



Pesquisas Multidisciplinares Aplicadas ao Meio Ambiente

Vol. I

Cláudia Hitomi Watanabe Rezende
Patricia Almeida Sacramento
Yara Campos Miranda
(Organizadoras)



Pesquisas Multidisciplinares Aplicadas ao Meio Ambiente

Vol. I



Cláudia Hitomi Watanabe Rezende
Patricia Almeida Sacramento
Yara Campos Miranda
(Organizadoras)

Editora Chefe
Marcia A. A. Marques
Coordenadora Editorial
Isabela Arantes Ferreira

Bibliotecária
Cibele Maria Dias
Diagramação
Jônatas C. Jacob

Capa
Bookerfield
Capista
Matheus do P. Lacerra
Revisão
Os autores

O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial Não Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).



2021 by Bookerfield Editora
Copyright © Bookerfield Editora
Copyright do Texto © 2021 Os autores
Copyright da Edição © 2021 Bookerfield Editora
Os autores cedem à Bookerfield Editora os direitos para esta edição

Esta obra é de natureza digital (e-book). Versões impressas são permitidas, não tendo a Bookerfield Editora qualquer responsabilidade pela confecção e distribuição de exemplares físicos deste conteúdo.

Todos os manuscritos da obra passaram por rigorosa avaliação cega pelos pares, baseadas em critérios científicos e imparciais, recebendo a aprovação após atender os critérios técnicos estabelecidos pelo Conselho Editorial.

Todo o conteúdo do livro e de artigos individuais é de responsabilidade exclusiva de seus respectivos autores, não sendo a Bookerfield Editora responsável por quaisquer eventuais irregularidades.

Situações como plágio, má conduta ética/científica ou dados e resultados fraudulentos são de responsabilidade do autor, comprometendo-se a Bookerfield Editora em investigá-las rigorosamente e tomar as ações cabíveis.

O download, compartilhamento e referência da obra são permitidos mediante atribuição de crédito aos autores e à Editora. A comercialização desta obra é expressamente proibida.

Conselho Editorial

Adailton Pereira de Melo	Joelma Leão Buchir
Afrânio Silva Madeiro	José Aderval Aragão
Alberto Carlos de Souza	José Edson Barros Correia
Aline De Souza Lima Barbaroto	José Robertto Zaffalon Júnior
Alirya Magda Santos do Vale Gomes	Juliane Campos Inácio
Ana Luiza Trovo Marques de Souza	Jussara Gonçalves Fonseca
Andrea Borges Gaia	Kilvia Paula Soares Macedo
Andrea Sartori Jabur	Luciane Cristina Arantes Arantes
Andréia Monique Lermen	Luiz Eduardo da Silva Gomes
Breno Henrique Ferreira Cypriano	Marcelo de Oliveira Pinto
Bruno Cezar Silva	Marcelo Henrique da Silva
Camila de Vasconcelos Tabares	Márcia Donizete Leite-Oliveira
Camila Gemin R. Locatelli	Marco Aurelio de Jesus Mendes
Camila Nathalia Padula de Godoy	Marcos Pereira dos Santos
Cláudia Hitomi Watanabe Rezende	Marden Manuel Rodrigues Marques
Dalvani Fernandes	Miguel Rodrigues Netto
Daniela Kunkel	Monyck Jeane dos Santos Lopes
Dayane Cristina Guarnieri	Morgana do Nascimento Xavier
Edfram Rodrigues Pereira	Nara Michelle Moura Soares
Elaine Patricia Arantes	Nathália Sayuri Yamamoto
Elisângela Rodrigues Carrijo	Oscar Yecid Bello Bello
Elson Barbosa da Silva Junior	Patricia Köster e Silva
Érika Alves Tavares Marques	Rafael Gonçalves Mafra
Evandro Preuss	Rafael Mesquita Stoque
Fabio José Antonio da Silva	Rebecca Bianca de Melo Magalhães
Fabíola Aliaga de Lima	Renato Luís Veiga Oliveira Júnior
Fernanda Imada de Lima	Renato Obikawa Kyosen
Fernando Cesar Mendes Barbosa	Rodolfo Lucas Bortoluzzi
Fernando Oliveira de Andrade	Silvio Santiago-Vieira
Greicielle Pereira Arruda	Solange Kileber
Guilherme Camara Meireles	Suzana Silva Lira
Guilherme Emanuel de Queiros Souza	Taíza Fernanda Ramalhais
Heiriane Martins Sousa	Thiago Averaldo Bimestre
Hermam Vargas Silva	Thiago Luciano Rodrigues da Silva
Horácio Monteschio	Vagner Marques de Moura
Isabel das Mercedes Costa	Valdecir Alves dos Santos Júnior
Isidro Ihadua	Vanessa Paiva Costa Vale
Israel Henrique Ribeiro Rios	Vânia Maria Carvalho de Sousa
Ivonete Alves Sampaio	Veronica Gabriela Ribeiro da Silva
Jaime Andres Castaneda Barbosa	Vinícius Dantas Silveira
João César Abreu de Oliveira Filho	Vivian Victoria Vivanco Valenzuela

Pesquisas Multidisciplinares Aplicadas ao Meio Ambiente - Vol. I

Editora Chefe Marcia A. A. Marques
Coordenadora Editorial Isabela Arantes Ferreira
Bibliotecária Cibele Maria Dias
Diagramação Jônatas C. Jacob
Revisão Os autores
Organizadoras Cláudia Hitomi Watanabe Rezende
Patrícia Almeida Sacramento
Yara Campos Miranda

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Pesquisas multidisciplinares aplicadas ao meio ambiente : volume I [livro eletrônico] / [organização Cláudia Hitomi Watanabe Rezende, Patrícia Almeida Sacramento, Yara Campos Miranda ; coordenação Isabela Arantes Ferreira]. -- São Paulo : Bookerfield, 2021.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-89929-01-7

1. Desenvolvimento sustentável 2. Meio ambiente - Pesquisa 3. Recursos naturais 4. Sustentabilidade
I. Rezende, Cláudia Hitomi Watanabe. II. Sacramento, Patricia Almeida. III. Miranda, Yara Campos.
IV. Ferreira, Isabela Arantes.

21-68777

CDD-333.72

Índices para catálogo sistemático:

1. Pesquisa : Meio ambiente : Economia 333.72

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

DOI 10.53268/BKF21060800

Bookerfield Editora
São Paulo – Brasil
Telefone: +55 (11) 99841-4444
www.bookerfield.com
contato@bookerfield.com



Declaração dos Autores

Os autores da presente obra declaram não haver qualquer interesse comercial ou irregularidade que comprometa a integridade dos artigos científicos nesta obra publicados; declaram que participaram da elaboração, revisão e/ou organização de seus respectivos artigos, os quais atestam estar completamente livres de dados e resultados fraudulentos, bem como de plágio acadêmico; declaram que a publicação de seu artigo científico nesta obra não fere qualquer outro contrato por eles firmado; declaram ter atendido às exigências de outras partes, como instituições financiadoras, para a publicação nesta obra.

Apresentação

O processo de ocupação antrópica, baseado no uso indiscriminado dos recursos naturais, desencadeia inúmeros impactos ambientais, que podem acometer o meio biótico e abiótico. Entretanto, a qualidade de vida está atrelada à qualidade ambiental, fazendo com que estudos multidisciplinares que busquem compreender esta relação sejam fundamentais.

O livro “Pesquisas Multidisciplinares Aplicadas ao Meio Ambiente” apresenta como proposta a discussão das relações existentes entre as atividades humanas e os recursos naturais, de modo a contribuir de maneira positiva para avanços científicos que promovam o desenvolvimento sustentável compatibilizando os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

O livro está estruturado em três grandes temas, e contempla 12 capítulos. Os quatro primeiros capítulos são dedicados à temática dos Recursos naturais e energéticos, com trabalhos relacionados à energia, recursos hídricos e estudos vinculados ao solo, e cujos títulos estão descritos a seguir: “A competitividade das fontes energéticas renováveis em uma abordagem de learning curves”, “Balanço hídrico da bacia do Alto Paraguai, hidrologia do Pantanal e mudanças climáticas” e “A fragilidade ambiental na distribuição espacial da resistência do solo para a Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu” e “Caracterização morfométrica e cálculo da perda de solo na microbacia do Ribeirão Vermelho, em Umuarama-PR”.

A segunda temática, Sustentabilidade, é composta por cinco capítulos cujos títulos são: “Por que compramos tanto? Revisão narrativa sobre o comportamento consumista contemporâneo”, “Análise de consumo consciente dos habitantes do município de Ivatuba-PR”, “Aspectos ambientais, sociais e tecnológicos em carvoaria típica do Estado do Piauí”, “Descarte correto de medicamentos: uma questão de sustentabilidade” e “Desenvolvimento sustentável municipal e financiamento bancário: análise do programa municípios verdes paraenses”.

O terceiro tema, Urbanismo, é composto por três capítulos que englobam: “Análise da arborização urbana em Godoy Moreira – PR: Um estudo com a aplicação de geotecnologias”, “Análise qualiquantitativa das estruturas de lazer do Parque Ecológico Danilo Marques Moura em Goioerê – PR: proposta de melhorias” e “Avaliação da qualidade do ar na cidade de Sorocaba – SP: uma abordagem sobre as partículas inaláveis (MP 10)”.

Esperamos que os artigos científicos publicados neste volume contribuam com a disseminação da ciência e dos estudos multidisciplinares que podem ser desenvolvidos na área ambiental. Além disso, que esta coletânea de trabalhos possa incentivar mais pesquisadores na investigação de estudos aplicados e tecnologias que promovam a melhoria da qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos, terrestres e urbanos, de modo a garantir a sustentabilidade do meio ambiente.

Cláudia Hitomi Watanabe Rezende
Patrícia Almeida Sacramento
Yara Campos Miranda

SUMÁRIO

SEÇÃO 1

RECURSOS NATURAIS E ENERGÉTICOS

CAPÍTULO 1..... 12

A COMPETITIVIDADE DAS FONTES ENERGÉTICAS RENOVÁVEIS EM UMA ABORDAGEM DE LEARNING CURVES

Solange Kileber

Virginia Parente

DOI 10.53268/BKF21060801

CAPÍTULO 2..... 28

BALANÇO HÍDRICO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI, HIDROLOGIA DO PANTANAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Hudson de Azevedo Macedo

José Cândido Stevaux

Ivan Bergier Tavares de Lima

Aguinaldo Silva

DOI 10.53268/BKF21060802

CAPÍTULO 3..... 42

A FRAGILIDADE AMBIENTAL NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA RESISTÊNCIA DO SOLO PARA A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DE BOTUCATU

Fernando de Alvarenga Yoshida

Rubismar Stolf

DOI 10.53268/BKF21060803

CAPÍTULO 4..... 57

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E CÁLCULO DA PERDA DE SOLO NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO VERMELHO, EM UMUARAMA-PR

Amanda Beltrão de Souza

Ana Camila Almeida dos Santos

Beatriz Fernanda Baravieira

Rodrigo Tartari

DOI 10.53268/BKF21060804

SEÇÃO 2

SUSTENTABILIDADE

CAPÍTULO 5 72

POR QUE COMPRAMOS TANTO? REVISÃO NARRATIVA SOBRE O COMPORTAMENTO CONSUMISTA CONTEMPORÂNEO

Fernanda Imada de Lima
Juliano Costa Gonçalves
DOI 10.53268/BKF21060805

CAPÍTULO 6 85

ANÁLISE DE CONSUMO CONSCIENTE DOS HABITANTES DO MUNICÍPIO DE IVATUBA-PR

Carolina Censi Celestino
Dalila Cristina Gomes
Patrícia Almeida Sacramento
DOI 10.53268/BKF21060806

CAPÍTULO 7 100

ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E TECNOLÓGICOS EM CARVOARIA TÍPICA DO ESTADO DO PIAUÍ

Fernanda Benício Coelho de Araújo
Márcio Cleto Soares de Moura
Joselia Paes Ribeiro de Sousa
Glaucia Viana dos Santos
Israel Lobato Rocha
Cleide Dias de Souza
Leonarda Bezerra Magalhães
DOI 10.53268/BKF21060807

CAPÍTULO 8 109

DESCARTE CORRETO E MEDICAMENTOS: UMA QUESTÃO DE SUSTENTABILIDADE

Jussara Gonçalves Fonseca
DOI 10.53268/BKF21060808

CAPÍTULO 9 121

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MUNICIPAL E FINANCIAMENTO BANCÁRIO: ANÁLISE DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES PARAENSES¹

Vanessa Paiva Costa Vale
Marco Valério de Albuquerque Vinagre
Marco Aurélio Arbage Lobo
Leonardo Augusto Lobato Bello
Alberto Carlos de Melo Lima
DOI 10.53268/BKF21060809

SEÇÃO 3

URBANISMO4

CAPÍTULO 10..... 137

ANÁLISE DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM GODOY MOREIRA – PR: UM ESTUDO COM A APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS

Yara Campos Miranda

Francisco Ferreira Martins Neto

Bruno Luiz Domingos De Angelis

DOI 10.53268/BKF21060810

CAPÍTULO 11..... 152

ANÁLISE QUALIQUANTITATIVA DAS ESTRUTURAS DE LAZER DO PARQUE ECÓLOGICO DANILO MARQUES MOURA EM GOIOERÊ – PR: PROPOSTA DE MELHORIAS

Bruna Dequi De Godoi

Rodrigo Camilo

Yara Campos Miranda

DOI 10.53268/BKF21060811

CAPÍTULO 12..... 167

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NA CIDADE DE SOROCABA – SP: UMA ABORDAGEM SOBRE AS PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP 10)

Matheus Henrique Macedo Franco

Yara Campos Miranda

DOI 10.53268/BKF21060812



RECURSOS NATURAIS E ENERGÉTICOS

SEÇÃO 1

CAPÍTULO 1

A COMPETITIVIDADE DAS FONTES ENERGÉTICAS RENOVÁVEIS EM UMA ABORDAGEM DE LEARNING CURVES

Solange Kileber

<http://lattes.cnpq.br/0095869365277193>

Programa de Energia do Instituto de Energia e Ambiente na Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

Virginia Parente

<http://lattes.cnpq.br/3666289112976180>

Programa de Energia do Instituto de Energia e Ambiente na Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

RESUMO – O objetivo deste capítulo foi estimar os efeitos da curva de aprendizado sobre a competitividade de fontes energéticas renováveis, tais como biomassa (etanol), hidroeletricidade, eólica e fotovoltaica, e propor medidas regulatórias que incentivem tais tecnologias. Para tanto, se propôs a utilização da abordagem de learning curves, que considera três efeitos principais para explicar a redução dos custos de produção: o efeito especialização (chamado de learning by doing), o efeito escala (scale effect) e o efeito da pesquisa e desenvolvimento - P&D (learning by searching). Identificou-se o peso desses efeitos por fonte energética com vistas a auxiliar no direcionamento de incentivos às energias renováveis, de modo a se decidir se a ênfase deve ser dada à especialização, escala ou P&D. Os resultados indicaram que as fontes fotovoltaica e hidrelétrica reagiram

ao efeito aprendido, embora não tenham mostrado resposta expressiva quanto aos gastos em P&D. Já as fontes eólica e etanol mostraram-se sensíveis aos gastos em P&D, sendo a escala determinante dos preços da energia hidrelétrica e também da eólica. Esses resultados auxiliaram na proposição de medidas públicas específicas como estímulo às fontes renováveis.

PALAVRAS-CHAVE: Energia renovável, Curvas de aprendizagem, Políticas públicas

1. INTRODUÇÃO

O fenômeno da aprendizagem é uma das variáveis-chave no processo de transformação tecnológica. De modo geral, o desempenho técnico e econômico de uma tecnologia aumenta significativamente quando se ganha experiência em lidar com essa tecnologia.

Wright (1936) descreveu o fenômeno da aprendizagem pela primeira vez, no setor de fuselagem. O custo unitário do trabalho na manufatura de fuselagem declinou significativamente com o acúmulo da experiência dos trabalhadores, o denominado “*learning by doing*”, ou “aprender fazendo”. Mais precisamente, cada vez que o produto

acumulado – no caso, aeronaves produzidas – dobrava, o autor observava que o custo do trabalho se reduzia em uma taxa constante, a chamada “taxa de aprendizagem”, que poderia ser estimada matematicamente.

Com o passar dos anos, os modelos de curvas de aprendizagem foram sendo aprimorados. Passaram a incorporar efeitos até então omitidos, como a escala (Boston Consulting Group, 1970) e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), sendo esse último reconhecido como “*learning by searching*” (Kahouli-Brahmi, 2008).

Políticas públicas podem acelerar os efeitos da aprendizagem, direcionando recursos para ao menos um dos efeitos que determinam o crescimento das fontes de energia, como vem ocorrendo com as renováveis. Na Alemanha, por exemplo, aplicou-se durante muitos anos a chamada “*feed-in tariff*”, ou tarifa prêmio, para as energias eólica e solar.

Com o objetivo de estimar os efeitos do aprendizado (especialização, escala e pesquisa e desenvolvimento) sobre os custos das fontes renováveis no Brasil, foi estimada a *learning curve* para um modelo multivariado. A partir dos resultados encontrados, espera-se conduzir uma avaliação das medidas regulatórias incentivadoras das fontes renováveis para alavancar a tecnologia de modo mais eficaz.

Este capítulo está estruturado em mais cinco seções além desta introdução. A próxima seção apresenta os estudos empíricos relacionados ao aprendizado para as fontes renováveis. A seção 3 traz uma descrição da metodologia de *learning curves*. A quarta seção apresenta a abordagem sugerida para usar o preço como aproximação de custos no modelo empírico. A quinta seção apresenta as equações a serem estimadas, os métodos econométricos testados, a base de dados e os principais resultados. A seção 6 aponta as medidas regulatórias necessárias para promover as energias renováveis, tendo em vista os resultados dos modelos estimados. Por fim, as conclusões trazem os principais aspectos discutidos neste capítulo.

2. ESTUDOS EMPÍRICOS DE LEARNING CURVES APLICADOS ÀS FONTES RENOVÁVEIS

A literatura levantada não é exaustiva, mas é capaz de demonstrar que poucos estudos se dedicam às fontes renováveis não modernas, como etanol e hidreletricidade, e as taxas encontradas pelos diversos autores são bastante semelhantes, embora a metodologia e o período de análise variem, o que mostra a consistência da metodologia de *learning curves* para os diferentes estudos.

2.1. Fotovoltaica

A energia fotovoltaica constitui a primeira fonte para a qual modelos de *learning curves* foram aplicados ao mercado de energia, sendo aquela com maior quantidade de literatura disponível sobre o tema. Esses primeiros estudos pretendiam explicar os custos dos componentes das placas fotovoltaicas.

Krawiec *et al* (1980) utilizaram dados americanos da década de 1960 e parte da década de 1970, em modelos univariados (“*one-factor learning curves model*”), isto é, que continham apenas uma variável explicativa, a produção acumulada. As aproximações de taxa de progresso encontradas foram de 94 a 97%.

Para esta fonte, muitos estudos foram feitos posteriormente. Neij (1997), por exemplo, analisou a trajetória dos custos da geração de eletricidade por painéis fotovoltaicos. Com dados da Dinamarca, para a década de 1980 até meados da década de 1989, a autora encontrou taxa de progresso de 80%.

