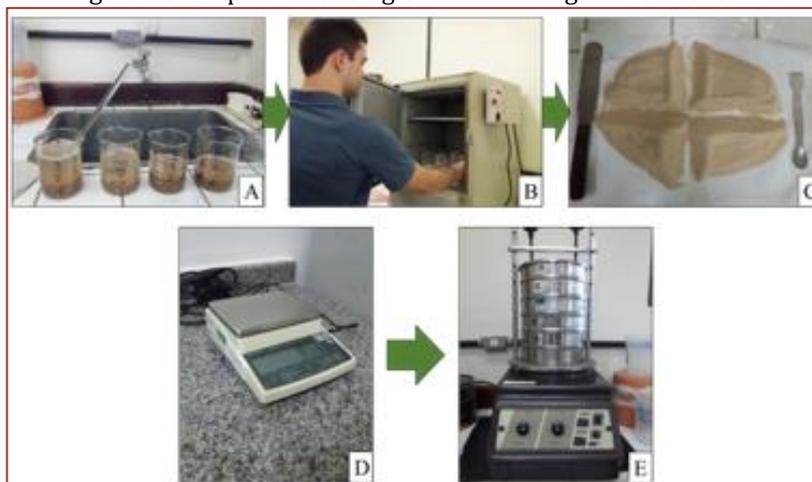
Figura 04: Fluxograma das etapas metodológicas de análise granulométrica



As amostras de sedimentos foram lavadas com água destilada, a fim de retirar a matéria orgânica e, eventualmente, qualquer resíduo de sal que se encontrava dissolvido (Figura 05A). Posteriormente, foram colocadas para secagem em estufa, sob temperatura de 50°C (Figura 05B). Após secas, as amostras foram quarteadas (Figura 05C) e, posteriormente, retirada alíquotas submetidas à pesagem em balança digital, perfazendo um peso total em torno de 100g (Figura 05D).

Para análise granulométrica foi utilizado o método do peneiramento, o qual consiste em empilhar peneiras em intervalos de 1  $\phi$  (phi), separando os tipos de areias (areia muito grossa, grossa, média, fina e muito fina) (Figura 05E). Este conjunto foi submetido à agitação em um peneirador automático por 10 minutos e, posteriormente, foi realizada a pesagem das amostras de cada peneira.

Figura 05: Etapas metodológicas de análise granulométrica.



#### 2.4.2 ATUALIZAÇÃO DOS ISLS

Através do check de campo e o resultado das análises granulométricas foi possível realizar a atualização dos ISLs delimitados na etapa de pré-campo. Essa atualização se deu com maior significância nos ambientes praias, anteriormente classificados com o mesmo ISL.

#### 2.4.3 CONSTRUÇÃO DA BASE DE DADOS DIGITAIS GEOREFERENCIADOS

As informações levantadas nas etapas anteriores (habitats, recursos biológicos, atividades socioeconômicas e os índices de sensibilidade do litoral) foram integradas e estruturadas dentro de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), com o uso do software ArcGIS 10.1. Os arquivos imagens foram processados em formato universal geotiff e os arquivos vetores em formato shapefile com seus respectivos metadados.

A base contém uma carta táctica e oito operacionais, que seguiu as orientações, quanto à estrutura e modelagem do banco de dados, disponibilizadas pelo MMA (2004).

#### 2.4.4 CARTOGRAFIA TEMÁTICA

O sistema de coordenadas da base cartográfica foi padronizado e, desse modo, as cartas de sensibilidade ambiental foram elaboradas no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), datum planimétrico WGS-84, zona 22 sul.

No presente estudo, devido a escala adotada como operacional (1:25.000), foi feita a opção por representar os segmentos como polígonos e linhas, seguindo a escala de cores proposta pelo MMA (2004). Também foram representados como polígonos os diferentes tipos de habitats. O levantamento dos recursos biológicos foi efetuado de acordo com a divisão proposta por MMA (2004) e sobre as referências bibliográficas existentes. As informações relativas às atividades socioeconômicas contemplaram os tipos de uso ou grupos de informações mencionados pelas Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo.

Os recursos biológicos foram representados com o uso das simbologias (ícones) propostas por MMA (2004). As espécies foram agrupadas em mamíferos, répteis, aves, peixes e anfíbios. Tais representações foram inseridas no banco de dados e posteriormente nas Cartas SAO. As informações socioeconômicas também foram representadas com o uso de ícones pré-definidos pelo MMA (2004). Foram coletadas informações sobre atividades de uso humano, tais como: pesca, áreas comerciais e residenciais e estruturas náuticas; além de rotas de acesso aquático, terrestre e aéreas que podem ser utilizadas nos cenários de urgência e emergência para fins de contingenciamento de acidentes com derivados de hidrocarbonetos.

Com o banco de dados pronto e o ISL determinado para cada segmento, foram geradas cartas de diferentes escalas. A carta em escala 1:70.000 refere-se a toda a linha de costa da Ilha de Mosqueiro e as cartas em escala 1:25.000, mais detalhadas, representam diferentes setores da linha de costa estudada.

As Cartas SAO foram confeccionadas no Software ArcGIS 10.1, a partir da base cartográfica, dos dados pretéritos e dos dados coletados em campo. Foram digitalizados os seguintes *shapes* em formato vetorial: a) base temática; b) hidrografia; c) acessibilidade; d) recursos biológicos; e) recursos socioeconômicos; f) ISLs para ambientes costeiros.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Ilha de Mosqueiro apresenta três tipos de habitats: planalto, floresta de várzea e manguezais.

A floresta de várzea é uma zona que periodicamente inunda e está sob influência direta da maré, denotando elevada vulnerabilidade ao derramamento de óleo. Esses habitats estão concentrados nos setores NW e NE, distribuídos em uma área de 50,88 km<sup>2</sup>.

Os manguezais são zonas de transição entre a água salgada e doce, apresentam grande diversidade biológica, sofrem a influência direta da maré e apresentam baixo hidrodinamismo, que dificulta a remoção natural do óleo. Segundo Burns (1993, apud Cantagallo et al, 2008) o óleo pode permanecer neste ambiente por um logo período de tempo que pode superar 20 anos; isso faz com que também sejam ambientes de elevada vulnerabilidade. Concentram-se no setor NE da ilha, com uma área de 4,36 km<sup>2</sup>.

Os planaltos constituem o ambiente mais representativo da ilha. Ocupam a região central da ilha e no litoral do setor NW, perfazem um total de 155,23 km<sup>2</sup>. Também foram delimitadas as áreas urbanas da ilha, que estão incorporadas nos planaltos, com área de 22,07 km<sup>2</sup>.

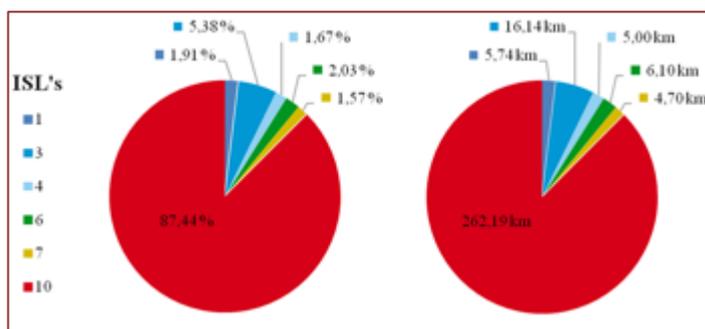
A Ilha de Mosqueiro foi dividida em 154 segmentos distribuídos em aproximadamente 300 km de perímetro mapeado. Dos dez índices existentes, somente seis foram registrados: ISL 1, ISL 3, ISL 4, ISL 6, ISL 7, e ISL 10. A tabela 3 apresenta cada ISL, sua respectiva extensão total e porcentagem do total.

Os tipos de linha de costa mapeados na Ilha de Mosqueiro foram (Figura 06): manguezais, margens de rio e florestas de várzea (ISL 10); terraço de baixa-mar (ISL 7); terraço exumado e depósito de tálus (ISL 6); praias intermediárias de areia grossa (ISL 4).

Tabela 3 – Distribuição e classificação dos segmentos quanto o ISL

ISLs	Extensão (km)	Extensão (%)	Segmentos
1	5,74	1,91	28
3	16,14	5,38	46
4	5,00	1,67	5
6	6,10	2,03	13
7	4,70	1,57	9
10	262,19	87,44	53

O índice de maior ocorrência foi o ISL-10 que corresponde aos manguezais, margens de rio e florestas de várzea. O segundo maior índice em extensão foi o ISL-3 representado pelas praias dissipativas e taludes íngremes. Terraços exumados e depósitos de tálus, correspondentes ao ISL 6, praias intermediárias e de areia grossa (ISL 4) e estruturas artificiais expostas (ISL 1), ocorreram em percentuais menores (Figura 06).



As estruturas artificiais (ISL 1) totalizam 6% de linha de costa. Concentram-se no setor NW, sendo associadas a muros de contenção, trapiches e atracadouros (Figura 07A). Por se tratar de estrutura artificial lisa, suas principais características são: exposição à correntes de maré e ondas, tendência refletiva, substrato com declividade superior a 30°. Não há penetração do óleo, a remoção ocorre rapidamente de forma natural, por ação de ondas e correntes. Porém, pode-se promover a limpeza com jatos de água de baixa ou alta pressão à temperatura ambiente em caso de acidentes com derramamento de óleo.

Figura 7 – Estruturas artificiais lisas, expostas à ação de ondas na Praia de Porto Artur e (B) praia do Chapéu Virado



Foram identificadas quatorze praias na face oeste da Ilha de Mosqueiro (Figura 08), que, em conjunto, perfazem um total de 21,14 km, ou seja, aproximadamente 7% da linha de costa. Esses ambientes são considerados como os principais atrativos turísticos da Ilha de Mosqueiro e concentram grande contingente populacional flutuante, advindos tanto de Belém como de municípios próximos. As praias classificadas como ISL 3 e 4 apresentam características de praias dissipativas e intermediárias. A baixa percolação do óleo facilita os procedimentos de limpeza, que podem incluir desde o recolhimento manual, para pequenos derrames, até o recolhimento mecânico, com tratores do tipo retroescavadeira (FINGAS, 2001).

Figura 08. Localização das praias na Ilha de Mosqueiro (Fonte: imagem CNES/Astrium - Google Earth Professional 7.2).



A partir da análise dos sedimentos e da declividade praias foi possível realizar a classificação quanto ao ISL. Segundo o MMA (2004) as praias podem ser enquadradas em dois índices de sensibilidade (ISL 3 ou 4), os fatores determinantes para essas classificações são a granulometria do substrato, morfologia das praias e o grau de exposição a ondas. Devido a maioria das praias apresentar baixa declividade ( $<5^\circ$ ), serem compostas por preponderantemente por areia média ou fina e sofrerem influencia direta da maré e das ondas, receberam a classificação de ISL 3 (praias dissipativas de areia média a fina, expostas). As praias que não apresentaram as características retrocitadas foram enquadradas no ISL 4 (praias de areia grossa ou intermediárias de areia fina a média), devido a moderada declividade (entre  $5$  e  $8^\circ$ ) e a granulometria grossa apresentadas (Tabela 04), tornando o substrato moderadamente permeável, possibilitando alta mobilidade do poluente no pacote sedimentar, podendo atingir o lençol freático que em algumas praias da Ilha de Mosqueiro tem profundidade em torno de 2m, conforme demonstrado por Correia *et al* (2019).

Os ISLs 6 e 7, representados, respectivamente, por terraços exumados recobertos por concreções lateríticas (Figura 09) e terraços de baixa-mar (Figura 10) foram encontrados somente em condições de baixa-mar, associados às praias, totalizando 3,5% de linha de costa. Apresentam substrato com muitas reentrâncias, baixíssima trafegabilidade e reposição de sedimento. Em caso de derrame a persistência do óleo será muito alta e a limpeza será difícil.

Tabela 04: Classificação do ISL das praias da Ilha de Mosqueiro

Praias	Classificação Granulométrica	Declividade (graus)	Tipo de Praia	Classificação quanto ao ISL
Praia do Farol	Areia fina à média	4°	Dissipativa	3
Praia Grande	Areia média	4°	Dissipativa	3
Praia do Areião	Areia média à fina	4°	Dissipativa	3
Praia de Ariramba	Areia média à fina	-	Dissipativa	3
Praia do Bispo	Areia fina à média	7°	Reflexiva	4
Praia de Carananduba	Areia média	5°	Dissipativa	3
Praia do Chapéu virado	Areia média à fina	5°	Dissipativa	3
Praia da Conceição	Areia média	2°	Dissipativa	3
Praia do Farol	Areia muito grossa	7°	Reflexiva	4
Praia de Marauá	Areia média	5°	Dissipativa	3
Praia do Murubira	Areia média à fina	-	Dissipativa	3
Praia do Paraíso	Areia grossa	3°	Dissipativa	4
Praia do Porto Arthur	Areia média à fina	-	Dissipativa	3
Praia de São Francisco	Areia média	8°	Reflexiva	4

Figura 09: Terraço exumado próximo à praia do Farol, (A) Baixa-mar, (B) Preamar



(Fonte: imagem CNES/Astrium - Google Earth Professional 7.2).

Figura 10: Terraço de baixa-mar próximo à praia do Porto Arthur, (A) Condição de maré baixa; (B) Condição de maré alta



(Fonte: imagem CNES/Astrium - Google Earth Professional 7.2).

A maior parte da linha de costa (aproximadamente 90%) foi classificada com ISL 10, representado por ambientes inundáveis como margens de rio, várzeas e manguezais, concentrados nos setores NE, SE e SW da ilha. Apresentam-se como ambientes de alta sensibilidade, principalmente pela alta riqueza biológica. Devem ser protegidos com prioridade máxima.

A floresta de várzea (Figura 11) compreende 50,88 km<sup>2</sup> e correspondem a ambientes que periodicamente inundam, seguindo o regime hidrológico do rio. Devido à metodologia proposta pelo MMA (2004) não conter este ambiente, sua linha de costa foi classificada como margens de rio (ISL 10). Em termos de subambientes Brandão (2002) identificou floresta de várzea com presença de palmeiras, floresta de várzea com predominância de espécies de mangue, floresta de várzea de maré com espécies de mangue, floresta secundária aluvial de terra firme, floresta de várzea de maré com presença de muitas lianas

Figura 11: Floresta de Várzea/margem de rio inundada localizada no setor sul da Ilha de Mosqueiro



(Fonte: <http://mosqueirosustentavel.blogspot.com/2014/12/as-possibilidades-do-ecoturismo-em.html>).

Os manguezais abrangem 4,36 km<sup>2</sup>, localizados no setor leste da área estudada (Figura 12). Segundo Cantagallo *et al* (2008) são caracterizados por baixo hidrodinamismo, que dificulta a remoção natural do óleo; presença de sedimento lamoso pobre em oxigênio, o que torna a biodegradação mais lenta e a escassez de procedimentos de limpeza eficientes que não causem impactos adicionais ao ecossistema. Isso faz com que o óleo permaneça neste ecossistema por um longo período de tempo que pode superar 20 anos (BURNS, 1993 *apud* CANTAGALLO *et al*, 2008).

Figura 12: Manguezal localizado no setor leste da Ilha de Mosqueiro

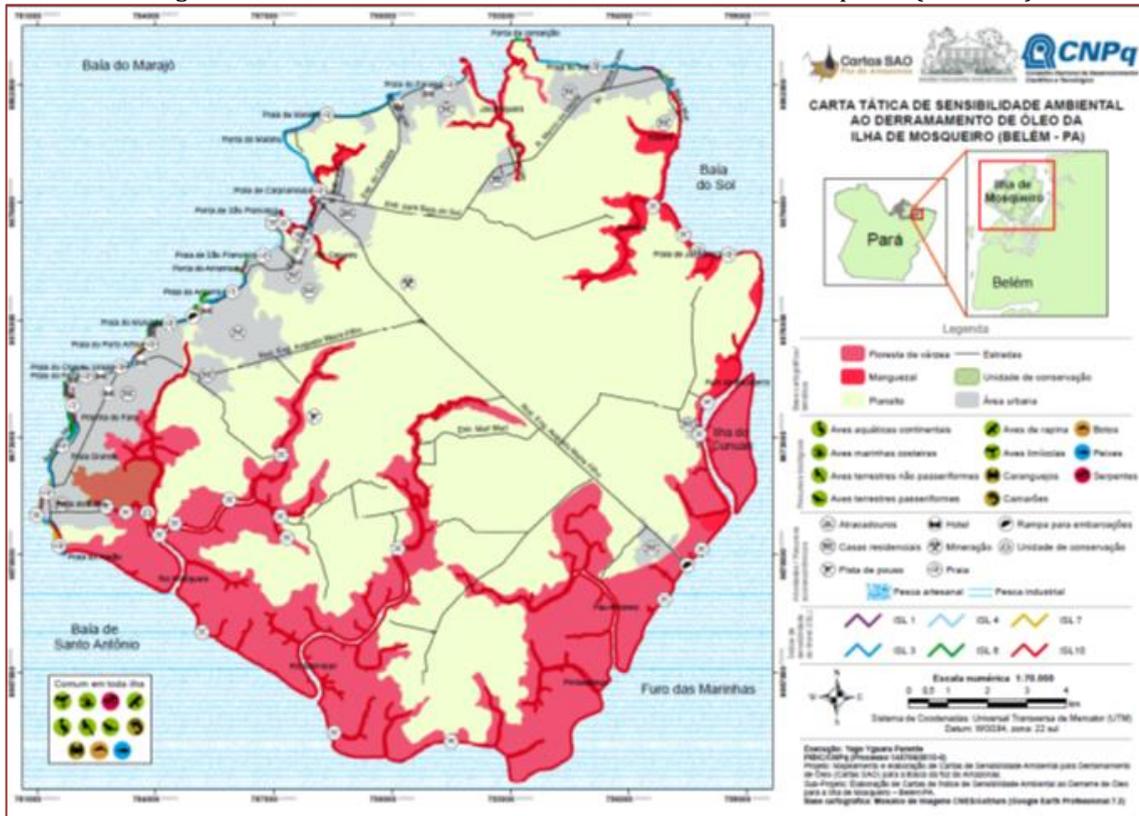


(Fonte: <http://www.panoramio.com/photo/90636639?source=wapi&referrer=kh.google.com>).

A partir das informações levantadas nesse estudo foi estruturado um banco de dados, que permitiu a elaboração de uma carta táctica, em escala 1:70.000 e oito cartas de ISL em escala de 1:25.000. A carta táctica representa uma visão geral de toda ilha, com um menor detalhamento, priorizando-se a exposição dos habitats. Para as cartas operacionais levou em consideração o detalhamento dos ambientes, priorizando-se a delimitação dos ISLs.

Na figura 13 pode ser acompanhada a distribuição dos índices de sensibilidade do litoral na Ilha de Mosqueiro, bem como dos habitats e sensibilidade ambiental da área estudada. Nessa representação cartográfica é possível identificar a predominância de habitats e segmentos de linha de costa com ISL 10, sobretudo nos setores SE e SW da área estudada, mais abrigados das condições hidrodinâmicas e da ação de ventos alísios de NE, predominantes na região.

Figura 13 – Carta de sensibilidade ambiental da Ilha de Mosqueiro (1:70.000).



Nas Figuras 14 e 15 são apresentadas a representação cartográfica em maior detalhe (1:25.000) do setor oeste e norte da ilha, onde concentram-se as praias e, por consequência, as áreas urbanas e atividades socioeconômicas decorrentes.

É importante ressaltar que as atividades e os usos turísticos da Ilha de Mosqueiro são mais intensos nos meses de verão, com ápice em julho, e que, portanto, os impactos sofridos em decorrência de acidentes envolvendo derramamentos de óleo serão potencializados durante esse período.

Embora não existam estudos meteorológicos e hidrodinâmicos específicos para a Ilha de Mosqueiro, as observações feitas em campo sugerem como período mais crítico, ou seja, aquele no qual existe maior risco de ocorrência de acidentes com derramamento de óleo os meses de setembro a novembro, quando intensifica a entrada de ventos alísios de NE, que produzem ondas de maior energia. Além disso, os dados estatísticos da Companhia Docas do Pará (CDP), referentes a quantidade de embarcações atendidas, nos últimos cinco anos, nos portos de Belém permitem identificar que no segundo semestre do ano ocorre o maior fluxo de embarcações.

Figura 14 – Carta de Sensibilidade Ambiental do setor norte da Ilha de Mosqueiro

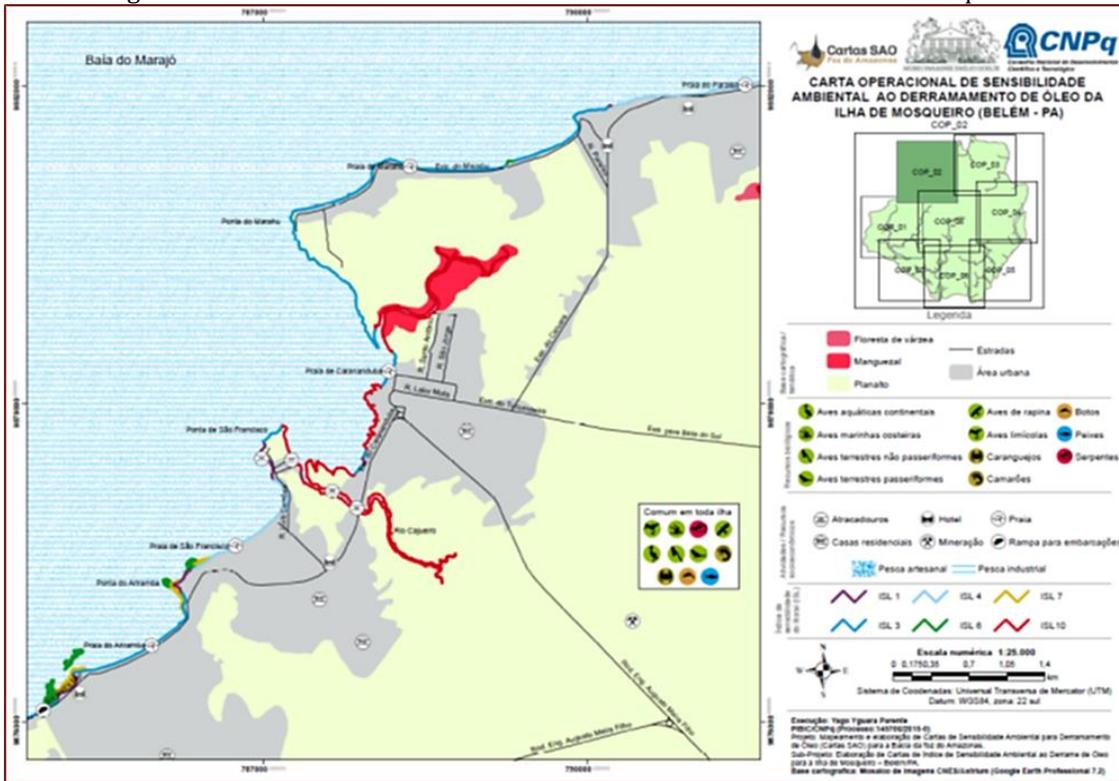
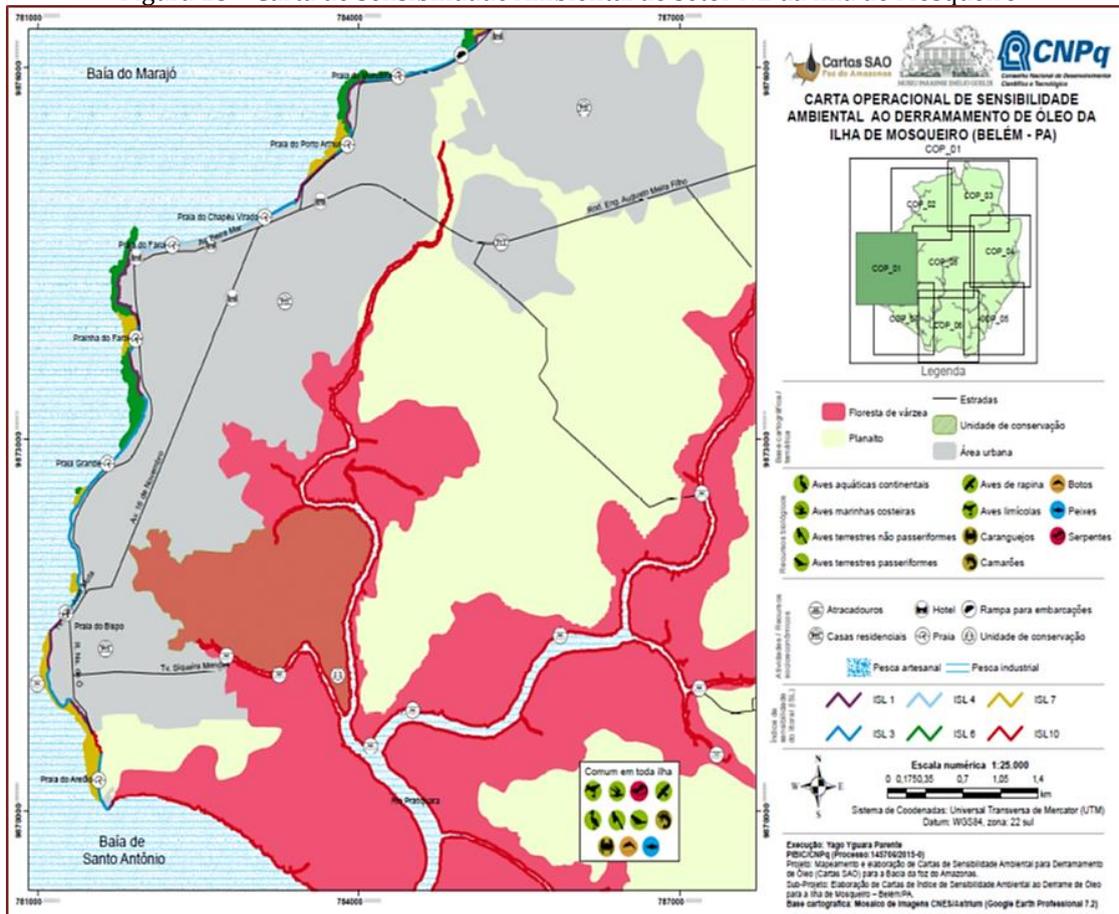


Figura 15 – Carta de Sensibilidade Ambiental do setor NE da Ilha de Mosqueiro



A metodologia utilizada para a definição dos índices de sensibilidade do litoral e a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental (Cartas SAO), é eficiente para determinação das características geomorfológicas que definem o índice de sensibilidade deste setor da ilha. No entanto, dada as condições hidrodinâmicas, notadamente a forte influência de mesomares semidiurnas que, no caso dos ambientes praias, definem o estabelecimento de extensas zonas intertidais associadas à face de praia, que acabam por demandar a definição de dois índices de sensibilidade do litoral, associados a condições de marés de enchente e vazante, bem como de quadratura e sizígia (Figura 16).

Muito embora as praias apresentem baixo índice de sensibilidade ambiental a derrame de óleo, caracterizam-se por alta permeabilidade, por serem constituídas principalmente por sedimento arenoso que, dependendo de sua granulometria, seleção e grau de angulosidade dos grãos, favorece a infiltração do óleo e derivados, dificultando a sua remoção e, conseqüentemente, oferecendo riscos de contaminação ao lençol freático e tornando a praia temporariamente imprópria para as atividades econômicas e de lazer.

Em se tratando de dano socioeconômico, apesar do ISA ser baixo (3 e 4), em caso de acidente com derramamento de óleo, as praias seriam os ambientes mais afetados, por estarem diretamente expostas à ação dos ventos de NE, que fariam o óleo chegar com maior rapidez. Além disso, as praias da ilha exercem forte atração turística e de veraneio, sendo bastante utilizadas pela população local e flutuante. Em caso de acidente, com interdição desses ambientes, seria desarticulada a entrada de um significativo capital a um dos principais segmentos da economia local.

#### 4. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ilha de Mosqueiro apresenta alta sensibilidade ambiental a derrame de óleo, uma vez que quase 90% de linha de costa apresenta índice de sensibilidade elevada (ISL 10) e os outros 10%, apesar de possuir baixos ISLs, apresentam um grande número de atividades socioeconômicas associadas, que poderão ser gravemente prejudicadas caso ocorra a entrada de óleo e derivados nesses ambientes.

Os setores NE, SE e SW apresentaram maior sensibilidade ambiental, sendo compostos por florestas de várzea e manguezais, regiões com elevada diversidade de fauna e flora.

O setor NW apresentou maior diversificação de índices de sensibilidade ambiental, composto, em grande parte, por praias arenosas. Neste setor ocorre a concentração populacional da ilha e, por consequência, das atividades socioeconômicas.

Apesar das praias serem classificadas com baixos ISLs (3 e 4), caso ocorra um vazamento de óleo o dano não seria apenas ecológico, também afetaria, em larga escala, a economia local, dado que a Ilha de Mosqueiro apresenta um enorme atrativo turístico, advindo de suas praias e uma forte atividade pesqueira artesanal ao largo, que serão gravemente prejudicadas com a vazamento de óleo, diminuindo consideravelmente a entrada de capital e a movimentação da economia local.

Os mapas de sensibilidade ambiental integram os planos de contingência para derramamento de óleo, mas para se avaliar adequadamente os riscos potenciais para cada segmento é necessário ter-se, também, uma análise da vulnerabilidade destes.

Sob o ponto de vista operacional, as informações e cartografia geradas no presente trabalho serão úteis para elaboração de planos de contingência e limpeza de praias e redução de impactos causados por eventuais derrames, minimizando esforços e aumentando o sucesso das medidas mitigatórias.

Em caso de acidentes resultantes em derramamentos de óleo, a contingência deve ser na velocidade mais rápida possível, não somente por esta ser uma ação óbvia em casos de emergência com óleo, mas também pelo fato da Ilha de Mosqueiro ser constituída por um mosaico de ambientes muito frágeis e sensíveis com relação a todos os seus recursos.

Como sugestão para trabalhos futuros, indicam-se estudos de permeabilidade das praias em caráter sazonal, atrelados às variações naturais do lençol freático e suas variações espaço-temporais de acordo com os processos hidrodinâmicos. Desta forma, o estabelecimento dos índices de sensibilidade ambiental e as tomadas de decisão a respeito da definição de áreas de proteção prioritária e da adequação do uso de métodos de limpeza, que em praias arenosas deve ser feita mais rapidamente, será baseada não somente no risco imediato que a praia esta sujeita, mas também levando em consideração a permeabilidade e tempo de infiltração, que também interferem no potencial do sedimento reter a contaminação.

## AGRADECIMENTOS

Ao MMA e ao CNPq pelo suporte financeiro ao desenvolvimento do Projeto “Mapeamento e Elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamento de óleo (cartas SAO) para a Bacia da Foz do Amazonas”, ao qual esse trabalho está inserido.

## REFERÊNCIAL

- [1] Araujo, R. S. (2005). Determinação do Índice de Sensibilidade do Litoral ao Derramamento de Óleo (ISL) para as Regiões Norte e Centro-Norte do Estado de Santa Catarina (SC). Universidade do Vale do Itajaí. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do mar. Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Oceanografia. 190p.
- [2] Bellotto, V.R.1 & Sarolli, V.M.M. Mapeamento da sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo e ações de e resposta para a região costeira e área portuária de Imbituba, SC. Brasil. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 2008, 12(2):115-125.
- [3] Birkemeier, W. A. Fast accurate two-person beach survey. Coastal Engineering Technical Aid. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station. Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, Mississippi, 1981.
- [4] Brandão, E. O ecoturismo como indutor do desenvolvimento local sustentável para a Ilha de Mosqueiro, Belém/PA. Seminário O Empreendedor de Ecoturismo - Painel Ecoturismo e Unidades de Conservação”. Belém. 2002. Disponível em < <http://mosqueirosustentavel.blogspot.com/2014/12/as-possibilidades-do-ecoturismo-em.html>>. Acesso em 10 jul.2019.
- [5] Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Zona Costeira e Marinha. Disponível em:<<http://homologw.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=31>>. Acesso em: 10 Jul. 2019.
- [6] Cantagallo, C.; Garcia, G.J.; Milanelli, J.C.C. Mapeamento de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo do Sistema Estuarino de Santos, estado de São Paulo. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology. Santa Catarina. 12(2):33-47. 2008.
- [7] Correia, K.A.; Silva, M.W.C.; Mendes, A.C.; Miranda, A.G.O.; Luczynsky, E.; Cunha, I. R.V. A utilização do Ground Penetrating Radar (GPR) na definição de penetração de cunha salina e no monitoramento do nível freático em praia estuarina amazônica. Águas Subterrâneas, v. 33, n.1, p. 87-101, 2019.
- [8] Fatorelli, L. 2005. Proposta de avaliação de risco ecológico para contaminações de petróleo e derivados estudo de caso. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 120p.
- [9] Fingas, M. 2001. The basics of oil spill cleanup. 2ª Edição. Lewis Publishers, Boca Raton, 233p.
- [10] Gonçalves, F. D.; Filho, P. W. M. S.; Mendes, A. C. Mapeamento dos índices de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo no zona costeira amazônica (Baía de Guajará-Belém-PA). In: Mendes, A. C.; PROST, M. T.; Castro, E. Ecossistemas Costeiros. Belém-PA: Museu Emilio Goeldi, 2011.
- [11] Gregório, A.M.S., Contribuição à gestão ambiental da Baía de Guajará (Belém-Pará- Amazônia) através de estudo batimétrico e sedimentológico. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- [12] Gundlach, E.R., Hayes, M.O. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. Marine Technology Society Journal, 1978, 12: 18-27.
- [13] Noernberg, M.A.1; Angelotti, R.2; caldeira, G.A.2 & Ribeiro de Sousa, A.F. Determinação da sensibilidade do litoral paranaense à contaminação por óleo. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 2008, 12(2):49-59.
- [14] Mma – Ministério de Meio Ambiente / Secretaria de Qualidade nos Assentamentos Humanos Secretaria DE Qualidade nos Assentamentos Humanos – SQA. Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo: cartas SAO. Brasília, 2004.
- [15] Oliveira, D. M. A Pesca artesanal da frota de Mosqueiro (Belém – Pará) e o uso do ambiente pela dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii* - Castelnau, 1855). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Núcleo de Estudos em Ciências Animais, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém-PA. 2007.
- [16] Petersen, J., Michel, J., Zengel, S., White, M., Lord, C. Park, C. Environmental Sensitivity Index Guidelines. Version 3.0. 2002. NOAA Technical Memorandum NOSOR & R 11. Seattle: Office of Response and Restoration, National Oceanic and Atmospheric Administration.

# Capítulo 9

## *Os riscos da prática de atividades físicas em locais abertos na cidade de São Paulo*

*Eueliton Marcelino Coelho Junior*

*Kimberlin Rocha Villas Boas*

*Luís Fernando Quintino*

*Cesar Augusto Della Piazza*

*Alexandre Acácio de Andrade*

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo demonstrar os riscos da realização, em locais abertos, da prática de atividades físicas na cidade de São Paulo bem como apontar possíveis soluções a curto prazo. Evidenciamos, com muita amplitude, os benefícios físicos, psicológicos e cognitivos conseguidos através da prática regular de atividades físicas para a saúde das pessoas. Analisamos os índices de poluentes atmosféricos presentes no ar do município de São Paulo, abrangendo diversos bairros da capital, e verificamos que se encontram acima do estabelecido por padrões internacionais de qualidade do ar. Elencamos os malefícios trazidos por conta da exposição de pessoas às altas taxas de agentes poluidores atmosféricos, presentes na maioria das grandes cidades do mundo. Através do confronto entre as informações obtidas durante o presente trabalho, conseguimos comprovar que a prática de atividades físicas em ambientes abertos na capital paulista não permite que o praticante usufrua das benesses advindas, mas possibilita que seja assolado por alguma consequência negativa em sua saúde física ou mental proveniente da poluição elevada. A única solução identificada para os adeptos da prática de atividades físicas ao ar livre foi a utilização de máscara com filtro sub-mícrons para impedir a respiração dos poluentes nocivos à saúde humana.

**Palavras-chave:** Ar, Poluição atmosférica, Atividades físicas, São Paulo, Saúde.

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Os principais elementos químicos que compõem nossa atmosfera são o nitrogênio (N<sub>2</sub>), representando 78%, o oxigênio (O<sub>2</sub>) 21%, o argônio (Ar) 1% e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) compondo 0,04%. Esses gases são encontrados na proporção citada na troposfera e não reagem entre si nessa região, mesmo em temperaturas e incidência de luz solar maiores que o natural nas áreas superficiais da Terra (BAIRD & CANN, 2008).

O conjunto de substâncias químicas presentes no ar, em concentração capaz de afetar negativamente os seres vivos, é considerada poluição atmosférica. A combustão total ou parcial de combustíveis fósseis e de suas variações são fatores preponderantes na constituição do ar poluído (BRAGA 2005).

A poluição liberada pelas indústrias químicas, aliada à produzida pela queima de combustíveis fósseis são as maiores responsáveis pela degradação da atmosfera terrestre. O ser humano está destruindo seu próprio habitat e parece não se importar e ao invés de investir em medidas de conservação, aumenta a exploração desenfreada de recursos. Essa deterioração do meio ambiente já compromete a qualidade de vida de muitas pessoas e isso só tende a se intensificar (RICKLEFS, 2010).

O dióxido de nitrogênio é um gás formado pela combustão proveniente de automóveis e máquinas industriais. O monóxido de carbono é proveniente da queima incompleta de combustíveis fósseis. O ozônio é fruto das reações fotoquímicas que ocorrem entre diversas substâncias orgânicas presentes na atmosfera. A combustão completa de combustíveis fósseis origina o dióxido de enxofre. Os materiais particulados MP<sub>10</sub> e o MP<sub>2,5</sub> representam as partículas em suspensão no ar, facilmente inalados pelos seres vivos, com tamanho respectivamente abaixo de 10µm e 2,5µm de diâmetro (BAIRD & CANN, 2008).

A concentração elevada de agentes poluentes na atmosfera, fruto de condições atmosféricas desfavoráveis à sua disseminação, causa sérios riscos à saúde da população. Fatores como a velocidade do vento, a temperatura, umidade do ar e precipitação de chuvas contribuem para a diluição da poluição na atmosfera (GOULART, J. C. *et al.*, 2015).

A CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) é responsável por monitorar a qualidade do ar e concentrações dos gases poluentes e materiais particulados presentes na atmosfera de várias cidades do estado. Ozônio (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) e os materiais particulados inaláveis (MP<sub>2,5</sub>) e (MP<sub>10</sub>) são constantemente auferidos por instrumentos espalhados por toda capital. Esse monitoramento, na maioria dos casos, é realizado por sistemas automatizados que verificam o ar diversas vezes no decorrer do dia. (CETESB, 2014).

Os veículos são a fonte principal de emissão de materiais particulados nas cidades brasileiras. Em um estudo realizado por Vicentini *et al.* (2015), verificou-se que, por conta do desenvolvimento de novas tecnologias na indústria automotiva e na produção de combustíveis, mesmo com o aumento da frota nos últimos anos, a concentração de materiais particulados na atmosfera de São Paulo não teve grande variação.

No Brasil, desde 1990 há a Resolução Conama nº003/1990 (BRASIL, 1990) que trata dos padrões da qualidade do ar. A OMS (Organização Mundial de Saúde) divulgou diretrizes em 2005 para os padrões aceitáveis de cada tipo de poluente no ar atmosférico (OMS, 2005), tornando obsoleta, do ponto de vista ambiental, a resolução brasileira mencionada.

O Estado de São Paulo, tendo em vista o atraso de uma revisão nas normas estabelecidas pela resolução do Conama, em vigência no território nacional, publicou o Decreto Estadual nº 59113 (SÃO PAULO, 2013), criando padrões mais próximos aos estabelecidos pelas mencionadas diretivas da OMS e objetivando uma redução gradual com metas gradativas para o alcance de níveis desejados.

A sinergia entre uma legislação eficiente, órgãos fiscalizadores ativos e políticas públicas é fundamental para proporcionar a redução na emissão de gases poluentes na atmosfera auxiliando assim na solução dos problemas inerentes à poluição do ar (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

### 1.1 IMPACTOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA SAÚDE

No ano de 2012, aproximadamente 7 milhões de pessoas por todo mundo morreram vítimas dos efeitos da poluição do ar. Uma de cada oito morte no citado ano aconteceram por fatores inerentes à poluição atmosférica (WHO, 2014).

De acordo com as pesquisas realizadas por Pope *et al.* (2015), a exposição prolongada à poluição atmosférica, principalmente materiais particulados MP2,5, pode provocar ou intensificar doenças cardíacas ou disfunções cardiotorrespiratórias.

Os materiais particulados e o ozônio, nas baixas camadas atmosféricas, também estão relacionados ao aumento de morte por problemas semelhantes. Existe uma associação entre o aumento das mortalidades provocadas por diabetes, problemas cardíacos e respiratórios à poluição (ZÚÑIGA *et al.*, 2016). As exposições aos materiais particulados também aumentam o risco de ocorrência da diabetes tipo 2 na população em geral (WEINMAYR *et al.*, 2015).

A constante exposição à poluição atmosférica das grandes cidades ocasiona diversas mudanças na estrutura cerebral das pessoas, afetando o funcionamento do cérebro. Os materiais particulados MP2,5 são responsáveis por ocasionar a redução no tamanho e envelhecimento precoce cerebral, demência ou pequenos acidentes vasculares cerebrais estão entre os possíveis problemas ocasionados (WILKER *et al.*, 2015).

## 1.2 BENEFÍCIOS DA PRÁTICA DE ATIVIDADES FÍSICAS

Exercícios físicos realizados frequentemente melhoram a taxa de circulação sanguínea, o condicionamento, tratam de problemas de estresse, melhoram a memória e a capacidade de aprendizado por promover maior taxa de desenvolvimento dos neurônios (TEIXEIRA, 2013).

Outrossim, a prática de atividades físicas fortalece toda estrutura corporal, favorecendo para um risco menor de diversas doenças cardíacas, diabetes e vários tipos de câncer. Melhora o humor do praticante, aumenta a energia, a autoestima e melhora a qualidade do sono, agindo como agente redutor de stress, depressão, demência e doença de Alzheimer (SCHOENFELD *et al.*, 2013). A prática de atividades físicas melhora a saúde do cérebro e eleva as capacidades cognitivas das pessoas, principalmente crianças e idosos (ERICKSON *et al.*, 2015).

A prática de atividades físicas, contínuas e sem exageros, proporcionam uma postura corporal mais adequada, reduz o peso em excesso e a gordura acumulada, ampliam a produtividade nos estudos e trabalho. Além disso contribui para a redução nos níveis de estresse, fortalece o sistema imunológico, combate a obesidade, osteoporose e a hipertensão. (GOMES & MINAYO, 2016).

Muitas pessoas preferem realizar atividades físicas ao ar livre, longe das tradicionais academias, localizadas em espaços geralmente fechados e com ar-condicionado. A prática de exercícios ao ar livre, aumenta os riscos de doenças cardíacas e pulmonares elevando assim os gastos da saúde pública no tratamento das doenças provenientes da alta respiração de ar poluído. (BIGAZZI; FIGLIOZZI, 2014; OREGON, 2015).

Coelho Junior *et al.* (2015), em um estudo realizado sobre os impactos positivos das ciclovias no município de São Paulo, expõe as seguintes conclusões sobre a realização de atividades físicas ao ar livre em cidades ou regiões com alta incidência de poluição atmosférica:

“No que tange à saúde do munícipe, a utilização de bicicleta como forma de transporte contribui para prevenir diversas doenças, mas em contrapartida a exposição do ciclista, sem qualquer proteção, ao meio ambiente da capital paulistana traz várias doenças e complicações física e psicológicas por conta da poluição sonora e atmosférica. Vale ressaltar que os ciclistas estão expostos às intempéries do clima e aos imprevisíveis acidentes de trânsito, além de respirarem com intensidade de 2 a 5 vezes maior que uma pessoa que está sentada em seu veículo automotor, ocasionando maior aspiração de poluentes e gases tóxicos ao organismo” (COELHO JUNIOR *et al.*, 2015)

Na capital da Inglaterra, Londres, os munícipes estão utilizando diversos tipos de máscaras equipadas com filtros para a prática segura de atividades físicas ao ar livre, como ciclismo. São itens que protegem dos poluentes nocivos presentes no ar (ROSS, 2015). Por cerca de 30 euros, a marca Respro vende máscaras de material antialérgico, com dois filtros sub-mícrons evitar a aspiração de partículas pequenas e demais substâncias poluentes. (RESPRO, 2016).

## 2. METODOLOGIA

Foi realizada uma vasta pesquisa bibliográfica em diversas fontes nacionais e internacionais com objetivo de localizarmos todas as informações pertinentes ao presente artigo e que pudessem de maneira positiva contribuir para o embasamento do mesmo possibilitando alcançarmos os objetivos propostos.

Buscamos artigos científicos onde houvesse a comprovação dos impactos positivos da prática de atividades físicas e ao mesmo tempo outros que atestassem os impactos negativos da poluição atmosférica. Alinhamos as diversas fontes de dados com foco na comprovação do risco à prática de exercícios físicos ao ar livre no município de São Paulo. (LAKATOS & MARCONI, 2010).

Fizemos uso de bancos de dados nacionais e regionais, responsáveis pelo armazenamento e disponibilização de dados de interesse público referentes aos índices de poluição atmosférica, que possibilitaram a realização das comparações atinentes aos objetivos do presente estudo (PRODANOV, 2013).

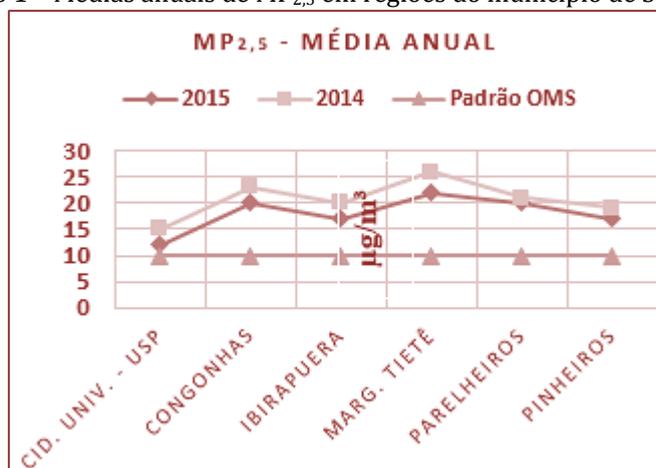
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados coletados na base de dados de CETESB (2015) demonstram que a poluição atmosférica em várias regiões de São Paulo sofreu uma leve queda entre 2014 e 2015.

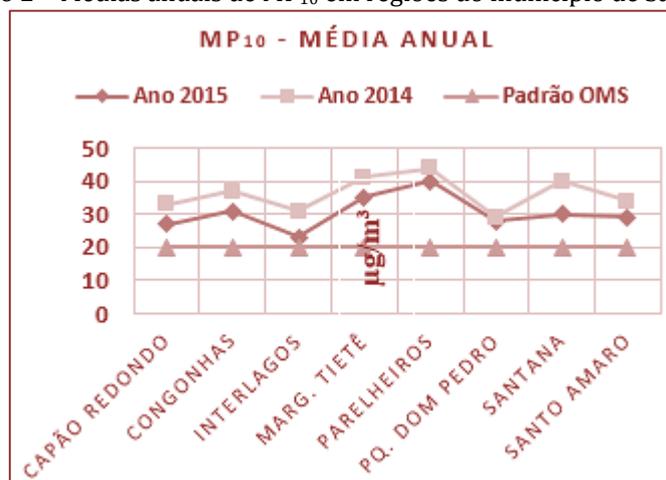
Contudo, durante todo o ano de 2015, os índices de todos os poluentes auferidos pelas estações de medição localizadas em várias regiões da cidade registraram valores muito superiores aos das recomendações da OMS (2014)

As concentrações médias anuais de materiais particulados, por exemplo, MP10 e MP2,5, durante todo o ano de 2015 se mantiveram cerca de 100% acima do valor máximo recomendado pela OMS, conforme demonstrado nos Gráficos 1 e 2. Essa divergência grande também se confirmou em regiões como a Zona Sul de São Paulo, principalmente bairros de Pinheiros, Interlagos e Ibirapuera que são regiões com vários parques e jardins em que são praticados diversos tipos de atividades ao ar livre.

Gráfico 1 – Médias anuais de MP<sub>2,5</sub> em regiões do município de São Paulo



FONTE: CETESB (2015).

Gráfico 2 – Médias anuais de MP<sub>10</sub> em regiões do município de São Paulo

FONTES: CETESB (2015).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual legislação brasileira, por intermédio da Resolução Conama nº003/1990 (BRASIL, 1990), representa a total defasagem das normas legais brasileiras em relação aos valores estabelecidos como ideais para os índices de poluição pelos organismos internacionais.

Algumas iniciativas tímidas são realizadas através de decretos estaduais, a exemplo do Decreto Estadual nº 59113 (SÃO PAULO, 2013), mas que não se aproximam suficientemente dos padrões internacionais mínimos para a qualidade do ar deixando a sociedade brasileira sem uma normativa eficiente no combate à poluição atmosférica desenfreada.

Os dados registrados pela CETESB em 2015 demonstraram que a maioria dos locais monitorados possuem média anual de material particulado e demais substâncias poluentes bem acima dos padrões internacionais de qualidade do ar estabelecidos.

Por conta dos índices elevados de poluentes atmosféricos na capital paulistana, é aconselhável que a prática de exercícios físicos ao ar livre seja realizada com o uso de equipamentos de proteção, como por exemplo as máscaras com filtros do tipo sub-mícrons, largamente utilizadas pelos moradores de Londres.

Essa seria a única forma de, na situação atual, os praticantes de exercícios conseguirem usufruir de todas as benesses advindas da prática de esportes com regularidade sem ser prejudicado por conta dos malefícios provocados pela exposição à poluição atmosférica no município de São Paulo.

É consenso entre as várias organizações de saúde e pesquisadores que grande parte das doenças estão direta ou indiretamente relacionadas com a qualidade de vida das pessoas em relação à alimentação e prática de atividades físicas.

Na busca de uma vida saudável na atual sociedade, a prática de exercícios físicos é essencial na aquisição e manutenção da saúde. E por outro lado, o sedentarismo, é associado ao agravamento e surgimento de vários problemas de saúde. Para que se tire máximo proveito dos benefícios das atividades física é necessário que se amplie a integração dessas práticas no cotidiano das pessoas.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Baird, C.; Cann, M. Environmental chemistry. 4. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.
- [2] Bigazzi, A. Y.; Figliozzi, M. A. Review of Urban Bicyclists' Intake and Uptake of Traffic-Related Air Pollution. Transport Reviews, v. 34, n. 2, p. 221-245, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01441647.2014.897772>>. Acessado em: 15 abr. 2016.
- [3] Braga, B. et al. Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- [4] Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Resolução Conama n. 3 de 28 de junho de 1990. Diário Oficial da União, 22/08/1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acessado em: 10 mar. 2016.

- [5] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb). Relatório da Qualidade do ar no Estado de São Paulo 2015. CETESB, São Paulo: 2015. Disponível em: < <http://ar.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2013/12/ar-2015.pdf>>. Acessado em: 30 mar. 2016.
- [6] Coelho Junior, E. M. et al. Impactos positivos das implementações de ciclovias, ciclofaixas e faixas compartilhadas no município de São Paulo. In Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 17, São Paulo. Anais XVII Engema, São Paulo: USP, 2015.
- [7] Erickson, K. I.; Hillman, C. H.; kramer, A. F. Physical activity, brain, and cognition. Behavioral Sciences, 4, p. 27–32. 2015. Disponível em: < <http://www.pitt.edu/~bachlab/LabSite/Home.html/Publications.html/erickson2015b.pdf>>. Acessado em: 7 abr. 2016.
- [8] Gomes, R.; Minayo, M. C. S. Atividade física como parte importante da saúde em todas as idades. Ciência & Saúde Coletiva, v. 21, n. 4, p. 998, 2016.
- [9] Goulart, J. C., et al. Influência das condições meteorológicas sobre as concentrações de MP10 na região metropolitana da Grande Vitória (RMGV). In: Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, 8, Curitiba. Anais VIII SBEA, Curitiba: PUCPR, 2015, p. 278-279.
- [10] Lakatos, E. M.; Marconi, M. A. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório publicações e trabalhos científicos. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- [11] Nascimento, A. S., et al. Inventário de emissões de gases de efeito estufa do município Verde / Paragominas (PA). In: Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental, 8, Curitiba. Anais VIII SBEA, Curitiba: PUCPR, 2015, p. 276-277.
- [12] Organização Mundial de Saúde (OMS). 7 million deaths annually linked to air pollution, 2014. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/>>. Acessado em: 15 mar. 2016.
- [13] Oregon Health Authority. Transportation Research Briefs, Oregon Public Health Division. OHA 8246. Oregon, USA: março, 2015. Disponível em: <<https://public.health.oregon.gov/HealthyEnvironments/TrackingAssessment/HealthImpactAssessment/Documents/OHA%208246%20Transportation%20Research%20Brief%20Final.pdf>>. Acessado em: 25 mar. 2016.
- [14] Pope, C. A. et al. Relationships between fine particulate air pollution, cardiometabolic disorders, and cardiovascular mortality. Circulation research, v. 116, n. 1, p. 108-115, 2015. Disponível em: <<http://circres.ahajournals.org/content/116/1/108.short>>. Acessado em: 3 abr. 2016.
- [15] Prodanov, C. C.; Freitas, E. C.; Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico, 2. ed., Novo Hamburgo, 2013.
- [16] Respro. Pollution Maks – Sportsta Mask. Reino Unido. Disponível em: < <http://respro.com/store/product/sportsta-mask>>. Acessado em: 5 mar. 2016.
- [17] Ricklefs, R. E. A economia da natureza. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.
- [18] Ross, E. Anti-pollution cycling masks tested. The Guardian, Londres, 7 out. 2015, Cycling, Bike Blog. Disponível em: <<http://www.theguardian.com/environment/bike-blog/2015/oct/07/avoiding-pollution-on-bike-we-test-cycling-anti-pollution-masks-respro-totobobo-biologic>>. Acessado em: 10 mar. 2016.
- [19] São Paulo. Decreto Nº 59.113, de 23 de abril de 2013. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 24 abr. 2013. Disponível em: < <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59113-23.04.2013.html>>. Acessado em: 4 abr. 2016.
- [20] Schoenfeld, T. J. et al. Physical Exercise Prevents Stress-Induced Activation of Granule Neurons and Enhances Local Inhibitory Mechanisms in the Dentate Gyrus. Journal of Neuroscience, 33 (18). p. 7770–7777, maio. 2013. Disponível em: < <http://www.jneurosci.org/content/33/18/7770>>. Acessado em: 22 fev. 2016.
- [21] Teixeira, L. C. M. Exercício físico, neurogênese e memória. 2013. 107f. Teste (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- [22] Vicentini, P. C. et al. Influência dos combustíveis automotivos no material particulado atmosférico de São Paulo e Rio de Janeiro. In: Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva, 23, Anais XXIII SIEA, set. 2015, n. 1, v. 2.
- [23] Weinmayr, G. et al. Long-term exposure to fine particulate matter and incidence of type 2 diabetes mellitus in a cohort study: effects of total and traffic-specific air pollution. Environmental Health, v. 14, n. 1, p. 53, 2015. Disponível em: <<http://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-015-0031-x>>. Acessado em: 6 abr. 2016.
- [24] World Health Organization (Who). Who Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Summary of risk assessment. Global update 2005. Genebra: WHO Air quality guidelines, 2005. Disponível em: <[http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/)>. Acessado em: 1 abr. 2016.

- [25] Zúñiga, J. et al. Assessment of the Possible Association of Air Pollutants PM10, O3, NO2 With an Increase in Cardiovascular, Respiratory, and Diabetes Mortality in Panama City: A 2003 to 2013 Data Analysis. *Medicine*, v. 95, n. 2, p. e2464, 2016. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4718270/>>. Acessado em: 4 abr. 2016.
- [26] Wilker, E. H. et al. Long-Term Exposure to Fine Particulate Matter, Residential Proximity to Major Roads and Measures of Brain Structure. The Framingham Heart Study: past, present and future. *International Journal of Epidemiology*, n. 44, p. 1763-1766, 2015.

# Capítulo 10

## *Espacialização da arborização urbana das praças de Manaus*

*Conceição Pereira de Oliveira Vargas*

*Suzy Cristina Pedroza da Silva*

*Júlio Cesar Rodriguez Tello*

**Resumo:** O objetivo desse estudo foi criar meios para avaliar a espacialização das praças e o estado de conservação por meio de inventário florístico, a fim de subsidiar a gestão e o monitoramento da arborização urbana de Manaus. Nesse estudo foram inventariadas as árvores de seis praças localizadas na zona sul (Centro) de Manaus a partir de inventário florístico censitário e banco de dados geográficos. Foi verificado que a espacialização a partir do Banco de Dados Geográfico facilita a visualização e o planejamento de áreas verdes e a arborização de vias públicas na cidade. O mapeamento espacial das árvores sugere a incorporação de novos indivíduos e espécies vegetais nos logradouros na parte mais leste do Centro. Nas seis praças verificaram-se a existência de 166 indivíduos representados em 11 Famílias botânicas, 16 Gêneros e 18 espécies possuem uma baixa diversidade. As espécies mais frequentes nas praças foram: *Licania tomentosa* (16%), *Delonix régia* (8%), *Mangifera indica* (8%), *Cesalpinia pluviosa* (8%), *Ficus benjamina* (8%), *Ipe* sp. (8%), *Terminalia catapa* (8%), *Acassia* sp., (4%) e *Hevea brasiliensis* (4%). As árvores se encontram com 90% com um bom estado fitossanitário, sem danos aparente que cause a morte futura, as praças estão bem conservadas. A arborização urbana nas praças do Centro da cidade de Manaus é composta por uma limitada diversidade de espécies nativas que se encontram em bons estados fitossanitários e baixa diversidade de espécies. As praças arborizadas são espaços verdes de lazer e recreação utilizados pela população após revitalização, servem como meios de amenizar a sensação térmica e equilibrar a artificialidade urbana.