A partir dos anos 2000, estudos com modelos de aprendizado com duas variáveis explicativas, chamados “*two-factor learning curves models*”, se tornaram mais difundidos na literatura. Watanabe (2000), por exemplo, com vistas a calcular a taxa de progresso da tecnologia fotovoltaica no Japão entre 1976 e 1995, utilizou duas variáveis, a produção acumulada de células solares e os gastos em P&D. Na ausência de informações sobre o custo, o autor utilizou os preços. Entre os resultados do autor, destacam-se a taxa de progresso em torno de 80% e a existência de um ciclo virtuoso entre P&D e dinamismo industrial.

De forma semelhante a Watanabe (2000), Miketa e Schrattenholzer (2004) e Isoard e Soria (2001) aplicaram um modelo de “*two-factor learning curve*” aos dados mundiais, acrescentando, respectivamente, os efeitos P&D e escala ao modelo tradicional. O efeito *learning by searching* encontrado foi de 10% e o efeito escala resultou em retornos decrescentes (entre 0,7 e 0,97).

Khaouli-Brahmi (2009) adotou um *multi-factor learning curve*, com dados globais entre 1977 e 1997, em que o custo unitário do investimento em plantas fotovoltaicas é explicado pela capacidade acumulada (proxy de *learning by doing*), capacidade (escala) e estoque de gastos em P&D (*learning by searching*). Segundo o autor, a energia fotovoltaica se caracteriza como emergente, tendo sua difusão limitada e, por isso, exibindo retornos decrescentes de escala. Para além disso, o autor encontrou baixas taxas de *learning by doing* e *learning by searching*, respectivamente, de até 7% e 3%.

Interessante notar que a taxa de aprendizado tende a se elevar no começo do desenvolvimento de uma tecnologia, porém se reduz conforme a tecnologia amadurece. O primeiro movimento é decorrente de estímulos e políticas direcionadas para seu desenvolvimento. Contudo, conforme o mercado se estabiliza em níveis competitivos, se torna mais difícil reduzir custos devido somente ao aumento do aprendizado. Corroborando essa tese, Parente *et al.* (2002) avaliaram a curva de aprendizado da tecnologia fotovoltaica entre as décadas de 1980 e 1990 e identificaram uma quebra estrutural no preço mundial do módulo de energia fotovoltaica em 1990. Segundo o estudo dos autores, a década de 1980 apresentava taxa de progresso em torno de 80%, passando para 77% entre 1991 e 2000.

2.2. Eólica

A energia eólica é a segunda tecnologia mais citada na literatura de *learning curves*. Isso porque o custo de produção dessa tecnologia, em especial, o custo da turbina vem se

reduzindo significativamente [Junginger *et al* (2010), Lako (2010)]. Ademais, com os incentivos governamentais, viabilizou-se o aumento da escala de produção da energia eólica.

Como, tipicamente, os custos da turbina respondem por 65 a 85% dos custos totais, diversos autores utilizam essa variável como proxy para custos totais (Junginger *et al*, 2005). O estudo de Neij (1999) é um exemplo. Nele, calculou-se uma taxa de progresso de 96% para turbinas eólicas entre 1982 e 1995. A autora antecipou que para ocorrer a difusão dessa tecnologia seria preciso aumentar a escala.

Claeson (1999) aplicou o modelo de *learning curves* para a Alemanha, país onde foram promovidos pesquisas e programas de incentivos ao progresso da energia eólica durante anos. Com dados de preços das turbinas e capacidade acumulada para o período que abrange 1990 a 1998, os autores encontraram, por meio de um modelo econométrico univariado, a mesma taxa de progresso dos estudos apresentados previamente, de 92%. Conforme apresentado no estudo de Kahouli-Brahmi (2009), o artigo de Durstewits e Hoppe-Kilpper (2000) corrobora o entendimento de que a taxa de aprendizado na Alemanha era bastante baixa na década de 90, em torno de 8%.

Em uma aplicação para o Brasil, Ricosti e Sauer (2013) calcularam a taxa de progresso da energia eólica em um modelo univariado para 2006 a 2011, observando taxa de progresso de 83% no período.

Alguns autores optaram pelo modelo de *two-factor learning curves*, sendo que um dos dois fatores a explicar a trajetória dos custos costuma ser a capacidade (ou produção) acumulada e o segundo fator pode ser a escala ou os gastos com P&D. Kahouli-Brahmi (2009) adotou um *multi-factor model*, com dados globais, entre 1977 e 1997, trazendo como inputs as variáveis capacidade acumulada (efeito *learning by doing*), estoque dos gastos em P&D depreciados (efeito *learning by searching*) e capacidade (efeito escala). O autor identificou economias de escala, que podiam ser explicadas pelo excesso de confiança nos subsídios públicos concedidos durante muitos anos. Tais subsídios poderiam, inclusive, ser responsáveis pela elevada taxa de aprendizado estimada pelo autor: *learning by searching* de 20% e *learning by doing* de 27%, mostrando que seria plausível reduzir custos mediante expansão de capacidade e de atividades de P&D.

2.3. Biocombustíveis

Os efeitos *learning by searching* e *learning by doing* representam importantes fatores para a queda dos custos da produção de energia a partir dos biocombustíveis. Por exemplo, contribuíram para que se aumentasse o número de variedades de semente, reduzindo as perdas, e os avanços tecnológicos elevassem a automação (Hettinga *et al*, 2009).

Um dos primeiros estudos relacionando a curva de aprendizado com a redução de custos dos biocombustíveis foi citado em McDonald e Schrattenholzer (2001). O trabalho destes dois autores apresentou uma compilação de estudos de terceiros para diversas tecnologias,

entre eles, um estudo sobre o caso do etanol brasileiro. Este estudo era do IEA (2000), o qual encontrou taxa de aprendizado de 22% para o período que abrange os anos de 1978 a 1995.

Outra publicação importante sobre o etanol brasileiro após o Programa Nacional do Álcool (ProAlcool) é o estudo de Goldemberg et al (2004). Em um modelo univariado, em que a variável a ser explicada era o preço do etanol e a explicativa, a produção acumulada, os autores estimaram duas curvas: uma para o período 1980-1985 e outra para os anos que abrangem 1985-2002, quando o preço pago aos produtores passou a ser estipulado abaixo do custo de produção devido a medidas de controle de inflação. Assim, foi encontrada taxa de progresso de 93% entre 1980 e 1985 e, entre 1985 e 2002, a taxa passou para 71%.

Faaij e Junginger (2010) reuniram alguns estudos que buscaram estimar a taxa de progresso para biocombustíveis. Entre as principais conclusões destes estudos, destacam-se: (i) as plantações de matérias primas, como cana de açúcar no Brasil e milho nos Estados Unidos, possuem taxa de progresso mais baixa, em torno de 55-68%; (ii) as madeiras florestais possuem taxa de progresso de 85 a 88%; (iii) as plantas de biogás apresentam taxa de 85 a 100%; e (iv) o etanol de cana de açúcar e milho possuem taxa de progresso em torno de 80 a 88%, tendo o etanol de milho taxa pouco superior à da cana.

2.4. Hidroeletricidade

A hidroeletricidade é considerada uma tecnologia competitiva que existe há bastante tempo. Por esta razão, poucos estudos se interessaram até hoje em mensurar sua taxa de aprendizado.

Kahouli-Brahmi (2009) avaliou dados globais de usinas hidrelétricas de grande porte, entre 1977 e 1997. Em um *multi-factor model curve*, no qual passou a explicar os custos unitários da planta por meio dos efeitos *learning by doing*, *learning by searching* e escala, encontrou baixas taxas de aprendizado, sendo *learning by doing* de 2%, *learning by searching* de -2% e retornos crescentes de escala. O autor argumenta que tecnologias maduras, situadas ao final do estágio de desenvolvimento tecnológico, geralmente apresentam taxas de *learning by doing* baixas e até negativas.

Assim como Lako et al (2010) e McDonald e Schrattenholzer (2001) compilaram os resultados de diversos estudos sobre tecnologias diversas, entre elas, a hidroeletricidade. O estudo de Kouvaritakis et al (2000), citado pelos autores, computou a taxa de aprendizado de 7,6% para a hidroeletricidade a partir dos dados de países da OCDE.

Kahouli-Brahmi (2009) também realizou um levantamento de estudos de terceiros sobre a taxa de aprendizado de diversas tecnologias, como a hidroeletricidade. O autor aponta o estudo de Jasmab (2006), no qual foram utilizados dados globais entre 1988 e 2001 de plantas grandes e pequenas. As pequenas plantas apresentaram taxa de 0,5%, enquanto as grandes tiveram desempenho pouco superior, representado pela taxa de 2%.

3. METODOLOGIA DE LEARNING CURVES

A curva de aprendizado média pode ser definida como se segue na equação (1): conforme o volume acumulado de unidades produzidas dobra, o custo unitário médio decresce a uma taxa percentual constante.

$$C = C_0 N^{-\alpha} \quad (1)$$

Sendo:

C = custo unitário de produzir a última unidade

C_0 = custo teórico da primeira unidade

N = produção acumulada

α = constante que representa a elasticidade do custo unitário em relação à produção acumulada

C_0 é chamado de custo “teórico” porque, normalmente, se desconhece o custo da primeira unidade produzida. Pode ser comparado ao valor do intercepto em um gráfico no qual o custo está no eixo vertical e a produção no eixo horizontal, pois representaria o valor aproximado da produção da primeira unidade.

Assim, supondo que N no instante 1 seja definido como N_a e no instante 2 como N_b , no caso de a produção acumulada dobrar (Tsuchiya, 2000), pode-se escrever as seguintes relações apresentadas na equação (2), equação (3) e equação (4):

$$N_b = 2N_a \quad (2)$$

$$F = \frac{C_b}{C_a} = \frac{C_0}{C_0} \left(\frac{N_b}{N_a} \right)^{-\alpha} = 2^{-\alpha} \quad (3)$$

$$Lr = 1 - F = 1 - 2^{-\alpha} \quad (4)$$

Sendo:

F = taxa de progresso quando a produção acumulada dobra, expressa em termos percentuais

Lr = taxa de aprendizagem, isto é, quanto decresce o custo quando a produção acumulada dobra, também em termos percentuais

As equações considerando o efeito escala e o efeito pesquisa e desenvolvimento podem ser escritas conforme (5) e (6) (Berndt, 1991):

$$\frac{C_{real}}{Y} = kN^{\alpha/r} Y^{(1-r)/r} \quad (5)$$

$$\frac{C_{real}}{Y} = kN^{\alpha/r} EPD^{\beta/r} Y^{(1-r)/r} \quad (6)$$

Sendo:

$$\frac{C_{real}}{Y} = \text{custo unitário real da última unidade} \quad EPD = \text{estoque de investimentos em P\&D}$$

$$k = \text{intercepto} \quad \beta = \text{elasticidade do custo real unitário em relação ao EPD}$$

$$N = \text{produção acumulada} \quad r = \text{retornos de escala}$$

$$\alpha = \text{elasticidade do custo real unitário em relação à } N \quad Y = \text{produção (proxy de escala)}$$

Se $r > 1$, os retornos de escala são crescentes. Isso significa que o custo unitário é decrescente, pois, quando os insumos, por exemplo, dobram, o produto mais do que dobra. No caso de $r < 1$, os retornos de escala são decrescentes (e o custo unitário é crescente). Por fim, se $r = 1$, os retornos de escala são constantes (o custo unitário é constante).

O relacionamento entre P&D e crescimento do produto vem sendo descrito por diversos autores como parte de um círculo virtuoso (Watanabe *et al*, 2000). Ao mesmo tempo em que o crescimento do produto proporciona mais recursos para investimentos em P&D, as consequências dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento se refletem em efeitos positivos sobre o crescimento do produto. No modelo de *learning curves*, a segregação entre *learning by doing* e *learning by searching* é necessária para não gerar a sobre-estimação do efeito do *learning by doing*, o que poderia majorar a taxa de aprendizado (Berndt, 1990; Kahouli-Brahmi, 2009; Sark et al., 2010).

4. PREÇO COMO APROXIMAÇÃO DE CUSTO

Na prática, há uma dificuldade de operacionalizar a estimação das curvas de aprendizado. Informações sobre custos de produção dificilmente são de acesso público e, por isso, costuma-se utilizar o preço como aproximação para custo. Em mercados estáveis e competitivos, se a margem de lucro for constante, as curvas de aprendizado baseadas no preço devem ter a mesma inclinação das curvas baseadas nos custos (Abell e Hammond, 1979; Bodde, 1977; Ayres e Martinàs, 1992; Boston Consulting Group, 1970; Claeson, 2000).

Com vistas a se identificar se os preços constituem boa aproximação dos custos para essa fonte e formular a mais adequada especificação na modelagem econométrica, foi realizada a análise concorrencial tradicional para as fontes estudadas, isto é, apoiando-se nos critérios do Federal Trade Commission (FTC, 2010) e CADE/SEAE/SDE (Portaria Conjunta SEAE/SDE nº 50, 2001). Os indicadores considerados foram a Razão de Concentração (C4, isto é, a soma da participação das quatro maiores empresas), o *Herfindahl Hirschman Index* (indicando concentração quando HHI se situa acima de 0,15 e alta concentração se acima de 0,25), bem como condições de entrada e rivalidade. O índice C4 se mostrou próximo do limite de 75% para o mercado ser considerado altamente concentrado apenas no mercado internacional de turbinas eólicas. Para esse mercado, o HHI também ultrapassou levemente o limite (0,15) de mercados não concentrados, atingindo 0,1583. No entanto, nesse mercado, a rivalidade é suficiente para inibir a alta de preços. Para as demais fontes, os mercados se mostraram competitivos.

Uma vez que o nível de competição ou rivalidade indicado pelos índices acima são toleráveis, conforme determinado pelas autoridades antitruste, os preços podem ser usados como *proxy* de custo na modelagem das curvas de aprendizado. Em mercados competitivos, as margens de lucro são constantes e as curvas baseadas em preços devem ter a mesma inclinação das curvas baseadas em custos.

5. MODELO DE LEARNING CURVES

As equações econométricas a serem estimadas estão dispostas na equação (9) - modelo multivariado, equação (10) - modelo bivariado e equação (11) - modelo univariado.

$$\ln(c) = \gamma_0 + \gamma_1 \ln(N) + \gamma_2 \ln(Y) + \gamma_3 \ln(EPD) + \varepsilon \quad (9)$$

$$\ln(c) = \gamma_0 + \gamma_1 \ln(N) + \gamma_2 \ln(Y) + \varepsilon \quad (10)$$

$$\ln(c) = \gamma_0 + \gamma_1 \ln(N) + \varepsilon \quad (11)$$

Sendo:

c = custo unitário real	$\gamma_2 = (1-r) / r$
N = produção acumulada	$\gamma_3 = \beta / r$
Y = produção	$\chi_0 = k$
PD = estoque de P&D	$\chi_1 = \alpha / r$
ε = resíduos	$\chi_2 = (1-r) / r$
$\gamma_0 = k$	$\omega_0 = C_0$
$\gamma_1 = \alpha / r$	$\omega_1 = -\alpha$

No que diz respeito aos efeitos esperados das variáveis explicativas sobre os preços, espera-se que o efeito *learning by doing* seja cada vez menor conforme a tecnologia vai amadurecendo. Imagina-se encontrar efeito *learning by searching* elevado para tecnologias mais recentes ou que dependem da pesquisa pra reduzir custo. Por fim, entende-se que tecnologias mais maduras apresentem retornos crescentes de escala, enquanto as emergentes sejam marcadas por retornos decrescentes de escala.

Para a estimação econométrica, testaram-se: (i) Mínimos Quadrados Ordinários – MQO; (ii) Método dos Momentos Generalizados – GMM; e (iii) Vetores de Correção de Erros – VEC, a depender dos resultados dos testes de endogeneidade e estacionariedade.

No que diz respeito aos dados, a Tabela abaixo sintetiza as fontes e o período analisado para cada tecnologia.

Tabela 1 – Fontes da base de dados

Fonte	País	Fonte de preços	Fonte de produção	Fonte de P&D	Período
Fotovoltaico	Estados Unidos	EIA	EIA	IEA	1984-2011
Energia eólica	Brasil	CCEE	CCEE	ANEEL	2008-2014, por planta
Etanol	Brasil	ANP	UNICA	MCT(1)	2000-2011
Hidroelétrica	Brasil	CCEE	CCEE	ANEEL	2005-2014, por planta

Fonte: elaboração própria a partir de informações de ANEEL, ANP, BP, CCEE, EIA, IEA, MCT, UNICA. (1) Gastos públicos e privados ponderados pela participação dos biocombustíveis no total dos gastos com P&D.

Para modelos GMM, testaram-se como variáveis instrumentais o consumo de eletricidade e PIB. As fontes são IEA, ANEEL, Banco Central norte-americano (FED) e brasileiro (BACEN).

Em primeiro lugar, foram aplicados testes de raiz unitária sobre o conjunto de variáveis, como os testes de Dickey-Fuller (1974), GLS Dickey-Fuller (Elliott et al., 1996) e KPSS (Kwiatkowski et al., 1992). Como os testes estacionários não apresentaram consenso, os modelos foram rodados em nível e primeira diferença. Foram escolhidos os modelos que tiveram o melhor ajuste pós-estimativa, considerando o p-valor do teste F, o coeficiente R², o Akaike Information Criteria (AIC) e também o teste Variance Inflation Factor, denominado “VIF”, que testa a multicolinearidade. Analisando os resultados dos testes, constatou-se que o VIF não indicou multicolinearidade para eólica, etanol e hidrelétrica. Já o AIC sugeriu que o modelo multivariado tinha o melhor ajuste para modelo em nível para eólica e primeira diferença para hidroelétrica e o Teste K-P indicou endogeneidade para etanol e hidrelétrica.

Os melhores resultados são apresentados na Tabela , contendo para cada fonte de energia: (i) o coeficiente das variáveis explicativas (efeito *learning by doing* - LBD, efeito escala e efeito *learning by searching* - LBS); e (ii) o método econométrico (MQO ou GMM), apontando os casos de estimação de 1ª diferença.

Tabela 2 – Resultados do modelo de learning curves

Fontes	Variáveis explicativas	Modelo multivariado: <i>learning by doing, learning by searching e escala</i>	Modelo bivariado: <i>learning by doing e escala</i>	Modelo univariado: <i>learning by doing effect</i>
FOTOVOLTAICA	LBD	6% ⁽¹⁾	8%*	8%**
	Escala	Retornos decrescentes	Retornos decrescentes	
	LBS	-5% ⁽¹⁾		
	Método	<i>MQO 1a diferença</i>	<i>MQO 1a diferença</i>	<i>MQO 1a diferença</i>
ENERGIA EÓLICA	LBD	0.5%	2%***	2%**
	Escala	Retornos crescentes ⁽¹⁾	Retornos crescentes	
	LBS	7%***		
	Método	<i>MQO</i>	<i>MQO</i>	<i>MQO</i>
ETANOL	LBD	33%	22%**	3%
	Escala	Retornos crescentes***	Retornos crescentes	
	LBS	66%***		
	Método	<i>GMM</i>	<i>GMM 1a diferença</i>	<i>GMM 1a diferença</i>
HIDROELETRICIDADE	LBD	7% ⁽¹⁾	7% ⁽¹⁾	4%
	Escala	Retornos crescentes**	Retornos crescentes**	
	LBS	1%		
	Método	<i>GMM 1a diferença</i>	<i>GMM 1a diferença</i>	<i>GMM 1a diferença</i>

*** Nível de significância de 5%. ** Nível de significância de 10%. * Nível de significância de 15%. (1) Nível de significância entre 15% and 25%. LBD: Learning by doing; LBS: Learning by searching; MQO: Mínimos Quadrados Ordinários; GMM: Método dos Momentos Generalizados.

Para a energia fotovoltaica, a taxa encontrada de *learning by doing* foi de 8% para os modelos univariado e bivariado. No modelo multivariado, se reduziu para 6%. Os retornos de escala não se mostraram significativos para nenhum modelo, enquanto o efeito *learning by searching* se apresentou negativo (taxa de -5%), indicando que gastos extras com P&D apenas elevariam os custos.

Já no caso da energia eólica no Brasil, a taxa de aprendizado foi de 2%. Esse valor é bastante inferior à taxa de 17% encontrada por Ricosti e Sauer (2013). Em parte a diferença é devida aos períodos estudados: os autores utilizam dados de 2006 a 2011, sendo que foi a partir de 2012 que houve um aumento significativo da participação da energia eólica na matriz elétrica brasileira, que praticamente duplicou naquele ano e se manteve elevada em 2013 e 2014. O efeito escala não foi significativo e o efeito *learning by searching* se situou em 7%.

Para o etanol, o modelo univariado não apresentou taxa de aprendizado significativa. Para o modelo bivariado, a taxa de aprendizado encontrada foi de 22%, embora o efeito escala não tenha sido significativo. Já no modelo multivariado, esse resultado se inverte: a taxa de aprendizado deixa de ser significativa e o efeito escala passa a ser significativo (retornos crescentes). Isso pode ser um indício de que a escala e o efeito *learning by doing* podem apresentar significados semelhantes para o etanol, isto é, o aprendizado ocorre associado ao aumento da escala. O efeito *learning by searching* se mostrou significativo e elevado, embora, pelas estatísticas pós-estimação (em particular, o AIC), o modelo multivariado não constitua o melhor modelo.

Por fim, no caso da hidroeletricidade, o modelo univariado não apresentou efeito aprendizado significativo. Já os modelos multi e bivariados foram bastante semelhantes, com taxa de aprendizado de 7% e retornos crescentes de escala. Para o multivariado, o efeito *learning by searching* não foi significativo. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Kahouli-Brahmi (2009), o qual estimou *learning by doing* mundial de 2%, retornos crescentes de escala e *learning by searching* de -2%, e também por Kouvaritakis et al (2000), que computou taxa de 7,6% a partir de dados de países da OCDE.

6. FATORES DE ESTÍMULO À COMPETITIVIDADE DAS FONTES DE ENERGIA

A partir das estimativas de *learning curves*, é possível apontar os fatores necessários para estimular a competitividade de cada fonte, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Comparativo dos fatores necessários para aumentar a competitividade

Fatores necessários para aumentar a competitividade			
Tecnologia	<i>Learning by doing</i>	Escala	<i>Learning by searching</i>
Fotovoltaica	Baixo	Indiferente	Indiferente

Fatores necessários para aumentar a competitividade			
Tecnologia	<i>Learning by doing</i>	Escala	<i>Learning by searching</i>
Eólica	Indiferente	Indiferente	Baixo
Etanol	Indiferente	Retornos crescentes	Alto
Hidroeletricidade	Baixo	Retornos crescentes	Indiferente

Fonte: elaboração própria.

Com base nos resultados das estimações apresentadas na seção 5, há indícios de que a energia fotovoltaica se aproveitaria do efeito *learning by doing* e apresentaria retornos decrescentes de escala. Isso indica que sua maior necessidade é elevar a produção para aumentar a escala e dar oportunidade de ganhos de aprendizado conforme as tarefas são executadas, o que poderia ser atendido por meio de políticas que implementem leilões exclusivos, evitando a exposição da energia fotovoltaica à competição com outras fontes de energia, principalmente com as tradicionais. Além disso, tarifas *feed-in* e sistemas de cotas também poderiam ser usados para estimular o crescimento do fornecimento de energia fotovoltaica. Com base na velocidade da queda esperada na curva de custo, é recomendável que o benefício seja mantido em um intervalo de tempo limitado.

Para as demais fontes renováveis, como a eólica e o etanol, os resultados mostraram que o efeito de *learning by searching* foi um importante fator para a redução de custos. Para essas fontes de energia, os formuladores de políticas devem criar fundos de P&D que possam investigar novos caminhos para reduções de custos.

No caso da energia hidrelétrica, os resultados mostraram que os efeitos do *learning by searching* decorrentes dos gastos com P&D não foram eficazes para diminuir os custos, mas o efeito escala foi. Em outras palavras, quanto maior a capacidade instalada da planta, menor o custo unitário. Vale observar, entretanto, que nas últimas décadas têm se elevado as barreiras ambientais, dificultando a ampliação dos reservatórios e, conseqüentemente, a redução de custos mediante aumento da escala.

O efeito de escala também foi importante para a energia eólica no Brasil. Assim, tanto para a energia eólica, como para a hidrelétrica, leilões gerais poderiam ser aplicados, uma vez que ambas se mostraram competitivas e não necessitariam de leilões exclusivos.

7. CONCLUSÕES

Pelos resultados encontrados neste estudo, surpreendentemente o efeito *learning by doing* mostrou-se ainda importante para reduzir custos para fontes renováveis maduras como a hidrelétrica. O referido efeito também foi significativo para a energia fotovoltaica. Já o efeito escala foi fundamental para reduzir custos nos casos do etanol e da hidrelétrica no Brasil. O

efeito *learning by searching*, atrelado aos gastos com pesquisa e desenvolvimento, foi imperativo para reduzir os custos da energia eólica e etanol.

Em uma perspectiva geral, este trabalho permite concluir que, ao compreender os principais fatores direcionadores do aprendizado de cada tecnologia, políticas distintas podem ser utilizadas para se obter a desejada redução dos custos globais, permitindo a diversificação da matriz energética e sustentabilidade econômica e ambiental no setor de energia. Embora haja frequentes discussões a respeito dos incentivos necessários para alavancar o crescimento das energias emergentes, um dos condicionantes da construção do marco regulatório das novas tecnologias é a existência de poucos critérios objetivos para nortear as decisões dos agentes que fazem política pública. Os resultados deste estudo devem trazer luz à discussão, na medida em que as proposições geradas com base nos modelos teóricos e empíricos são consistentes e fruto de um extenso período de estudos.

REFERÊNCIAS

- ABELL, D., HAMMOND, J. (1979), **Cost Dynamics: Scale and Experience Effect**, in 'Strategic Market Planning – Problems and Analytical Approaches', Prentice Hall.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (2012), '**Programa de P&D Regulado pela ANEEL**', informação disponível em <<http://www.aneel.gov.br/>>, acesso em 29/11/2014.
- AYRES, R., MARTINÀS, K. (1992), '**Experience and the Life Cycle: Some Analytic Implications**', Technovation, 12 (7), 465-486.
- BERNDT, E. (1991), '**The Practice of Econometrics: Classical and Contemporary**', Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Co.
- BODDE, D. (1997), '**Riding the Experience Curve**', IEEE Engineering Management Review, 5 (2), 29-35.
- BOSTON CONSULTING GROUP (1970), '**Perspectives on Experience**', Michigan: Boston Consulting Group.
- CCEE – Câmara de Comercialização de Energia (2014), '**Resultados dos Leilões de Energia**', informação disponível em <http://www.ccee.org.br/portal/faces/aceso_rapido_footer/biblioteca_virtual?_adf.ctrl-state=1dtkj28qwd_4&assunto=Leil%C3%A3o&_afLoop=202449279565753>, último acesso em 01/12/2014.
- CLAESON, U. (1999), '**Experience Curves for Policymaking: the case of energy technologies**', IEA International Workshop, Stuttgart, Germany.
- DICKEY, D., FULLER, W. (1979), **Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root**, Journal of the American Statistical Association, vol. 74, n. 366: 427–431.
- ELLIOTT, G.; ROTHENBERG, T.; STOCK, J. (1996), **Efficient tests for an autoregressive unit root**, Econometrica 64: 813–836.
- FAAIJ, A., JUNGINGER, M. (2010), **Bioenergy**. In Technological Learning in the Energy Sector – Lessons for Policy Industry and Science. Martin Junginger et al (eds). Northampton: Edward Elgar.

FTC - Federal Trade Commission (2010), Horizontal Merger Guidelines.

GOLDEMBERG, J., COELHO, S., NASTARI, P., LUCON, O. (2004), **Ethanol Learning Curve – the Brazilian Experience**, Biomass and Bioenergy, v. 26, p. 301-304.

HETTINGA, W., JUNGINGER, M., DEKKER, S., HOOGWIJK, M., MCALOON, A., HICKS, K. (2009), **Understanding the Reductions in US Corn Ethanol Production Costs: an Experience Curve Approach**, Energy Policy, v. 37, p. 190-203.

IEA, (2000), **‘Experience Curves for Energy Technology Policy’**, International Agency, Paris.

ISOARD, S., SORIA, A. (2001), **Technical Change Dynamics: Evidence from the Emerging Renewable Energy Technologies**, Energy Economics, 23, 619-636.

JUNGINGER, M., FAAIJ, A., TURKENBURG, W., (2005), **Global Experience Curves for Wind Farms**, Energy Policy, 33, 133-150.

JUNGINGER, M., LAKO, P., NEIJ, L., ENGELS, W., MILBORROW, D., (2010), **‘Onshore Wind Energy’**, in ‘Technological Learning in the Energy Sector – Lessons for Policy Industry and Science’, Martin Junginger et al. (eds). Northampton: Edward Elgar.

KAHOULI-BRAHMI, S., (2008), **Technological Learning in Energy-Environment-Economy Modelling: a Survey**, Energy Policy, 36, (1), 138-162.

KAHOULI-BRAHMI, S., (2009), **‘Testing for the Presence of Some Features of Increasing Returns to Adoption Factors in Energy System Dynamics: An Analysis via the Learning Curve Approach’**, Ecological Economics, 68, 1195-1212.

KOUVARITAKIS, N., SORIA, A., ISOARD, S. (2000), **Modelling energy technology dynamics: methodology for adaptive expectations model with learning-by-doing and learning-by-searching**, International Journal of Global Energy Issues, v. 14 (1-4), p. 104–115.

KRAWIEC, F., THORNTON, J., EDESESS, M. (1980), **An Investigation of Learning Curves and Experience Curves**, Solar Energy Research Institute, U.S. Department of Energy, Available in <http://www.nrel.gov/docs/legosti/old/459.pdf>.

KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y (1992), **Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root**, Journal of Econometrics, 54, 159-178.

LAKO, P., JUNGINGER, M., NEIJ, L., ENGELS, W., LENSINK, S., (2010), **‘Offshore Wind Energy’**, in ‘Technological Learning in the Energy Sector – Lessons for Policy Industry and Science’, Martin Junginger et al. (eds), Northampton: Edward Elgar.

MCDONALD, A., SCHRATTENHOLZER, L. (2001) **Learning Rates for Energy Technologies**, Energy Policy, 29(4), p. 255-61.

MIKETA, A., SCHRATTENHOLZER, L. (2004), **Experiments with a Methodology to Model the Role of R&D Expenditures in Energy Technology Learning Process: First Results**, Energy Policy, v. 32, p. 1679-1692.

NEIJ, L., (1997), **Use of Experience Curves to Analyse the prospects for diffusion: a study based on experience curves and complementary bottom-up assessments**, Energy Policy, 36 (6), 2200-2211.

NEIJ, L., (1999), **Cost Dynamics of Wind Power**, Energy, 24, 375-389.

PARENTE, V., GOLDEMBERG, J., ZILES, R. (2002), **Comments on Experience Curves for PV Modules**. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, v. 10, p. 571-574.

RICOSTI, J., SAUER, I., (2013), **An Assessment of Wind Power Prospects in the Brazilian Hydrothermal System**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 19, 742-753.

SARK, W., NEMET, G., KAHOUALI-BRAHMI, S., NEIJ, L., WENE, C., (2010), **General Aspects and Caveats of Experience Curve Analysis**, in 'Technological Learning in the Energy Sector – Lessons for Policy, Industry and Science, Junginger et al (eds), Northampton: Edward Elgar Publishing Inc.

SEAE - Secretaria de Acompanhamento Econômico, SDE - Secretaria de Direito Econômico, (2001), **Portaria Conjunta SEAE/SDE nº 50**, de 1º de Agosto de 2001. Ministério da Fazenda e Ministério da Justiça.

TSUCHIYA, H., (2000), **'Learning Curve Cost Analysis for Model Building of Renewable Energy in Japan'**, in 'Experience Curves for Policy Making – The Case of Energy Technologies', Wene et al. (eds), Stuttgart: Band 67.

WATANABE, C., WAKABAYASHI, K., MIYAZAWA, T., (2000), **Industrial Dynamism and the Creation of Virtuous Cycle Between R&D, Market Growth and Price Reduction: the Case of Photovoltaic Power Generation (PV) Development in Japan**, Technovation, 20, 299-312.

WRIGHT, P., (1936), **Factors Affecting the Costs of Airplanes**, Journal of Aeronautical Sciences, 3, 122-128.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi financiada pela CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e pelo Programa de Pós-Graduação de Energia do Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo. Seu apoio foi essencial para o desenvolvimento do trabalho.

THE COMPETITIVENESS OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN A LEARNING CURVE APPROACH

ABSTRACT – The goal of this chapter is to estimate the effects of the learning process on the competitiveness of the main renewable energy sources, such as biomass (ethanol), hydroelectricity, wind power, and photovoltaic energy, and propose regulatory measures to encourage them. The learning curves approach adopted in this thesis considers three main effects to explain the reduction in production costs: the learning by doing effect, the scale effect and the learning by searching effect. The relevance of these three effects was identified for energy source, in order to assist in the incentives direction to promote renewable energy. The results showed that photovoltaic energy and hydroelectricity react to learning effect, though searching effect is not so important. Wind and ethanol are sensitive to searching effect. Scale effects determine the

wind and hydroelectricity prices. From these results, specific public measures are proposed for each renewable source.

KEYWORDS: Renewable energy, Learning curves, Public Policy.

CAPÍTULO 2

BALANÇO HÍDRICO DA BACIA DO ALTO PARAGUAI, HIDROLOGIA DO PANTANAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Hudson de Azevedo Macedo

<http://lattes.cnpq.br/6353067821826142>

Secretaria Municipal de Educação,
São Carlos-SP

José Cândido Stevaux

<http://lattes.cnpq.br/6786064255704972>

Universidade Estadual de Maringá,
Maringá-PR
Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul, Três Lagoas-MS

Ivan Bergier Tavares de Lima

<http://lattes.cnpq.br/1341263338653176>

EMBRAPA Informática, Campinas-SP

Aguinaldo Silva

<http://lattes.cnpq.br/3911884440040608>

Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul, Corumbá-MS

RESUMO – O armazenamento de água de uma bacia de drenagem determina a sua segurança hídrica. A quantidade de água retida na bacia pode ser medida por meio do cálculo do balanço hídrico, definido pelas entradas de água subtraídas das saídas. As medidas hídricas de entrada e saída em uma bacia de drenagem são onerosas, o que torna o uso de dados de sensoriamento remoto uma ferramenta de grande impacto socioeconômico para fins de gestão. Somado a isto, tem-se que estudos de disponibilidade hídrica com senso-

res orbitais são relativamente escassos para a Bacia do Alto Paraguai (BAP). Dessa forma, a partir do processamento de dados de precipitação do *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) e de evapotranspiração do *MODIS Global Evapotranspiration Project* (MOD16), o presente trabalho traz uma estimativa do balanço hídrico da BAP com sensores orbitais. Os resultados indicam que a BAP apresentou um superávit hídrico anual entre 2000 e 2014, muito embora os parâmetros hídricos anuais sejam pouco correlacionados. No entanto, parece haver fenômenos atmosféricos-climáticos que maximizam a correlação entre os parâmetros hidrológicos e a anomalia de temperatura com atrasos de 2 a 5 anos, presumivelmente via teleconexões climáticas defasadas com QBO e ENSO. Embora o balanço realizado mostre um excedente hídrico na bacia, esta condição pode estar se alterando devido às mudanças climáticas globais.

PALAVRAS-CHAVE: Processamento de Imagens, Oscilação Quasi-Bienal, El Niño – Oscilação Sul, MODIS, TRMM.

1. INTRODUÇÃO

Mudanças espaço-temporais em larga escala no balanço hídrico determinam a segurança hídrica de bacias hidrológicas. Como diversas atividades produtivas exigem

o uso de recursos hídricos (desde atividades agrícolas e processos industriais, além de geração de energia elétrica – e.g. hidrelétrica), certificar e garantir a água é de suma importância para o desenvolvimento socioeconômico de qualquer sociedade e, portanto, deve ser tratado com atenção.

O balanço hídrico nas bacias hidrográficas é definido pela relação entre as entradas de água subtraídas pela água que deixa o sistema. O saldo líquido é expresso por:

$$\Delta S = P - ET - Q_s \quad (1)$$

Em que ΔS é a variação líquida do volume de água armazenado; P é precipitação (Vinput); ET é evapotranspiração (Voutput); e Q_s é a vazão da bacia (Houtput).

A medição de variáveis de observação terrestre em larga escala é onerosa nas bacias hidrográficas, devido a dificuldades no acesso e manutenção de equipamentos. Como resultado, os dados orbitais de sensoriamento remoto tornaram-se muito úteis e uma fonte confiável de informações hidrológicas na superfície da Terra. Além disso, várias bacias de drenagem no Brasil têm limitações hidrológicas de dados *in situ*, e a maioria dos estudos é realizada apenas em pequenas áreas ou com base em abordagens simplificadas (GALDINO; CLARKE, 1997; NUNES et al., 2016; MACEDO et al., 2019). Poucos estudos consideram o conjunto de estações pluviométricas disponíveis para estudar mudanças de longo prazo no Pantanal (e.g. BERGIER et al., 2018).

De maneira geral, os estudos da hidrologia da Bacia do Alto Paraguai (BAP) baseiam-se apenas em medições *in situ* de estações de medição (precipitação, cota e vazão fluvial), sendo a estação fluviométrica Ladário a principal referência, pois fornece dados do nível do rio de 1900 até os dias atuais. Exemplos de tais estudos são aqueles desenvolvidos por Hamilton et al. (1996), Clarke et al. (2003), Prass et al. (2012) e Bergier (2013). Em outro estudo, Modelo de Mistura Espectral Linear (SHIMABUKURO et al., 1998) em imagens de índice de vegetação MODIS foi utilizado no estudo e quantificação da dinâmica de inundação do Pantanal (PADOVANI, 2010). Outros autores usaram modelos numéricos ou baseados em processos para simular trajetos de fluxo de água em todo a BAP por meio da interpolação de dados meteorológicos (BRAVO et al., 2012; PAZ et al., 2014).