**Palavras Chave:** Análise Espacial, Inventário Florístico, Conservação, Árvores.

## 1. INTRODUÇÃO

A arborização de praças e a incorporação de novos espaços verdes de uma cidade devem ser fundamentadas em critérios técnico-científicos, considerando os aspectos culturais e históricos da população local. As cidades mais verdes e arborizadas apresentavam menores temperaturas do que cidades com menor número de árvore, assim, torna-se necessária à manutenção e/ou implantação de áreas verdes urbanas, para amenizar a sensação térmica elevada.

Nas cidades, a arborização urbana exercem importantes serviços ecológicos, como purificação do ar, pela retenção de partículas de poeira e fixação do carbono atmosférico, uma vez que a vegetação representa papel importante na absorção desse gás por meio do fenômeno da fotossíntese (MUNEROLI e MASCARÓ, 2010), melhoria do microclima, por meio da evapotranspiração e geração de sombra, redução da velocidade do vento, amortecimento de ruídos, influência positiva no balanço hídrico, favorecendo a infiltração da água no solo, fornecimento de abrigo e alimento para a fauna, propiciando uma maior biodiversidade, e, em consequência, maior equilíbrio das cadeias alimentares e diminuição de pragas e agentes vetores de doenças, e a formação de corredores ecológicos (RODRIGUES et al., 2002).

De acordo com Kato e Yamaguchi (2005) cidades mais verdes e arborizadas apresentavam menores temperaturas do que cidades com menor número de árvore, assim, torna-se necessária à manutenção e/ou implantação de áreas verdes urbanas, para diminuir estas ilhas de calor. Porém, pode-se dizer que a intensidade das ilhas de calor não está somente relacionada com a diminuição dessas áreas, mas também com o tamanho das cidades, população, geometria das ruas e dos prédios.

No entanto, o verde é o elemento mais frágil nas cidades, uma vez que sofre diretamente os efeitos das ações antrópicas, representadas pelas pressões de urbanização e do adensamento populacional (ALVAREZ, 2004). A diminuição de áreas verdes cria mudanças na atmosfera local, modificando a temperatura, bem como a direção e velocidade dos ventos. Essas áreas também alteram os índices de reflexão do calor e favorece a manutenção da umidade relativa do ar.

Em termos ambientais a arborização das grandes cidades são pontos que tem servido como valiosos serviços ambientais prestados para a sociedade. A conservação desses ambientes, especialmente as praças com árvores são necessárias para uma melhor qualidade de vida da sociedade.

Sabe-se que as cidades apresentam fortes artificialidades com a impermeabilização do solo, abundância de materiais altamente refletivos, absorventes e transmissores de energia, excessivo consumo de energia e matéria, com correspondente geração de resíduos, poluição atmosférica, hídrica, sonora e visual (MILANO e DALCIN, 2000). Constituem ainda locais de grande desconforto térmico, que é agravado pelo clima tropical com forte nível de insolação durante todo ano nas regiões mais quentes do Brasil.

Assim, levando-se em conta estes problemas, a presença praças arborizadas, possibilita um conforto maior para as pessoas, em decorrência, da melhoria microclimática, estética e da diminuição da poluição. Sendo o bom planejamento, o responsável pela distribuição destas vantagens.

A arborização de praças e a incorporação de novos espaços verdes de uma cidade deve ser fundamentada em critérios técnico-científicos, considerando os aspectos culturais e históricos da população local; suas necessidades e anseios, aliados a uma análise das atividades desenvolvidas (indústria, comércio e habitação); a infraestrutura (rede elétrica, de água, esgoto etc); o perfeito conhecimento das condições locais, além do espaço físico disponível e da vegetação; uma criteriosa escolha de espécies; e a planificação do plantio e manutenção das árvores (MILANO, 1984).

Dessa forma, é importante que todas as informações obtidas a partir de levantamentos, sejam analisadas a fim de determinar locais a serem arborizados, os espaçamentos a serem obedecidos e os tipos de árvores a serem plantadas.

Atualmente a arborização urbana da cidade de Manaus e de responsabilidade da Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) Departamento de Arborização e Paisagismo (DEAP), responsável pelo planejamento, plantio e parte da manutenção. Embora atualmente estejam em pauta as questões de natureza ambiental e haja uma consciência maior de parte da sociedade para este fato, as pesquisas sobre os problemas ambientais urbanos estão ainda pouco estruturadas e integradas.

Manaus que de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), é a segunda cidade no ranking com o menor percentual de arborização urbana, entre as cidades com mais de 1 milhão de habitantes e apesar de possuir um Plano Diretor da Arborização Urbana - PDAU (Resolução Nº 087 -

COMDEMA, de 1 de dezembro de 2016), ainda não possui um Plano de Monitoramento da Arborização e das Áreas Verdes.

Em considerações aos ODS, os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e as 169 metas propostas pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015). A importância da arborização urbana objetivada nesta pesquisa converge a fim de atender uma parte importante na área urbana, que é a proteção do patrimônio cultural e natural do mundo, a partir da incorporação da arborização urbana e manutenção dos seus fragmentos florestais, segundo o objetivo 11 da Agenda do Milênio e sua meta 11.4:

Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

11.4 Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.

Frente aos motivos expostos esta pesquisa almejou identificar a arborização de praças na cidade de Manaus e o estado de conservação, e com o auxílio de um Banco de Dados Geográfico que permitisse consultar as variáveis anteriormente levantadas pela Secretaria a fim de construir Bases Técnicas com abordagens científicas.

O objetivo desse estudo foi criar meios para avaliar a espacialização das praças e o estado de conservação por meio de inventário florístico, no Centro da Cidade, a fim de subsidiar a gestão e o monitoramento da arborização urbana de Manaus.

## **2. ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS**

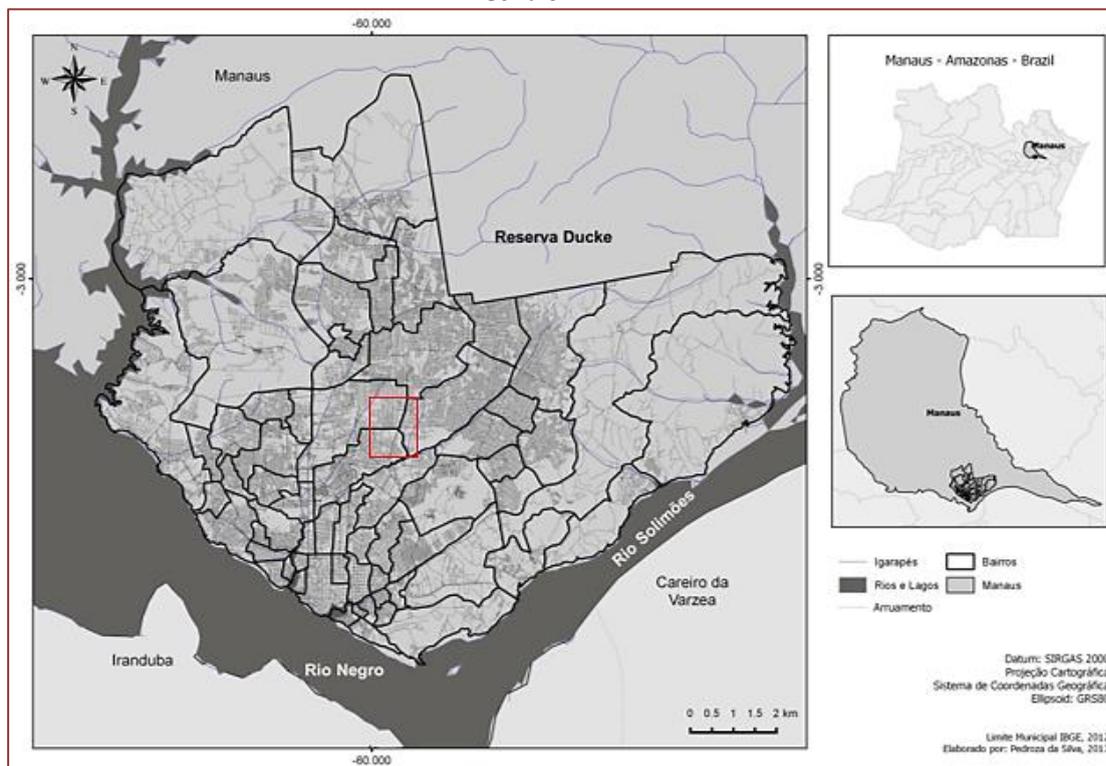
### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi realizado na área urbana da cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, que está localizada na parte central da Amazônia Brasileira, na foz do rio Negro, afluente do rio Amazonas, entre as coordenadas geográficas 60° 01' 30" W e 03° 06' 07" S, com altitude de 92,9 metros (IBGE, 2010).

As praças inventariadas neste estudo estão localizadas na porção sul da cidade de Manaus, no bairro do Centro. Trata-se de praças mais históricas da cidade, compreendida como Centro Histórico da Cidade de Manaus (Lei Orgânica do Município de Manaus – LOMAM, desde 1990 e tombado pelo IPHAN desde 2012).

Manaus possui uma população estimada de 2.094.391 habitante (IBGE, 2015) e uma área territorial de 11.401,092 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Limita-se pelo norte com o município de Presidente Figueiredo, pelo sul com os municípios de Iranduba e Careiro, à leste com os municípios de rio Preto da Eva e Itacoatiara e à oeste com o município de Novo Airão (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo – Cidade de Manaus e destaque em vermelho para o bairro do Centro



## 2.2 INVENTÁRIO FLORÍSTICO

Uma parte dos dados analisados foi coletada pelos técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) no ano de 2015, disponível no Banco de Dados da Instituição e a outra parte foi realizada a partir de um inventário de campo, coletados em novembro de 2017 realizado nas principais avenidas e praças da cidade. Neste trabalho foi analisado o estudo das praças inventariadas no bairro Centro. Os principais descritores analisados no inventário florístico foi o diâmetro a altura do peito (DAP), altura, nome comum, nome científico, família e origem da espécie (nativa ou exótica), além de:

- Coordenadas geográficas;
- Endereço;
- Estado fitossanitário

## 2.3 CRIAÇÃO DE BANCO DE DADOS NÃO ESPACIAL E GEOGRÁFICO

Para a criação de um banco de dados foi criado uma planilha com extensão (.xls) contendo as informações arbóreas do inventário qualitativo e quantitativo das árvores e palmeiras plantadas nas praças na área do centro da cidade de Manaus.

Para a criação de Banco de Dados Geográfico (BDG), todas as feições foram atribuídas a um par de coordenadas geográficas, ou seja, a localização das árvores foi transformada em arquivo no formato shapefile (.shp) para operar em um ambiente SIG. Um SIG é um sistema de hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais, que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem. O arquivo shapefile (extensão shp) tem um formato que propicia a representação de qualquer objeto (ponto, linha e polígono) em um ambiente SIG e seus atributos em arquivos complementares em uma extensão (dbf).

Após a coleta dos dados e a criação do BDG foram realizadas as análises espaciais, como o mapeamento da arborização das praças públicas do Centro da cidade de Manaus.

### 3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ANÁLISE ESPACIAL E INVENTÁRIO FLORÍSTICO DAS PRAÇAS DE MANAUS

No Centro Histórico de Manaus podem ser listadas atualmente dez praças: Praça Dom Pedro II, Praça Dom Bosco, Praça da Matriz, Praça Adalberto Vale, Praça dos Remédios (Torquato Tapajós), Praça N.S. Auxiliadora; e as praças revitalizadas: Praça da Polícia (Heliodoro Balbi), Praça da Saudade (5 de Setembro), Praça São Sebastião e Praça do Congresso (Antônio Bittencourt). Localizadas na porção sul da cidade.

Neste estudo foram analisadas as praças São Sebastião, Praça do Congresso, Praça da Polícia, Praça da Saudade, Praça dos Remédios e Praça Tenreiro Aranha.

A espacialização a partir do Banco de Dados Geográfico facilita a visualização e o planejamento de áreas verdes e a arborização de vias públicas na cidade. O mapeamento espacial das árvores sugere a incorporação de novos indivíduos e espécies e logradouros na parte mais leste do bairro Centro (Figura 2).

A Praça Heliodoro Balbi (Polícia) foi a que apresentou o maior número de indivíduos (52), seguida da Praça de São Sebastião (28), Praça dos Remédios (25), Praça Tenreiro Aranha (19) e a Praça da Saudade com o menor número de árvores (6).

Silva Filho et al (2002) constatou que o uso do banco de dados relacional para arborização de vias públicas é de grande importância, pois: a) fornece informações sobre o entorno onde o indivíduo arbóreo está inserido e a porcentagem de árvores sob fiação, árvores em contato com algum tipo de fiação, árvores com afloramento de raízes, construções com recuo e árvores sem equilíbrio, entre outras. b) Com esse método é possível realizar pesquisas por espécie, bairro ou rua e, além disto, cruzar informações, buscando relações, como saber a quantidade de árvores desequilibradas que apresentam lesão ou comparar a população com problemas fitossanitários e a incidência de podas drásticas. c) É uma aplicação prática da informática, fornecendo resultados sobre a valoração de indivíduos cadastrados, diversidade nos bairros e na cidade, possibilidade de introdução de fotos digitais, diversificados relatórios para manejo e auxílio ao cadastramento das árvores por meio de interface amigável.

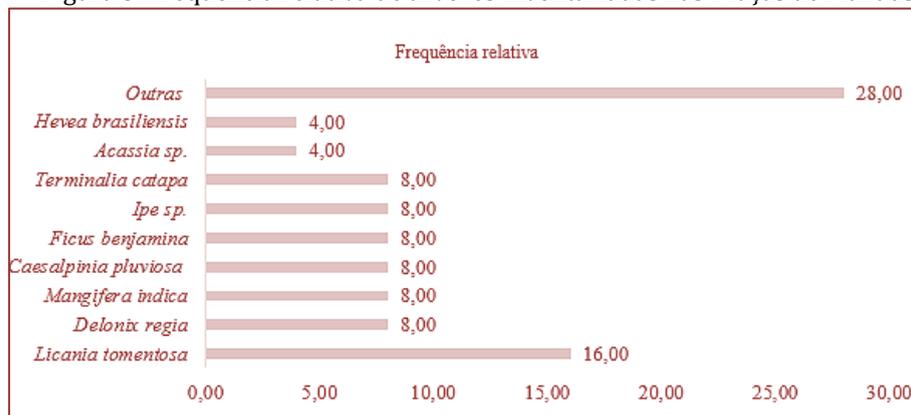
Para Lima Neto (2011), torna-se imprescindível a utilização de sistemas de geoinformação no planejamento da arborização urbana, os quais permitem cruzar informações oriundas dos inventários, organizar e padronizar os dados, conferindo maior agilidade na visualização das informações e na tomada de decisões.

Figura 2. Praças espacializadas no Banco de Dados da Arborização Urbana de Manaus, na Zona centro sul, bairro Centro da Cidade de Manaus.



Nas praças foram analisados 166 indivíduos representados em 11 Famílias botânicas, 16 Gêneros e 18 espécies. As espécies mais frequentes nas praças foram: *Licania tomentosa* (16%), *Delonix régia* (8%), *Mangifera indica* (8%), *Cesalpinia pluviosa* (8%), *Ficus benjamina* (8%), *Ipe sp.* (8%), *Terminalia catapa* (8%), *Acassia sp.*, (4%), *Hevea brasiliensis* (4%) (Figura 3). Para o total de espécies inventariadas, o índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi 0.89, Diversidade máxima ( $H_{max}$ ) 2.89 e Equabilidade ( $J'$ ) foi de 0,31, para a maioria dos estudos já realizados esses índices são considerados baixos, no entanto trata-se de praças mais antigas e apenas de uma porção da cidade de Manaus. As árvores encontram-se com 90% com um bom estado fitossanitário, sem danos aparente que cause a morte futura das árvores, as praças estão bem conservadas para receber o público que passa pelo Centro da Cidade.

Figura 3. Frequência relativa de árvores inventariadas nas Praças de Manaus.



Lima e Arruda (2013) inventariaram árvores de 12 praças de Manaus. Esse estudo foi realizado em praças distintas deste trabalho, os autores encontraram cerca de 222 indivíduos, distribuídos em 13 famílias botânicas, 29 gêneros e 31 espécies. A família botânica mais abundante foi a Fabaceae com 9 espécies nas 12 praças. A *Mangifera indica* foi à espécie mais frequente.

Em outro estudo, Freitas (2015) inventariou as árvores de quatro praças no bairro Tijuca no Rio de Janeiro, as espécies que se destacaram foi a *Cassia siamea* e *Delonix regia* que, juntas, corresponderam a 32,4% dos indivíduos.

Lima et al (2015) inventariou árvores em praças de Nova Xavantina-MT, nesse inventario foram encontrados 851 indivíduos, distribuídos em 86 espécies e 28 famílias. As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Fabaceae (20 espécies), Arecaceae (12) e Bignoniaceae (10). A maioria das famílias registrava pelo menos entre de uma até três espécies apenas. Do total de espécies encontradas, 55% eram nativas. No mesmo estudo a similaridade florística entre as praças do município foi baixa, pois apenas três grupos apresentaram alta similaridade, evidenciando uma maior diversidade de espécies que está sendo utilizada na arborização das praças do município.

Nas praças inventariadas de Manaus, as espécies com maior valor de cobertura foram a *Licania tomentosa* (97.47%), *Caesalpinia pluviosa* (17.33%), *Delonix regia* (15.13%), *Hevea brasiliensis* (15.10%), *Acassia sp.* (12.50 %) e *Mangifera indica* (12.48%), pois apresentam-se com maior número de representantes mais frequentes, maior densidade e maior dominância no censo realizado.

A maioria dos indivíduos (n=50) mapeados nas praças de Manaus destacam-se com DAP abaixo de 30cm, outros (n=35) encontra-se na faixa de 30 cm, seguido das faixas de 40 cm e 20 cm e alguns (n=22) estão com DAP acima de 70cm. No estudo realizado por Freitas et al. (2015), os autores observaram que 49,5% das árvores apresentaram DAP maiores que 30 cm.

As alturas das árvores observadas nas praças de Manaus foram de 2 m a 16 m, destacaram-se as árvores nas classes de 12-14 metros com 93 indivíduos, seguido da classe de 14-16 metros com 28 indivíduos e de 7-8 metros com 22 indivíduos. Como comparativo de altura das árvores em praças, Freitas (2015) encontrou que todos os indivíduos amostrados, 83,6% concentraram-se entre 5 e 15 metros de altura.

As praças existentes no Centro Histórico de Manaus são as provas vivas das modificações urbanas ao longo do tempo. Cada uma delas tem seu nome oficial, geralmente homenageando alguém ou alguma data

importante para o Estado, mas é conhecida também por uma denominação popular advinda de um evento, da arquitetura do entorno ou das práticas de uso. Esses nomes são usados igualmente pelos meios de comunicação, sobressaindo o nome popular no topo das matérias, como por exemplo, Praça dos Remédios (Torquato Tapajós), Praça da Polícia (Heliodoro Balbi), Praça da Saudade (5 de Setembro) e Praça do Congresso (Antônio Bittencourt). Além das praças existem também os espaços verdes recentemente criados para recreação e lazer como o Largo Mestre Chico e Parque Jefferson Péres. Todos esses espaços verdes urbanos estão localizadas dentro do perímetro do Centro Histórico, mas apenas quatro delas passaram por ações de revitalização significativa no período de 1997 a 2012.

Para Tischer et al (2014) no município de Leme-SP, as praças são utilizadas diariamente pela população para passeios, caminhadas e lazer. Neste período em que visitam as praças, a população interage com o meio, exercendo grande influência sobre o mesmo, pois além das atividades recreativas, os frequentadores estão em um íntimo contato com a natureza. Nesse sentido, destaca-se a importância do planejamento urbano em relação às áreas verdes.

As praças inventariadas da porção sul da cidade de Manaus encontram-se hoje revitalizadas e são pontos turísticos, áreas agradáveis para recreação, descanso e lazer e servem de espaços culturais e equilibram o verde com a artificialidade das cidades, devido as suas ruas e avenidas e a movimentação de pessoas no Centro da Cidade, dando uma sensação maior de desconforto térmico e nesse aspecto as praças amenizam o calor e harmonizam o espaço urbano (Figura 4).

Corroborando com Silva et al (2007), a informatização dos dados possibilita a análise, a atualização e o armazenamento de um grande volume de informações geradas por um inventário. Essa informatização dos dados oferece redução de custos, fornecendo um melhor planejamento da arborização urbana, especialmente das praças de Manaus.

Figura 4. Imagens mostradas de cima para baixo são as praças de São Sebastião, Praça da Saudade e Praça do Congresso, da cidade de Manaus.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arborização urbana nas praças do centro da cidade de Manaus é composta por uma limitada diversidade de espécies nativas que se encontram em bons estados fitossanitários, árvores em crescimento e pouca diversidade de espécies, as praças arborizadas no estudo são espaços verdes de lazer e recreação utilizados pela população após revitalização, servem como meios de amenizar a sensação térmica e equilibrar a artificialidade urbana. Embora alguns indivíduos tenham grande porte e, de um modo geral, bom estado fitossanitário, o município ainda não conta com a cobertura vegetal adequada por habitante. Dessa forma, como estratégia para melhorar a arborização das praças da cidade de Manaus, sugere-se a implementação de um programa de monitoramento para a arborização urbana, associado a programas de educação ambiental junto à comunidade, estabelecendo regras, realizando acompanhamento, manejo e controle de maneira efetiva.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Alvarez, I. A. Qualidade do Espaço Verde Urbano: Uma proposta de Índice de Avaliação. Tese (Doutorado) apresentado à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” para a obtenção do título de doutor em Agronomia, área de concentração: Fitotecnia. Piracicaba/SP. 187 p. 2004. Consultado em: [www.google.com.br](http://www.google.com.br). Acesso em: 20 de janeiro de 2018.
- [2] Freitas, W.K., et al. Análise da Arborização de Quatro Praças no Bairro da Tijuca, RJ, Brasil. *Floresta e Ambiente* 2015; 22(1):23-31.
- [3] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Ibge. Censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/censo/>. Acesso em: 12 de fev. 2017.
- [4] Kato, S.; Yamaguchi, Y. Analysis of urban heat-island effect using Aster and ETM+ Data: Separation of Anthropogenic heat discharge and natural heat radiation from sensible heat flux. *Remote Sensing of Environment*, vol. 99, 2005. p.44-54.
- [5] Lima, D.C.A.; Arruda, Y. M. B. C. Inventário das Espécies Arbóreas Utilizadas na Arborização das Praças de Manaus/AM. Programa Institucional de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas. 2013. 40p.
- [6] Lima Neto, E. M. Aplicação Do Sistema De Informações Geográficas Para O Inventário Da Arborização De Ruas De Curitiba, PR. (2011). Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2011.
- [7] Lima, J. P.; Kreutz, C. Pereira, O. R. Levantamento Florístico das Espécies Utilizadas na Arborização de Praças no Município de Nova Xavantina-MT. *Revsbau*, Piracicaba – SP, v.10, n.3, p. 60-72, 2015. Disponível em: [http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos\\_cientificos/artigo456sn-publicacao.pdf](http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo456sn-publicacao.pdf). Acesso em: 05 de agosto de 2017.
- [8] Manaus. Lei Orgânica do Município de Manaus – Lomam, desde 1990 e tombado pelo Iphan desde 2012.
- [9] Manaus. Plano Diretor da Arborização Urbana - Pdau (Resolução Nº 087 - Comdema, de 1 de dezembro de 2016).
- [10] Milano, M. S.; Dalcin, E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light. 2000. 226 p.
- [11] Milano, M.S. Avaliação e análise da arborização de ruas de Curitiba-PR. Curitiba, 1984. 130 f. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal.
- [12] Muneroli, C. C., Mascaró, J. J. Arborização urbana: uso de espécies arbóreas nativas na captura do Carbono atmosférico. *Revsbau*, Piracicaba – SP, v.5, n.1, p.160-182, 2010.
- [13] Rodrigues, C. A. G.; Bezerra, B. C. ; Ishii, I. H.; Cardoso, E. L. Arborização Urbana e Produção de Mudanças de Essências Florestais Nativas em Corumbá, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 26p.
- [14] Silva Filho, Demóstenes Ferreira da et al. Banco de dados relacional para cadastro, avaliação e manejo da arborização em vias públicas. *Revista Árvore*. Sociedade de Investigações Florestais, v. 26, n. 5, p. 629-642, 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/3280>. Acesso em: 02.02.17.
- [15] Silva, A. G.; Paiva, H. N., Gonçalves, W. Avaliando a arborização urbana. Série Arborização Urbana. Coleção Jardinagem e paisagismo, Volume 5. Viçosa – MG : Ed. Aprenda Fácil, 2007.
- [16] Tischer, J. C.; Forte, Pedroso-de-Moraes, C. Análise Qualiquantitativa De Indivíduos Arbóreos Das Praças Centrais Do Município De Leme, SP. *Revsbau*, Piracicaba – SP, v.9, n.3, p 49-64, 2014.

# Capítulo 11

## *Produção de hidrogênio por consórcio microbiano em comparação com Bacillus cereus, Enterococcus faecalis e Enterobacter aerogenes utilizando glicose como substrato*

*Ana Silvia Eder*

*Flaviane Eva Magrini*

*Andressa Spengler*

*Julia Tonioli da Silva*

*Lademir Luiz Beal*

*Suelen Paesi*

**Resumo:** O hidrogênio é uma forma limpa e renovável de energia que surge como uma alternativa para diversificação da matriz energética. Sua obtenção por meio da fermentação anaeróbia pode ser por consórcios microbianos ou culturas puras de diversos microrganismos, utilizando distintos substratos comerciais e resíduos industriais. O uso do substrato glicose permite saber o potencial de produção de hidrogênio por estes microrganismos. Este trabalho tem como objetivo comparar a produção de hidrogênio por consórcio microbiano obtido de lodo granular e culturas puras Bacillus cereus, Enterobacter aerogenes e Enterococcus faecalis em meio de glicose. Os ensaios foram realizados em frascos de 60 mL, em triplicata, contendo 30 mL de meio de glicose e 0,25 g de inóculo de consórcio microbiano após tratamento térmico (90°C -10 min) e um volume equivalente a 1 D.O. (densidade óptica) para cada cultura pura. Os frascos foram mantidos em agitação orbital a 37°C por 48 horas. A maior produção de hidrogênio foi obtida pelo consórcio (107,06 mmol H<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup>), com as culturas puras, a produção de hidrogênio foi reduzida, sendo 5,81 mmol H<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup> para B. cereus, 3,82 mmol H<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup> para E. aerogenes e 0,57 mmol H<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup> para E. faecalis. O maior consumo do substrato glicose foi de 68,10% pelo consórcio microbiano e o menor foi de 0,35% pelo microrganismo E. faecalis. Os resultados mostram que em meio com glicose, os microrganismos isolados tiveram seu potencial de produção de hidrogênio reduzido, enquanto que os consorciados apresentaram um melhor desempenho neste mesmo meio de cultivo.

**Palavras-chave:** Hidrogênio. Glicose. Fermentação anaeróbia Área Temática: Energia e Energia Renováveis

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso de fontes não renováveis de energia é uma problemática, por utilizar recursos esgotáveis e gerar impactos ambientais com a emissão de poluentes e gases de efeito estufa. Isso fomenta a busca de estratégias para a obtenção de energias limpas e renováveis que possam diversificar a atual matriz energética.

Neste contexto, o hidrogênio aparece como uma fonte promissora, limpa e renovável de energia que pode ser usada para consumo doméstico e industrial, possui um alto potencial energético, liberando na combustão 122 kJ. g<sup>-1</sup> (YU, 2002) sendo mais eficiente que a gasolina em automóveis.

Dentre as formas de obtenção de hidrogênio, destaca-se a produção por fermentação anaeróbia, processo realizado por consórcios microbianos, derivadas de ambientes naturais, como solo, água residual e lodos de estações de tratamento, ou por culturas puras de bactérias produtoras de hidrogênio. As vantagens na utilização de culturas puras estão relacionadas à seletividade do substrato, aos elevados rendimentos de H<sub>2</sub> e redução de subprodutos (VASCONCELOS, 2014), diversas culturas puras são usadas na produção biológica de hidrogênio, conforme Hallenbeck, (2009), como espécies dos gêneros *Enterobacter* e *Bacillus*.

Os consórcios microbianos, não se baseiam em uma estirpe específica de microrganismo e por isso pode ser operado em condições não estéreis, sem risco significativo de contaminação (LU et al., 2011) e metabolizam um espectro maior de substratos apresentando também vantagens na sua utilização. As bactérias constituintes de um consórcio podem ser anaeróbias estritas ou facultativas, porém as facultativas como *Enterobacter* sp. e *Bacillus* sp por serem menos sensíveis ao oxigênio são consideradas melhores para a obtenção de hidrogênio via fermentação (DAS e VEZIROGLU, 2008). Na literatura, há indicação de algumas espécies produtoras de hidrogênio como os gêneros *Bacillus*, *Enterobacter*, *Thermoanaerobacterium* e *Clostridium* têm sido relatadas como potenciais produtores deste gás (KOTAY; DAS, 2008). A busca pelo melhor microrganismo produtor de hidrogênio usando uma variedade de substratos tem sido alvo de diversas pesquisas.

Vários substratos podem ser usados na obtenção de hidrogênio, como glicose, sacarose e amido têm sido mais utilizados (WANG e WAN, 2009), porém resíduos agroindustriais também são comumente usados (KAPDAN e KARGI, 2006).

Carboidratos são preferidos como fontes de carbono no processo fermentativo, principalmente glicose, que é um açúcar simples e de fácil assimilação metabólica. O rendimento teórico para bactérias anaeróbias facultativas é de dois mols de hidrogênio por mol de glicose (FANG e LIU, 2002; MORIMOTO et al., 2004). Substratos simples servem como modelo para o entendimento do processo fermentativo para que posteriormente possa se usar um substrato mais complexo.

Dessa forma, este estudo avaliou a produção de hidrogênio por consórcio microbiano obtido de lodo granular e culturas puras de *Bacillus cereus*, *Enterobacter aerogenes* e *Enterococcus faecalis* em meio com glicose.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 CONSÓRCIO MICROBIANO

O consórcio microbiano utilizado foi proveniente de um lodo granular anaeróbio oriundo de uma estação de tratamento de efluente de indústria de óleo vegetal, situada no município de Esteio, RS. O lote foi mantido em refrigeração até o início dos experimentos. Os ensaios fermentativos foram realizados no Laboratório de Diagnostico Molecular, e as análises das frações líquidas e gasosas foram realizadas no Laboratório de Análises Ambientais da Universidade de Caxias do Sul.

### 2.2 ISOLADOS MICROBIANOS

Foram isolados os microrganismos *Enterococcus faecalis* e *Bacillus cereus* do consórcio microbiano descrito acima. Estas bactérias foram avaliadas isoladamente na produção de hidrogênio, juntamente com a linhagem comercial de *Enterobacter aerogenes* (ATCC 13048).

## 2.3 ENSAIO DE PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO

Inicialmente, foi realizado tratamento térmico por calor (90°C por 10 min) no inóculo de lodo granular, conforme Kim et al., (2006). Após o tratamento térmico, 0,25g do inóculo foram inoculados em frascos de 60 mL em triplicata, contendo 30 mL de meio de cultivo composto de glicose 5 g.L<sup>-1</sup> : NH<sub>4</sub>Cl 0,5; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0,25; MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O 0,3; FeCl<sub>3</sub> 0,025; NiSO<sub>4</sub> 0,016; CoCl<sub>2</sub> 0,025; ZnCl<sub>2</sub> 0,0115; CuCl<sub>2</sub> 0,0105; CaCl<sub>2</sub> 0,005 e MnCl<sub>2</sub> 0,015 (PRAKASHAM et al., 2009).

As culturas puras de *Enterococcus faecalis*, *Bacillus cereus* e *Enterobacter aerogenes* foram crescidas por 24 horas em meio de glicose (descrito acima). Após o crescimento, foi realizada a leitura da D.O. (densidade óptica) através da absorbância em espectrofotômetro (Espectra Max 190) em 640 nm. A quantidade de inóculo colocada nos experimentos foi ajustada para 1.0 D.O. para cada isolado separadamente. Os ensaios foram realizados em frascos de vidro de 60 mL, contendo 30 mL de meio. Os frascos foram lacrados com tampa de borracha e lacre de alumínio e no meio foi aspergido gás nitrogênio por 5 minutos para garantir a anaerobiose. As culturas e consórcios foram mantidos em agitação orbital em Shaker (Ethik Technology) a 37°C por 48 horas. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

## 2.4 ANÁLISES QUÍMICAS

A composição do biogás foi avaliada através de cromatografia à gás (DaniMaster – Automatic Sample AS), equipado com detector de condutividade térmica (TCD – Thermal Conductivity Detector) e coluna Carboxen<sup>TM</sup> 1006 PLOT Capillary Column (30 m × 0.53 mm), tendo gás Nitrogênio ultra puro como gás de arraste com fluxo 10 mL/min. A temperatura do forno será de 35°C, e a temperatura da coluna e do detector serão de 100°C.

A concentração de carboidratos totais das amostras provenientes dos bioensaios de produção de hidrogênio foi determinada por método colorimétrico de Dubois et al. (1956). Para a construção da curva padrão, foram efetuadas leituras com concentrações de 10 a 100 mg. L<sup>-1</sup> de glicose.

## 2.5 ANÁLISE DOS DADOS

O volume de hidrogênio foi convertido em mmol aplicando a equação dos gases ideais.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Onde P é a pressão atmosférica em Caxias do Sul (0,918 atm), V é o volume de H<sub>2</sub> (litros), n é o número de mols de H<sub>2</sub>, e R é a constante universal dos gases ideais (0,082 atm L. K<sup>-1</sup>. mol), e T é a temperatura utilizada nos experimentos (K).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de hidrogênio (Figura 1) para o consórcio microbiano teve uma elevada produção de 107,06 mmol H<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup>, enquanto *Bacillus cereus* produziu 5,81 mmol H<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup>, *Enterobacter aerogenes* 3,82 mmol H<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup> e *Enterococcus faecalis* 0,57 mmol H<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup>.

Figura 1 – Produção de Hidrogênio em meio com glicose



Fonte: O autor

A maior produção de hidrogênio no consórcio pode ser explicada devido a simbiose presentes nesta associação de diferentes microrganismos que compõe os grânulos do lodo. Esta associação se estabelece devido à relação fisiológica das diferentes rotas metabólicas de cada espécie, desempenhando diferentes funções no consórcio. Por isso, os consórcios são muito usados para a produção de hidrogênio (PHOWANA e DANVIRTUAL, 2014; SEM e SUTTAR, 2012; KAN, 2013). Yossan et al (2012), usando um consórcio obtido de efluente de óleo de palmeira obtiveram uma taxa de produção de hidrogênio de 74,54 mL. L<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>. Também, Davila-Vazquez et al. (2009), com a utilização de consórcios microbianos proveniente de lodo anaeróbio granular e soro de queijo como substrato, obtiveram 46,61 mmol H<sub>2</sub> . L<sup>-1</sup>. h<sup>-1</sup>.

Enquanto que para as culturas puras, a produção foi muito reduzida, mostrando que este meio de cultivo não favorece a produção de hidrogênio por estes isolados. *B. cereus* foi descrito como produtor de hidrogênio no estudo de Patel et al. (2011) que usaram glicose como substrato obtendo rendimentos de 2 mols H<sub>2</sub> por mol de glicose. Este gênero de *Bacillus* está sendo bastante descrito na literatura para a produção de hidrogênio, devido sua capacidade de metabolizar vários substratos como vinhaça, glicerol e carboidratos para obtenção deste gás. Shah et al. (2016) utilizando cepas de *Bacillus* sp. obtiveram um rendimento de 0,16-1,53 mols de H<sub>2</sub> por mol de glicose consumida a partir de resíduos sólidos municipais, Das e Veziroglu, (2001) apontam *Enterobacter aerogenes* como uma das principais bactérias produtoras de hidrogênio, capacidade descoberta por Tanisho, pesquisador japonês, na década de 80 em estirpes isoladas do solo, tem um rendimento teórico a partir da glicose de 10 mol H<sub>2</sub>. mol<sup>-1</sup> glicose (ZHANG et al., 2011) e Kapdan e Kargi, (2006) obtiveram rendimentos de 1,97 mmolH<sub>2</sub>. g<sup>-1</sup> glicose com *E. aerogenes*. Já o microrganismo *E. faecalis* é pouco descrito na literatura para a produção de hidrogênio, no entanto, Valdez-Vazquez et al. (2015) obtiveram uma produção de 79,54 mL de hidrogênio por grama de xilose usando três espécies de *Enterococcus*.

Os carboidratos simples são rapidamente degradados e usados para crescimento e posterior produção de hidrogênio por bactérias fermentativas. Nos bioensaios o consumo de carboidrato foi proporcional à produção de hidrogênio, sendo o maior consumo de glicose para o consórcio microbiano que utilizou 68,10% do carboidrato disponível, seguido por *B. cereus* com 14,91%, *E. aerogenes* 10,82% e *E. faecalis* com apenas 0,35%, conforme mostra a Tabela 1. A glicose mostrou ser um substrato eficiente para a produção de hidrogênio pelos microrganismos consorciados, mas não tão eficiente para as culturas puras.

Tabela 1- Consumo de Glicose nos bioensaios

Amostra	Carboidratos (mg. L <sup>-1</sup> )		Consumo (%)
	Inicial - final		
B. cereus	703,09 – 622,32		14,91
E. aerogenes	665,51 – 593,48		10,82
E. faecalis	613,93 – 611,83		0,35
Consórcio microbiano	608,69 - 194,00		68,10

Fonte: O autor

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estes resultados mostram baixo potencial para a produção de hidrogênio por culturas puras utilizando glicose como fonte de carbono se comparado com o consórcio.

#### REFERÊNCIAS

- [1] DAVILA-VAZQUEZ, G.; COTA-NAVARRO, C.B.; ROSALES-COLUNGA, L.M.; LEÓN-
- [2] RODRÍGUEZ, A.; RAZO-FLORES, E. Continuous biohydrogen production using cheese whey: Improving the hydrogen production rate. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 34, p. 4296-4304, 2009.
- [3] DAS, D. Avances in biohydrogen production processes: An approach towards commercialization. *International Journal of Hydrogen Energy*, p. 1-9, 2008.
- [4] DAS, D.; VEZIROGLU, T.N. Hydrogen production by biological processes: a survey of literature. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 26, p. 13-28, 2001.
- [5] FANG, H.H.P.; LIU, H. Effect of pH on hydrogen production from glucose by mixed culture. *Bioresource Technology*, p. 87-93, 2002.
- [6] HALLENBECK, P.C. Fermentative hydrogen production: principles, progress and prognosis. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 34, p. 7379-7389, 2009.
- [7] KAPDAN, I. K.; KARGI, F. Bio-hydrogen production from waste materials. *Enzyme and Microbial Technology*, p. 569-582, 2006.
- [8] KAN, E. Effects of pretreatments of anaerobic sludge and culture conditions on hydrogen productivity in dark anaerobic fermentation. *Renewable Energy*, v. 49, p. 227-231, 2013.
- [9] KOTAY, S.M.; DAS, D. Biohydrogen as a renewable energy resource- Prospects and potentials. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 3, p. 258-263, 2008.
- [10] LU, Y.; SLATER, F.R.; MOHD-ZAKI, Z.; PRATT, S.; BATSTONE, D.J. Impact of operating history on mixed culture fermentation microbial ecology and product mixture. *Water Sci. Technol*, v. 64, p. 760-765, 2011.
- [11] MORIMOTO, M. et al. Biological production of hydrogen from glucose by natural anaerobic microflora. *International Journal of Hydrogen Energy*, p. 709-713, 2004.
- [12] PATEL, S. K. S., SINGH, M., KALIA, V.C. Hydrogen and Polyhydroxy butyrate Producing Abilities of *Bacillus* spp. From Glucose in Two Stage System. *Indian Journal of Microbiology*, v. 51 (4), p. 418-423, 2011.
- [13] PHOWANA, P.; DANVIRUTAI, P. Hydrogen production from cassava hydrolysate by mixed seed cultures: effects of initial ph, substrate and biomass concentration. *Biomass and Bioenergy*, v.64, p.1-10, 2014.
- [14] PRAKASHAM, R.S.; BRAHMAIAH, P.; SATHISH, T.; SAMBASIVARAO, K.R.S.
- [15] Fermentative biohydrogen production by mixed anaerobic consortia: Impact of glucose to xylose ratio, *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 34, p. 9354-9361, 2009.
- [16] SEM, B.; SUTTAR, R. R. Mesophilic fermentative hydrogen production from sago starch processing wastewater using enriched mixed cultures. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 37 (20), p. 15558-1559, 2012.
- [17] SHAH, T.; FAVARO, L.; ALIBARDI, L.; CAGNIN, A.; SANDON, R.; COSSU, S.; C

- [18] ASELLA, M. Bacillus sp. strains to produce biohydrogen from the organic fraction of municipal solid waste. *Applied Energy*, v. 176, p. 116-124, 2016.
- [19] VASCONCELOS DE SÁ, L.R.; CAMMAROTA, M. C.; FERREIRA-LEITÃO, V. S. Produção de hidrogênio via fermentação anaeróbia – aspectos gerais e possibilidade de utilização de resíduos agroindustriais brasileiros. *Química Nova*, v. 37, n. 5, p. 857-867, 2014.
- [20] WANG, J.; WAN, W. Factors influencing fermentative hydrogen production: A review. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 34, p. 799-811, 2009.
- [21] YOSSAN, S.; O-THONG, S.; PRASERTSAN, P. Effect of initial pH, nutrients and temperature on hydrogen production from palm oil mill effluent using thermotolerant consortia and corresponding microbial communities. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 37, p. 13806-13814, 2012.
- [22] YU, H. Hydrogen production from rice winery wastewater in na upflow anaerobic reactor by using mixed anaerobic cultures. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 27, n. 11 – 12, p. 1359–1365, 2002.
- [23] ZHANG, C., XIANG, F., XING, X. Bioengineering of the *Enterobacter aerogenes* strain for biohydrogen production. *Bioresource Technology*, v. 102, p. 8344-8349, 2011.

# Capítulo 12

## *Extração e quantificação do teor de lipídios de Microalgas de Piscicultura visando a produção de Biodiesel*

*Leila Cristina Konradt Moraes*

*Jairo Pereira de Oliveira Junior*

*Cláudia Andréa Lima Cardoso*

*Silvia Cristina Heredia Vieira*

**Resumo:** A busca por combustíveis alternativos vem ganhando destaque nas últimas décadas. A substituição dos combustíveis fósseis tem sido motivada por fatores ambientais, econômicos e sociais. O biodiesel vem sendo estudado, neste contexto, já que pode ser produzido a partir de um grande número de matérias-primas distintas e a sua utilização pode estar relacionada à diminuição da emissão de gases poluentes na atmosfera. O óleo extraído das microalgas é uma das opções para a produção deste biocombustível uma vez que os cultivos ocupam menor espaço do que as culturas convencionais e são realizados em menor período de tempo. Nesta perspectiva, este trabalho buscou avaliar a eficácia da extração de lipídios de microalgas de piscicultura e a produção de biodiesel. O método de extração utilizado se baseou no proposto por Bligh e Dyer (1959), adaptado por D'Oca et al. (2011), envolvendo o uso de ultrassom ou agitação magnética, na presença de diferentes solventes. O biodiesel foi produzido pelo método de Hartman e Lago (1995) e a estabilidade oxidativa foi determinada. Os resultados mais satisfatórios foram obtidos a partir da utilização da agitação magnética com a mistura clorofórmio:metanol, onde o percentual médio de extração foi de  $(18,67 \pm 0,71) \%$ . A transesterificação direta gerou um percentual médio de ésteres de  $(18,17 \pm 0,14) \%$  e os resultados da estabilidade oxidativa demonstraram que o biodiesel teve um grau de absorvidade tecnicamente baixo até as 100 primeiras horas, sem a adição de nenhum tipo de composto estabilizante, o que indica uma utilização promissora das microalgas para obtenção de biodiesel.

**Palavras-chave:** Extração por solvente, Agitação magnética, Biocombustível.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a busca por biocombustíveis vem ganhando um grande impulso devido à necessidade mundial de utilização de energia mais limpa e renovável. Desse modo, a produção de biodiesel se intensificou no Brasil, e conseqüentemente, a constante busca por diferentes matérias-primas que possam ser utilizadas para a sua obtenção.

De acordo com Agostinho (2006), a piscicultura vem crescendo, em média, 30% ao ano no Brasil, sendo que, esse índice é superior aos das atividades rurais consideradas mais tradicionais, como a agricultura e pecuária.

Segundo Brandini (1990), embora haja diversos pontos positivos no desenvolvimento da atividade, a piscicultura possui algumas adversidades, dentre elas, destaca-se o alto desenvolvimento do fitoplâncton. O fitoplâncton presente nos tanques é um dos principais responsáveis pela produção de oxigênio diluído, devido sua capacidade em realizar fotossíntese, todavia, ele também consome oxigênio para sobreviver. Na ausência de radiação solar, não há o processo de fotossíntese, porém o consumo de oxigênio permanece, gerando um déficit. Nesse sentido, meios com alta concentração de fitoplâncton são mais susceptíveis a problemas com oxigênio dissolvido e níveis de pH, ocasionando uma maior vulnerabilidade à fauna presente. A constituição do fitoplâncton se dá a partir de diversos organismos, um dos principais é a microalga.

Estudos realizados identificam as microalgas como uma excelente alternativa para produção de biodiesel (CHISTI, 2007; CARMO, 2012; OLIVEIRA, 2013). Dentre as principais características das microalgas, Chisti (2007) ressalta o seu considerável teor lipídico, a capacidade de duplicação da biomassa em curto intervalo de tempo e o menor espaço ocupado para seu cultivo em relação às demais oleaginosas destinadas a este fim.

Para o cultivo destes organismos, em laboratório ou em larga escala, como no caso da produção do biodiesel, é necessário a utilização de fontes de nutrientes adequadas. Contudo, ao coletá-los em tanques de piscicultura, é possível aliar a resolução de um problema operacional da atividade com a minimização dos custos de produção do biocombustível, além de dar um fim promissor ao excesso das microalgas geradas no cultivo dos peixes.

Visando a extração dos lipídios das microalgas, Dantas e colaboradores (2010) constataram que o metanol e o tetrahidrofurano foram os melhores solventes, em associação ao ultrassom. Contudo, Silva (2013) após testar n-hexano, etanol e etanol+água, classificou o etanol como o melhor solvente para extração de óleo de microalgas. Os resultados com etanol foram tão promissores que, mesmo após reduzir o volume do solvente pela metade, o seu potencial de extração não foi alterado, o que o torna econômica e ambientalmente atraente.

A estabilidade oxidativa possui grande importância na qualidade do biodiesel, pois a mesma está relacionada a capacidade do biodiesel em sofrer degradação devido à presença de calor, água, peróxidos e metais (KNOTHE, 2006). Plessis et al. (1985) verificou em seus estudos sobre estabilidade oxidativa que ésteres metílicos garantem resultados mais satisfatórios que os ésteres etílicos em testes de estocagem.

Na literatura, trabalhos de White (1995) e Ferrari (2009) afirmam que é possível ter um indicativo do grau de oxidação do biodiesel a partir da determinação da absorvância a 230 e a 270 nanômetros, devido a formação de compostos secundários oriundos da oxidação.

Perante o exposto, este trabalho utilizou microalgas provenientes de tanques de piscicultura como matéria-prima destinada a obtenção de óleo para a produção de biodiesel. Com esta finalidade foram estudados os melhores solventes para a extração do óleo da biomassa microalgal e, após a transesterificação, foi avaliada a estabilidade oxidativa do biocombustível formado.

## 2 METODOLOGIA

As microalgas utilizadas foram oriundas de tanques de piscicultura. Após a coleta das amostras os microorganismos foram separados do meio fluido utilizando as etapas de coagulação, floculação, sedimentação e filtração, com cloreto férrico hexahidratado na concentração de 0,75 g L<sup>-1</sup>. *A sedimentação foi processada por 24 horas e a biomassa, após filtração, foi seca em estufa a 60 °C até peso constante.*

A extração e quantificação de lipídios foi realizada utilizando inicialmente a metodologia de Bligh e Dyer (1959), adaptada por D'Oca et al. (2011). Para cada 0,05 g de biomassa era utilizado 1,5 mL de uma mistura 2:1 (v/v) de clorofórmio:metanol e o conteúdo foi submetido a agitação magnética, durante 20

minutos. Após, as amostras foram centrifugadas por 5 minutos a 2000 rpm. Por fim, o sobrenadante foi retirado e submetido a evaporação à 60 °C, até massa constante, para determinação do rendimento.

A metodologia foi repetida posteriormente substituindo a etapa que utilizava o agitador magnético por outra que fez uso de ultrassom, buscando avaliar qual dos dois equipamentos garantiria um melhor potencial de extração.

Além da mistura clorofórmio:metanol (2:1 v/v), foram utilizados os solventes metanol, etanol e hexano, com a finalidade de avaliar o percentual de lipídios extraídos das microalgas de piscicultura, em conjunto com os dois tipos de agitação estudadas.

O biodiesel foi produzido pelo método de Hartman e Lago (1995), a partir da transesterificação direta, com 0,200 gramas de biomassa seca, 3 mL de solução 0,5 mol L<sup>-1</sup> de hidróxido de sódio em metanol, aquecimento em banho-maria (Figura 1) a uma temperatura de (90 ± 1) °C durante 10 minutos, resfriamento em banho de gelo durante 3 minutos, adição de 9,0 mL da mistura esterificante (2 g de cloreto de amônio, 60 mL de metanol e 3 mL de ácido sulfúrico concentrado), novo aquecimento a (90 ± 1) °C durante 10 minutos e novo resfriamento em banho de gelo. Em seguida foi adicionado 5 mL de hexano e 2 mL de água destilada ao meio, realizada agitação manual durante 30 segundos e repouso até a completa separação de fases. A fração hexânica foi pipetada e o solvente evaporado, restando apenas biocombustível.

Figura 1 – Processo de aquecimento em banho-maria

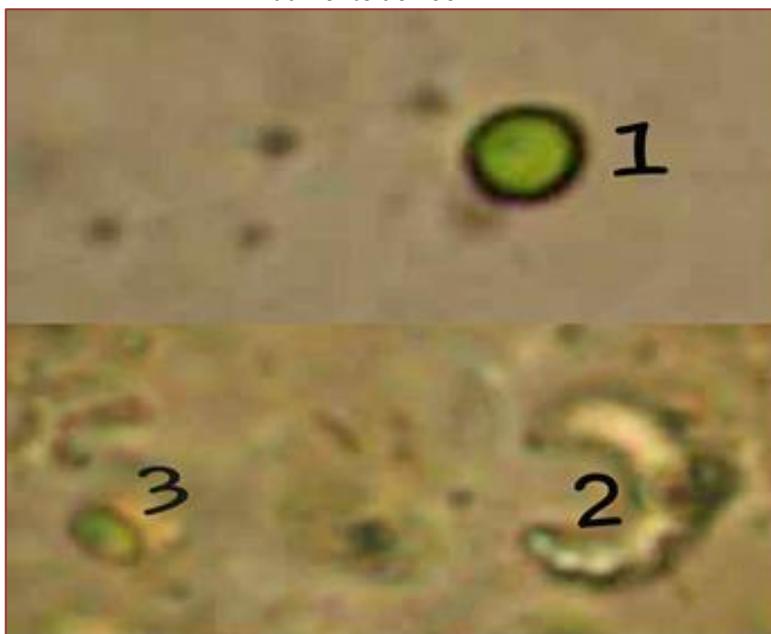


Após a produção do biodiesel a estabilidade oxidativa foi determinada utilizando o método espectrofotômetro IUPAC II.D.23 (1979), que visa a determinação de absorbância em comprimentos de onda específicos da faixa do ultravioleta para indicar o grau de oxidação do produto avaliado. Os comprimentos de onda estudados foram de 232 e 270 nm, analisando a absorbância após a produção do biodiesel nos intervalos de tempo de 0, 50, 100, 200 e 300 horas para cada comprimento de onda. O espectrofotômetro utilizado foi da marca Global Trade Technology, modelo UV-5200.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As amostras de microalgas coletadas no tanque de piscicultura foram analisadas por meio da microscopia óptica em equipamento da marca Carl Zeiss e modelo Axioskop 40, com zoom de 100 vezes, onde foi possível definir quais as espécies presentes no meio. Na Figura 2, estão apresentadas as diferentes espécies observadas.

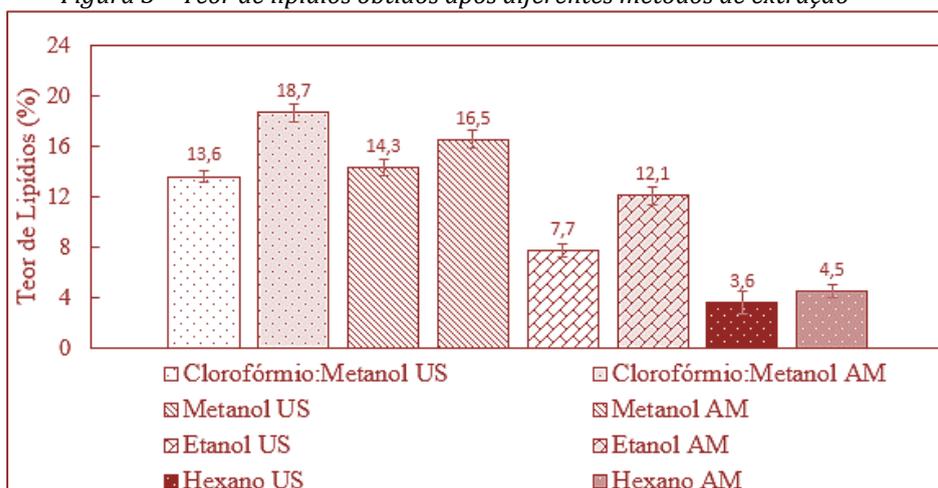
Figura 2 – Microalgas presentes nos tanques de piscicultura e observadas a partir de microscópio com aumento de 100x



Na imagem as microalgas estão identificadas com a numeração de 1 a 3. De acordo com Bicudo (2006), as microalgas identificadas com os números 1 e 3 são da espécie *Chlorella sorokiniana* e a número 2 possui características da espécie *Closterium moniliferum*. Essas espécies de microalgas são consideradas adequadas para produção de biodiesel pois possuem um alto teor lipídico além de elevada tolerância às condições de cultivo.

Após identificação das espécies a biomassa foi recuperada e procedeu-se a extração lipídica, utilizando os diversos solventes. Nessa etapa os solventes estudados foram associados a agitação magnética (AM) ou ao ultrassom (US). Os resultados obtidos referentes ao teor lipídico estão apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Teor de lipídios obtidos após diferentes métodos de extração



De acordo com Brum (2009), Folch et al. (1957), Bligh (1959) e D'Oca et al. (2011), o solvente mais aplicado para a extração lipídica de microalgas é a mistura clorofórmio:metanol (2:1 v/v). A mistura citada é amplamente difundida na área devido aos resultados promissores que a mesma garante, pois, suas características químicas possibilitam a extração de lipídios polares e apolares, favorecendo um maior rendimento. Neste trabalho, a mistura aliada a agitação magnética garantiu os melhores resultados,

concordando, desta forma, com as afirmações expressas pelos referidos autores.

Brum (2009) obteve os melhores resultados utilizando a agitação magnética, o que corrobora com o verificado neste trabalho, onde os testes utilizando a agitação magnética geraram maior eficiência de extração de lipídios em relação aos que utilizaram o ultrassom, para todos os solventes testados.

Considerando os solventes alcoólicos, nota-se que a eficiência de extração de lipídios utilizando o metanol foi maior do que quando empregado o etanol. A situação observada indica a presença de polaridade na fração lipídica da microalga estudada e, conseqüentemente, sua maior afinidade com o solvente polar (metanol). Porém, de acordo com Silva (2013), apesar do resultado mais promissor do metanol, o etanol é classificado como mais indicado para o processo, pois o mesmo não é tóxico, possui um menor custo em relação a outros solventes e é proveniente de fontes renováveis.

O solvente hexano obteve o menor rendimento entre as análises, o mesmo é um solvente apolar e, conforme discutido no trabalho de Chisti (2007), a microalga possui uma baixa concentração de lipídios apolares, explicando, assim, o resultado menos promissor para este solvente. Além disso, de acordo com Undeland (1998), lipídios polares são menos solúveis em compostos de hidrocarbonetos, logo a extração com este solvente seria menos eficiente.

A extração lipídica a partir do método de extração por solvente é diretamente influenciada pelo solvente empregado, os resultados sofrem alterações em âmbito qualiquantitativo de acordo com o solvente (GRIMA et al., 1994). Nesse sentido, o uso de clorofórmio e hexano que são solventes apolares, iria extrair triglicerídeos, ácidos graxos e hidrocarbonetos. De acordo com Grima et al. (1994), quando da utilização de solventes polares como o metanol, seriam extraídos os fosfolipídios e glicolipídios.

Na Tabela 1 está apresentado o rendimento, em massa, e o percentual de ésteres obtidos no processo de transesterificação realizado para a obtenção do biodiesel.