Apesar de toda essa pesquisa, até o momento, poucos estudos foram realizados para obter o balanço hídrico da BAP usando dados orbitais (por exemplo, PENATTI et al., 2015). Nesta perspectiva, o presente artigo apresenta novas informações para a compreensão do regime hidrológico da BAP, propondo um novo método de estimativa do balanço hídrico, que, em geral, reflete o estado futuro ou condição hidrológica de todo o Pantanal. Além disso, o artigo também fornece uma avaliação de como os parâmetros hidrológicos estão relacionados (por meio de análise estatística de regressão linear), a fim de entender melhor a dinâmica hidrológica da bacia e como ela é afetada pelas características do Pantanal. Além do balanço hídrico da bacia, o escopo deste trabalho é fornecer uma ferramenta que permita cálculos e estimativas de precipitação e evapotranspiração em escalas mensais e anuais. A proposta é realizar o balanço

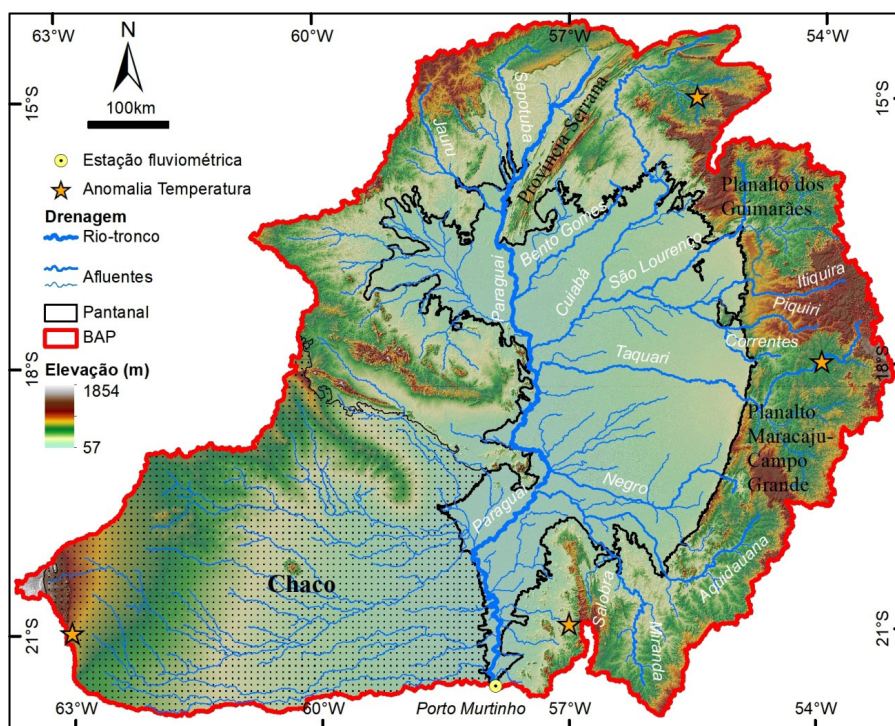
hídrico (c.f. Eq.1) da bacia de drenagem do rio Paraguai, com área de captação determinada em função da estação fluviométrica de Porto Murtinho (Figura 1).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área estudada

A BAP tem seu exutório na fronteira entre Brasil e Paraguai, com uma área de aproximadamente 600.000 quilômetros quadrados na Bolívia, Paraguai e Brasil, com 362.376 km² neste último, dos quais 48% estão no estado de Mato Grosso e 52% no Mato Grosso do Sul. A área da bacia delimitada neste estudo é um pouco menor, pois tem sua saída a montante da foz do rio Apa: 583.798,25 km². A BAP possui três regiões distintas: o Planalto, o Pantanal e o Chaco (Figura 1).

Figura 1 – Bacia de drenagem do rio Paraguai com exutório na estação fluviométrica de Porto Murtinho. Rede de drenagem e limites da bacia obtidos por meio de método automático (ESRI, 2010). Dados de elevação: SRTM 90m. Limites do Pantanal de acordo com Padovani (2010). Anomalias de temperatura obtidas em NOAA (2018).
Projeção cilíndrica, datum WGS-84.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O planalto é uma região alta, com altitude superior a 200 m e pode chegar a 1400 m de altitude. Possui drenagem bem definida e convergente, localizada na porção leste e norte da BAP, quase inteiramente no território brasileiro. O Pantanal é uma região mais baixa, localizada no centro da bacia, onde os rios inundam as planícies e alimentam um complexo sistema de drenagem distributiva que inclui milhares de lagos, córregos divergentes e multicanais (*anabranching*) e áreas sazonais de inundação e drenagem. O Chaco, um sistema de drenagem

endorrêico ou indefinido que termina em pântanos e lagos, está localizado na fronteira oeste do Brasil e tem uma precipitação anual inferior a 1000 mm.

O clima predominante da bacia, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo tropical úmido e seco ou tropical de savana - AW, com temperaturas médias anuais em torno de 25° C. Nos meses de setembro a dezembro as temperaturas podem exceder 40° C. Entre maio e julho, a temperatura diminui drasticamente devido à entrada de massa de ar frio proveniente do sul. A precipitação média anual da BAP varia entre aproximadamente 800 mm em algumas regiões da fronteira do Brasil com a Bolívia (Chaco) e quase 2000 mm em algumas regiões no norte da bacia (CLARKE et al, 2003). As chuvas ocorrem principalmente nos meses de verão, com os invernos geralmente secos. A maioria das chuvas anuais ocorre de novembro a março, enquanto que de abril a setembro é o período mais seco (MARENGO et al, 2015). Uma característica importante da bacia é o forte gradiente de precipitação que existe na direção norte-sul e leste-oeste (ASSINE et al., 2015).

A morfologia do Pantanal é composta por um grande número de depressões que, quando cheias de água, formam uma paisagem de pequenos lagos, que se interconectam nas águas altas, represando-os depois que o nível dos rios é menor. Portanto, grande parte da água a montante é retida na planície, transformando a região em um imenso reservatório.

As planícies aluviais que compõem o Pantanal, portanto, funcionam como um grande reservatório que retém a maior parte da água do planalto, regulando assim o fluxo do rio Paraguai e seus afluentes no Pantanal. Devido às características geomorfológicas (gradiente topográfico) e sedimentares do Pantanal, ocorre o fenômeno do pulso de inundação, que corresponde à defasagem do pico de cheia registrado de montante a jusante. O pulso de inundação ocorre em sistemas de canal simples e foi descrito pela primeira vez por Junk et al. (1989). Do ponto de vista ecológico, o pulso de inundação é a principal força de controle e configuração da biota em um sistema canal-planície (JUNK et al., 1989). Esse fenômeno, característico dos sistemas fluviais com planície de inundação, foi documentado no Pantanal no estudo de Padovani (2010), no qual as áreas inundadas foram mapeadas em uma série temporal do ano de 2006. Curiosamente, mesmo no final do ciclo, uma boa quantidade de água ainda permanece na planície, indicando que as águas que entram no sistema em um determinado ano afetam o balanço hídrico no ano seguinte.

Durante o período em que os rios permanecem no seu leito e não há precipitações, o volume de água retida na planície diminui sob o efeito da evapotranspiração e da infiltração que abastece o lençol freático. Essa característica mostra, resumidamente, o balanço hídrico do Pantanal nos períodos de seca, o que pode ser a causa da diminuição da vazão a jusante, detectada em alguns pontos do Pantanal, como o que ocorre no rio Cuiabá (TUCCI; GENZ, 1997). No entanto, a grande quantidade de água que permanece na planície é clara, mesmo nos tempos secos, fato que influencia a inundação dos anos seguintes.

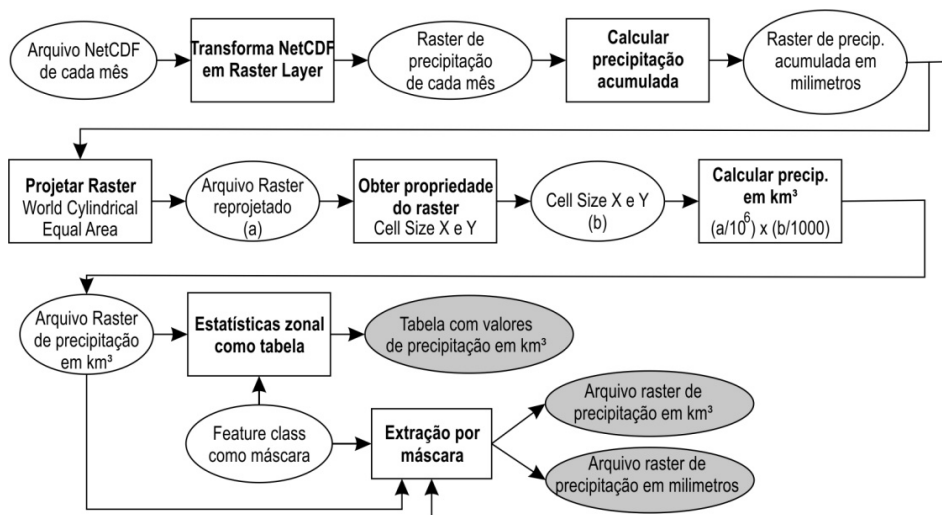
2.2. Conjunto de dados e processamentos

O presente trabalho estima o balanço hídrico da bacia do rio Paraguai acima da estação de medição de Porto Murtinho usando dados de precipitação (Vinput), evapotranspiração

(Voutput) e vazão fluvial (Houtput). Os dados de precipitação do *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), com resolução espacial de 0,25°, foram utilizados para calcular Vinput (HUFFMAN et al, 2007). A precipitação foi estimada usando o produto TRMM-3B43, que apresenta valores da taxa de precipitação mensal. Os dados da taxa de precipitação do produto 3B43 foram convertidos em precipitação acumulada (em km³).

A evapotranspiração na bacia foi estimada usando dados MOD16A2 do *Numerical Terradynamic Simulation Group* - NTSG (MU et al, 2007; MU et al, 2011; MU et al, 2013). Os produtos MOD16A2 (resolução espacial de 0,05°) do NTSG foram convertidos em km³ para cada mês em cada ano. Os valores dos pixels foram então integrados para obter a evapotranspiração anual da bacia. Para executar com êxito os cálculos do balanço hídrico da BAP, uma ferramenta (modelo) foi desenvolvida por meio do ArcGIS Model Builder 10 (ESRI, 2010). Esta ferramenta está disponível para uso em outras regiões do mundo (consultar Material Complementar). As figuras 2 e 3 apresentam uma simplificação do fluxograma das ferramentas e as integrações dos dados que fornecem os mapas anuais de precipitação e evapotranspiração. Os dados de evapotranspiração fornecidos pelo NTSG têm valores nulos iguais a 32767. Dessa forma, esses dados foram processados primeiro para eliminar pixels com os valores citados. Portanto, é recomendável que, se os arquivos NTSG originais forem usados, eles sejam processados para eliminar os pixels de valor nulo (32767). Uma alternativa é usar os arquivos fornecidos no material complementar.

Figura 2 – Fluxograma do modelo para cálculo da precipitação anual. Os retângulos indicam processos e as elipses produtos. Elipses escuras significam parâmetros de saída.



Fonte: Elaborado pelos autores

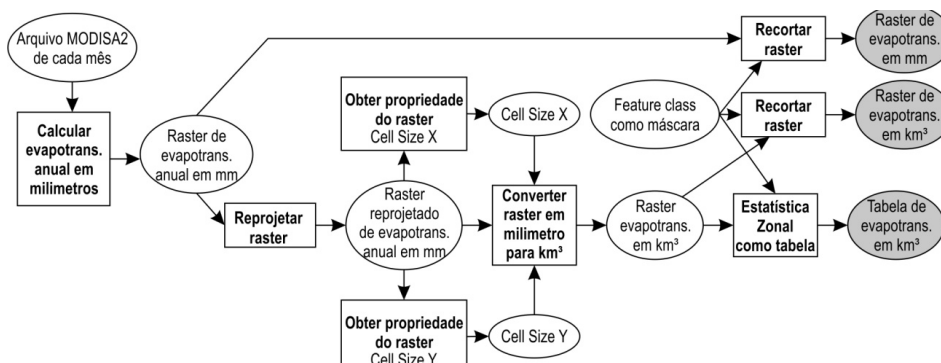
Além da precipitação e evapotranspiração anuais, também foram calculados os valores mensais desses dois parâmetros hidrológicos. Para esta tarefa, também foi criada uma ferramenta usando o *Model Builder*. Essa ferramenta calcula a precipitação e evapotranspiração mensais (jan-dez) em milímetros e faz uma análise estatística (valores mínimos, máximos e médios) da área considerada (neste caso, a BAP). Dessa forma, foi possível calcular a precipitação e a evapotranspiração mensais, em quilômetros cúbicos (km³), entre 2000 e 2014,

convertendo os valores de milímetros para quilômetros e multiplicando pelo valor da área da bacia em quilômetros quadrados (583.798,25 km²).

Os parâmetros hidrológicos foram convertidos em quilômetros cúbicos para permitir a comparação com os valores de descarga da bacia, que tem sua medida em valores de volume por unidade de tempo (m³/s). Portanto, os valores do balanço hídrico apresentados devem ser entendidos como o volume de água que entra ou sai da bacia por um ano (km³/ano), igualando todos os parâmetros hidrológicos para a mesma unidade de medida.

A vazão de saída da bacia (Houtput) foi determinada usando os dados de vazão da estação de Porto Murinho, calculados pela curva-chave disponível no site da Agência Nacional de Águas (ANA, 2018). As descargas mensais médias foram construídas por meio das descargas calculadas na estação. O volume total de saída de água da bacia foi calculado como equivalente à área abaixo da vazão média mensal. Os meses foram transformados em segundos e a área foi calculada pelo método da matriz de Gauss. Para essa operação, uma planilha eletrônica foi utilizada (ver Material Complementar).

Figura 3 – Fluxograma do modelo de cálculo de evapotranspiração anual. Os retângulos indicam processos e as elipses produtos. As elipses escuras significam parâmetro de saída.



Fonte: Elaborado pelos autores

Os valores obtidos (P, ET e Qs), mensais e anuais, foram posteriormente submetidos à análise estatística (regressão linear) para entender a relação entre os parâmetros hidrológicos da BAP. Para analisar a relação entre os parâmetros hidrológicos, o coeficiente de correlação linear (r) e o erro padrão da estimativa foram utilizados para avaliar como as variáveis (P, ET e Qs) se relacionam e se é possível estimar uma (variável dependente) como função de outra (variável independente). As análises de regressão foram realizadas usando a ferramenta Microsoft Excel © Data Analysis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de precipitação, evapotranspiração, vazão e balanço hídrico anual para os quinze anos medidos entre 2000 e 2014 são apresentados na Tabela 1 e Figura 4. As distribuições espaciais da precipitação e evapotranspiração anuais são mostradas na Figura 5.

Tabela 1 – Valores anuais de precipitação, evapotranspiração, descarga líquida e balanço hídrico do BAP (especialmente para P e ET, ver Figura 4)

Ano	Precipitação (km ³)	Evapotranspiração (km ³)	Descarga (km ³)	Balanço hídrico (km ³)
2000	721,9	274,0	63,1	384,8
2001	753,8	297,5	53,1	403,1
2002	592,1	236,1	68,4	287,6
2003	784,3	305,0	67,6	411,7
2004	740,1	260,1	63,1	417,0
2005	718,5	254,8	54,5	409,2
2006	783,6	323,2	73,8	386,7
2007	685,1	397,6	72,7	214,7
2008	711,7	457,5	75,4	178,8
2009	751,1	489,1	48,5	213,5
2010	597,2	478,0	64,6	54,6
2011	775,1	495,0	85,7	194,4
2012	742,7	493,8	51,4	197,4
2013	720,2	449,8	62,0	208,4
2014	874,7	515,2	89,3	270,2

Fonte: Elaborado pelos autores

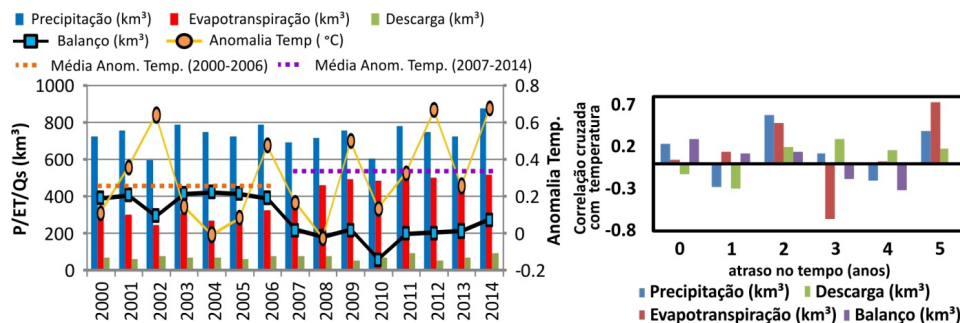
De acordo com os valores apresentados na Tabela 1, a variação interanual da precipitação da BAP foi de 282,5 km³ (máximo em 2014: 874,6 km³ e mínimo em 2002: 592,1 km³). A precipitação média anual na BAP no período foi de 730 km³ (~ 1250 mm), com desvio padrão (σ) de 70,4 km³. A variação interanual na evapotranspiração foi de 279,1 km³ (máximo em 2014: 515,2 km³ e mínimo em 2002: 236,1 km³). A evapotranspiração média anual no BAP foi de 381,8 km³ (~ 654 mm) com σ igual a 105,1 km³. Por outro lado, a variação interanual da vazão da bacia foi de 40,8 km³ (máximo em 2014: 89,3 km³ e mínimo em 2009: 48,5 km³). A vazão média anual foi de 66,2 km³ (~ 2099 m³/s) com σ igual a 11,9 km³. Em média, a evapotranspiração anual foi 48% menor que a precipitação anual e a vazão anual foi 91% e 81% menor que a precipitação e evapotranspiração, respectivamente.

Nos quinze anos analisados, o balanço hídrico da BAP sempre foi positivo, indicando que a bacia apresentou excedente hídrico, mesmo nos anos mais secos, como no caso de 2010, que teve a segunda menor taxa de precipitação e taxa elevada de evapotranspiração (Tabela 1). Importante salientar que esse excedente tem sido mantido por “condições ótimas”, as quais podem estar mudando (BERGIER et al., 2018; THIELEN et al., 2020).

O balanço hídrico da BAP permaneceu relativamente constante (~ 400 km³, Figura 4) nos primeiros sete anos analisados (com exceção de 2002). A partir de 2007, a bacia reduziu seu

armazenamento de água, atingindo o menor valor em 2010. No ano seguinte, a capacidade de armazenamento aumentou para $\sim 200 \text{ km}^3$, mantendo-a por dois anos consecutivos e crescendo um pouco em 2014 ($\sim 270 \text{ km}^3$, Figura 4).