Tabela 1 – Rendimento e percentual de ésteres do biodiesel produzido

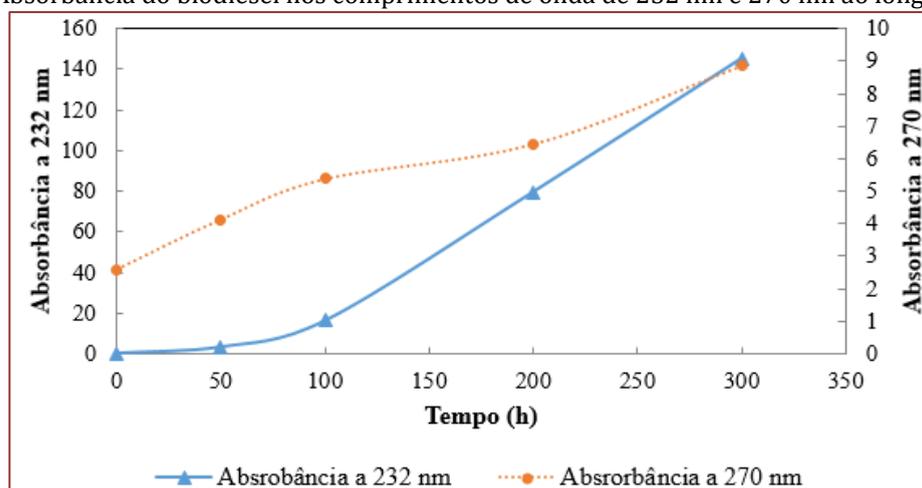
Amostra	Rendimento (g)	Percentual de ésteres (%)
1	0,0073	18,25
2	0,0073	18,25
3	0,0072	18,00
Média	0,0071	18,17
Desvio padrão	0,0006	0,14

De acordo com Franco et al. (2013), a produção do biodiesel pode ser realizada a partir de transesterificação, da esterificação, da hidroesterificação ou ainda, da realização da extração do óleo e transesterificação em uma única etapa, denominada transesterificação direta, contudo Johnson (2009) afirma que os melhores rendimentos são obtidos quando utilizado a transesterificação direta. Este método também se mostrou adequado para esta pesquisa pela pequena quantidade de massa necessária.

O percentual de ésteres totais obtidos neste estudo,  $(18,17 \pm 0,14) \%$ , foi semelhante aos valores relatados por Menezes (2013).

Visando ter um indicativo do grau de oxidação do biodiesel, foi realizada a determinação da absorbância a 232 nm e 270 nm, durante o período de 300 horas, após a transesterificação direta, que está apresentada na Figura 4.

Figura 4 – Absorbância do biodiesel nos comprimentos de onda de 232 nm e 270 nm ao longo do tempo



De acordo com Jadhav et al. (1996), conforme os ésteres de ácidos graxos poli-insaturados vão oxidando, gera-se hidroperóxidos e deslocamento de duplas ligações, conseqüentemente, ocorre a formação de dienos conjugados, compostos estes que absorvem a 232 nm. Ferrari (2009), relata que a absorbância a 270 nm é característica dos trienos conjugados, outro grupo de compostos secundários da oxidação e que, nesta perspectiva, quanto maior a quantidade de compostos secundários, maior será a absorbância da amostra, ou seja, quanto mais oxidado o biodiesel estiver, mais luz ele absorverá.

Diante disso, ao analisar os resultados obtidos é possível afirmar que o biodiesel produzido a partir de microalgas possui uma boa estabilidade oxidativa, pois ao considerar a absorbância nos diferentes comprimentos de onda avaliados, nota-se que a mesma obteve um grau de absorvidade tecnicamente baixo até as 100 primeiras horas (4 dias), indicando desta forma que o grau de oxidação do biodiesel de microalgas estava moderado.

A partir de 100 horas, a absorbância aumentou significativamente, ou seja, ao decorrer do tempo o grau de oxidação foi evoluindo. Ao comparar os resultados obtidos com os apresentados por Ferrari (2009), pode-se afirmar que os valores foram semelhantes.

Ainda vale a pena salientar que a amostra foi estocada a temperatura ambiente e que nenhum tipo de produto foi adicionado visando uma maior estabilidade.

#### 4 CONCLUSÃO

Em relação aos solventes avaliados para a extração dos lipídios a mistura clorofórmio:metanol foi a que se mostrou mais promissora, quando associada a agitação magnética. Porém, o custo benefício do etanol também deve ser avaliado em função das questões ambientais.

Em relação a produção do biodiesel, os resultados da estabilidade oxidativa demonstraram que o biodiesel teve um grau de absorvidade tecnicamente baixo até as 100 primeiras horas, sem a adição de nenhum tipo de estabilizante, o que indica uma utilização promissora das microalgas para obtenção de biodiesel.

Outro ponto de grande importância é que as microalgas não estão presentes na cadeia alimentar humana, ou seja, sua utilização não interfere no ciclo de produção de alimentos.

Ainda, no caso da proposta avaliada neste trabalho, as microalgas eram provenientes dos tanques de pisciculturas, que precisam ser retiradas de tempos em tempos dos tanques para não prejudicar a concentração de oxigênio da água. Assim, essa proposta se mostra ainda mais viável em função da utilização de rejeitos para a produção de biocombustíveis.

## REFERÊNCIAS

- [1] Bligh, E. G.; Dyer, W. J. Rapid method of total lipid extraction and purification. *Biochem. Physiol*, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- [2] Brum, A. A. S.; Arruda, L. F. de; Regitano-D'Arce, M. A. B. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 849-854, 2009.
- [3] Chisti, Y. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*, v. 25, p. 294-306, 2007.
- [4] D'oca M. G. M.; Viêgas C. V.; Lemões J. S.; Miyasaki E. K.; Morón-Villarreyes J. A.; Primel E. G.; Abreu P. C. Production of FAMES from several microalgal lipidic extracts and direct transesterification of the *Chlorella pyrenoidosa*. *Biomass Bioenergy*, v. 35, p. 1533-1538, 2011.
- [5] Ferrari, R. A.; Souza, W. L. de. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 106-111, 2009.
- [6] Folch, J.; Lees, M.; Sloane Stanley, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, v. 226, p. 497-509, 1957.
- [7] Franco, A. L. C.; Lôbo, I. P.; Cruz, R. S. da; Teixeira, C. M. L. L.; Almeida Neto, J. A. de; Menezes, R. S. Biodiesel de microalgas: avanços e desafios. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 437-448, 2013.
- [8] Grima, M. E.; Medina, R. A.; Gimenez, G. A.; Perez, S. J. A.; Camacho, G. G.; Sánchez, G. J. L. Comparasion between extraction of lipids and fatty acids from microalgal biomass. *Journal of American Oil Chemists Society*, v. 71, p. 955, 1994.
- [9] Iupac - International Union of Pure and Applied Chemistry; Standard methods for analysis of oils, fat and derivates, 6<sup>th</sup>ed., Thiais: Pergamon Press Ltd, 1979, vol. 2.
- [10] Jadhav, S. J.; Nimbalkar, S. S.; Kulkarni, A. D.; Madhavi, D. L.; Rajalakshmi, D.; Narasimhan, S. Em Food Antioxidants: Technological, Toxicological, and Health Perspectives; Madhavi, D. L.; Deshpande, S. S.; Salunkhe D. K., eds.; Marcel Dekker: New York, 1996
- [11] Johnson, M.; Wen, Z. Production of Biodiesel Fuel from the Microalga *Schizochytrium limacinum* by Direct Transesterification of Algal Biomass. *Energ. Fuel*, v. 23, n. 10, p. 5179-5183, 2009.
- [12] Menezes, R. S.; Leles, M. I. G.; Soares, A. T.; Franco, P. I. B. M.; Antoniosi Filho, N. R.; Sant'anna, C. L.; Vieira, A. A. H. Avaliação da potencialidade de microalgas dulcícolas como fonte de matéria-prima graxa para a produção de biodiesel. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 10-15, 2013.
- [13] Knothe, G. et al. Manual de biodiesel. Curitiba: Edgard Blücher, 2006.
- [14] Plessis, L. M.; Villiers, J. B. M.; Van DER Walt, W. H.; J. Stability studies on methyl and ethyl fatty acid esters of sunflowerseed oil. *Am. Oil Chem. Soc.*, v. 62, n. 4, p. 748-752, 1985.
- [15] Silva, G. de S. Extração do óleo de microalgas para produção de biodiesel. 2013. 89 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2013.
- [16] Undeland, I.; Härröd, M.; Lingnert, H. Comparison between methods using low-toxicity solvents for the extraction of lipids from herring (*Clupea havengus*). *Food Chemistry*, Oxford, v. 61, n. 3, p. 355-365, 1998.
- [17] White, P. Methods to assess quality and stability of oils and fat-containing foods; Warner, K.; Eskin, M., eds.; Aocs Press: Champaign, 1995.

# Capítulo 13

## *Production of fertilizer based on c and n from industrial effluent*

*Carina Aline Prado*

*Mariana Paiva Batagini Giron*

*Fernanda Gonçalves Mendes*

*Marco Aurélio Kondracki de Alcântara*

*Hélcio José Izário Filho*

**Resumo:** A sustentabilidade envolve um número grande de aspectos. Entre eles, o de aproveitamento de nutrientes presentes em efluentes tratados com diferentes tipos de processos. Nos últimos anos, têm sido detectados danos ambientais decorrentes do despejo de fármacos e de efluentes da indústria farmacêutica, em função da difícil recalcitrância de alguns componentes das formulações. Um destino que tem sido estudado para diversos tipos de rejeitos é a aplicação no solo com finalidade agrícola. Visando o aproveitamento de efluentes da indústria farmacêutica (e consequente redução de um passivo ambiental), foi desenvolvido e utilizado um fertilizante obtido a partir da precipitação química (pré-tratamento) de um efluente. O fertilizante obtido foi testado para espécie *Schinus molle*, popularmente denominada de aroeira-salsa no Brasil. As plantas se desenvolveram tendo como substrato solo ou compostos orgânicos. O solo utilizado foi um Argissolo Vermelho-Amarelo textura média, característico da região do vale do Paraíba, Estado de São Paulo, Brasil, com alto teor de alumínio. Foram utilizados dois compostos orgânicos, originados de resíduos agrícolas, ambos provenientes do Parque Ecológico do Taboão, localizado no Vale do Paraíba. A aplicação do fertilizante em todos os substratos melhorou as suas características em relação aos teores de C, N, P, K, Mg, Ca, saturação por bases, pH, Al e densidade. Também a absorção de nutrientes e o crescimento das plantas foi beneficiado com a aplicação do fertilizante.

**Palavras-chave:** efluente de indústria farmacêutica, fertilizante, sustentabilidade.

## 1. INTRODUCTION

Environmental sustainability involves multiple aspects. One is the reuse of waste materials rich in nutrients and organic matter. Adequate disposal of nutrient-rich effluent prevents chemical and microbiological contamination and reduces environmental impact. Incorporation of wastewater into the soil (or other agricultural substrates) for fertilization purposes is an interesting alternative from a sustainability and environmental conservation perspective. Wastewater treatment can produce profitable materials, thereby favoring sustainable economic activities and fostering the creation of economically viable environmental programs and new waste disposal sites for industries. Such projects reduce environmental pollution and impacts and raise public awareness of environmental issues (Gouveia et al., 2012).

Effluents must meet several requirements prior to discharge into water bodies, according to CETESB Article 18 (CETESB, 2002) and CONAMA Resolution no. 430 (CONAMA, 2006). Thus, adequate treatment of wastewaters is of extreme importance for environmental preservation and law compliance. In some cases, depending on the recalcitrance of its components, wastewater may require a post-treatment step to meet discharge standards, such as biological treatment.

Pharmaceutical industries generate large amounts of waste with high organic content. Residues resulting from the production of antibiotics are an example of materials that contain recalcitrant components of high molecular weight. At high concentrations, these compounds are difficult to treat by conventional methods. For this reason, pharmaceutical wastewater is frequently dried and incinerated rather than treated, especially when the cost/benefit ratio is high. It thus becomes necessary to resort to emerging technologies or to a combination of two or more processes (for instance, chemical precipitation and advanced oxidation process) to treat pharmaceutical wastewater.

Discharge of pharmaceuticals and untreated pharmaceutical wastewater into domestic sewer lines, surface water, and groundwater has caused great environmental damage (Melo et al., 2009). These wastes contain compounds of several therapeutic classes, such as hormones, analgesics, and antibiotics.

The agricultural industry generates large amounts of solid waste, including straw, crop residues, and animal wastes. Hundreds of tonnes of organic waste are generated annually in Brazil, which can be either a serious source of pollution if untreated or a valuable agricultural input to replace industrialized fertilizers.

Composting, one of the most environmentally friendly alternatives for recycling organic waste, is a controlled process of organic waste degradation under aerobic conditions. Compost can supply essential nutrients, especially carbon, for plant growth and also improve some physical characteristics of the soil, including soil density, a property that varies according to soil compaction. The decrease in soil density promoted by the addition of organic matter facilitates root penetration and increases total porosity, macroporosity, water permeability, and water infiltration (FAO, 2005).

An environmentally sustainable agricultural system requires that soil nutrient and organic matter reserves be preserved. C and N are important for plant growth. Stable soil organic matter is a source of essential nutrients for plant development (LAL, 2008; Misiewicz et al., 2017).

Achieving sustainability is the goal of various agricultural production systems (Karlen and Rice, 2017). Agroforestry, for instance, has seedling cultivation and tree planting as some of its core practices. Different substrates are used to grow seedlings until they can be planted. Substrate is a medium for growing plants *ex situ*. Mineral soil was the first substrate used for *ex situ* cultivation. Currently, most substrates consist of a combination of two or more components, which can be chosen from a large variety of materials.

Many studies showed that soil amendment with organic waste positively influences soil characteristics and plant development. Gomes (2004) conducted a study on the cultivation of *Anadenanthera colubrina* in Red-Yellow Acrisol and reported that nutrient addition promoted an increase in base saturation, which in turn improved plant growth and resulted in increased dry weight. Cultivated species require the addition of adequate levels of nutrients to the culture medium. Soil organic matter is the primary source of nutrients in cultivated soils and serves as a temporary nutrient reserve. Its importance in maintaining and improving physical characteristics of the soil, such as water and air infiltration, water retention, and soil aggregation, and in controlling the fate of pesticides is well known (Srinivasan et al., 2012).

Maintaining and increasing soil organic matter levels in the highly weathered soils of tropical regions is a great challenge. In tropical agricultural areas, organic residues and fertilizers are frequently applied to the soil to enhance microbial activity and mineralization rates (Guimarães et al., 2014).

Studies analyzed the effects of wastewater or effluent irrigation. Depending on the characteristics of the material, either positive or negative effects may follow. A comprehensive review of this topic was published by Kaur and Sharma (2013). The study provided a list of effluents that can be used for fertilization purposes but underscored that some may negatively impact physical and chemical soil characteristics. Kalyva (2017) presented a review of the disposal of pharmaceuticals in the environment, discussing their fate, transport, aquatic and terrestrial pollution potential, and risks to populations. Probably because of the well-known negative impacts of pharmaceuticals on the environment, few works focus on investigating the beneficial effect of pharmaceutical wastewater irrigation.

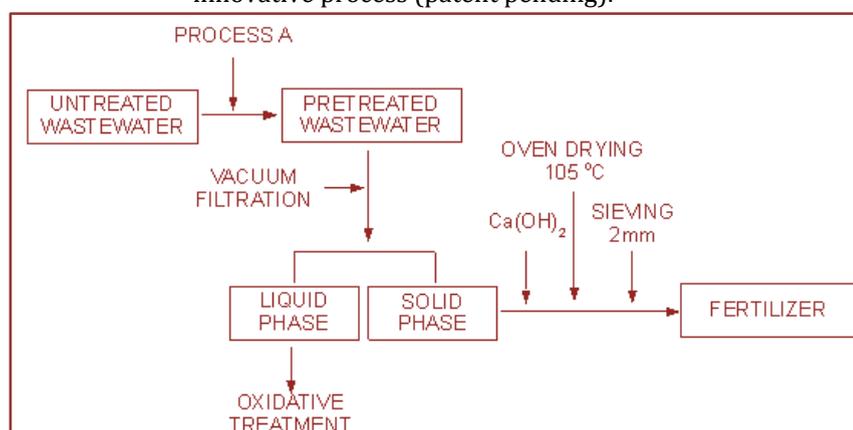
This study aimed to evaluate the potential of using a fertilizer obtained from pharmaceutical wastewater to grow *Schinus molle* in different substrates. The effects of fertilizer addition on chemical and physical characteristics of substrates, plant growth, and nutrient absorption were evaluated.

## 2. MATERIALS AND METHODS

Pharmaceutical effluent, more specifically, effluent from syrup production, was used to obtain the fertilizer. In addition to pharmaceuticals, the effluent had a high content of sucrose, N, K, Mg, Na, and P (in the form of phosphate). The presence of these elements and the high C content (present in sucrose) makes this material a potential source of plant nutrients.

As effluent had a high organic load, treatment by oxidation processes would not be feasible. Organic matter was therefore chemically precipitated via an innovative process. Sucrose was the major component of the precipitate. Detailed information about the precipitation reaction will not be presented in this paper because the process is being patented. After precipitation, pretreated wastewater was submitted to vacuum filtration to separate the solid phase from the liquid phase. A calcium hydroxide ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) solution was added to the solid phase at 1:3 (w/w). The mixture was oven dried at 105 °C to avoid chemical and microbiological degradation during storage. The dried material was ground and sieved through 2 mm sieves, affording the fertilizer used in plant experiments. Grinding and sieving provides powders with standardized particle sizes and promotes particle homogenization, which improves soil reactivity. The liquid phase obtained after filtration was not used in this work. It will be treated by an oxidation process to meet the legal requirements for wastewater discharge. Figure 1 shows a flow diagram of the process used to obtain the fertilizer. The process can be used in an industrial setting.

Figure 1. Scheme for obtaining fertilizer from untreated pharmaceutical effluent. Process A is used in an innovative process (patent pending).



*S. molle* (popularly known in Brazil as “aroeira-salsa”) was used for the experiments. Samples were collected from the Taboão Ecological Park, Lorena, São Paulo, Brazil (22°47'26"S 45°66'11"W). The species grows rapidly and has a high ornamental value in the Zona da Mata mesoregion of Minas Gerais (Mafia et al., 2004). It is naturally found in semi-deciduous seasonal forests in Paraná and in other ecosystems. The species is also available in nurseries throughout Vale do Paraíba.

We evaluated the effects of two factors, substrate and fertilization, on plant growth and nutrition. Three types of substrates were evaluated with and without the addition of fertilizer, in triplicate, totaling 18 experiments.

Soil or composts (obtained by aerobic composting) were used as substrates. Red-Yellow Acrisol with medium loamy texture (EMBRAPA, 2006) was collected at a depth of 0–20 cm. The soil is typically found in the study region. Composts were produced in the Taboão Ecological Park, located in Vale do Paraíba. Compost 1 was obtained from a nursery that grows seedlings of trees native to the Atlantic Forest. It was composed of several organic residues generated in the Park, such as pruning and mowing residues, cattle manure, and wastewater from washing tubes and livestock pens, as well as sand and worm humus. Compost 2 was composed of grasses and leaves and was obtained from a nursery in the Taboão Ecological Park. Fertilizer was used at 40 g kg<sup>-1</sup> soil to provide the necessary amount of nitrogen for nursery growth (IAC, 1997).

Substrates and fertilizer were sieved through a 2 mm sieve. One-month-old seedlings were planted in 0.25 L black plastic bags and kept at room temperature for 90 days. Plants received the same amount of water throughout the growing period. All nursery practices (establishment of the nursery site, seedling formation, and seedling handling) were in accordance with the guidelines of the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA, 2016).

After the growing period, substrates and aerial parts of the plants were characterized chemically and physically following the methods of EMBRAPA (2009; 2011). Aerial parts were oven dried at 65 °C and the dry weight was measured. Plant height was also determined. The density of growing media was quantified following the methods of EMBRAPA (2009).

Available Ca, Mg, K, Na, and P were extracted with Mehlich 3 extraction, and exchangeable Al was extracted using a 1 mol L<sup>-1</sup> KCl solution. The elements were quantified by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). Chemical oxygen demand (COD) was determined to estimate the amount of C. Organic matter was oxidized by potassium dichromate in acidic medium at high temperature in the presence of a catalyst. Subsequently, absorbance was measured at 620 nm. N content was determined by digesting the sample in acidic medium, followed by distillation using borate/sodium hydroxide buffer to adjust the pH to 9.5. The concentration of ammonia N was quantified spectrophotometrically at 420 nm. Analyses were performed when the plants were collected and at the end of the evaluation period (90 days).

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the physicochemical characteristics of the fertilizer. Its neutral pH (7.0), high content of organic carbon and base cations (Ca, Mg, and K), and undetectable Al content are interesting features for agricultural application.

Table 1. Physicochemical characteristics of the fertilizer.

Parameter	Unit	Value
pH	-	7.0 ± 0.0
Al	mg g <sup>-1</sup>	<0.001
Ca	mg g <sup>-1</sup>	405.85 ± 0.01
Mg	mg g <sup>-1</sup>	36.21 ± 0.01
P	mg g <sup>-1</sup>	35.96 ± 0.07
K	mg g <sup>-1</sup>	111.23 ± 0.01
Na	mg g <sup>-1</sup>	16.10 ± 0.01
N	mg g <sup>-1</sup>	52.35 ± 0.11
OC	mg dm <sup>-3</sup>	3100 ± 0.01
Density	kg dm <sup>-3</sup>	1.017 ± 0.010

OC, organic carbon. Values represent the mean ± standard deviation. Three replicates.

The physicochemical characterization of fertilized and unfertilized substrates is shown in Table 2.

Table 2. Physicochemical characteristics of fertilized and unfertilized substrates.

Parameter	Unit	Soil	Compost 1		Compost 2		
		Unfertilized	Fertilized	Unfertilized	Fertilized	Unfertilized	Fertilized
pH	-	5.7 ± 0.1	7.0 ± 0.0	5.6 ± 0.0	6.7 ± 0.0	5.4 ± 0.0	6.5 ± 0.0
Al	mg g <sup>-1</sup>	48.00 ± 0.00	46.50 ± 0.01	37.41 ± 0.02	35.21 ± 0.05	38.41 ± 0.01	31.74 ± 0.05
Ca	mg g <sup>-1</sup>	1.04 ± 0.00	84.12 ± 0.01	4.02 ± 0.01	66.12 ± 0.02	10.12 ± 0.01	424.2 ± 0.0
Mg	mg g <sup>-1</sup>	<0.001	36.20 ± 0.00	0.01 ± 0.02	3.65 ± 0.01	0.08 ± 0.00	40.1 ± 0.1
P	mg g <sup>-1</sup>	23.20 ± 0.01	28.73 ± 0.01	6.08 ± 0.04	29.73 ± 0.01	6.19 ± 0.01	36.9 ± 0.1
K	mg g <sup>-1</sup>	87.80 ± 0.01	96.05 ± 0.01	7.20 ± 0.00	97.20 ± 0.03	9.70 ± 0.02	88.01 ± 0.08
V%	-	25 ± 0	45 ± 0	22 ± 0	56 ± 0	20 ± 0.0	50 ± 0
Na	mg g <sup>-1</sup>	<0.001	0.013 ± 0.004	<0.001	<0.001	<0.001	1.301 ± 0.003
N	mg g <sup>-1</sup>	26.7 ± 0.0	61.4 ± 0.0	0.2 ± 0.0	31.4 ± 0.0	12 ± 0.0	61.4 ± 0.0
OC	mg mg <sup>-3</sup>	36.20 ± 0.00	106.40 ± 0.01	45.20 ± 0.01	106.4 ± 0.0	32.00 ± 0.01	105.4 ± 0.0
D <sub>s</sub>	kg dm <sup>-3</sup>	1.217 ± 0.020	1.204 ± 0.060	1.227 ± 0.001	1.204 ± 0.010	1.257 ± 0.002	1.214 ± 0.003

OC, organic carbon; D<sub>s</sub>, soil density; V%, percent base saturation. Values represent the mean ± standard deviation. Three replicates.

Several beneficial effects of the addition of fertilizer to growing media were observed, such as an increase in pH, cation content, and base saturation and a decrease in exchangeable Al. A three-fold increase in organic carbon content was obtained with the addition of fertilizer as well as an increase in plant-available P and N. Regarding the substrates' physical characteristics, there was a small decrease in soil density, which is also a favorable effect. An increase in Na content was observed in fertilized soil as compared with unfertilized soil was observed; however, the same did not occur was not observed for composts 1 and 2. This effect in soil nutrient content may be due to the chemical components used in the process to obtain the fertilizer.

There is a lack of research on the use of pharmaceutical wastewater as soil fertilizer, which hinders comparison of the results obtained in the present work. However, various studies have assessed the impacts of different wastewaters on soil. In a long-term field experiment, Omon & Maghraby (2012) observed an increase in soil organic matter (from 17% to 30%) in sewage-irrigated soils as compared with well water irrigated soils. The increase of 13 percentage points is considerably lower than that

observed in the present study. Sewage irrigation reduced soil bulk density, as observed in the present study with the addition of wastewater-derived fertilizer.

Positive and negative reported effects of wastewater on soil pH have been reported in the literature. Omron & Maghraby (2012) observed that soil pH decreased with sewage irrigation. Contrarily, other authors (El-Hady, 2007; Osaigbovo and Orhue, 2006; Rusan et al., 2007) reported an increase in soil pH with wastewater irrigation, as was the case in the present study.

Domestic sewage sludge might increase soil fertility. Yadav et al. (2002) reported a build up of total N ( $2908 \text{ kg ha}^{-1}$ ), available P ( $58 \text{ kg ha}^{-1}$ ), and available K ( $305 \text{ kg ha}^{-1}$ ) in the soil. In the present study, soil N increased from  $31.2$  to  $49.4 \text{ mg kg}^{-1}$  after fertilization. Considering that the lowest soil bulk density was  $2.4 \text{ kg dm}^{-3}$ , we estimate that the increase in N content obtained in our study (from  $75$  to  $118 \text{ kg ha}^{-1}$ , approximately) was substantially higher than that of Yadav et al. (2002). P content increased from  $13$  to  $73 \text{ kg ha}^{-1}$ , reaching values higher than that of the mentioned study, whereas K content increased from  $9$  to  $216 \text{ kg ha}^{-1}$  because the fertilizer was relatively poor in this nutrient.

We emphasize that this type of comparison should be performed with extreme caution. The wastewaters evaluated in the above-mentioned studies are different from that from the wastewater used in of our study, as are the rates and periods of application, soil type, and plants. The comparisons indicate that the changes in soil parameters observed in this work are of the same order of magnitude of as those the reported in the literature.

Sodification (Na accumulation) might occur with as a result of frequent wastewater irrigation (FAO, 2007). In this case, Na might can displace other cations, such as Ca and Mg. High sodium Na levels might affect soil structure by reducing soil permeability (Sumner, 1993). In the present study, soil Na content did not increase substantially with fertilizer application. However, seedlings were cultivated for a short period. Long-term field application is necessary to evaluate better the effects of Na on soil and plant characteristics.

Figure 2 shows photographs of plants at 30, 60, and 90 days of cultivation in fertilized and unfertilized Acrisol. Photographs of plants grown in compost 1 and 2, fertilized and unfertilized, are shown in Figure 3. Fertilized plants had a higher growth rate than unfertilized plants; the highest growth rate was that of plants grown in compost 1.

Figure 2. Development of plants grown in Acrisol at 30, 60, and 90 days of cultivation (from left to right). (A). Unfertilized soil and (B). fertilized soil.

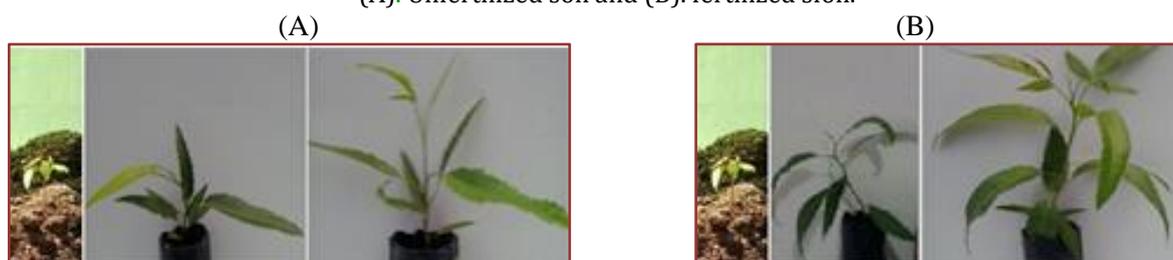


Figure 3. Development of plants grown in fertilized (right) and unfertilized (left) composts at 90 days of cultivation. (A) Plants grown in compost 1 and (B) plants grown in compost 2.



Table 3 shows the characteristics of plants cultivated in fertilized and unfertilized growing media.

Table 3. Characteristics of aerial parts of plants grown for 90 days in fertilized and unfertilized substrates.