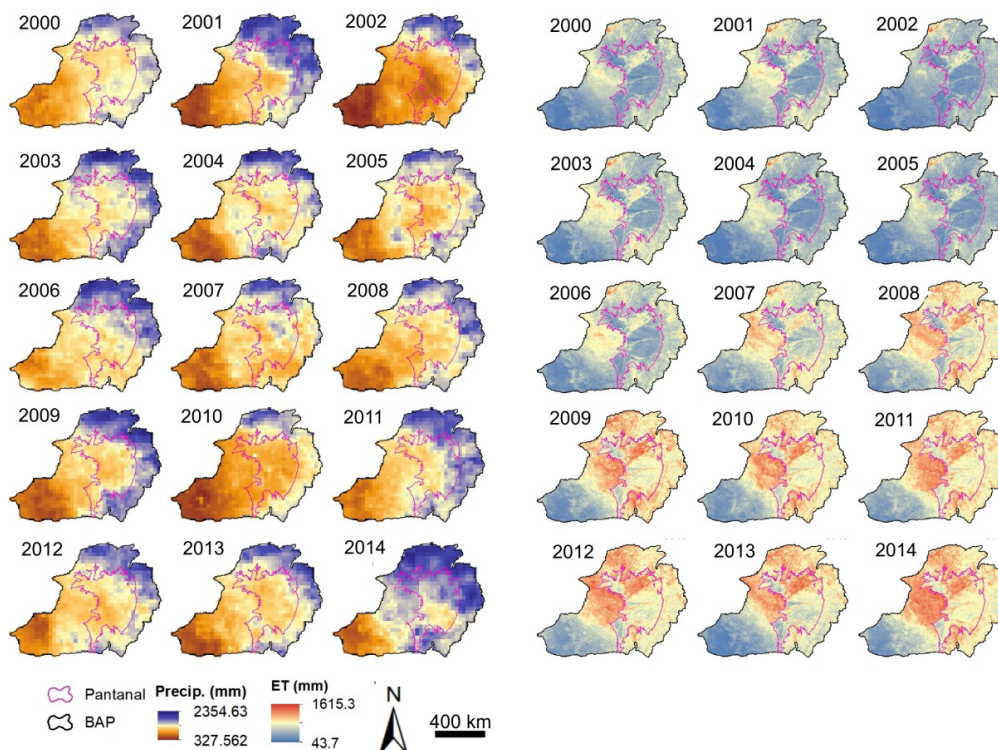
Figura 4 – Parâmetros do balanço hídrico da BAP comparados às variações de temperatura. Dados de anomalia de temperatura obtidos em <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series>. Para a localização dos pontos medidos, consulte a Figura 1.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A diminuição no armazenamento de BAP pode ser explicada principalmente pelo aumento da evapotranspiração anual a partir de 2006/2007. Um aumento na ET também foi verificado por Penatti et al. (2015), a partir de novembro de 2006.

Figura 5 – Espacialização da precipitação e evapotranspiração anual na BAP (em milímetros) entre 2000 e 2014 a partir dos dados TRMM e MODIS.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Alguns anos da série analisada apresentaram particularidades. Em 2002, por exemplo, a ET anual era menor do que em anos anteriores, mas a precipitação era muito menor, com uma descarga razoavelmente alta. O ano de 2010 foi particularmente seco, provavelmente devido à baixa taxa de chuvas e, principalmente, à alta taxa anual de ET. A BAP recupera seu armazenamento de água a partir de 2011, aumentando as taxas de precipitação, apesar do aumento na taxa anual de evapotranspiração. De acordo com a Figura 4, o aumento na ET anual não está significativamente correlacionado com o aumento da anomalia de temperatura (AT) na bacia ($r = 0,290$; $n = 15$). No entanto, a AT média no período de 2007 a 2014 foi $0,08^{\circ}\text{C}$ maior em comparação com 2000-2006 (Figura 4), sugerindo uma possível conexão defasada entre o aumento da temperatura e a ET.

Além disso, a análise de correlação cruzada entre AT e os outros parâmetros hídricos sugere que as correlações são maximizadas com atrasos de tempo de 2 e 5 anos em relação a temperatura (especialmente para P e ET, veja a Figura 4). Esse resultado pode sugerir a ocorrência de teleconexões entre a hidrologia da BAP com fenômenos climatológicos, como a oscilação quase bienal (QBO) e a oscilação sul do El Niño (ENSO), respectivamente (YUAN et al., 2014). No entanto, estudos adicionais, preferencialmente com séries de dados mais longas, serão necessários para avaliar essa hipótese. Outra informação que pode ser extraída dos mapas de precipitação (Figura 5) é o conhecido padrão de chuvas na bacia, onde são maiores nos planaltos e menores no Pantanal e no Chaco.

Para toda a BAP, embora a evapotranspiração anual apresente baixa correlação com a precipitação anual ($r = 0,236$; $n = 15$), os mapas de distribuição espacial desses dois parâmetros (Figura 5) mostram que há uma tendência geral para o primeiro ser maior em regiões onde a precipitação é maior e vice-versa. Por exemplo, a região do Chaco possui as menores taxas anuais de precipitação e evapotranspiração. A correlação entre esses dois parâmetros hídricos da BAP já foi demonstrada no trabalho de Penatti et al. (2015), em que foram analisados valores mensais, e não anuais.

Embora a diferença de resolução entre os produtos TRMM-3B43 e MOD16A2, essa diferença não interfere nas análises de correlação entre os parâmetros hidrológicos utilizados neste estudo, uma vez que testes revelaram que os valores anuais de evapotranspiração calculados para resolução espacial de $0,25^{\circ}$ não mostraram uma diferença significativa ($-2,4\text{ km}^3$ em média, equivalente a $-0,7\%$) em relação aos valores calculados para resolução de $0,05^{\circ}$. Portanto, os valores de ET e P são relativos às resoluções espaciais originais de seus respectivos produtos e isso não implica grandes alterações nos valores anuais de evapotranspiração.

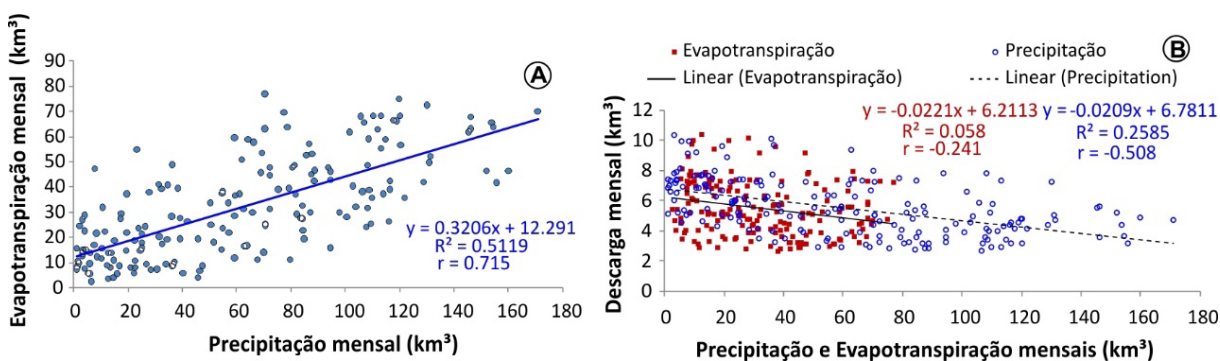
No presente trabalho, também foi realizada análise pixel a pixel, que mostra uma correlação espacial razoável entre precipitação e evapotranspiração na BAP. Nesta análise, verificou-se que a evapotranspiração apresenta correlação moderada com a precipitação ($r = 0,438$; $n = 11,955$), na qual *P* aumenta com o aumento de *ET* (relação direta), confirmando o que foi observado nos mapas anuais de precipitação e evapotranspiração (Figura 5). Das três áreas que compõem a BAP, o Chaco apresenta a maior correlação entre os dois parâmetros

hidrológicos ($r = 0,593$, $n = 3,450$). O Pantanal ($r = 0,154$, $n = 3015$) e o Planalto ($r = 0,007$, $n = 5,490$) apresentam baixa correlação.

A correlação entre precipitação e evapotranspiração também foi verificada com valores mensais e não anuais e observou-se que a evapotranspiração se correlaciona bem com a precipitação ($r = 0,715$; $n = 180$) nos quinze anos analisados, com relação direta (Figura 6A). A análise de regressão linear também mostrou que a evapotranspiração mensal de BAP pode ser calculada por meio de precipitação mensal, mas esse procedimento leva a um erro padrão de $\pm 13.731 \text{ km}^3$ (Figura 6A), o que inviabiliza o uso da precipitação como valor de referência para estimar a evapotranspiração, pois esse erro daria a essa estimativa uma grande incerteza.

A descarga mensal também foi analisada e verificou-se que esta possui uma relação inversa com a precipitação e a evapotranspiração mensais (Figura 6B). Além disso, a correlação entre descarga mensal e precipitação mensal pode ser considerada moderada ($r = -0,508$; $n = 180$), mas o mesmo não pode ser dito para a evapotranspiração mensal ($r = -0,241$; $n = 180$).

Figura 6 – Correlação entre precipitação, evapotranspiração e descarga na BAP. A) correlação entre precipitação e evapotranspiração mensais. B) correlação entre precipitação / evapotranspiração mensal e descarga mensal na BAP.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A relação inversa contra-intuitiva entre precipitação e descarga deve ser desencadeada pelo pulso de inundação do Pantanal, que atrasa o fluxo ao longo do rio Paraguai. Esse fenômeno, já descrito em vários outros trabalhos no Pantanal (por exemplo, ASSINE et al., 2015; CLARKE et al, 2003; TUCCI; GENZ, 1997), causa o atraso do pico de inundação, no qual as maiores taxas de descarga no rio Paraguai ocorrem atrasadas com o período chuvoso em toda a bacia. Assim, os meses com maior valor de descarga (julho/agosto) também são os meses com menor precipitação mensal. No caso da evapotranspiração, a relação inversa com a descarga ocorre principalmente porque o período de maior descarga ocorre nos meses de temperaturas mais baixas (inverno), o que leva a menores taxas de evapotranspiração.

Embora a correlação seja fraca, a vazão mensal pode ser estimada a partir da precipitação mensal ou evapotranspiração, no entanto, com erros padrões de $\pm 1,55$ e $\pm 1,75$ quilômetros cúbicos, respectivamente (Figura 6B). À primeira vista, esses erros podem parecer

insignificantes, mas é importante lembrar que o baixo coeficiente de correlação inviabiliza a estimativa da descarga por meio da precipitação ou evapotranspiração mensais. Além disso, esses valores representam um erro médio em torno de 25 %, o que pode ser considerado alto para os valores de descarga mensal.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho mostra que a BAP é uma bacia de drenagem que apresenta um excedente hídrico. Entretanto, essa condição hidrológica pode estar mudando por conta das mudanças climáticas que vêm ocorrendo, pois o aumento da frequência de chuvas torrenciais, além de aumentar a taxa de avulsão por assoreamento, pode ter como efeito a redução de água disponível na planície e aumentar incêndios. São laços de retroação, entre eles o desmatamento da Amazônia, que no longo prazo podem diminuir o estoque de água na planície pantaneira. Mudança do clima e desmatamento têm laços de retroação que dificultam a capacidade de previsão.

Os modelos desenvolvidos com o ArcGIS 10 Model Builder permitiram otimizar a estimativa, tanto de precipitação como de evapotranspiração anuais e mensais, na BAP. Com essas ferramentas, é possível calcular a precipitação e evapotranspiração mensal e anual da BAP e de outras regiões da Terra visitadas por esses sensores orbitais. A otimização nos cálculos se deve principalmente à automação em várias etapas de assimilação dos dados TRMM e MODIS, reduzindo a chance de erros e o tempo necessário para gerar os produtos.

Os valores anuais de precipitação não apresentaram boa correlação com os valores anuais de evapotranspiração, talvez devido ao baixo número de anos medidos (2000 a 2014). Outro achado importante é que os valores de vazão anual da bacia também não se correlacionam bem com os outros dois parâmetros medidos. A precipitação e a evapotranspiração na BAP apresentam boa correlação quando analisadas mensalmente. Entretanto, quando comparadas às descargas mensais, a precipitação e a evapotranspiração mensais apresentaram correlação moderada e baixa, respectivamente. A correlação entre precipitação e descarga reflete a dinâmica do pulso de inundação no Pantanal. A evapotranspiração tem relação com a descarga associada à dinâmica climatológica da BAP e ao pulso de inundação do Pantanal.

Os valores do balanço hídrico mostram que há uma tendência geral de diminuir a quantidade de água armazenada na BAP no intervalo de tempo avaliado. Essa tendência pode resultar do aumento da evapotranspiração anual na bacia, que a partir de 2007 atingiu valores próximos a 400 km³/ano. Não foi possível determinar exatamente a causa do aumento da evapotranspiração na BAP a partir de 2007, mesmo considerando as alterações na anomalia de temperatura da bacia. No entanto, a análise de correlação cruzada sugere que esse parâmetro e a precipitação apresentam maiores correlações com a temperatura com atrasos de 2 a 5 anos, possivelmente devido a fenômenos climático-atmosféricos como QBO e ENSO, respectivamente, que devem ser abordados e avaliados em estudos futuros.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2014/06889-2), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 443437/2014-9, 431253/2018-8), Embrapa Macroprograma (SEG 03.17.00.047 .00.00) e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - FUNDECT (TO: 083/2016) pelo apoio financeiro às nossas pesquisas na Bacia do Pantanal; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), mediante concessão de bolsa ao primeiro (169329/2017-8) e segundo autores (304863/2015).

6. MATERIAL COMPLEMENTAR

A ferramenta para calcular a precipitação e evapotranspiração mensais e anuais está disponível em <http://twixar.me/COFK>. A ferramenta para calcular a descarga mensal e anual na bacia está disponível em <http://twixar.me/cOFK>. Os arquivos MOD16A2 estão disponíveis em <http://twixar.me/3DFK>. Os arquivos TRMM estão disponíveis em <http://twixar.me/KDFK>. Um tutorial para usar a ferramenta está disponível em <http://twixar.me/1DFK>.

REFERÊNCIAS

- ANA. **Sistema de Informação Hidrológica**. 2018. Disponível em: www.hidroweb.ana.gov. Acesso em 01/06/2018.
- ASSINE, M. L.; MACEDO, H. A.; STEVAUX, J. C.; BERGIER, I.; PADOVANI, C.; SILVA, A. Avulsive Rivers in the Hydrology of the Pantanal Wetland. In: BERGIER, I.; ASSINE, M. L. (Ed.), **Dynamics of the Pantanal Wetland in South America – The Handbook of Environmental Chemistry**, v. 37. Berlin, Heidelberg: Springer, 2015. 4, p. 83-110. DOI: 10.1007/698_2015_35.
- BERGIER, I. Effects of highland land-use over lowlands of the Brazilian Pantanal. **Science of The Total Environment**, v.463-464, p. 1060-1066, 2013. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.06.036.
- BERGIER, I.; ASSINE, M. L.; MCGLUE, M.; ALHO, C.; SILVA, A.; GUERREIRO, R. L.; CARVALHO, J.C. Amazon rainforest modulation of water security in the Pantanal wetland. **Science of The Total Environment**, v. 619-620, p. 1116-1125, 2018. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.163.
- BRAVO, J.; ALLASIA, D.; PAZ, A.; COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. Coupled hydrologic–hydraulic modeling of the Upper Paraguay River Basin. **Journal of Hydrologic Engineering**, v.17, p. 635-646, 2012. DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000494.
- CLARKE, R. T.; TUCCI, C. E.; COLLISCHONN, W.. Variabilidade temporal no regime hidrológico da bacia do rio Paraguai. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, p. 201-211, 2003.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. **ArcGIS 10**. Redlands, California, United States of America, 2010.
- GALDINO, S.; CLARKE, R. T. **Probabilidade de ocorrência de cheia no Rio Paraguai, em Ladário, MS Pantanal**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997.

- HAMILTON, S. K.; SIPPEL, S. J.; MELACK, J. M. Inundation patterns in the Pantanal wetland of South America determined from passive microwave remote sensing. **Archiv fur Hydrobiologie**, v. 137, p. 1-23, 1996.
- HUFFMAN, G. J.; ADLER, R. F.; BOLVIN, D. T.; GU, G.; NELKIN, E. J.; BOWMAN, K. P.; HONG, Y.; STOCKER, E.F.; WOLFF, D.B.. The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales. **Journal of Hydrometeorology**, v. 8, p. 38-55, 2007. DOI: 10.1175/JHM560.1.
- JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. The flood pulse concept in River-Floodplain systems. In: D.P. Dodge [ed.] **INTERNATIONAL LARGE RIVER SYMPOSIUM**, v. 106, 1989, Ontario, Canada, Proceedings..., Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 1989, p. 110-127.
- MACEDO, H.A.; STEVAUX, J.C.; SILVA, A.; MERINO, E.R.; LO, E.L.; ASSINE, M.L. Hydrosedimentology of the Paraguay River in the Corumbá fluvial reach, Pantanal wetland. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 2, p.255-271, 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i2.1500.
- MARENGO, J.; SAMPAIO G.; ALVES, L. M. Climate change scenarios in the Pantanal. In: BERGIER, I.; ASSINE, M.L. (Ed.) **Dynamics of the Pantanal Wetlands in South America – The Handbook of Environmental Chemistry**, v. 37. Berlin, Heidelberg: Springer, 2015. 12, p. 227-238. DOI: 10.1007/698_2015_357.
- MU, Q.; HEINSCH, F. A.; ZHAO, M.; RUNNING, S. W.. Development of a global evapotranspiration algorithm based on MODIS and global meteorology data. **Remote Sensing of Environment**, v.111, p. 519-536, 2007. DOI:10.1016/j.rse.2007.04.015.
- MU, Q.; ZHAO, M.; Running, S. W.. Improvements to a MODIS global terrestrial evapotranspiration algorithm. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, p. 1781-1800, 2011. DOI:10.1016/j.rse.2011.02.019.
- MU, Q.; ZHAO, M.; RUNNING, S. W.. **MODIS Global Terrestrial Evapotranspiration (ET) Product (NASA MOD16A2/A3) - Algorithm Theoretical Basis Document: Collection 5**. Missoula: NASA Headquarters. 2013.
- NOAA. **National Centers for Environmental information, Climate at a Glance**: Global Time Series, published May 2018, retrieved on June 13, 2018 from <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/>
- NUNES, M. C.; NEVES, S. A.; NEVES, R.; NERY, J. T. Comportamento da precipitação pluvial no município de Cáceres Pantanal Mato-Grossense no período de 1971 a 2011. **Científica**, v. 44, n. 3, p. 271-278, 2016.
- PADOVANI, C. R. **Dinâmica das Inundações do Pantanal**. 2010. Tese (doutorado em Ecologia Aplicada) – USP/ESALQ, Piracicaba-SP.
- PAZ, A. R.; COLLISCHONN, W.; BRAVO, J. M.; BATES, P.; BAUGH, C.. The influence of vertical water balance on modelling Pantanal (Brazil) spatio-temporal inundation dynamics. **Hydrological Processes**, v. 28, p. 3539-3553, 2014. DOI: 10.1002/hyp.9897.
- PENATTI, N. C.; ALMEIDA, T.S.R.; FERREIRA, L.G.; ARANTES, A.E.; COE, M.T.. Satellite-based hydrological dynamics of the world's largest continuous wetland. **Remote Sensing of Environment**, v. 170, p. 1-13, 2015. DOI: 10.1016/j.rse.2015.08.031.

PRASS, T. S.; BRAVO, J. M.; CLARKE, R. T.; COLLISCHONN, W.; LOPES, S. R.. Comparison of forecasts of mean monthly water level in the Paraguay River, Brazil, from two fractionally differenced models. **Water Resources Research**, v. 48, p. 1-13, 2012. DOI:10.1029/2011WR011358.

SHIMABUKURO, Y. E.; NOVO, E. M. L. M.; PONZONI, F. J. Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 1729-1737, 1998. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/5057/7206>.

THIELEN, D.; SCHUCHMANN, K.L.; RAMONI-PERAZZI, P.; MARQUEZ, M.; ROJAS, W.; et al. Quo vadis Pantanal? Expected precipitation extremes and drought dynamics from changing sea surface temperature. **PLOS ONE**, v. 15, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227437>

TUCCI, C. E.; GENZ, F. Caracterização hidrológica da BAP. In: UFRGS-IPH (Ed.), **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai-PCBAP**. Brasília: Ministério de Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997, p. 181-264.

VALERIANO, M. d.; SALVI, L. L.; ARAGÃO, J. R. Relações entre a distribuição da precipitação e o relevo da bacia do alto Paraguai. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 4., 2012, Bonito-MS, *Anais...* São José dos Campos-SP: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2012. p. 289-298.

YUAN, W.; GELLER, M. A.; LOVE, P. T. ENSO influence on QBO modulations of the tropical tropopause. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 140, p. 1670-1676, 2014. DOI: 10.1002/qj.2247.

WATER BALANCE OF THE UPPER PARAGUAY RIVER BASIN, PANTANAL HYDROLOGY AND CLIMATE CHANGES

ABSTRACT – Water storage in a drainage basin determines its water security. The quantity of water retained in the watershed can be measured by means of the water balance calculation. This balance can be defined by the input of water subtracted from the outputs. However, for the Pantanal, the measurements of water inlet and outlet are expensive, which makes the use of remote sensing data a high impact tool with clear socioeconomic advantages. Studies of water availability with orbital sensors are relatively scarce in the Upper Paraguay Basin (BAP). This work is an attempt to estimate the BAP water balance using rainfall and evapotranspiration remote sensing data from the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) and the MODIS Global Evapotranspiration Project (MOD16), respectively. The results indicate that BAP had an annual surplus of water between 2000 and 2014, though water parameters seem weakly correlated at annual basis. However, there may be atmospheric-climatic phenomena that maximize the correlation between the hydrological parameters and the temperature anomaly with delays of 2 to 5 years, suggesting lagged teleconnections with QBO and ENSO. Although the balance accomplished shows a surplus of water in the basin, this condition may be changing due to global climate change.

KEYWORDS: Image Processing, Quasi Biennial Oscillation, El Niño – Southern Oscillation, MODIS, TRMM.

CAPÍTULO 3

A FRAGILIDADE AMBIENTAL NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA RESISTÊNCIA DO SOLO PARA A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DE BOTUCATU

Fernando de Alvarenga Yoshida

<http://lattes.cnpq.br/6103363408577115>

Universidade Federal de São Carlos, Araras,
São Paulo

Rubismar Stolf

<http://lattes.cnpq.br/2436951279203355>

Universidade Federal de São Carlos, Araras,
São Paulo

RESUMO – A gestão eficaz do solo requer uma compreensão dos seus aspectos físicos, químicos e sua distribuição espacial. Esse estudo buscou, através da distribuição espacial da resistência do solo à penetração mecânica, elaborar um índice de fragilidade ambiental e utilizá-lo em uma carta de fragilidade ambiental para a Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu. As metodologias de análise empírica da fragilidade ambiental, geoestatística, análise de decisão multicritérios e álgebra de mapas foram empregadas nesse estudo. Medidas de resistência do solo à penetração mecânica, a declividade, os tipos de solos e uso do solo foram usados para gerar a carta de fragilidade ambiental. Os resultados mostraram que 32,5% da área amostral se encontraram dentro de classes baixas de fra-

gilidade e 67,57% se encontraram em classes de fragilidade de média a muito alta. A resistência do solo à penetração mecânica, que é uma característica natural de diferentes solos pode ser usada como um critério dentro de uma análise de fragilidade. Foi evidenciado que existe uma relação da resistência do solo à penetração mecânica com a declividade e o uso do solo, onde diferentes tipos de uso e seus manejos modificam essa resistência natural ao ponto de se tornar uma fragilidade.

PALAVRAS-CHAVE: compactação do solo, geoestatística, análise de decisão de multicritérios, diagnóstico ambiental

1. INTRODUÇÃO

A preocupação central dos estudos ambientais não deve ser simplesmente de estudar separadamente os componentes da natureza, mas, as conexões e relações entre eles (Sotchava, 1976). As diferentes associações e interações entre os componentes da natureza definem ambientes dotados de

dinâmicas próprias e o estudo dessa dinâmica leva a um entendimento do espaço e da sustentabilidade do ambiente.

A análise integrada de ambientes naturais, fundamentada na concepção de Tricart (1977) e aplicada ao planejamento agroambiental, enfatiza a importância de considerar no planejamento não somente as potencialidades para diferentes usos dos recursos naturais, mas, sobretudo as fragilidades dos ambientes naturais face às diferentes inserções dos homens na natureza. Os recursos naturais tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade desses recursos naturais (Ross, 1994). Sendo assim, o mapeamento do solo é de fundamental importância para o conhecimento da dinâmica dos ambientes e, conseqüentemente, um valioso subsídio à avaliação da vulnerabilidade dos vários tipos de uso dos ambientes (Ross, 1994).

A gestão eficaz do solo requer uma compreensão da distribuição espacial dos tipos de solos, dos seus aspectos físicos e químicos e seus padrões dentro da paisagem (MacBratney et al., 2000). A compactação do solo é uma característica natural do solo ou resultado das ações antrópicas sobre este.

Compactação ou resistência do solo à penetração mecânica é o ato ou ação de forçar a agregação das partículas do solo, reduzindo, desta forma, o volume por elas ocupado (Seixas et al., 1998). Ela pode ser descrita em termos da tensão aplicada no solo e das mudanças resultantes em suas condições (Camargo, 1983).

O objetivo desse estudo é, através da distribuição espacial da resistência do solo, gerar um índice de fragilidade ambiental dessa resistência e a elaboração de um mapa de fragilidade ambiental para Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu utilizando metodologias como a geoestatística, a análise de decisão de multicritérios e a álgebra de mapas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A Área de Proteção Ambiental (APA) Corumbataí-Tejupá-Botucatu, perímetro Botucatu, comumente conhecida como APA de Botucatu, esta localizada no centro-oeste do Estado de São Paulo abrangendo 9 municípios, com uma área total de 218.306 ha. Essa unidade de conservação foi decretada com a finalidade de proteger os atributos ambientais e paisagísticos das Cuestas Basálticas, os morros testemunhos, os recursos hídricos superficiais, as áreas de recarga do Aquífero Guarani e a zona de transição entre os biomas de Cerrado e Mata Atlântica (Cplea, 2004). Para fins de análise, foi utilizada somente a área da APA de Botucatu que está inserida dentro do limite territorial do município de Botucatu, totalizando aproximadamente 38.500 ha, conforme pode ser observado na Figura 1. Foi elaborado um quadrante para a coleta dos dados dividindo-se a área de estudo em 10 partes iguais (cada quadra tem 837,40 ha) no sentido norte-sul e no sentido leste-oeste, totalizando 78 pontos de amostragem, conforme a Figura 2.

Figura 1 – Mapa da Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu e local de estudo.

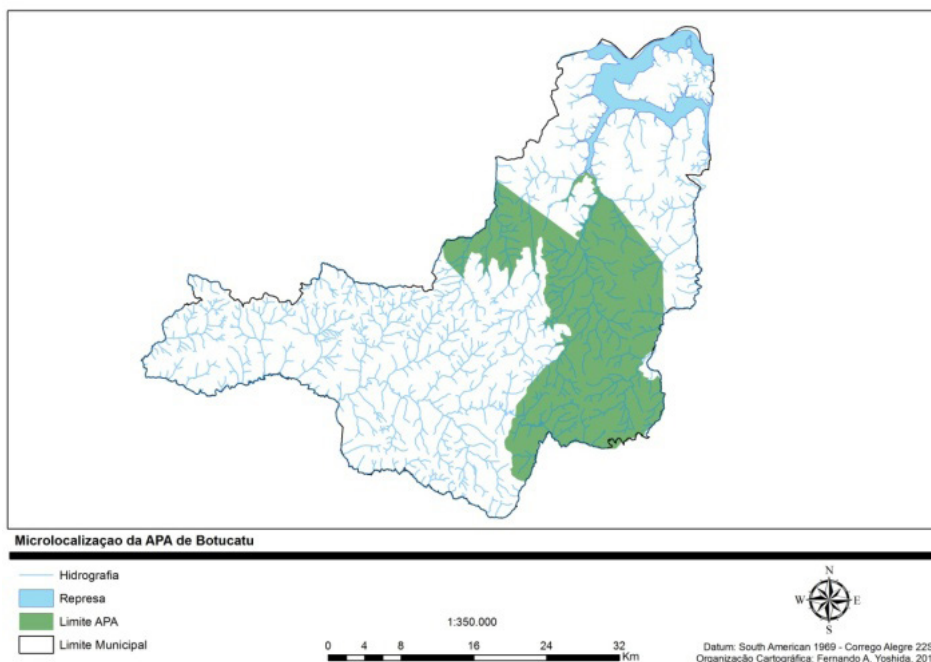
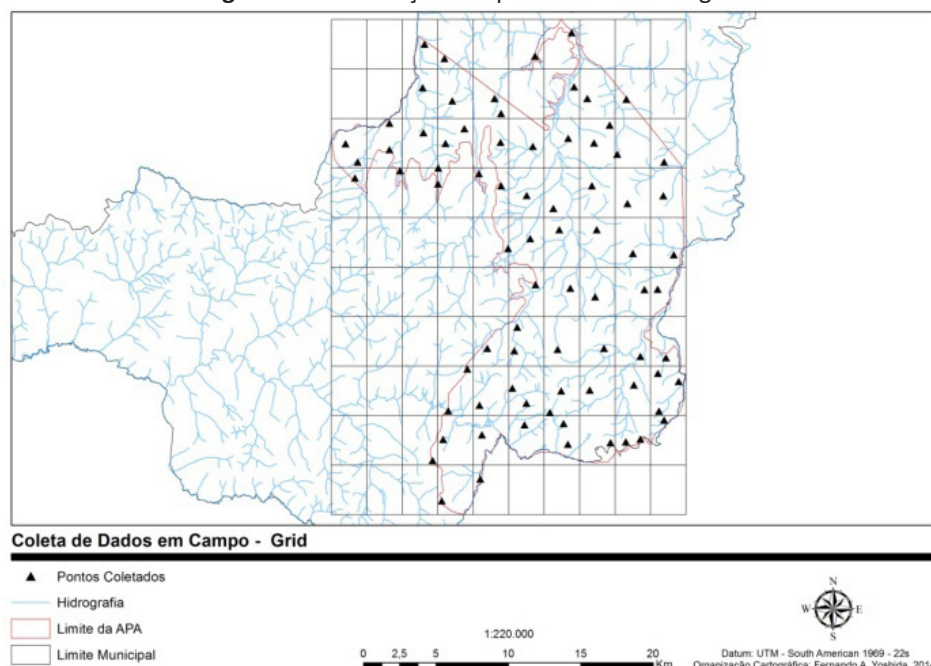
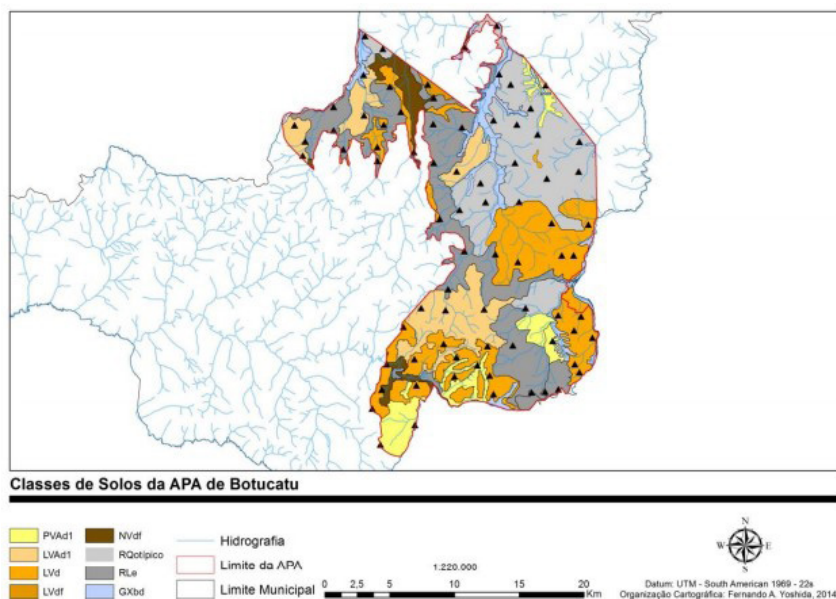


Figura 2 – Distribuição dos pontos de amostragem



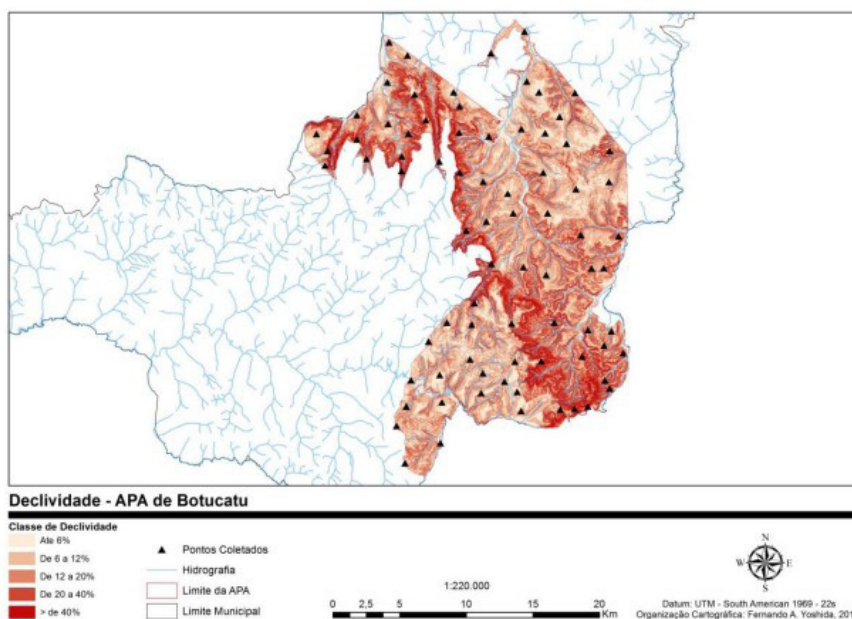
Os tipos ou classes de solos encontrados na área de estudo são: Latossolos Vermelhos distróficos (LVdf); Latossolos Vermelhos distróficos (LVd); Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos (PVAd1); Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (LVAd1); Neossolos Litólicos eutróficos (RLe); Neossolos Quartzênicos típicos (RQoTípico) e Gleissolos Háplicos (GXbd), conforme Figura 3.

Figura 3 – Tipos ou classes de solos da Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu



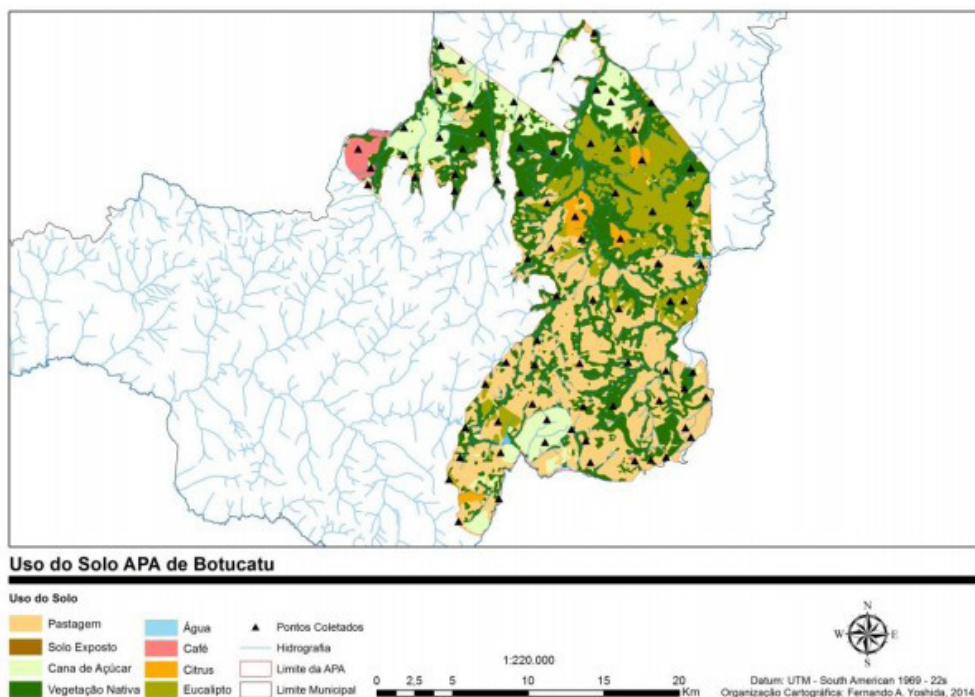
Para fins metodológicos optou-se por separar a declividade da área de estudo em classes, sendo elas: $\leq 6\%$, 6 a 12 %, 12 a 20 %, 20 a 40 % e $\geq 40\%$, conforme Figura 4.

Figura 4 – Declividade da Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu.



Finalmente, na Figura 5, os tipos de uso do solo e cobertura vegetal da área estudada, são: Café (541,45 ha), Cana de Açúcar (4468,82 ha), Citros (744,38 ha), Eucalipto (5216,87 ha), Pastagem (13076,40 ha) e Vegetação Nativa (14269,35 ha).

Figura 5 – Uso do solo da Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu.

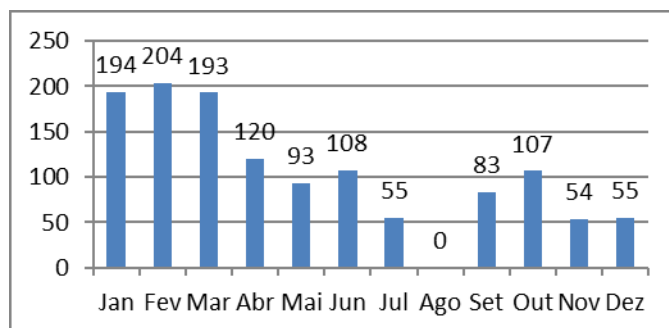


2.2. Coleta de dados

A resistência do solo à penetração mecânica é medida através de impactos de um peso conhecido e medindo-se a profundidade atingida por cada impacto, conforme metodologia descrita por Stolf (1983).

As medidas foram realizadas em julho, agosto e setembro de 2013, no período do ano onde ocorrem as estiagens, conforme pode ser observado na Figura 6. Esse período foi escolhido para que a resistência do solo tivesse sua maior manifestação e expressividade, uma vez que, em geral, a maior resistência de um solo à penetração se manifestará quanto mais seco e/ou mais denso ele se apresentar.

Figura 6 – Distribuição anual da precipitação mensal acumulada na Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu em 2013. Fonte: Cunha, 2014.



Para cada ponto amostral, foram feitas 2 repetições para a medida da resistência do solo à penetração mecânica. Também foi levantada, através de mapeamentos prévios (Pdp, 2006), a respectiva declividade, tipo de solo e uso do solo e cobertura vegetal, que na análise estatística são os diferentes tratamentos do estudo.

Nesse experimento não existem tratamentos no sentido clássico, pois não se aplicou nenhum tratamento à área. Mas, para fins de análise, a declividade, os tipos de solos, o uso do solo e cobertura vegetal são considerados como tratamentos para os dados medidos da resistência do solo à penetração mecânica. Assim, o estudo apresenta uma grande variedade de tratamentos e observações: cinco classes de declividade, seis tipos de solos, seis diferentes usos do solo, além da resistência do solo à penetração mecânica nas camadas 0 a 20 cm e 20 a 40 cm em setenta e oito pontos de amostragem. Existe uma grande variação no número de observações para cada tratamento, decorrente da realidade da área objeto de estudo, uma vez que, por exemplo, existem mais ocorrências de áreas de cultivo de cana de açúcar, do que de café ou citros, consequentemente existem mais observações para esse tratamento como pode ser observado na Figura 5. Outro exemplo ocorre na Figura 4, onde há mais observações em áreas de Neossolos Quartzênicos típicos (RQoTípico) do que em Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos (PVAd1), uma vez que esses solos tem maior ocorrência na área objeto de estudo.