Parameter	Unit	Soil		Compost 1		Compost 2	
		Unfertilized	Fertilized	Unfertilized	Fertilized	Unfertilized	Fertilized
Al	mg g <sup>-1</sup>	0.018 ± 0.006	0.030 ± 0.011	0.004 ± 0.001	< 0.001	0.300 ± 0.021	0.033 ± 0.009
Ca	mg g <sup>-1</sup>	0.08 ± 0.01	160.5 ± 0.0	8.50 ± 0.01	85.5 ± 0.0	0.10 ± 0.03	81.0 ± 0.1
Mg	mg g <sup>-1</sup>	0.36 ± 0.02	5.30 ± 0.01	0.79 ± 0.01	5.42 ± 0.02	0.50 ± 0.05	8.10 ± 0.02
P	mg g <sup>-1</sup>	0.89 ± 0.01	31.1 ± 0.0	0.51 ± 0.02	102.3 ± 0.0	0.92 ± 0.01	89.0 ± 0.0
K	mg g <sup>-1</sup>	17.02 ± 0.01	36.60 ± 0.03	30.21 ± 0.03	39.21 ± 0.02	17.30 ± 0.01	37.0 ± 0.0
Na	mg dm <sup>-3</sup>	<0.001	3.00 ± 0.02	0.550 ± 0.012	7.60 ± 0.01	0.110 ± 0.009	7.10 ± 0.02
N	mg g <sup>-1</sup>	12.0 ± 0.0	55.4 ± 0.0	20.1 ± 0.1	56.0 ± 0.0	11.3 ± 0.0	50.0 ± 0.0
OC	mg dm <sup>-3</sup>	201.2 ± 0.0	638.4 ± 0.0	202.4 ± 0.0	640.3 ± 0.0	203.0 ± 0.0	210.0 ± 0.0
Height	mm	97.1 ± 0.0	151.6 ± 0.0	80.2 ± 0.0	160.2 ± 0.0	80.1 ± 0.0	120.0 ± 0.0
Dry weight	g	4.2 ± 0.00	6.2 ± 0.0	6.0 ± 0.0	10.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0	7.0 ± 0.0

OC, organic carbon. Values represent the mean ± standard deviation. Three replicates.

Fertilized plants were taller and had a greater absorption of C, N, and P than unfertilized plants. Plants grown in compost 1 had a lower Ca content than plants grown in compost 2, probably because compost 1 had more nutrients.

The literature presents evidence of the environmental contamination potential of pharmaceuticals. Carter et al. (2014) studied the fate (in-soil degradation, transport, and plant uptake) of analytical grade carbamazepine, diclofenac, propranolol, and sulfamethazine in Tepko soil in Australia. Wu et al. (2015) studied the fate of pharmaceuticals and personal care products added to soil irrigated with treated wastewater or biosolid-amended soil. Carter et al. (2018) studied the sorption, plant uptake, and metabolism of benzodiazepines, a widely used class of pharmaceuticals that are recalcitrant to wastewater treatment. According to the authors, the mechanisms involved in pharmaceutical uptake and transport in plants are very complex.

Few studies focus on the effects of wastewater on plant nutrient uptake. Cruz et al. (2016) reported that *Tabebuia* spp. grew at a faster rate in Acrisol fertilized with C, N, P, and Ca than in unfertilized soil. However, because of the complexity of plant uptake and transport mechanisms, it is very difficult to compare the effects of different wastewaters on plant nutrient absorption.

#### 4. CONCLUSION

Effluent derived fertilizer improved the characteristics of all growing media, increasing pH and C, N, P, K, Mg, and Ca contents while decreasing Al content and soil density. However, fertilization increased Na content. Further research is needed to assess the effects of fertilization on soil Na levels.

Plant growth (measured by dry weight and height) and nutrient uptake were enhanced by fertilization. The best results were obtained using compost 1, as it contained the highest concentration of nutrients.

## REFERENCES

- [1] Carter, L. J.; Harris, H.; Williams, M.; Ryan, J. J.; Kookana, R. S.; Boxall, A. B. A. Fate and uptake of pharmaceuticals in soil–plant systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 62, p. 816–825, 2014.
- [2] Carter, L. J.; Williams, M.; Martin, S.; Kamaludeen, S. P. B.; Kookana, R. S. Sorption, plant uptake and metabolism of benzodiazepines. *Science of the Total Environment*, v. 628–629, p. 18–25, 2018.
- [3] CETESB - Companhia de Tecnologia Ambiental do Estado de São Paulo. Proposta de Índices e Qualidade de Água para o Estado de São Paulo. Coletânea de textos da Cetesb. São Paulo: CETESB, 2002.
- [4] Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasil, 2006. 27p.
- [5] Cruz, A. I. G.; Ambrozio, A. M. H.; Puga, F. P.; Souza, F. L.; Nascimento, M. M. Economia brasileira: conquista dos últimos dez anos e perspectivas para o futuro. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Brasil, 2016. 30p.
- [6] El-Hady, B. A. A. Compare the effect of polluted and river Nile irrigation water on contents of heavy-metals of some soils and plants. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, v. 3, n. 4, p. 287–294, 2007.
- [7] Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa, Solos, 2006. 306p.
- [8] Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de Análises Químicas para Avaliação da Fertilidade do Solo. Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa, Solos, 2009. 627p.
- [9] Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de Análises de Solo. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação. Rio de Janeiro: Embrapa, Solos, 2011. 225p.
- [10] Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado. Brasília: EMBRAPA. Editora Rede de Sementes do Cerrado. Brasília: Embrapa Cerrados, 2016. 124p.
- [11] Fao – Food And Agriculture Organization Of The United Nations. The Importance of Soil Organic Matter: key to drought-resistant soil and sustained food production. Rome: FAO Information Division. 2005. 95p.
- [12] FAO – Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Advances in the Assessment and Monitoring of Salinization and Status of Biosaline Agriculture. Reports of Expert Consultation Held in Dubai, United Arab Emirates; FAO: Rome, Italy, 2007.
- [13] Guimarães, D. V.; Gonzaga, M. I. S.; Neto, J. O. M. Management of soil organic matter and carbon storage in tropical fruit crops. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 301–306, 2014.
- [14] Gomes, K. C. O., Paiva, H. N.; Neves, J. C. L.; Barris, N. F.; Silva, S. R. Influência da saturação por bases e do fosfato no crescimento de mudas de Angico-Branco. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 785–792, 2004.
- [15] Gouveia, N. Resíduos sólidos urbanos: Impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência e Saúde Coletiva*, Porto Alegre, v.17, n.6, p. 1503–1510, 2012.
- [16] IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. Rajj, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. (eds.). 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo. Fundação IAC. 1997. 285p. (Boletim técnico, 100).
- [17] Kalyva, M. Fate of pharmaceuticals in the environment: A review. Sweden: Umeå University. Dept. of Ecology and Environmental Science. 2017. 30p.
- [18] Kaur, V.; Sharma, G. Effects of industrial effluent on soil characteristics: A review. *International Journal of Advances in Engineering Science and Technology*, India, v. 3, n. 3, p. 201–207, 2013.
- [19] Karlen, D. L.; Rice, C. W. Enhancing Soil Health to Mitigate Soil Degradation. Switzerland: MDPI, 2017. 338p.
- [20] Lal, R. Soils and sustainable agriculture: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Netherlands, v. 28, n. 1, p. 57–64, 2008. <https://doi.org/10.1051/agro:2007025>.
- [21] Mafia, R. G.; Alfenas, A. C.; Andrade, G. G. G.; Neves, D. A.; Graça, R. N.; Alonso, S. K. Incidência de *Meliola rhoina* como fator limitante à produção de mudas de *Schinus molle* para fins de arborização. *Fitopatologia Brasileira*, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 224, 2004.
- [22] Melo, S. A. S.; Trovo, A. G.; Bautitz, I. R.; Nogueira, R. F. P. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. *Química Nova*, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 188–197, 2009.

- [23] Misiewicz, T.; Shade, J.; Crowder, D.; Delate, K.; Sciligo, A.; Silva, E. Increasing Agricultural Sustainability Through Organic Farming: Outcomes from the 2016 Organic Confluences Summit. Washington: The Organic Center, 2017. 32p.
- [24] Omron, A. M. AL; , EL-Maghraby, S. E.; Nadeem, M. E. A.; EL-Eter, A. M.; AL-Mohani, H. Long term effect of irrigation with the treated sewage effluent on some soil properties of Al-Hassa Governorate, Saudi Arabia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, v. 11, p. 15–18, 2012.
- [25] Osaigbovo, A. U.; Orhue, E. R. Influence of pharmaceutical effluent on some soil chemical properties and early growth of maize (*Zea mays* L.). *African Journal of Biotechnology*, v. 5, n. 12, p. 1612–1617, 2006.
- [26] Rusan, M. J. M.; Hinnawi, S.; Rousan, L. Long term effect of waste water irrigation of forage crops on soil and plant quality parameters. *Desalinization*, v. 215, n. 1–3, p. 143–152, 2007.
- [27] Srinivasan, V.; Maheswarappa, H. P.; Lal, R. Long term effects of topsoil depth and amendments on particulate and non particulate carbon fractions in a Miamian soil of Central Ohio. *Soil & Tillage Research*, v. 121, p. 10–17, 2012.
- [28] Sumner, M. E. Sodic soils: New perspectives. *Australian Journal of Soil Research*, v. 31, n. 6, p. 683–750, 1993.
- [29] Wu, X.; Dodgen, L. K.; Conkle, J. L.; Gan, J. Plant uptake of pharmaceutical and personal care products from recycled water and biosolids: A review. *Science of the Total Environment*, v. 536, p. 655–666, 2015.
- [30] Yadav, R.; Goyal, B.; Sharma, R. K.; S. Dubey, S. K.; Minhas, P. S. Post-irrigation impact of domestic sewage effluent on composition of soils, crops and ground water: A case study. *Environment International*, v. 28, n. 6, p. 481–486, 2002.

# Capítulo 14

*Utilização da densidade e queima como formas de caracterização e propriedades dos plásticos utilizados na identificação e separação manual para reciclagem.*

*João Baptista Chieppe Junior*

**Resumo:** Este projeto têm por objetivo auxiliar e orientar cidadãos comuns (pequenos e microempresários e catadores organizados em cooperativas do município de Inhumas GO), por meio de atividades ligadas a resíduos poliméricos urbanos (plásticos), a separar e identificar manualmente esses materiais por duas diferentes formas de caracterização e propriedades (**densidade e queima**), mais utilizados na fabricação de algumas embalagens, utilizando um procedimento sistemático de identificação. O trabalho foi desenvolvido no período de agosto de 2017 à julho de 2018, sendo a coleta das amostras em escolas da rede (pública e particular), áreas comerciais (alimentação, saúde), como feiras livres, bares, restaurantes, clínicas médicas e laboratoriais, no município de Inhumas GO. Foram coletadas manualmente 3 amostras semanais (aleatoriamente), em diversos pontos da cidade de resíduos plásticos. Foi possível observar que há um grande número de consumo de resíduos plásticos na cidade de Inhumas, também é possível afirmar que existe uma falta de conhecimento em relação ao tipo de material das embalagens plásticas. Notou-se que grande parte da população não sabe e não tem nenhum interesse em separar os tipos de polímeros e mandar para a reciclagem. Esperamos com esse trabalho, divulga-lo em forma de produções e encontros científicos.

**Palavras-chave:** Polímeros, resíduos, meio ambiente; reciclagem.

## 1. INTRODUÇÃO

Questões sobre o meio ambiente têm despertado interesses e preocupações cada vez mais crescentes ao longo dos anos a partir da década de 1980, tanto por parte da comunidade em geral, por causa de problemas que afetam diretamente a qualidade de vida, quanto por parte do setor produtivo empresarial, em razão da possibilidade de qualificação de seus produtos, visando, com isso obter uma imagem ambientalmente positiva (Manrich & Santos, 2006).

A comunidade científica, por sua vez, tem procurado soluções para minimizar as diversas formas de agressão ao meio ambiente, dando prioridade aos danos causados pelos resíduos sólidos urbanos e buscando destinações adequadas a esses resíduos, mais especificamente, aos resíduos poliméricos (plásticos e borrachas). Os pesquisadores empenhados nestes estudos provêm de áreas diversas, como: engenharia civil, engenharia sanitária e ambiental, biologia, química, engenharia química e engenharia de materiais, embora muitos destes sequer tiveram experiências anteriores com materiais poliméricos (Manrich *et al.* (2007). Plásticos, borrachas e fibras poliméricas, formam uma importante classe de materiais, chamados de polímeros. O termo polímero é derivado do grego, em que poli significa “muitas” e mero, “unidades repetitivas”, formando assim, a idéia de “muitas unidades repetitivas”. As características dos polímeros variam muito, uma vez que estas dependem da natureza química e física das unidades repetitivas (Canevarolo Jr, 2006; Mano, 1985).

Há vários tipos de polímeros sintéticos, os quais podem ser classificados com base na estrutura química da molécula, na reação de obtenção do polímero, no comportamento termomecânico, etc. A classificação mais conhecida e utilizada é a fundamentada no comportamento termomecânico: elastômeros e plásticos. Os plásticos, por sua vez, são divididos em termoplásticos e termofixos.

Os termoplásticos são materiais poliméricos capazes de serem repetidamente amolecidos e moldados com o aumento da temperatura e endurecidos pela diminuição desta.

Os termofixos, ao contrário dos termoplásticos, têm a característica de apresentar ligações químicas entre as macromoléculas após sofrerem uma reação química, comumente conhecida como cura.

Considerando então a expressiva utilização de plásticos no segmento de embalagens, causando uma crescente preocupação em relação a geração de resíduos provenientes principalmente da pós-utilização de produtos fabricados com diferentes tipos de polímeros, esse trabalho é justificável por oferecer informações básicas muito importantes que fazem parte da cadeia produtiva de reaproveitamento de resíduos urbanos.

Tratando especificamente de resíduos plásticos, observa-se, uma mistura de difícil separação, principalmente porque diferentes tipos de plásticos são destinados a uma mesma aplicação, podendo, nesses casos, um produto específico ser confeccionado por materiais plásticos distintos.

Os resíduos plásticos misturados dificultam bastante a viabilidade técnica do processo produtivo de reciclagem por causa da necessidade de separá-los por tipos individuais. Essa necessidade advém do fato de que os plásticos, mesmo apresentando aspectos visuais muito semelhantes, são quimicamente diferentes e, quando misturados, atuam como impurezas de um em relação ao outro. Em alguns casos críticos de mistura, o efeito dessas impurezas pode ser desastroso, chegando a interromper toda a linha de produção de uma fábrica (Manrich *et al.*, 2007).

Percebemos então, a necessidade de um estudo mais educativo e esclarecedor a nível de compreensão dos consumidores, quanto à identificação e separação de plásticos, visando uma maior viabilidade econômica, social e ecológica para a reciclagem de resíduos urbanos (plásticos). Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo geral auxiliar e orientar cidadãos comuns (pequenos e microempresários e catadores organizados em cooperativas do município de Inhumas GO), por meio de atividades ligadas a resíduos poliméricos urbanos (plásticos), a separar e identificar manualmente esses materiais, utilizando um procedimento sistemático de identificação. Esse projeto (ETAPA-3) se justifica, pois é uma continuação dos trabalhos de iniciação científica (Pibic-ensino médio e superior), que já vem sendo desenvolvidos no município Separção e Identificação Manual de Plásticos no Município de Inhumas GO – UMA FERRAMENTA PARA RECICLAGEM (ETAPA-1 período 2010-2011) e Diferentes formas de caracterização e propriedades dos plásticos utilizados na identificação e separação manual para reciclagem (ETAPA-2 período 2012-2013) só que agora por meio de duas diferentes formas de caracterização e propriedades (densidade e queima), dos polímeros (plásticos), de resíduos sólidos urbanos mais utilizados na fabricação de algumas embalagens.

## 2.MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia em questão, foi realizada entre os meses de agosto 2017 à julho 2018, conforme cronograma proposto a seguir, utilizando-se a metodologia de identificação proposta por (Manrich, *et al.* 2007).

- a) Mês de agosto de 2017: foi feito um estudo analítico-descritivo dos pontos e locais para realização das amostragens;
- b) Meses setembro 2017 a fevereiro 2018: realizou-se a coleta das amostras em escolas da rede (pública e particular), áreas comerciais (alimentação, saúde), como feiras livres, bares, restaurantes, clínicas médicas e laboratoriais. As coletas manuais dos resíduos plásticos foram realizadas 3 vezes na semana de forma aleatória em diversos pontos e locais levantados na fase do estudo analítico-descritivo realizado no mês de agosto.
- c) Meses março a abril de 2018: Os dados levantados foram tabulados, armazenados e analisados em uma planilha de Microsoft Office Excel 2007;
- d) Meses maio a julho de 2018: Os resultados alcançados e gerados, a partir da metodologia desenvolvida foram discutidos, concluídos e divulgados em forma de produções e encontros científicos de áreas afins.

**Metodologia de Identificação:** De acordo com Manrich, *et al.*(2007), o procedimento: teste de identificação dos tipos de polímeros é feito por meio de diferentes formas de caracterização e propriedades dos produtos mais encontrados no lixo. Esses testes fundamentam-se em códigos inscritos no produto, que indicam o tipo de material de que é feito, e também as propriedades do material, desde a aparência até suas características mais intrínsecas (ABNT,1994). Os códigos informam de modo direto qual é o material utilizado na fabricação do produto.

As características e propriedades mais facilmente comparáveis na prática serão descritas a seguir, de acordo com Manrich, *et al* (2007):

### Densidade

Em relação à água, existem polímeros mais densos e menos densos. Os tipos EPS, HDPE, LDPE, LLDPE e PP são menos densos que a água e, portanto, flutuam. Já os tipos HIPS, PET, PS, PVC são mais densos e, quando colocados na água, afundam. Para realizar esse teste é necessário cortar um pequeno pedaço da amostra e eliminar toda sujeira e possíveis bolhas de ar.

### Queima

Quando um plástico é queimado, a chama e a fumaça expelida exibem características específicas, de acordo com o tipo de polímero. Essas características são: pH, odor da fumaça, cor da chama e se o material se incendeia ou não quando retirada a fonte de combustão.

## 3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta dos resíduos plásticos foi feita na cidade de Inhumas-GO, em estabelecimentos públicos, praças, ruas, comércio, etc. Os resíduos foram coletados manualmente e separados nos meses de março, abril e maio de 2014 de acordo com a densidade e queima característica de cada polímero. Os dados foram levantados e analisados graficamente com o propósito de facilitar o entendimento.

Após a identificação, os polímeros foram descartados para doação à catadores que trabalham com a coleta de alguns tipos de plásticos para vender em indústrias e cooperativas de reciclagem.

Em uma visão quantitativa, pode-se notar nos gráficos abaixo a quantidade de resíduos plásticos coletados e separados em cada mês. Colocamos em porcentagem para que fique mais clara a quantidade dos polímeros mais encontrados.

No mês de setembro (Gráfico 1), o polímero plástico mais encontrado nas ruas, pontos comerciais e alimentícios de Inhumas foi o PP, seguido pelos PBED e PEAD, o terceiro mais consumido é o PET, e os outros foram encontrados em menor quantidade, onde se encontrou muitas sacolas de supermercado e saquinhos de bolachas e de salgadinhos.

No mês de outubro (Gráfico 2) o polímero plástico mais encontrado nas ruas, pontos comerciais e alimentícios de Inhumas foi o PBED, seguido pelos PP e PBAD, novamente o terceiro polímero mais consumido foi o PET.

Já no mês de Novembro (Gráfico 3), houve um grande consumo das embalagens plásticas do tipo (PET, PEAD, PP).

No mês de Dezembro (Gráfico 4) o maior consumo foi de PÉT (grande quantidade de garrafas de refrigerantes). Em Janeiro (Gráfico 5) o material mais coletado foi o PEAD.

Com base na coleta foi possível notar que há um grande consumo de garrafas PET, principalmente de garrafas de refrigerantes, há também um grande consumo de embalagens do tipo PEAD, PEBD e PP, principalmente embalagens de comida como bolachas, doces e salgadinhos.

Já no ultimo mês de coleta, mês de fevereiro (Gráfico 6) o tipo de polímero mais coletado foi o PEAD e o PEBD, seguidos dos polímeros PET e PP que tiveram a mesma porcentagem.

Segue a baixo os gráficos dos resíduos plásticos coletados.

Gráfico 1: coleta mês de setembro de 2017.

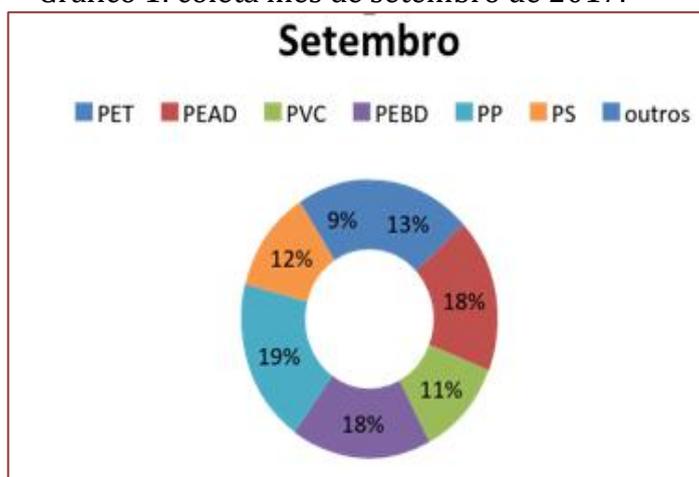


Gráfico 2: coleta mês de outubro de 2017.

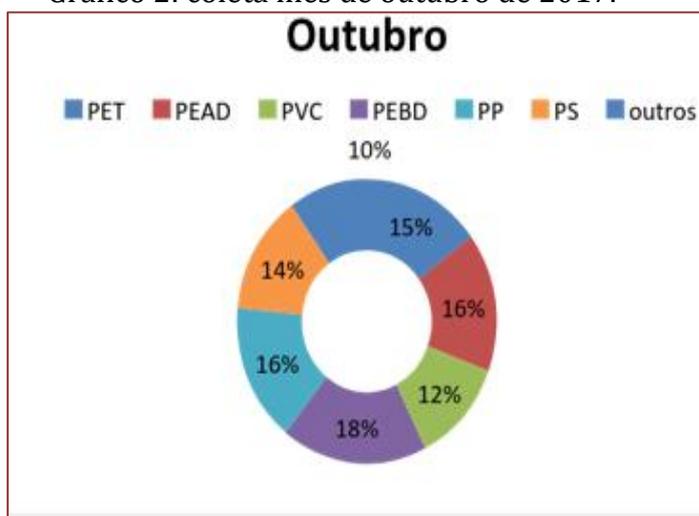


Gráfico 3: coleta mês de novembro de 2017.

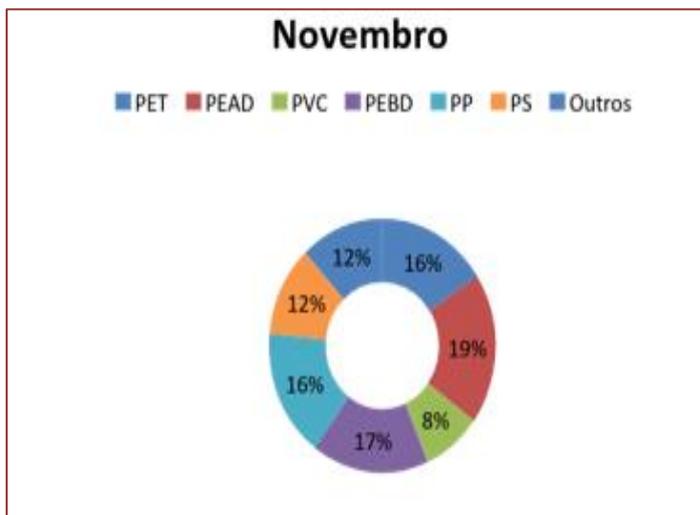


Gráfico 4: coleta mês de dezembro de 2017.

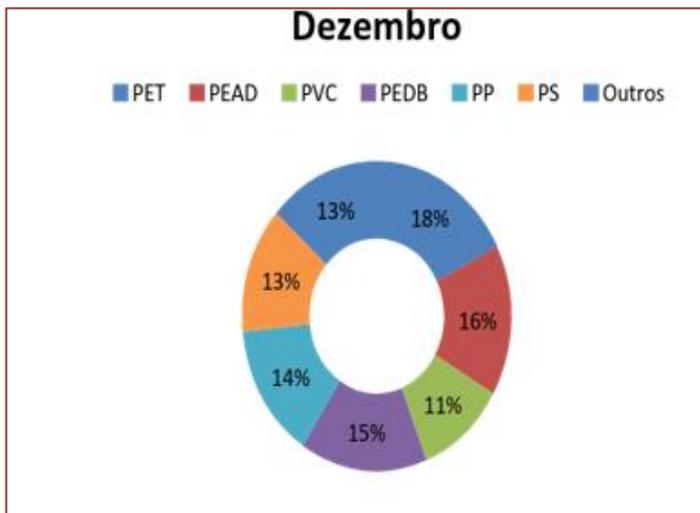


Gráfico 5: coleta mês de janeiro de 2018.

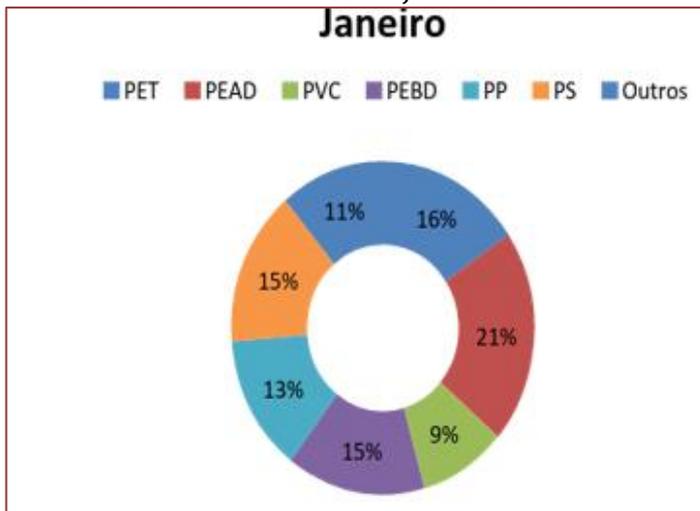
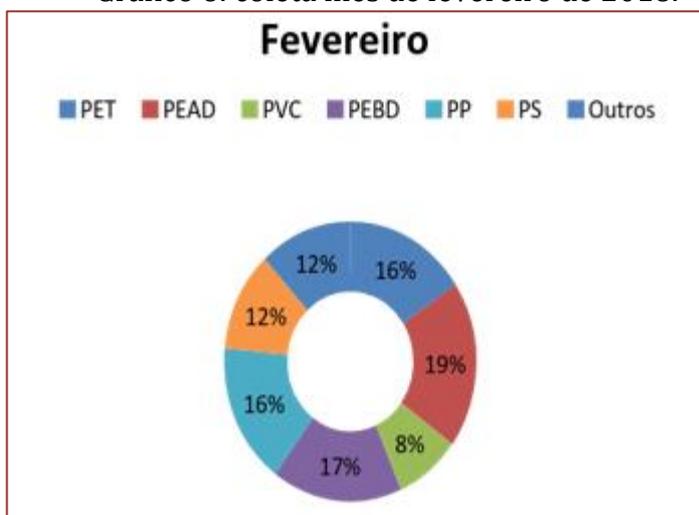


Gráfico 6: coleta mês de fevereiro de 2018.



#### 4. CONCLUSÕES

A partir da coleta de material e a identificação da mesma, é possível observar que há um grande número de consumo de resíduos plásticos na cidade de Inhumas, também é possível afirmar que existe uma falta de conhecimento em relação ao tipo de material das embalagens plásticas. Notou-se que grande parte da população não sabe e não tem nenhum interesse em separar os tipos de polímeros e mandar para a reciclagem. É possível afirmar que a maioria dos problemas enfrentados com o manejo dos resíduos é por falta de informação e conscientização da população que não tem o hábito de separar os plásticos de forma correta e encaminhar para uma indústria de reciclagem.

#### AGRADECIMENTO(S)

Ao IFGOIÁS e Cnpq pelo apoio e fomento no desenvolvimento do projeto.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas (Abnt). Nbr 13.230 – Simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos, 1994.
- [2] Canevarolo JR., S. V. Ciência dos polímeros. 2. ed. São Paulo : Artliber, 2006.
- [3] Mano, E. B. Introdução a polímeros. São Paulo : Edgard Blucher, 1985.
- [4] Manrich, S.; Rosalini, A. C.; Frattini, G.; A; Manrich, S. Identificação de plásticos Uma Ferramenta Para Reciclagem. 2 ed. São Carlos: Edufscar, 2007. 58 p.
- [5] Manrich, S.; Santos, A. S. F. An overview of recent advances and trends in plastic recycling In: Loeffe, C. V. (Ed.). Conservation and recycling of resources: new research. New Science publishers, cap. 1, New York, 2006.