Foi feita então uma análise de comparação de médias entre a resistência do solo com os diferentes tratamentos: declividades, tipos de solos e os usos do solo e cobertura vegetal. Optou-se assim, em aplicar a comparação múltipla entre médias através do modelo Scott-Knott, que possui a característica de separar as médias em grupos, sem a sobreposição entre os grupos (Scott e Knott, 1974).

2.3. Métodos de Análise de dados

Quanto aos métodos e à técnica de mapeamento para a distribuição espacial da resistência do solo à penetração mecânica foi utilizada a krigagem ordinária, que é fortemente associada ao modelo de semivariograma utilizado, e permite, através da validação cruzada, verificar a precisão do modelo adotado (Vieira et al., 1983). Esse estudo avaliou, através da validação cruzada, os modelos de semivariograma exponencial, esférico e gaussiano e verificou-se que o modelo de semivariograma exponencial teve um desempenho melhor para a distribuição espacial da resistência do solo à penetração mecânica.

A partir dos dados medidos da resistência do solo à penetração e sua distribuição espacial foi elaborado um índice de fragilidade ambiental da resistência do solo à penetração mecânica. Utilizando os valores mínimos e máximos encontrados em campo, nas distribuições de frequência média, de tercil e quintil e ainda baseando-se nos valores do índice Canarache (1990) foi criado graus de fragilidade ambiental para a resistência do solo, conforme pode ser observado no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Índice de fragilidade ambiental para resistência do solo.

Resistência do Solo (MPa)	Fragilidade Ambiental
< 1,5	Muito Baixa
1,5 a 3,0	Baixa
3,0 a 6,0	Média
6,0 a 12,0	Alta
> 12,0	Muito Alta

Após converter a resistência do solo, a declividade, tipos de solo e uso do solo e cobertura vegetal em mapas de fragilidade ambiental, foi elaborada uma matriz de análise de decisão de multicritérios, permitindo a combinação de variáveis para gerar um mapa de síntese como produto final.

Segue abaixo o Quadro 2, a matriz de multicritérios utilizada nesse estudo:

Quadro 2 – Matriz de Multicritérios.

Critérios	Elementos de Avaliação	Fragilidade Ambiental	Nota	Peso
Resistência do Solo (MPa)	≤ 1,5 MPa	Muito Baixa	1	0,25
	1,5 a 3,0 MPa	Baixa	2	
	3,0 a 6,0 MPa	Média	3	
	6,0 a 12,0 MPa	Alta	4	
	≥ 12,0 MPa	Muito Alta	5	
Classe de Solo*	GXbd, LVd	Muito Baixa	1	0,25
	LVAd1	Baixa	2	
	NVdf	Média	3	
	PVAd1	Alta	4	
	RLe, RQoTípico	Muito Alta	5	
Declividade (%)*	≤ 6 %	Muito Baixa	1	0,25
	6 a 12 %	Baixa	2	
	12 a 20 %	Média	3	
	20 a 40 %	Alta	4	
	≥ de 40 %	Muito Alta	5	

Uso do Solo e Cobertura Vegetal*	Nativa	Muito Baixa	1	0,25
	Eucalipto	Baixa	2	
	Café, Citrus	Média	3	
	Pastagem	Alta	4	
	Cana de Açúcar	Muito Alta	5	

Fonte: *Adaptada de Ross (1994)

Nessa matriz de multicritérios, baseando-se nas classes de fragilidade proposta por Ross (1994) para as declividades, os tipos de solos e os usos do solo e utilizando as classes de fragilidade elaboradas nesse estudo para a resistência do solo, atribuiu-se notas pesos para cada elemento e atributo envolvido e, através da álgebra de mapas, que consiste na aplicação de operações aritméticas para associar várias camadas (resistência do solo, declividade, tipos de solos e uso do solo e cobertura vegetal) de modo a obter como resultado a carta de fragilidade ambiental para APA de Botucatu.

Foi possível aplicar uma fórmula algébrica de adição dos elementos de valores iguais de fragilidade ambiental, Notas (1, 2, 3, 4 e 5), multiplicadas pelo seu Peso (0,25), conforme a fórmula abaixo:

Carta de Fragilidade Ambiental da APA de Botucatu = (Declividade x 0,25) + (Classe de Solo x 0,25) + (Uso do Solo x 0,25) + (Resistência do Solo x 0,25)

A análise de decisão multicritério com o método de álgebra de mapa permitiu agrupar e classificar áreas que apresentem graus de fragilidades ambientais semelhantes para gerar a carta de fragilidade ambiental para APA de Botucatu.

3. RESULTADOS E Discussão

3.1. A Resistência do solo e a declividade

Observa-se no Quadro 3 que os valores de resistência à penetração mecânica do solo para as declividades $\geq 20\%$ apresentaram diferenças significativas se comparadas com as classes de menores declividades avaliadas ($\leq 6\%$, 6 a 12% e 12 a 20%), na profundidade de 0 a 20 cm. Para as declividades $\leq 20\%$ a resistência média do solo é mais que o dobro do valor obtido para as declividades $\geq 20\%$ avaliadas. Nas áreas com declividade $\leq 20\%$ o uso agrícola do solo é frequente, com possível manejo intenso e emprego de mecanização, o que pode resultar na compactação do solo. Em áreas com maiores declividades o uso agrícola do solo é menos frequente ou inexistente (dependendo da classe de declividade), uma vez que incide restrições físicas e principalmente legais (legislação ambiental – código florestal brasileiro) nessas áreas, que pode ser evidenciado cruzando os dados dos mapas de declividade e uso

do solo (Figuras 4 e 5). Não foram encontradas diferenças significativas da resistência do solo entre as classes de declividades na profundidade de 20-40 cm.

Quadro 3 – Análise comparativa entre médias das resistência do solo e as classes de declividades na camada 0-20 cm e 20-40 cm da APA de Botucatu.

DECLIVIDADE	Resistência do Solo (MPa)			
	Declividade	Prof 0-20 cm		Prof 20-40 cm
≤ 6 %	6.44	a	6.00	a
6 a 12 %	7.11	a	6.36	a
12 a 20 %	4.85	a	5.19	a
20 a 40 %	2.38	b	3.66	a
≥ 40 %	2.92	b	4.04	a
Média	5.88		5.68	

Letras iguais na coluna indicam não significância pelo teste de Scott-Knott a 5%.

3.2. A Resistência do solo e os tipos de solos

O Quadro 4 mostra que não existem diferenças significativas entre os valores de na resistência do solo nos diferentes tipos de solos e profundidades avaliadas. A resistência à penetração mecânica pode variar de acordo com os diferentes tipos de solos devido as características físicas e químicas próprias de cada solo. Luciano et al (2012) ressaltaram que os diferentes tipos de solos possuíam comportamentos distintos quando submetidos à compactação, devido às variações da textura, da mineralogia, do teor de matéria orgânica, da umidade, além do histórico de pressões promovido pelos processos pedogenéticos de formação e pelo manejo do solo. Porém essas diferenças na resistência do solo não foram significativas para os diferentes tipos de solo tanto nas camadas superficiais (0-20 cm) como nas camadas mais profundas (20-40 cm) encontradas na área estudada provavelmente devido a baixa umidade dos solos nas datas das medições (período de estiagem) na área objeto de estudo.

A umidade do solo é um parâmetro importante na quantificação da resistência à penetração, pois há elevada dependência dos resultados com relação ao conteúdo de água no solo. Beltrame et al. (1981) verificaram que, para uma variação da umidade do solo, ocorre variação no sentido contrário na resistência do solo à penetração, pois o teor de água intervém modificando a coesão entre as partículas do solo. Uma vez que existe pouca disponibilidade de umidade no solo, sua variação também será baixa, como mostra as diferenças não significativas do Quadro 4, independentemente do tipo de solo.

Quadro 4 – Análise comparativa entre médias das resistências do solo e os tipos de solos na camada 0-20 cm e 20-40 cm da APA de Botucatu.

TIPOS DE SOLO	Resistência do Solo (MPa)			
	Solos	Prof 0-20 cm		Prof 20-40 cm
	GXbd	8.49	a	6.27 a
	LVAd1	6.68	a	5.37 a
	LVd	4.99	a	5.07 a
	PVAd1	4.72	a	6.90 a
	RLe	4.40	a	4.09 a
	RQoTípico	7.85	a	7.97 a
	Média	5.82		5.67

Letras iguais na coluna indicam não significância pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Nota: Latossolos Vermelhos distroféricos (LVdf); Latossolos Vermelhos distróficos (LVd); Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos (PVAd1); Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos (LVAd1); Neossolos Litólicos eutróficos (RLe); Neossolos Quartzênicos típicos (RQoTípico) e Gleissolos Háplicos (GXbd).

3.3. A Resistência do solo e o uso do solo e cobertura vegetal

A resistência à penetração mecânica do solo variou de acordo com o uso do solo e sua cobertura vegetal mostrando diferenças significativas (Quadro 5). Para as florestas nativas, o cultivo do eucalipto e as culturas permanentes como o café, os valores de resistência à penetração mecânica de baixos a médios se comparados com os valores apresentados para os outros usos do solo como as pastagens e os cultivos de cana de açúcar. O citros, apesar de ser uma cultura permanente, exige um manejo mais intenso, comparados ao manejo de outras culturas permanentes, bem como das culturas perenes, o que refletiu diretamente no valor de resistência do solo apresentado. As pastagens e as culturas de cana de açúcar apresentaram os maiores valores de resistência do solo nas camadas superiores do solo (0-20 cm). A floresta nativa (sem manejo) e a cultura de café (manejo pouco intenso) apresentaram valores de resistência à penetração mecânica menores que os demais cultivos na profundidade do solo de 20-40 cm, o que indica que o impacto na qualidade física do solo devido ao manejo nas outras áreas vai além da camada superficial do solo. O cultivo de eucaliptos, citros, pastagem e cana de açúcar não apresentaram diferenças significativas quando comparados com os seus valores de resistência à penetração do solo. Na área de passagem, onde não há revolvimento do solo, era esperado que a compactação ficasse restrita à superfície do solo, o que não é observado nesse estudo. Os resultados encontrados por Lima et al (2013), reforçam os resultados obtidos por esse estudo, onde os solos sob diferentes sistemas de uso apresentam

comportamentos distintos quanto à resistência a penetração mecânica. Lima et al (2013) conclui ainda que as pastagens afetam a compactação do solo até a camada de 30cm, como esse estudo também evidenciou.

Quadro 5 – Análise comparativa entre médias da resistência do solo e as classes de uso do solo e cobertura vegetal nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm da APA de Botucatu.

USO DO SOLO	Resistência do Solo (MPa)			
	Uso	Prof 0-20 cm		Prof 20-40 cm
Café	3.58	c	3.44	b
Cana	9.35	a	7.37	a
Citrus	6.23	b	7.69	a
Eucalipto	5.28	c	6.64	a
Nativa	2.33	c	3.55	b
Pasto	9.05	a	6.37	a
Média	5.88		5.68	

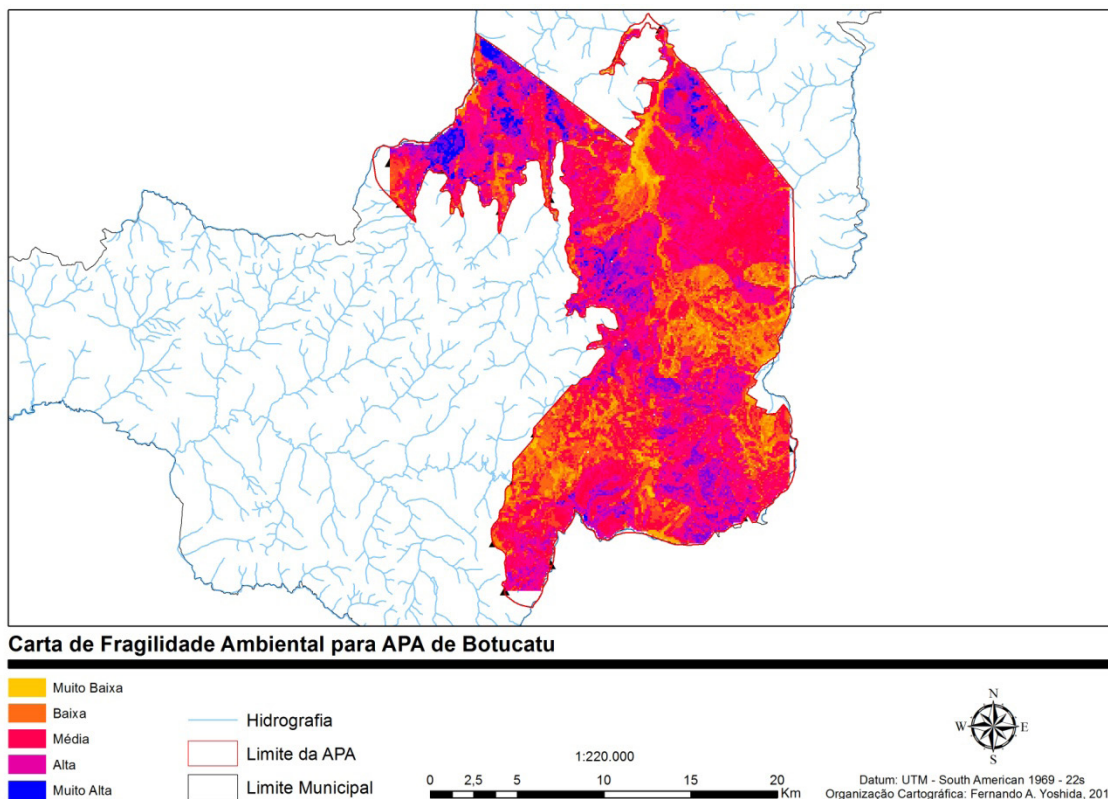
Letras iguais na coluna indicam não significância pelo teste de Scott-Knott a 5%.

3.4. A Análise de decisão multicritérios e a fragilidade ambiental

A análise de decisão de multicritérios desempenhou o papel de interpolador dos parâmetros e critérios, como pode ser observado no Quadro 2. Cada critério (resistência do solo, declividade, tipos de solos, uso do solo) teve sua nota e peso atribuídos sob a perspectiva de fragilidade ambiental.

Um mapeamento de fragilidade ambiental pode apresentar diversas variáveis diferentes às contempladas por esse estudo, entretanto, o mapeamento apresentado tem sua importância fundamentada no fato de utilizar uma série de dados (critérios e parâmetros) em uma análise capaz de integrar fatores relacionados ao meio físico, biótico e a ação antrópica propiciando uma leitura da paisagem no seu sentido mais amplo, uma vez que aponta para um diagnóstico espaço-temporal bem definidos, como também foi observado por Santos (2010), Gimenes (2013) e Donha et al. (2013).

A Carta de Fragilidade Ambiental para Área de Proteção Ambiental (APA) de Botucatu é apresentada na Figura 7.

Figura 7 – Carta de Fragilidade Ambiental da APA de Botucatu.

O Quadro 6 apresenta a quantidade de áreas para cada classe de fragilidade ambiental. Apenas 32,43 % do total da área amostral se encontram dentro de classes de muito baixa e baixa de fragilidade ambiental e 67,57 % do total da área amostral se encontram em classes de fragilidade de média a muito alta.

O fator positivo desse resultado aponta que apenas 2,38 % da área amostral encontra-se na classe de fragilidade ambiental muito alta.

Quadro 6 – Quantidade de áreas para as classes de fragilidade ambiental da APA de Botucatu.

Fragilidade Ambiental	Área (ha)	(%)
1 (Muito Baixa)	2270,15	5,90
2 (Baixa)	10214,39	26,53
3 (Média)	17045,54	44,27
4 (Alta)	8055,00	20,92
5 (Muito Alta)	914,91	2,38
Total	38500,00	100,00

4. CONCLUSÕES

Esse estudo mostrou que a resistência do solo à penetração mecânica, que é uma característica natural de diferentes solos, ambientes, paisagens, declividades e usos do solo e cobertura vegetal, pode ser usado como um critério dentro de uma análise de fragilidade ambiental.

Foi evidenciado que existe uma relação direta da resistência do solo à penetração mecânica com a declividade e o uso do solo e cobertura vegetal, onde diferentes tipos de uso e seus diferentes manejos modificam essa resistência natural ao ponto de torná-la uma fragilidade.

O índice de fragilidade ambiental da resistência do solo elaborado nesse estudo se mostrou coerente na classificação da importância relativa da resistência do solo dentro da perspectiva da fragilidade ambiental e na interação e integração com os outros critérios utilizados na análise de decisão de multicritérios e assim, na carta de fragilidade ambiental.

A carta de fragilidade ambiental da APA de Botucatu mostrou que grande parte da área estudada encontra-se em estados de fragilidade de média a muito alta, evidenciando a necessidade de planejamento e gestão adequados para uma unidade de conservação.

REFERÊNCIAS

- BELTRAME, L.F.S. et al. **Estrutura e compactação na permeabilidade de solos do Rio Grande do Sul**. Rev. Bras. Cienc. Solo, Campinas, v.5, p.145-149, 1981.
- CANARECHE, A.P. - **A generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration**. Soil Till. Res., Amsterdam, 16:51-70, 1990.
- CAMARGO, O. A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas**. Campinas, Fundação Cargill, p.44, 1983.
- CPLEA - Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. **Áreas de Proteção Ambiental no Estado de São Paulo**. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Coordenação: Lúcia Bastos Ribeiro de Sena. 2004.
- CUNHA, A. R. **Dados Pluviométricos da Estação Meteorológica do Departamento de Solos e Recursos Ambientais. Faculdade de Ciências Agrônomicas**. UNESP, Campus de Botucatu, 2014.
- DONHA, A. G.; SOUZA, L. C de P.; SUGAMOSTO, M. L. **Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.10, n.1, p.175–181, 2006.
- LIMA, R. P.; LÉON, M. J.; SILVA, A. R. **Resistência mecânica à penetração sob diferentes sistemas de uso do solo**. Scientia Plena, vol. 9, num. 6, 2013.
- LUCIANO, R. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A.; BATISTELA, B.; WARMILING, M. T. **Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no Sul do Brasil**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, vol.36, no.6. Viçosa: Nov./Dec.2012.

GIMENES, F. B. Q.; AUGUTOS, F.O. **Mapas de fragilidade ambiental no processo de análise hierárquica (AHP) e sistema de informação geográfica (SIG)**. In: Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Foz do Iguaçu, 2013.

MCBRANTENEY, A. B.; ODEH, I. O. A.; BISHOP, T. F. A.; DUNBAR, M. S.; SHATAR, T. M. **An overview of pedometric techniques for use in soil survey**. Geoderma, ED. 97 - ANO 2000. Pag. 293–327. Amsterdam, 2000.

MARTINS, V.B. **Metodologia baseada em sistemas de informação geográfica e análise de multicritérios para seleção de áreas para construção de um repositório para o combustível nuclear usado**. Rio de Janeiro: URFJ/COPPE, 2009. Tese de Doutorado, 124p.

PDP - **Plano Diretor Participativo**. Prefeitura Municipal de Botucatu: Botucatu, 2006.

ROSS, J.L.S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados** – in Revista do Depto. de Geografia – FFLCH-USP nº 6, São Paulo, 1994.