# Capítulo 15

## *Remoção de cor de lixiviado de aterro sanitário através do processo UV/h<sub>2</sub>O<sub>2</sub>*

*Maycon Machado Fontana*

*Maria Eliza Nagel Hassemer*

*Rolando Nunes Córdova*

**Resumo:** Este estudo objetiva analisar a remoção de cor através do processo oxidativo avançado UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de lixiviado de aterro sanitário maduro. O efluente bruto em questão possui alta turbidez (163 NTU), cor aparente (1.291 uH) e cor verdadeira (1.017 uH), confirmando que a cor é uma característica notável do efluente. Nesse sentido, o efluente foi submetido ao tratamento UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> durante 30 minutos com concentrações iniciais de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> fixadas em 500 mg/L, 1500 mg/L e 2500 mg/L. Os experimentos foram realizados em um reator fotoquímico em escala de bancada, propriamente adaptado para comportar a lâmpada UV. Assim, os resultados atingidos no que tange a cor foram excelentes, uma vez que a remoção de cor verdadeira foi de 91,6% e de cor aparente 69,2% para a concentração de 2.500 mg/L. Diante da concentração de 1500 mg/L, a remoção de cor aparente e verdadeira foram respectivamente 55,4% e 54,7%. A concentração de 500 mg/L atingiu 25,6% e 35,9% para cor aparente e verdadeira, respectivamente.

**Palavras-chave:** Aterro Doméstico, Peróxido de Hidrogênio, Processos oxidativos avançados, Radiação UV.

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

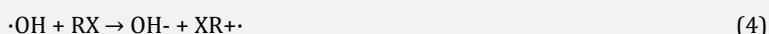
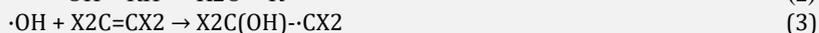
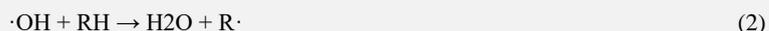
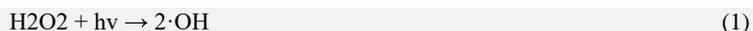
O lixiviado de aterro sanitário possui como característica intensa cor, amônia, compostos tóxicos e elevada concentração de matéria orgânica refratária. Esse efluente pode comprometer o corpo hídrico receptor, quando descartado sem o tratamento adequado. Os tratamentos biológicos utilizados atualmente nem sempre atendem eficientemente a legislação, levando a procura de novas tecnologias e aprimoramento de métodos utilizados.

A utilização de radiação UV no tratamento de águas residuais remota ao começo do século XX, quando a tecnologia foi instalada em Marsella, França. Contudo, por volta dos anos 30, observou-se um retrocesso em relação à expansão da tecnologia, provavelmente por fatores econômicos.

Atualmente, o processo é utilizado principalmente em sistemas de desinfecção de águas para consumo, sendo a utilização para despoluição de efluentes com alta carga orgânica ainda reduzida, mas podendo ser observada em rápido desenvolvimento (HASSEMER, 2006). Nesse contexto, estudos recentes mostram eficiência na utilização da tecnologia para tratamento de efluentes de indústrias têxteis, lixiviado de aterro sanitários e efluentes de indústrias produtoras de celulose (HASSEMER, 2006; FORTUNATO, 2016, RUAS et al., 2012).

Os processos oxidativos avançados (POA) são boas alternativas para o tratamento de lixiviado maduro, uma vez que este efluente possui um alto potencial de redução (WANG; SMITH; EL-DIN, 2003). À vista disso, o processo objetiva oxidar substâncias orgânicas e melhorar a biodegradabilidade do efluente, destacando-se ao obter bons resultados no que tange a remoção da cor (WANG; SMITH; EL-DIN, 2003). Quando comparado com outros POA, como Fenton, Ozônio, UV/O<sub>3</sub>, UV/TiO<sub>2</sub>, a fotólise do peróxido de hidrogênio apresenta as seguintes vantagens: completa miscibilidade com a água, estabilidade, disponibilidade comercial e custos de investimento baixo (MOURÃO et al., 2009). Além de que, entre os POA, o sistema baseado na combinação da ação da luz ultravioleta e peróxido de hidrogênio (UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) é o mais antigo (LITTER, 2005).

O processo acontece em duas etapas principais. Inicialmente, ocorre a fotólise direta do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, formando radicais hidroxilas como apresentado na equação (1). Em seguida, estes radicais oxidam as moléculas orgânicas, levando a degradação da matéria orgânica conforme as equações (2), (3), (4) (BRAUN e OLIVEROS, 1997).



O presente estudo tem como objetivo avaliar a redução de cor de lixiviado maduro de aterro sanitário através do processo oxidativo avançado UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras de lixiviado bruto foram retiradas diretamente do tanque de entrada da estação de tratamento do aterro sanitário. O aterro sanitário doméstico opera desde 2006, recebendo em média 117.000 toneladas de resíduos por ano, atendendo a demanda de duas cidades do Litoral Centro-Norte de Santa Catarina (292.000 habitantes). Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), onde ocorreu a armazenagem, caracterização e análises posteriores. Os parâmetros pH, condutividade e potencial redox foram levantados no momento da coleta.

Os parâmetros utilizados para caracterização das amostras foram: Temperatura (T), pH, Condutividade (Condu.), Potencial Redox (Redox), Turbidez (Turb.), Cor Aparente (Cor A.), Cor Verdadeira (Cor V.), Série de Sólidos Totais (ST, STV, STF), Série de Sólidos Dissolvidos (SDT, SDV, SDF), DBO, COD, todas analisadas conforme American Public Health Association (2005). A análise de COD foi realizada com equipamento TOC-LCSH / Shimadzu.

## 2.2 PROCESSO UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

O sistema utilizado consiste em um reator UV em escala de bancada com volume útil de dois litros, possuindo recirculação interna através de uma bomba hidráulica. O *design* do reator permite a acoplagem da lâmpada de vapor de mercúrio de baixa pressão (95 W), uma vez que a radiação monocromática UV/Visível deve estar presente durante todo o processo fotoquímico. Por se tratar de um processo exotérmico, a temperatura do reator é controlada por um sistema de refrigeração próprio, que ocorre através das paredes duplas do reator e um mecanismo de banho termostático com recirculação.

Para escolha do tempo de tratamento, primeiramente, uma corrida cinética em 0, 3, 6, 9, 12, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 90 e 120 minutos foi realizada, avaliando-se a remoção de cor.

Os ensaios foram realizados em triplicata, sendo que as concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> utilizadas foram: 2500 mg/L, 1500 mg/L e 500 mg/L. Os dados de cor aparente e verdadeira foram analisados para cada triplicata, os resultados compilados em planilha eletrônica para melhor visualização e análise. A Figura 1 mostra a fotografia do reator fotoquímico e seus aparatos.

Figura 1 - Reator UV



## 3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LIXIVIADO

A tabela 1 apresenta a caracterização do lixiviado bruto.

Tabela 1 - Caracterização do lixiviado bruto.

Parâmetro/Unidade	Valores	Desvio Padrão (n=3)
Temperatura ambiente (°C)	24,6	1,5
pH	8,01	0,11
Condutividade (mS m <sup>-1</sup> )	10,15	
Redox (mV)	61,9	
Turbidez (NTU)	163	31
Cor aparente (uH)	1291	210
Cor verdadeira (uH)	1017	0,474
Sólidos totais (mg L <sup>-1</sup> )	3447	52,9
Sólidos suspensos totais (mg L <sup>-1</sup> )	270	725
Sólidos dissolvidos totais (mg L <sup>-1</sup> )	3177	
Demanda bioquímica de oxigênio (mg L <sup>-1</sup> )	623	
Demanda química de oxigênio (mg L <sup>-1</sup> )	1671	148
Carbono orgânico dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	496	50

Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com a tabela 1, percebe-se que a cor apresenta valores altos. A cor verdadeira foi encontrada em 1.017 uH e a cor aparente em 1291 uH, sendo esse valor 26,9% superior a cor verdadeira.

### 3.2 CORRIDA CINÉTICA

A tabela 2 apresenta os resultados da remoção de cor em função do tempo de irradiação UV, adotando a concentração de 1500 mg/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e o pH natural da amostra. O objetivo desse ensaio foi identificar um tempo mínimo de aplicação do processo UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, no qual pudessem ser observados resultados significativos e comparáveis entre os 3 níveis de concentração de peróxido de hidrogênio adotados.

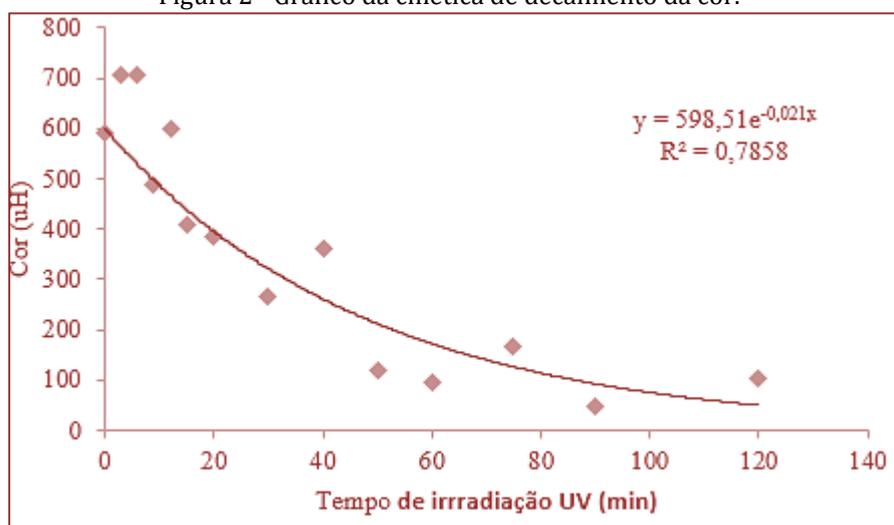
Tabela 2 – Cor observada na corrida cinética.

Tempo de irradiação UV (min)	Cor (uH)
0	592
3	704
6	704
9	488
12	600
15	408
20	384
30	264
40	360
50	120
75	168
90	48
120	104

Fonte: elaborado pelos autores.

A figura 2 mostra a relação entre o Tempo de Irradiação UV (min) *versus* a Cor (uH), demonstrando o decaimento exponencial da cor, apresentando-se R-quadrado de 0,7858. Dessa maneira, o tempo de 30 minutos foi escolhido para as análises posteriores, sendo que ocorreu uma remoção de cor razoável (55,4%). Além disso, a otimização de custos e velocidade do tratamento também foram ponderados para a escolha.

Figura 2 - Gráfico da cinética de decaimento da cor.



Fonte: elaborado pelos autores.

### 3.3 AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE COR

A remoção de cor pode ser compreendida como a capacidade do processo fotoquímico em quebrar as duplas ligações dos componentes orgânicos, levando a molécula a perder a capacidade de absorver luz no visível (NAGEL-HASSEMER et al., 2012).

A tabela 3 demonstra a remoção de cor com as diferentes concentrações e seus respectivos desvios.

Tabela 3 - Remoção de cor.

Concentração de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Cor aparente (uH)	Desvio padrão (n=3)	Cor verdadeira (uH)	Desvio padrão (n=3)
500	960	272	652	295
1.500	576	429	461	557
2.500	397	109	85	6

Fonte: elaborado pelos autores.

Percebe-se que ocorreram remoções de cor aparente e verdadeira de 25,6% e 35,9% para concentração de 500 mg/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, respectivamente. Para a concentração de 1.500 mg/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a remoção foi de 55,4% para a cor aparente e 54,7% para a cor verdadeira. Por fim, a concentração 2.500 mg/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> apresentou o resultado mais satisfatório, à medida que a remoção de cor aparente atingiu 69,2%, enquanto a remoção de cor verdadeira alcançou 91,6%.

Dessa maneira, percebe-se que os resultados de remoção de cor verdadeira se aproximaram daqueles obtidos por estudos anteriores, que também aplicaram o processo em questão para o tratamento de lixiviado de aterro sanitário. De acordo com Fortunato (2016), a remoção de cor verdadeira, utilizando 2000 mg/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, alcançou 95,26% em 60 minutos de tratamento. Contudo, essa pequena diferença pode ser explicada pela maior diluição do efluente analisado no presente trabalho, sendo que o período de coleta das amostras foi marcado pelas fortes chuvas.

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, a cinética de remoção de cor determinou o tempo de 30 minutos para as análises seguintes, à medida que a remoção de cor apresentou um valor razoável. Nesse contexto, as questões econômicas e de otimização de tempo de tratamento também foram consideradas. Os ensaios demonstraram decaimento exponencial, com R-quadrado de 0,7858. Por conseguinte, percebe-se que ocorreram remoções de cor aparente e verdadeira de 25,6% e 35,9% para concentração de 500 mg/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, respectivamente. Para a concentração de 1.500 mg /L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a remoção foi de 55,4% para a cor aparente e 54,7% para a cor verdadeira. Por conseguinte, a concentração 2.500 mg/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> apresentou o resultado mais satisfatório, à medida que a remoção de cor aparente atingiu 69,2%, enquanto a remoção de cor verdadeira alcançou 91,6%.

### REFERÊNCIAS

- [1] American Public Health Association. Standard methods for examination of water and wastewater. 21. ed. Washington, D.C: Apha, 2005.
- [2] Braun, A. M.; Oliveros, E. How to evaluate photochemical methods for water treatment. Water Science and Technology, v. 35, p. 17–23, 1997.
- [3] Fortunato, L. B.; Lobo-Récio, M. A.; Lapolli, F. R.; Nagel-Hassemer, M. E. Avaliação do Processo Oxidativo Avançado UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> no tratamento de lixiviado de aterro sanitário. In: XVII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 2016
- [4] Litter, M. I. Introduction to Photochemical Advanced Oxidation Processes for Water Treatment. Hdb Env. Chem., v. 2, p. 325–366, 2005.
- [5] Mourão, H. A. J. L.; Mendonça, V. R.; Malagutti, A. R.; Ribeiro, C. Química Nova, 2009, 32, 2181
- [6] Nagel-Hassemer, M.E. Oxidação Fotoquímica – UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>- para Degradação de Poluentes em Efluentes da Indústria Têxtil. 175p. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006
- [7] Nagel-Hassemer, M. E.; Coral, L. A.; Lapolli, F. R. (2012). Processo UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Como Pós-Tratamento para

Remoção de Cor e Polimento Final em Efluentes Têxteis. Química Nova, 35(5), 900–904.

[8] Ruas, D. B.; Chaparro, T. R.; Pires, E. C. Advanced oxidation process H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV combined with anaerobic digestion to remove chlorinated organic from bleached kraft pulp mill wastewater. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia, v. 63, p. 43-54, 2012.

[9] Wang, F.; Smith, D. W.; El-DIN, M. G. Application of advanced oxidation methods for landfill leachate treatment – a review. J. Environ. Eng. Sci., Ottawa, v. 2, n. 6, p. 413-427, 2003.

# Capítulo 16

## *Análise do sistema de microdrenagem na rua Toledo Piza em Campanha-MG*

*Luana Nogueira Matias*

*Ivana Prado de Vasconcelos*

**Resumo:** O presente trabalho apresenta um estudo de caso sobre o sistema de microdrenagem na Rua Toledo Piza em Campanha-MG. Para isso foram realizadas revisões bibliográficas, visitas in loco, estudos hidrológicos e hidráulicos da área em estudo. Analisou-se todas as deficiências deste sistema e foi proposto a implantação de um projeto para solucioná-lo. Deste modo, ocorrerá o adequado escoamento das águas pluviais e minimizará os transtornos que a população sofre, principalmente as inundações.

**Palavras Chave:** Sistemas de microdrenagem; Inundações; Projeto.

## 1. INTRODUÇÃO

A impermeabilização crescente das bacias de contribuição e a ocupação desordenada das áreas urbanas são fatores agravantes das inundações.

Segundo Tucci, Porto e Barros (1995) o sistema de microdrenagem é responsável por captar, conduzir e dar um destino final as águas pluviais.

A precariedade ou a ausência do sistema de microdrenagem tem sido cada vez mais responsável pelos impactos sociais, econômicos e ambientais.

De acordo com a CETESB (1980) a execução cuidadosa da obra conforme projeto, a manutenção e a limpeza do sistema de drenagem são fatores relevantes para o bom funcionamento do mesmo.

O objetivo deste trabalho é caracterizar, diagnosticar e apresentar soluções para o sistema de microdrenagem existente na Rua Toledo Piza.

## 2. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas e visitas *in loco* para verificar o sistema de microdrenagem existente.

A bacia de contribuição foi delimitada por meio de cristas das curvas de níveis presentes em um mapa da cidade e em seguida, foi dividida em 20 sub bacias numeradas de A a T.

O tempo de retorno foi obtido por meio das análises do tipo de ocupação da área e do risco calculado que o engenheiro deseja adotar em projeto. Para isso, consultou-se a literatura técnica de Tucci, Porto e Barros (1995) e adotou-se tempo de retorno igual a 10 anos.

O tempo de escoamento superficial foi determinado por intermédio da Equação de George Ribeiro e o tempo de concentração foi obtido por meio do somatório entre o tempo de escoamento superficial mais 10 minutos.

A intensidade da chuva foi determinada por meio da Fórmula de Chen, devido a inexistência de séries históricas. Os parâmetros dessa fórmula para a cidade de Campanha-MG foram obtidos através do *software* Plúvio.

O coeficiente de *runnof* médio foi obtido por intermédio do somatório do produto entre cada coeficiente de *runnof* e as respectivas áreas, dividido pela área total da bacia. Cada coeficiente de *runnof* foi extraído da literatura técnica da CETESB (1980).

A vazão pluvial foi obtida por meio do Método Racional, por intermédio do produto entre a intensidade da chuva, o coeficiente de *runnof* médio e a área da bacia.

Os parâmetros hidráulicos foram determinados por meio das Equações de *Manning*. Os poços de visitas foram projetados conforme as recomendações de Botelho (2011). A capacidade de engolimento das bocas de lobo foram determinadas conforme a CETESB (1980), sendo  $C = 1,7 \times P \times y^{3/2}$ .

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área em estudo está localizada no centro da cidade de Campanha-MG. O ponto mais crítico encontra-se na Rua Toledo Piza, pois apresenta problemas de inundações.

A bacia de contribuição apresenta uma área de 203.112,19 m<sup>2</sup>, sendo que 90,73% corresponde a área residencial unifamiliar e 9,27 % equivale as vias públicas. Não existem áreas verdes e comerciais na área em estudo.

O sistema de microdrenagem existente é precário e os elementos que constituem esse sistema são: sarjetas, bocas de lobo e galerias. Esse sistema não apresenta sarjetões, poços de visita e nenhum projeto de drenagem. A manutenção e a limpeza desse sistema são raras.

A urbanização caótica e desorganizada deste local, bem como o uso inadequado do solo desencadearam na diminuição da capacidade de infiltração e consequentemente no aumento do escoamento superficial que acarretou em inundações e vários outros impactos.

Por meio de visitas *in loco* constatou-se que as sarjetas e bocas de lobo não são padronizadas. Verificou-se que alguns trechos de sarjetas estão danificados, sendo que o crescimento de vegetações e a presença de obstáculos na via interrompem o escoamento superficial da água.

As bocas de lobo analisadas são do tipo de grelhas. Alguns dispositivos encontram-se danificados, com resíduos sólidos no seu interior e presença de pavimentação nas grelhas. Outros dispositivos encontram-se totalmente assoreados.

As redes de galerias existentes são muito antigas e apresentam trechos com seções quadradas e circulares.

Os dispositivos hidráulicos foram verificados e dimensionados. A proposta para solucionar o sistema de microdrenagem consiste na construção de 25 sarjetões de concreto para orientar o escoamento das águas e 43 poços de visitas para realizar a manutenção e a limpeza desse sistema.

Analisou-se que 440,4 m de sarjetas são passíveis de recuperação e que apenas 13 bocas de lobos apresentam boas condições de funcionamento e estavam localizadas corretamente. Foram dimensionadas novas bocas de lobo para atender as vazões atuais, sendo que as bocas de lobo ruins foram substituídas.

Constatou-se que toda a rede de galeria está subdimensionada. Na rua mais crítica, o diâmetro existente é de 600 mm e o necessário é igual a 1200 mm, justificando os problemas de inundações. Portanto, propõe-se a criação de uma viela sanitária, substituir as tubulações existentes e implantar novas redes de galerias.

As águas pluviais desembocam em curso d'água no exutório da bacia, localizado na Rua Toledo Piza.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o sistema de microdrenagem existente é precário e a proposta de solução consiste na elaboração de um projeto com a criação de sarjetões e poços de visitas, implantação de novas bocas de lobos, substituição das redes de galerias e recuperação de alguns trechos de sarjetas. Deste modo, minimizará os impactos que a população está submetida atualmente.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Botelho, Manoel Henrique Campos. Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 297 p.
- [2] Cetesb. Drenagem urbana: manual de projeto. 2. ed. São Paulo: [s.n.], 1980. 468p.
- [3] Plúvio 2.1 – *Software*. Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos – Gprh da Universidade Federal de Viçosa – Ufv. Disponível para download em: <<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>> Acesso em: 11/05/2017 às 16 h 30 min
- [4] Tucci, Carlos Eduardo Morelli; Porto, Rubem La Laina; Barros, Mário T. Drenagem urbana. 1. ed. Porto Alegre: Abrh/Editora da Universidade/Ufrgs, 1995, 427 p.

#### APRESENTAÇÕES

Artigo apresentado no XIV Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas e publicado nos anais V.9, N.1 - 2017.

# Capítulo 17

## *Relações florísticas entre classes diamétricas de uma floresta tropical sazonalmente seca em processo de sucessão secundária*

*Mariana Caroline Moreira Morelli*

*Patrícia Borges Dias*

*Michellia Pereira Soares*

*Alisson Borges Miranda Santos*

*Cleber Rodrigo de Souza*

*Marco Aurélio Leite Fontes*

**Resumo:** As florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS) tem como característica marcante a deciduidade foliar no período desfavorável. O seu histórico de perturbação com o intenso processo de fragmentação florestal e a ausência de estudos científicos em detrimento às florestas úmidas, tornam imprescindíveis os trabalhos que visam contribuir para a conservação e o desenvolvimento de políticas públicas dessas florestas. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar as relações florísticas entre as classes diamétricas de uma comunidade arbórea de FTSS submetida aos efeitos da fragmentação e com histórico de corte seletivo. A área de estudo está localizada no Norte de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. Foram amostrados 812 indivíduos, 48 espécies, pertencentes a 25 famílias botânicas. Para a análise da estrutura diamétrica, considerou-se a frequência dos diâmetros em quatro intervalos de classes 3-6 cm; 6-12 cm; 12-24 cm; e 24-48 cm. Realizou-se o cálculo de dissimilaridade de espécies, que contabiliza todos os aspectos da diversidade beta ( $\beta$  sor). A riqueza decresceu entre as classes de diâmetro, sendo que a menor classe de diâmetro apresentou 85,5% do total da comunidade. A maior classe (24 a 48 cm) apresentou composição florística distinta das demais. As comparações entre as classes mostram que a classe de 24-48 cm é responsável pela maior dissimilaridade entre as classes de diâmetro. A comunidade vegetal do fragmento é composta principalmente por árvores de pequeno diâmetro a altura do peito e dissimilaridade florística entre as duas menores e as duas maiores classes de diâmetro. Considerando o tipo de floresta estudada e o histórico de perturbação, a riqueza de espécies encontrada foi elevada, mas a interferência antrópica favorece a dominância de um pequeno grupo de espécies mais adaptadas às condições impostas pelo ambiente.

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS) são ecossistemas que passam por períodos secos e úmidos, caracterizadas por espécies caducifólias, além de apresentar alto valor de endemismo (SILVA e SCARIOT, 2003; MARTINS, 2012). Nos locais onde as mesmas ocorrem, as temperaturas do ar são geralmente elevadas e com baixas umidades relativas (MURPHY; LUGO, 1986). Essas florestas estão distribuídas em manchas disjuntas e em tamanhos diferentes em várias regiões do continente americano (Pennington et al. 2009; Linares-Palomino et al., 2011). No Brasil, as FTSS tem seu limite estendendo desde norte dos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, até em seu limite sul, no norte do estado de Minas Gerais (Ab'Saber 1974, Moro et al. 2016), sendo popularmente denominada de Caatinga Arbórea.

As FTSS são comunidades dinâmicas ao longo do tempo, com mudanças sucessivas acontecendo em níveis de população, de espécies e de indivíduos (FELFILI, 1995). Essa dinâmica florestal é influenciada por diversos fatores como, por exemplo, sazonalidade climática, características edáficas (Pennington et al. 2009; Banda et al. 2016) e distúrbios naturais e antrópicos (Swanson et al. 2011).

Nas florestas tropicais sazonalmente secas, os distúrbios antrópicos possuem papel de destaque, devido às mesmas serem muito ameaçadas pelas atividades humanas (TALAMO et al. 2012; WERNECK et al., 2000). Nessas áreas, a maior facilidade de limpeza e manejo em função de serem formações abertas e de baixo porte, associada aos solos férteis de alta aptidão, impulsionou a atividade agrícola, a pecuária extensiva, a retirada indiscriminada de madeira e a ocupação destas áreas pelas civilizações (Janzen, 1988; Sunderland et al., 2015). Como resultado, essas florestas vêm sendo reduzidas a porções cada vez menores, em um processo contínuo de impactos negativos conhecidos como fragmentação de ecossistemas.

Uma consequência direta e inevitável da fragmentação florestal é a redução do tamanho das florestas e o aumento do isolamento entre as mesmas, que resulta em alterações na estrutura, composição de espécies e processos ecológicos das comunidades vegetais (Carvalho; Braga; Nascimento, 2009; Laurance; Vasconcelos, 2009). Além disso, a fragmentação pode provocar um declínio na biodiversidade e nos bens e serviços ambientais proporcionados pelas florestas (PHALAN et al. 2013). Um dos efeitos evidentes da fragmentação florestal são as mudanças na composição de espécies, que reduz a diversidade dos fragmentos por meio da substituição das espécies presentes no local por outras que são adaptadas a áreas de distúrbios (HENTZ, 2017), como as espécies de dispersão anemocóricas e barocóricas e de estágios iniciais de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais) (BERNACCI et al., 2006).

No entanto, a riqueza e abundância das espécies pode apresentar respostas lentas para as mudanças da paisagem (METZGER et al., 2009), onde a perda de muitas espécies ocorrerá apenas nas gerações futuras após a formação dos fragmentos (TILMAN et al., 1994; LOEHLE; LI, 1996; LAURANCE; VASCONCELOS, 2009), devido a longevidade dos indivíduos arbóreos (METZGER et al., 2009). Com isso, pode ocorrer uma dissimilaridade florística entre os estratos da comunidade vegetal, com as espécies que compõem o dossel não sendo mais recrutadas no sub-bosque da floresta, em função das mudanças nas condições ambientais provocada pela fragmentação. Essa dissimilaridade é consequência de uma série de fatores como a ausência da chegada dos diásporos pela chuva de sementes, a perda da composição do banco de sementes do solo e do banco de

plântulas, além da intensidade e duração de distúrbio (Gul et al. 2005), como extração seletiva de madeira e fragmentação.

Diante disso, estudos sobre a estrutura diamétrica, florística, fitossociologia e a ecologia de fragmentos florestais mostram-se fundamentais para embasar iniciativas de proteção, enriquecimento e recuperação destes ecossistemas (CARVALHO *et al.*, 1999; SANTOS; VIEIRA, 2005). Dentre esses estudos, a estrutura diamétrica se faz importante por refletir a história de uma comunidade e pode ser utilizada para compreender a sucessão florestal, possibilitando prever o desenvolvimento da comunidade vegetal (Meyer et al. 1961; Paula et al. 2004). Nas formações sazonalmente secas, esse tipo de abordagem é primordial, devido historicamente essas formações receberem menor atenção da comunidade científica e dos esforços públicos de conservação em relação às florestas úmidas de grande porte (JANZEN 1988; MILES et al. 2006; SUNDERLAND et al. 2015).

Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo de avaliar a estrutura diamétrica de uma comunidade arbórea de Floresta Tropical Sazonalmente Seca (FTSS) submetida aos efeitos da fragmentação e com histórico de corte seletivo, analisando a dissimilaridade, as espécies compartilhadas e substituídas entre as classes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM

O presente estudo foi desenvolvido em um fragmento de FTSS (16°09'31.47" Sul, 42°18'0.14" Oeste), localizado no município de Salinas, norte de Minas Gerais, sudeste do Brasil. A área de estudo consiste um fragmento urbano, com histórico de corte seletivo ocorrido a cerca de 20 anos. O clima do local é caracterizado como semiárido e possui seis meses de seca, com precipitação média anual de 864 mm concentradas nos meses de outubro a março. A temperatura média anual para um período de 30 anos (1984/2014) é de 24,5° com temperatura máxima média registrada de 32,4° e mínima de 14,1° (IBGE 2012; INMET, 2014).

Os dados para a realização do trabalho foram obtidos a partir de um levantamento fitossociológico, realizado entre os meses de abril a novembro de 2014. Para a amostragem, foram alocadas 35 parcelas sistematizadas com dimensões de 10 m x 10 m, em três faixas (10-10-15 parcelas por faixa), distanciadas por 20 m. Todos os indivíduos com DAP (diâmetro a altura do peito – 1,30 cm acima do solo) igual ou superior a 3,18 cm foram mensurados, identificados e demarcados com plaquetas de alumínio. Para a análise da estrutura diamétrica, considerou-se a frequência dos diâmetros em quatro intervalos de classes 3-6 cm; 6-12 cm; 12-24 cm; e 24-48 cm.

### 2.2 ÍNDICES DE DIVERSIDADE BETA

A diversidade beta, ou a mudança na composição das espécies é uma medida da diferença entre duas ou mais assembleias, quer sejam locais ou regionais. Existem duas formas potenciais nas quais duas montagens de espécies podem ser "diferentes" (BASELGA, 2007; 2010; 2012; BASELGA et al., 2007). Uma é a substituição de espécies (ou seja, *turnover*), que consiste na substituição de espécies em um local por diferentes espécies no outro local. O segundo caminho é a perda de espécies (ou ganho), o que implica a eliminação (ou adição) de espécies em apenas um dos locais, e leva a

assembleia mais pobre a ser um subconjunto estrito do mais rico (um padrão chamado aninhado).

Utilizamos uma medida de dissimilaridade que contabiliza todos os aspectos da diversidade beta ( $\beta_{sor}$ ), que podem ser divididos em dois elementos aditivos que representam o *turnover* ( $\beta_{sim}$ ) e o aninhamento ( $\beta_{sne}$ ).

Os índices foram calculados no ambiente R a partir de três componentes:  $a$ ,  $b$  e  $c$ . O componente  $a$  corresponde a riqueza compartilhada entre duas classes de diâmetro comparadas. O componente  $b$  corresponde ao número de espécies que apenas a comunidade focal possui quando comparada a comunidade vizinha. O componente  $c$  representa o número de espécies que apenas a comunidade vizinha possui a mais do que a comunidade focal. O pool de espécies pode ser considerado o somatório dos três componentes e a riqueza local é o somatório de  $b$  ou  $c$  com  $a$ , dependendo da comunidade em questão.

$$\beta_{sor} = \beta_{sim} + \beta_{sne} \equiv \frac{b+c}{2a+b+c} = \frac{b}{b+a} + \left( \frac{c-b}{2a+b+c} \right) \left( \frac{a}{b+a} \right)$$

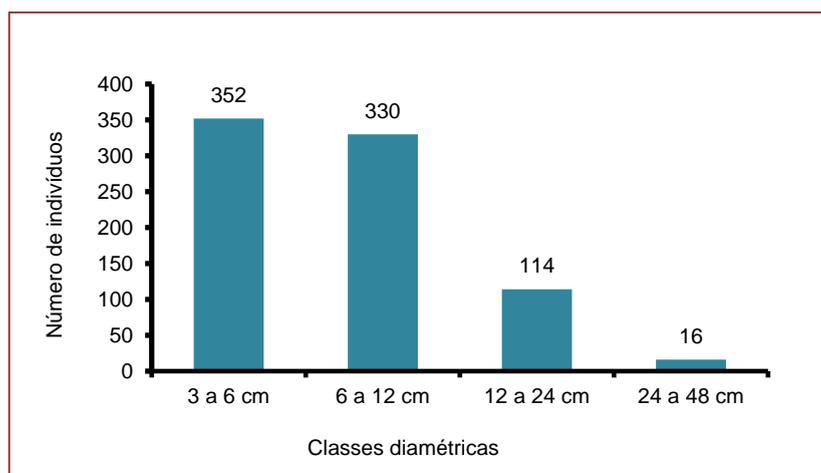
O estudo da distribuição espacial da riqueza de espécies e composição da comunidade incluiu as 48 espécies arbóreas encontradas na rede de parcelas.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 DIVERSIDADE BETA ENTRE OS GRUPOS FLORÍSTICOS

No inventário realizado na área de estudo, abrangendo 0,35 ha, foram mensurados 812 indivíduos, 48 espécies, pertencentes a 25 famílias botânicas. A figura 1 apresenta a frequência dos indivíduos em classes diamétricas.

Figura 1. Distribuição dos indivíduos em classes diamétricas de uma comunidade arbórea de uma floresta tropical sazonalmente seca, no Norte de Minas Gerais, Sudeste do Brasil.



A riqueza decresceu entre as classes de diâmetro (Figura 1), sendo mais elevada na menor classe de diâmetro com 41 espécies, que representa 85,5% do total da comunidade. Todas as espécies que não estão presente na primeira classe podem ser consideradas raras (menos de três indivíduos amostrados). Apenas três espécies foram comuns às quatro classes de diâmetro analisadas, sendo elas: *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillet, *Myracrodruon urundeuva* Allemao e *Pseudobombax marginatum* (A.St.-Hil.) A. Robyns (Figura 2 e 3).

Figura 2. Distribuição das espécies compartilhadas entre as classes diamétricas.

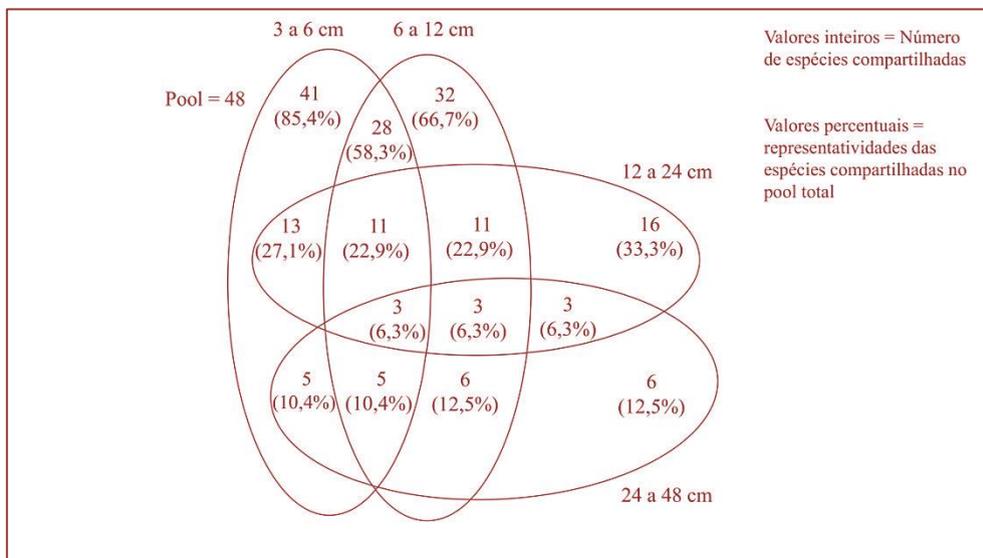
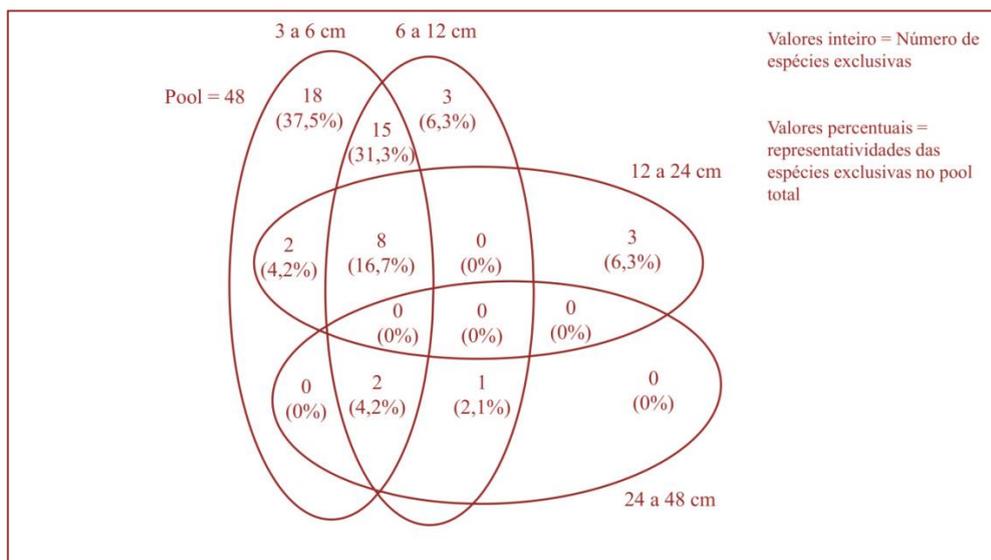
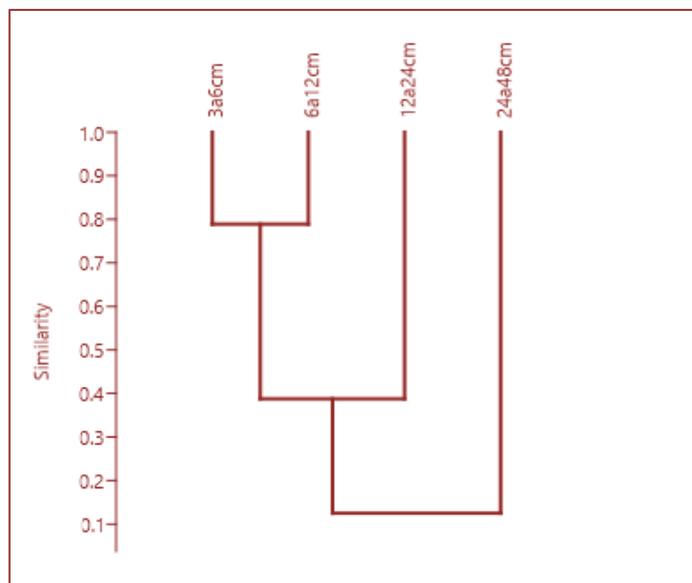


Figura 3. Distribuição das espécies exclusivas entre as classes diamétricas.



O dendrograma de similaridade florística (Figura 4) evidencia que a maior classe (24 a 48 cm) apresenta composição florística distinta das demais. Há três grupos de classes diamétricas floristicamente distintos, um reunindo as classes de 3-6, 6-12 cm, outro com a classe 12-24 cm e outro com a classe de 24-48 cm.

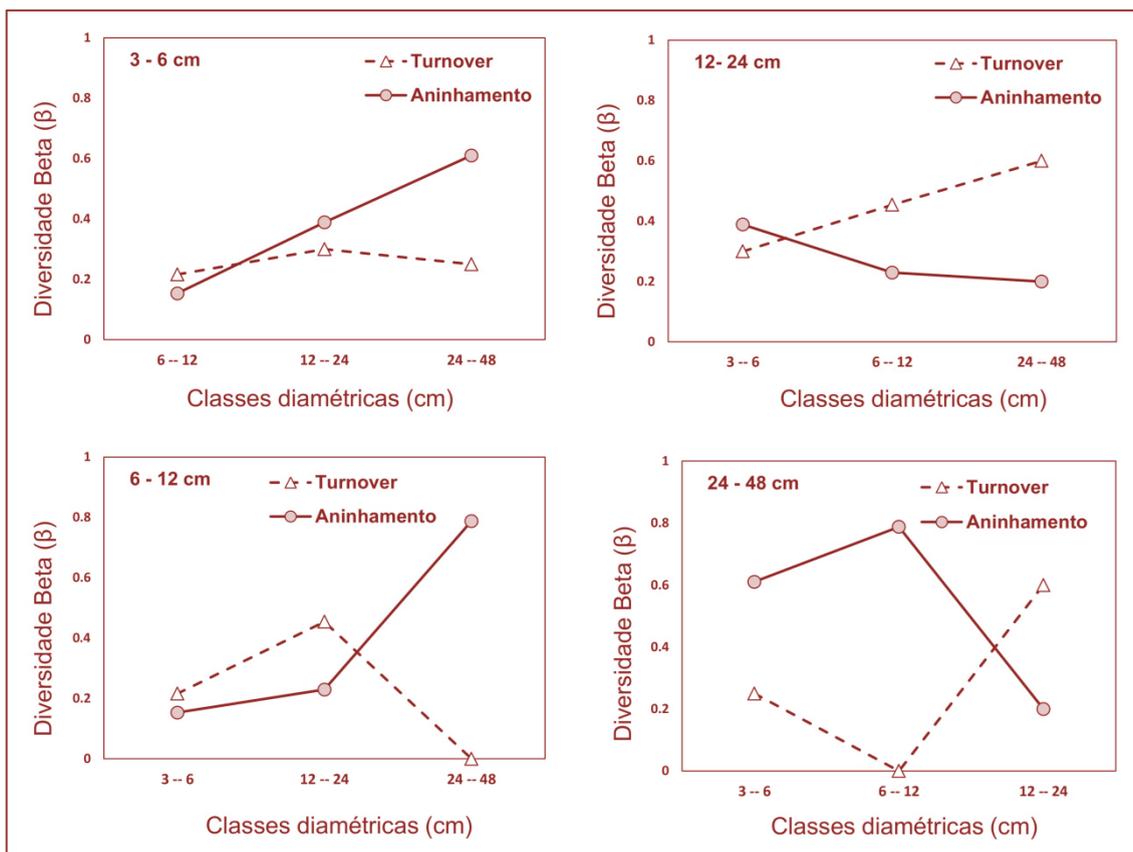
Figura 4. Dendrograma aplicado para quatro grupos de classes diamétricas de FTSS, no Norte de Minas Gerais, sudeste do Brasil, estabelecendo relações florísticas de similaridade.



As comparações entre classes que apresentaram menor valor de diversidade beta foram de 3-6cm/6-12cm (0,369), indicando que estas classes aumentam o pool local de espécies. A classe de 3-6 cm apresentou 41 espécies, sendo que 18 são exclusivas desta classe. A classe de 6-12 cm apresentou 32 espécies, sendo que 3 são exclusivas.

As duas classes, compartilham 28 espécies entre si. As comparações entre as classes, 24-48cm/3-6cm (0,860) e 24-48cm/6-12cm (0,787) mostram que a classe de 24-48cm é responsável pela maior dissimilaridade entre as classes de diâmetro. Analisando os componentes da diversidade beta, *turnover* e aninhamento, nota-se que entre as menores classes existe baixa substituição (0,250) e baixo aninhamento (0,153). Já as comparações entre as menores (3-6cm/6-12cm) e a maior classe de diâmetro (24/48 cm), a substituição de espécies foi baixa (0,250/0,0), entretanto houve alto valor de aninhamento (0,610/0,787). A Figura 5 apresenta todas as comparações de *turnover* e aninhamento entre as classes de diâmetro.

Figura 5. Diversidade beta calculada através do índice de turnover e aninhamento entre as quatro classes diamétricas de FTSS no Norte de Minas Gerais, sudeste do Brasil, com todas as classes sendo considerada como focal e vizinha.



#### 4. DISCUSSÃO

O desenvolvimento da comunidade, após constantes perturbações produzidas pela extração de madeira e fragmentação florestal, revelou um padrão de distribuição diamétrica dos indivíduos em J reverso, padrão este esperado para florestas nativas (FELFILI, 1997; SILVA JÚNIOR, 2005). As florestas nativas costumam apresentar essa característica, indicando auto potencial de regeneração continuamente (MACHADO et al, 2009).

No entanto, apesar da estrutura diamétrica da comunidade apresentar a forma de j-invertido, a elevada proporção de indivíduos pequenos e finos presente nas duas primeiras classes pode indicar a ocorrência de severas perturbações no passado (NUNES *et al.*, 2003). Isso demonstra que a floresta ainda se encontra em início da sucessão, com os indivíduos provavelmente migrando da primeira para a segunda, o que resulta em poucos indivíduos compondo o dossel.

A regeneração em florestas tropicais sazonalmente secas é caracterizada pela importância da reprodução vegetativa, que pode melhorar a recuperação da vegetação lenhosa através da rebrota e pela alta proporção de espécies anemocóricas, cujas sementes podem colonizar melhor locais de sucessão inicial e são menos afetada pela fragmentação florestal (VIEIRA; SCARIOT, 2006; JAZEN, 2002). Considerando o grau de isolamento do fragmento estudado, inserido em uma matriz urbana, o fato das menores

classes apresentarem 85% da riqueza total de espécies encontradas, mostra que a disponibilidade de sementes não é uma limitação importante para a colonização de espécies na área de estudo.

Apesar do grau de isolamento e do histórico de perturbação, a riqueza de espécies observada no fragmento pode ser considerada elevada (48 espécies), levando-se em conta o tipo de formação, o critério de inclusão e o esforço amostral. Florestas estacionais sazonalmente secas são formações caracterizadas por apresentar uma riqueza inferior as florestas tropicais úmidas. Nas FTSS, os trabalhos realizados normalmente consideram como critério de inclusão o diâmetro a altura do solo e tem observado uma riqueza entre 56 a 88 espécies em um hectare (Rodrigues & Nogueira, 2002; Lima et al. 2007).

Foi observado declínio de riqueza nas classes diamétricas que representam indivíduos mais velhos (12 a 24 cm e 24 a 48 cm), resultando numa dissimilaridade florística em relação as classes menores. Mudanças ambientais produzidas por distúrbios geralmente provocam um declínio imediato na biodiversidade e na biomassa, seguido por uma recuperação em velocidades diferentes no processo de sucessão secundária (MARTIN et al., 2013; DERROIDE et al., 2016), com a biomassa recuperando primeiro em relação a composição de espécies. Além disso, como a comunidade arbórea é composta por árvores finas, ainda levará alguns anos para que as árvores das menores classes atinjam os maiores diâmetros. Com isso, a menor abundância de indivíduos na maior classe de diâmetro resulta numa baixa riqueza e, conseqüentemente, uma maior dissimilaridade florística.

A comunidade chama atenção pela elevada dominância de *Commiphora leptophloeos*, *Myracrodruon urundeuva* e *Campomanesia xanthocarpa*, que juntas são responsáveis por metade dos indivíduos amostrados. Remete-se a especialização de habitats sucessionais, que é potencialmente um forte motor de evolução das plantas, a partir do qual diferentes espécies têm melhor desempenho em diferentes habitats, onde são competitivamente dominantes e relativamente mais abundantes (HARMS et al, 2001; MOREL, 2014).

Os resultados demonstram que apesar ser pequeno e está em processo de regeneração, o fragmento apresenta grande importância para manutenção dos serviços ecossistêmicos, principalmente por está inserido dentro de uma matriz urbana.

## 5. CONCLUSÃO

Fica evidente que interferências antrópicas influenciam fortemente na reestruturação da floresta após a ocorrência de alterações no ambiente. Mesmo diante de intensas perturbações, o fragmento demonstra capacidade de resiliência na distribuição dos indivíduos em formato de J-invertido, que é uma distribuição típica de florestas longevas e estáveis. Nesse sentido, a comunidade estudada é composta por um elevado número de indivíduos nas menores classes de diâmetro, que detém a maior riqueza de espécies da área. Entretanto, nessas classes, as espécies ainda estão em processo de seleção e estabelecimento no ambiente. Como o corte seletivo se dá nas classes intermediárias, as maiores classes apresentam baixa riqueza de espécies e pouca representatividade das espécies em número de indivíduos. Essa prática tem impedido o estabelecimento das espécies e conseqüentemente o funcionamento da floresta.

## REFERÊNCIAS

- [1] Ab'Saber AN (1977) Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia.
- [2] ALMEIDA, H. S. Padrões espaciais e relação espécie-ambiente em ecótonos de floresta estacional decidual. 2012. 105 p. Tese (Para obtenção de título de Doutor) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. [Orientador: Prof. Dr. Eduardo van den Berg].
- [3] ARRUDA, D. M.; FERREIRA-JÚNIOR, W. G.; DUQUE-BRASIL, R.; e SCHAEFER, C. E. R. Phytogeographical patterns of dry forests sensu stricto in northern Minas Gerais State, Brazil, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.85, n.2, p.623-634, 2013.
- [4] Banda K, Delgado-Salinas A, Dexter KG, Linares-Palomino R et al. (2016) Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, 353(6306), 1383-1387.
- [5] BASELGA, A. Disentangling distance decay of similarity from richness gradients: response to Soininen et al. 2007. *Ecography*, v. 30, n. 6, p. 838-841, 2007.
- [6] BASELGA, A. The relationship between species replacement, dissimilarity derived from nestedness, and nestedness. *Global Ecology and Biogeography*, v. 21, n. 12, p. 1223-1232, 2012.
- [7] BASELGA, A.; JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; NICCOLINI, G. A multiple-site similarity measure independent of richness. *Biology Letters*, v. 3, n. 6, p. 642-645, 2007.
- [8] BERNACCI, L. C. et al. O efeito da fragmentação florestal na composição e riqueza de árvores na região da Reserva Morro Grande (Planalto de Ibiúna, SP). *Revista do Instituto Florestal*, v. 18, p. 121-166, 2006.
- [9] CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. VILELA, E. A.; CURI, N.; VAN DEN BERG, E.; FONTES, M. A. L. Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de Florestas Ripárias do Alto São Francisco e Bacia do Rio Doce – MG. Lavras: UFLA/ CEMIG, 1999. 39 p.
- [10] CARVALHO, F. A.; BRAGA, J. M. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura da Comunidade Arbórea de Fragmentos de Floresta Atlântica Ombrófila Submontana na Região de Imbaú. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 503-518, 2009.
- [11] CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S. Estrutura diamétrica e estado de conservação de fragmentos florestais no cerrado brasileiro. *Flora e Ambiente*, 17(1), p.51-62, 2010.
- [12] CONDIT, R. et al. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science*, v. 295, n. 5555, p. 666-669, 2002.
- [13] Derroire, G., Balvanera, P., Castellanos-Castro, C., Decocq, G., Kennard, D.K., Lebrija-Trejos, E., Leiva, J.A., Odén, P.C., Powers, J.S., Rico-Gray, V. and Tigabu, M., 2016. Resilience of tropical dry forests—a meta-analysis of changes in species diversity and composition during secondary succession. *Oikos*, 125(10), pp.1386-1397.
- [14] FELFIL, J. M. Diameter and height distributions of a gallery forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). *Revista Brasileira de Botânica*, v.20, p.155-162, 1997.
- [15] FELFIL, J. M. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in Central Brazil over a six-year period (1985-1991). *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge University Press, New York, v. 11, p. 67-83, 1995.
- [16] GÜL, A. U. et al. Calculation of uneven-aged stand structures with the negative exponential diameter distribution and Sterba's modified competition density rule. *Forest Ecology and Management*, v.214, p.212-220, 2005.
- [17] Harms, K. E. et al. 2001. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha Neotropical forest plot. *Journal of Ecology* 89: 947-959.
- [18] HEINO, J. et al. Environmental heterogeneity and  $\beta$  diversity of stream macroinvertebrate communities at intermediate spatial scales. 2012.
- [19] HENTZ, Ângela Maria Klein et al. EDGE EFFECT ON A TREE COMMUNITY IN AN ARAUCARIA FOREST FRAGMENT IN BRAZIL. *Floresta*, v. 47, n. 4, p. 407-416, 2017.
- [20] IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Clima do Brasil. 2012. Escala: 1:5.000.000.
- [21] INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas. Brasília, Distrito Federal, 2014.
- [22] Janzen, D.H., Perrow, M.R. and Davy, A.J., 2002. Handbook of Ecological Restoration, vol. 2, Restoration in Practice.
- [23] LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Conseqüências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.

- [25] Letcher, S. G.; Lasky, J. R.; Chazdon, R. L.; Norden, N.; Wright, S. J.; Meave, J. A. ... & Andrade, J. L. 2015. Environmental gradients and the evolution of successional habitat specialization: a test case with 14 Neotropical forest sites. *Journal of Ecology* 103: 1276-1290.
- [26] Lima, J. R., Sampaio, E. V. D. S. B., Rodal, M. J. N., & Araújo, F. S. (2007). Estrutura da floresta estacional decidual montana (Mata Seca) da RPPN Serra das Almas, Ceará. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S2), 438-440.
- [27] Linares-Palomino R, Oliveira-Filho AT, Pennington RT (2011) Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism and biogeography of woody plants. In: Dirzo R, Young HS, Mooney HÁ, Ceballos G (Ed.). *Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation*. Washington: Island, p.3-21.
- [28] LOEHLE, C.; LI, B. Habitat Destruction and the Extinction Debt Revisited. *Ecological Applications*, v. 6, n.º. 3, pp. 784-789. 1996.
- [29] LONGHI, S. J.; FAEHSE, L. E. H. A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. no sul do Brasil. In: IUFRO . MEETING ON FORESTRY 50 PROBLEMS OF THE GENUS *AUCARIA* 1979, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, 1980. p.167-172.
- [30] MACHADO, S. do A.; AUGUSTYNCZYK, A. L. D.; NASCIMENTO, R. G. M.; TÊO, S. J.; MIGUEL, E. P.; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R. Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.8, p.2428-2434, nov, 2009. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n8/a350cr1077.pdf>>. Acesso em 18/06/2017.
- [31] MARTINS, S. V. *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*. 2 ed. Viçosa, MG. p. 371, 2012.
- [32] Martin, P.A., Newton, A.C. and Bullock, J.M., 2013. Carbon pools recover more quickly than plant biodiversity in tropical secondary forests. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1773), p.20132236.
- [33] METZGER, J.P. et al. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. *Biological Conservation*, v. 142, p.1166-1177. 2009.
- [34] Meyer AH, Ricknagel AB, Stevenson DD, Bartoo RA. *Forest management*. New York: Te Ronald Press Company; 1961
- [35] Miles L, Newton AC, DeFries RS, et al (2006) A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *J Biogeogr* 33:491–505. doi: 10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x
- [36] Morel, J. D. 2014. Relações entre vegetação arbórea e variáveis ambientais ao longo do gradiente altitudinal de uma floresta montana no sul de Minas Gerais. 125 p.Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- [37] Moro MF, Lughadha EN, Araujo FS, Martins FR (2016) A Phytogeographical Metaanalysis of the Semiarid Caatinga Domain in Brazil. *Bot Rev* 82:91–148.
- [38] MURPHY, Peter G.; LUGO, Ariel E. Ecology of tropical dry forest. *Annual review of ecology and systematics*, v. 17, n. 1, p. 67-88, 1986.
- [39] Norden, N., Angarita, H.A., Bongers, F., Martínez-Ramos, M., Granzow-de la Cerda, I., Van Breugel, M., Lebrija-Trejos, E., Meave, J.A., Vandermeer, J., Williamson, G.B. and Finegan, B., 2015. Successional dynamics in Neotropical forests are as uncertain as they are predictable. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(26), pp.8013-8018.
- [40] NUNES, Y. R. F.; MENDONÇA, A. V. R.; BOTEZELLI, L. MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. O. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. *Acta botânica brasileira*, 2003.
- [41] PAULA, A.; PAULA, A.; SILVA, A. F.; MARCO JÚNIOR, P.; SANTOS, F. A. M.; SOUZA, A. L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 407–423, 2004.
- [42] Pennington RT, Lavin M, Oliveira-Filho A (2009) Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 41:437–457
- [43] PHALAN, B. et al. Crop expansion and conservation priorities in tropical countries. *PloS one*, v. 8, n. 1, p. e51759, 2013.
- [44] Pickett, S. T. A. 1976. Succession: an evolutionary interpretation. *American Naturalist* 110: 107-119
- [45] ROSENBERG, G. H. MAGURRAN, A. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Oxford, RU: Blackwell Publishing. Schemske, DW y N. Brokaw. 1981. "Treefalls and the distribution of. ica de Costa Rica, v. 9, n. 1, p. 17, 2005.
- [46] Rodrigues, L. J., & Nogueira, R. M. J. (2002). Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 16(1), 23-42.

- [47] SANTOS, R. M.; VIEIRA, F. A. Estrutura e Florística de um trecho de mata ciliar do Rio Carinhanha no Extremo Norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, Garça, Ed. 05, 2005.
- [48] SILVA, L. A. e SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma Floresta Estacional Decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, Bacia do Rio Paranã). *Acta Botanica Brasilica*. v.17, n.2, p.305-313. 2003.
- [49] SILVA JÚNIOR, M C. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na reserva ecológica do IBGE, DF. *Cerne*, Lavras, v. 11, p. 147-158, 2005.
- [50] SIMPSON, E. H. Measurement of Diversity. *Nature*, v. 163, n. 4148, p. 688-688, 1949.
- [51] Sousa, W. P. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual review of ecology and systematics* 15: 353-391.
- [52] Sunderland T, Apgaua D, Baldauf C, Blackie R, Colfer C, Cunningham AB et al. (2015) Global dry forests: a prologue. *International Forestry Review*, 17(S2), 1-9.
- [53] SWANSON, M. E. et al. The forgotten stage of forest succession: Early-successional ecosystems on forest sites. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Tempe, v. 9, n. 2, p. 117-125, 2011
- [54] TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). *Revista Brasileira de Biologia*, São Paulo, v.59, n.2, p. 239-250, 1999.
- [55] TÁLAMO, A.; DE CASENAVE, J. L.; CAZIANI, S. M. Components of woody plant diversity in semi-arid Chaco forests with heterogeneous land use and disturbance histories. *Journal of Arid Environments*, v. 85, p. 79-85, 2012.
- [56] TILMAN, D.; MAY, R. M.; LEHMAN, C. L.; NOWAK, M. Habitat destruction and the extinction. *Nature*. v. 371. 1994
- [57] Vieira, Daniel LM, and Aldicir Scariot. "Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration." *Restoration Ecology* 14, no. 1 (2006): 11-20.
- [58] WHITTAKER, R. H. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. *Ecological monographs*, v. 30, n. 3, p. 279-338, 1960.
- [59] WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; KOENIG, R. e GISEKE, L. F. Florística e estrutura de três trechos de uma floresta semidecídua na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.23, n.1, p. 97-106, 2000.