SANTOS, A. A. **Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas de fragilidade ambiental no parque estadual da Serra do Rola Moça**. UFMG, 2010. Monografia, 39p.

SCOTT, A. J.; Knott, M. **A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance**. Biometrics, v.30, n.3, p.507-12, 1974.

SEIXAS, F.; OLIVEIRA, E. D. J ; SOUZA, C.R. **Efeito da camada de resíduos florestais na compactação do solo causada pelo transporte primário da madeira**. Sci. Flores talis, v.54, p.9-16, 1998.

SOTCHAVA, V.B. **O Estudo dos Geossistemas – Métodos em Questão**. Nº 16. IGEOG/USP. São Paulo, 1976.

STOLF, R. **Operação do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, Boletim n.2, 8p, 1983.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. FIBGE. Rio de Janeiro, 1977.

VIERIA, S. R.; HATFIELD, J.L.; NIELSON, D.R.; BIGGAR, J.W. **Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties**. Hilgardia, Berkeley, 15,3:1-75, 1983.

ENVIRONMENTAL FRAGILITY BASED ON THE SPATIAL DISTRIBUTION OF SOIL RESISTANCE FOR THE ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA (EPA) OF BOTUCATU, SAO PAULO, BRAZIL

ABSTRACT – Effective soil management requires an understanding of the physical, chemical and spatial distribution characteristics. This study sought by the spatial distribution of soil mechanical penetration resistance, prepare an environmental fragility index of this resistance and use it in a letter of environmental fragility to the Environmental Protection Area (APA) of Botucatu. Methodologies like empirical analysis of environmental, geostatistics, advanced decision analysis and algebra maps with data sampled on soil resistance to mechanical penetration, slope, type of soil

soil and land use were integrated in this letter. The results showed that 32.43% of the sample area is found within low fragility classes and 67.57% was found on average to high classes. The soil resistance to mechanical penetration, which is a natural feature of different type of soils, slope and vegetation cover can be used as fragility criteria. It was shown that there is a relation with soil resistance to mechanical penetration compared with the slope and land use, where different types of use and their managements change this natural resistance to the point of becoming a fragility.

KEYWORDS: soil compaction, geoestatistic, multi-criteria decision analysis

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E CÁLCULO DA PERDA DE SOLO NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO VERMELHO, EM UMUARAMA-PR

Amanda Beltrão de Souza

<http://lattes.cnpq.br/6171663505195290>

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Campo Mourão, Paraná.

Ana Camila Almeida dos Santos

<http://lattes.cnpq.br/9970341035955877>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná.

Beatriz Fernanda Baravieira

<http://lattes.cnpq.br/6639085921569094>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná.

Rodrigo Tartari

<http://lattes.cnpq.br/2743143541169682>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná

RESUMO – A bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho está localizada no noroeste do Estado do Paraná, onde a formação geológica é do Arenito Caiuá, com alto potencial e ocorrência de processos erosivos. O objetivo do estudo foi realizar análises das características morfométricas da microbacia do Ribeirão Vermelho e avaliar espacialmente

a perda de solos através da Equação Universal da Perda de Solos, utilizando sistema de informação geográfica. O modelo é baseado nos fatores de Erosividade, Erodibilidade, Fator Topográfico e os Uso e Manejo da Terra. A microbacia possui área de 84,068 km², com formato alongado, sem tendência a sofrer enchentes súbitas. A drenagem é de classe mediana, com uma declividade variando entre plana e ondulada. Pode-se observar que a bacia hidrográfica tem baixa perda de solo ao longo de sua extensão, porém, com vários locais com indícios de ocorrer alta perda de solo, principalmente onde a topografia é mais acentuada e a vegetação de pastagem e agricultura predominam. Devido a reduzida vegetação da mata ciliar no entorno do curso d'água, há fortes tendências de carreamento de sedimentos para o rio, bem como fortes enxurradas podem modificar o leito principal da drenagem.

PALAVRAS-CHAVE: EUPS, Arenito Caiuá, Geoprocessamento.

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é considerada como uma área natural de captação de água da chuva, onde converge o escoamento para um único ponto de saída, denominado exutório (TUCCI, 1997). O fenômeno de erosão hídrica pode ocorrer pela força da chuva e causar erosão no solo, ou seja, devido ao impacto da gota da água da chuva com determinada energia cinética, ao atingir o solo pode causar a desagregação das partículas do solo que podem ser transportadas pela ação do cisalhamento (MAZURANA *et al.*, 2009). Juntamente com a degradação do solo, ocorrem os processos erosivos que dependem de uma união de fatores naturais dentre eles o clima, a geomorfologia, a natureza do tipo de solo e cobertura vegetal.

Para se estudar os processos erosivos espacialmente sobre uma região, utiliza-se de modelos matemáticos embasados em princípios físicos que podem ser aplicados através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (MICHETTE *et al.*, 2014). O modelo proposto por Wischmeier & Smith (1978), denominado Equação Universal de Perdas de Solo – EUPS (*Universal Soil Loss Equation – ULES*), pode ser aplicado em bacias hidrográficas e visa avaliar a susceptibilidade de perdas de solo pelo processo de erosão laminar, sendo um importante instrumento para o planejamento e gestão territorial. Este método é baseado em aspectos morfométricos de bacia hidrográfica, fatores climáticos, usos do solo e técnicas de manejo (LINDNER *et al.*, 2007).

Este trabalho tem objetivo de delimitar a bacia do Ribeirão Vermelho a fim de analisar os índices morfométricos, associado ao tipo de solo, relevo e clima e realizar análises sobre a susceptibilidade do solo da bacia em sofrer processos de erosão laminar, utilizando o modelo EUPS em sistema de informação geográfica.

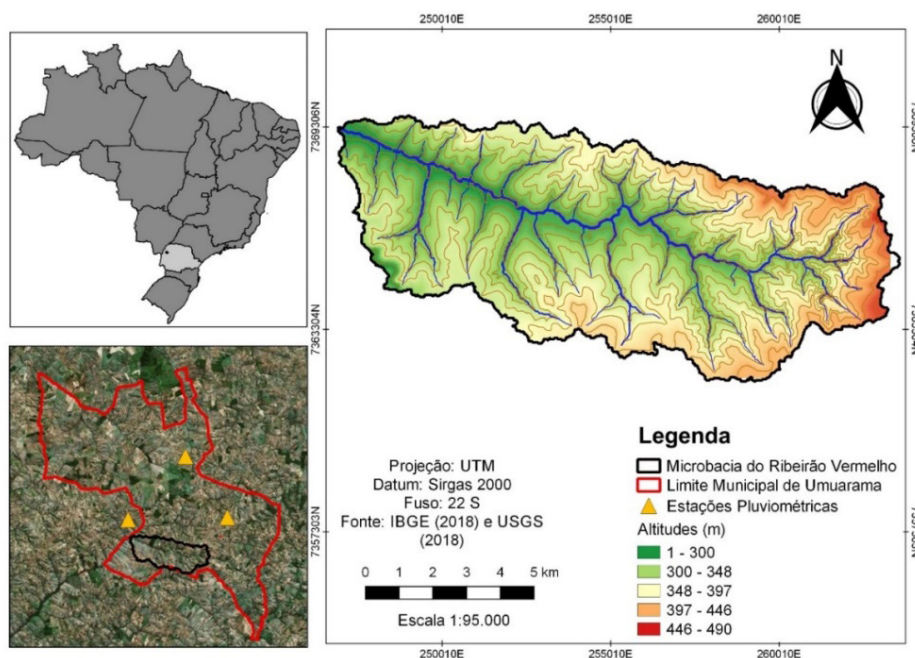
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da Área de Estudo

A microbacia do Ribeirão Vermelho se localiza no município de Umuarama, no interflúvio com as bacias do rio Piquiri e do Ivaí, no estado do Paraná (Figura 1).

A geologia da região é formada por predominância de rochas sedimentares da formação Caiuá, de idade cretáceo superior, constituída por arenitos finos e muito finos (GASPARETTO & SOUZA, 2003). Os solos predominantes são do tipo Latossolos vermelhos, Argissolos vermelhos e Neossolos quartzarênicos (EMBRAPA, 1999).

Figura 1 – Mapa de Localização, Altitude da Microbacia do Ribeirão Vermelho e das Estações Pluviométricas da região de estudo.



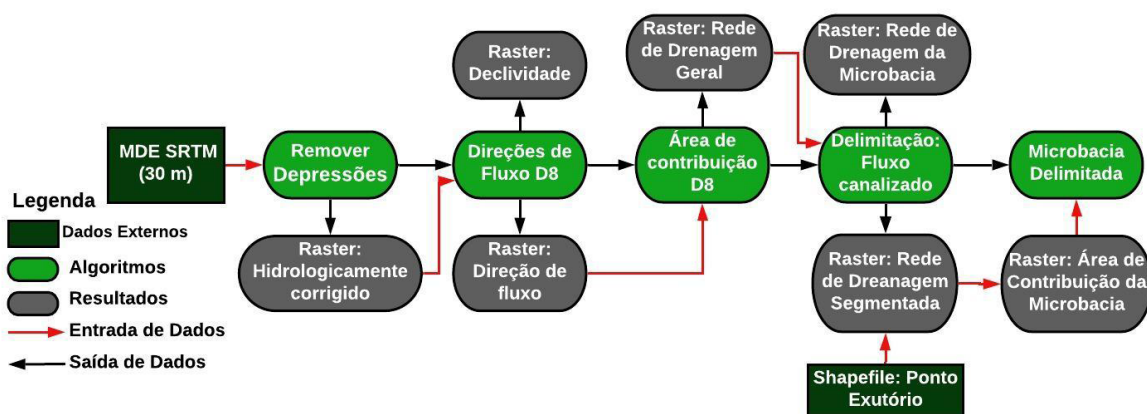
O clima da região é do tipo *Cfa* – subtropical quente e úmido segundo Köppen & Geiger (1928). As precipitações anuais são da ordem de 1500 a 1600 mm.ano⁻¹ e se distribuem por todos os meses do ano, sendo os meses de julho e agosto os menos chuvosos. As temperaturas elevadas ocorrem em todos os meses do ano, sendo a máxima absoluta encontrada de 39,8 °C no mês de março e a mínima média no mês de julho 13,2 °C chegando a registrar a mínima de -1,4 °C no mês de julho. A umidade relativa do ar nos meses do verão é de 70%, chegando a atingir valores abaixo de 60% na média mensal. A evapotranspiração é alta, chegando a atingir quase 90% do total precipitado anual (IAPAR, 2019).

2.2. Processamento Digital

2.2.1. Delimitação da Microbacia

Para o processamento digital da microbacia foi utilizado o *software* livre *Quantum Gis* (QGIS), para delimitação automática da microbacia hidrográfica com base no Modelo Digital de Elevação - MDE SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) obtido da rede mundial de computadores no endereço www.earthexplorer.usgs.gov, da USGS (*United States Geological Survey*), operando com resolução espacial de 1 arco-segundo (~30 metros). O MDE SRTM foi re-projetado para projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) Sirgas 2000. Com o auxílio do provedor TauDEM (*Terrain Analysis Using Digital Elevation Model*), e conforme fluxograma apresentado na Figura 2, com o conjunto de Ferramentas Básicas para Análise da Rede (*Basic Grid Analysis Tools*), obteve-se a delimitação da bacia e a extração da rede de drenagem.

Figura 2 – Fluxograma da delimitação da microbacia e extração da rede de drenagem



Realizou-se o preenchimento das depressões do MDE SRTM utilizando a função *Pit Remove*, para a obtenção do *Raster* hidrologicamente corrigido. Este arquivo foi utilizado na etapa de determinação da direção de fluxo (*D8 Flow Directions*), que tem a função de mapear o rumo do escoamento da água, obtendo dois resultados, o *Raster* de Declividade e de Direção de Fluxo. Com o *Raster* de direção de fluxo foi aplicado o algoritmo “D8 Área de Contribuição” (*D8 Contributing Area*) duas vezes, sendo na primeira para a obtenção da área de contribuição geral de todas as sub-bacias existentes dentro do *Raster* processado, com o intuito de gerar o *Raster* da rede de drenagem. Após esse processo foi criado o ponto exutório, em formato de arquivo *Shapefile*, aplicando-se assim a segunda vez o algoritmo “D8 Área de Contribuição”, com o ponto exutório, para o novo resultado que é a delimitação da microbacia especificada. Na última etapa foi realizada a transformação da microbacia do formato *Raster* para *Shapefile*, utilizando o algoritmo (*Stream Reachand Watershed*) do conjunto das “Ferramentas de Análise de Rede de Drenagem” (*Stream Network Analysis Tools*). Com o uso das Cartas Militares do Exército Brasileiro na escala de 1:50.000 obtida através plugin DSG - BDGEx, a rede de drenagem e as curvas de nível foram ajustadas manualmente.

2.3. Caracterização Morfométrica da Microbacia

Para a realização das análises da microbacia e com as ferramentas do *software* Qgis foram calculadas as seguintes variáveis: área (A), perímetro (P), comprimento axial da bacia (L_{Axial}), comprimento de todos os rios (L_{Total}), comprimento do rio principal ($L_{Principal}$) e largura média da bacia (L_m). Com os resultados, calculou-se o Índice de Circularidade, Coeficiente de Compacidade, Fator Forma, Densidade de Drenagem e Índice de Sinuosidade de acordo com as equações da Tabela 1.

Tabela 1 – Equações para o cálculo da morfometria da microbacia.

Equações Morfométricas		Descrição	Fonte
<p>Kf – fator de forma (adimensional)</p> <p>A – área de drenagem da bacia ou sub-bacia (km²)</p> <p>L – Comprimento axial da bacia (km).</p>	$Kf = \frac{A}{L^2}$	Eq. 1	Kf=1: bacia circular
<p>Kc – coeficiente de compacidade (adimensional)</p> <p>P – Perímetro da bacia (km)</p> <p>A – área de drenagem da bacia (km²).</p>	$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	Eq. 2	Kc=1: bacia circular
<p>Ic – índice de circularidade (adimensional)</p> <p>A – área de drenagem da bacia (km²).</p> <p>P – perímetro da bacia (km)</p>	$Ic = \frac{12,57 * A}{P^2}$	Eq. 3	Ic=1: bacia circular
<p>Dd – densidade de drenagem (km.km-2)</p> <p>Ltotal – comprimento total dos cursos d'água (km)</p> <p>A – área de drenagem da bacia (km²).</p>	$Dd = \frac{L_{total}}{A}$	Eq. 4	Dd=0,5: baixa drenagem Dd=3,5: alta drenagem
<p>Is – índice de sinuosidade (adimensional)</p> <p>Lcanal principal – comprimento do canal principal (km)</p> <p>Laxial – comprimento axial da bacia (km)</p>	$Is = \frac{L_{canal\ principal}}{L_{axial}}$	Eq. 5	Is=1: canais retilíneos

2.4. Cálculo da Equação Universal da Perda de Solo (EUPS)

Para o cálculo da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) desenvolvida por Wischmeier & Smith (1978), utilizou-se os arquivos de cada Fator (R, K, LS e CP) em formato *raster* e através da “Calculadora *raster*” multiplicou-se os fatores conforme Equação 6, gerando um novo *raster* como resultado. Para a melhor compreensão dos resultados, utilizou-se a classificação conforme Ferreira *et al.*, (2012) para comparação dos dados conforme as classes de potenciais de erosão.

$$EUPS = R * K * LS * CP \quad (6)$$

O fator Erosividade (R) calcula a capacidade potencial da precipitação em causar erosão no solo, variando em função do clima de cada região (HUDSON, 1995). Os termos para se expressar o fator R é em energia (MJ), pluviosidade (mm), área (ha) e tempo (h), expresso o fator R em MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹ (LOMBARDI NETO, 2008).

Para determinação do Fator R, foi aplicada a Equação 7 elaborada por Rufino *et al.*, (1993), que criou modelos para regiões com características similares para o Estado do Paraná. A microbacia de estudo se localiza na Região 1 conforme Rufino *et al.*, (1993), sendo sugerido a utilização dos coeficientes da Equação 6, “a” e “b”, de 182,86 e 56,21 respectivamente. A Equação 6 **é utilizada para calcular a** erosividade média mensal (EI) (MJ.mm.ha⁻¹.mês⁻¹) e a soma da EI mensal alcança o Fator R total anual, sendo função da p: Precipitação média mensal (mm) e P: Precipitação média anual (mm);

$$R = \sum_i^n EI = a + b \cdot \left(\frac{p^2}{P} \right) = 182,86 + 56,21 \cdot \left(\frac{p^2}{P} \right) \quad (7)$$

Para este estudo, utilizou-se dados de 30 anos, referente ao período de 1988 a 2018, das estações de Xambrê (código 2353005), Serra dos Durados (2353022) e Umuarama (2353008) operadas pelo Instituto Águas do Paraná (Sistemas de Informações Hidrológicas, disponível em <http://www.iat.pr.gov.br>). Utilizou-se o *software* Excel para se obter as médias aritméticas mensais de cada uma das estações, bem como os totais anuais. Para a obtenção dos mapas, realizou-se a interpolação das médias pelo método Inverso da Distância à Potência (IDW), utilizando-se o *software* QGIS, através do algoritmo *Raster* – interpolação, tendo como resultado o mapa de precipitação de todos os meses e anual.

Para a análise do Fator K (Erodibilidade), utiliza-se o mapa pedológico para o detalhamento do tipo de solo da área de estudo, desenvolvido pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG). Os valores de erodibilidade (t.h.MJ⁻¹.mm⁻¹) para cada tipo de solo estão apresentados na Tabela 2, conforme Prado e Nóbrega (2005).

Tabela 2 – Erodibilidade dos Solos.

Tipos de solo	Erodibilidade (t.h.MJ ⁻¹ .mm ⁻¹)
Latossolo Vermelho	0,0132
Argissolo Vermelho	0,0232

Fonte: Prado e Nóbrega (2005).

Para obtenção do fator topográfico (LS), foram utilizados a Equação 8, desenvolvida por Moore & Wilson (1992), que deriva da teoria da energia de fluxo, e tem como objetivo, ponderar o comprimento da rampa. Essa equação emprega a Área de influência específica (As), utilizado da função *Flow Direction*, onde multiplicou-se o quadrado do tamanho da célula utilizada (considerando 10 m), dividida pelo tamanho da célula.

$$LS = \left(\frac{As}{22,13} \right)^{0,4} \times \left(\frac{\sin \beta}{0,0896} \right)^{1,3} \quad (8)$$

Para a obtenção do valor da Área de Influência Específica (As), aplica-se a opção *raster* da área de contribuição, calculada através do TauDem (seção 2.4), utilizando a metodologia proposta por Michette *et al.*, (2014), utilizando-se o valor do tamanho do *pixel* do *raster* da área de contribuição (TP), de 30 m, idêntico ao do MDE SRTM, conforme Equação 9.

$$As = \frac{\text{Área de contribuição} \times TP^2}{TP} \quad (9)$$

A partir do MDE SRTM hidrologicamente corrigido, foram calculadas as porcentagens da declividade da microbacia, classificando o relevo em: Plano (0 – 3%), Suave Ondulado (3 – 8%), Ondulado (8 – 20%), Fortemente Ondulado (20 – 45%) e Escarpado (>75%), conforme Embrapa (1979). Por meio do mesmo algoritmo, a declividade foi calculada em graus por meio da calculadora *raster*, obtendo-se o valor de “sin β”. Fez-se a classificação da intensidade de influência do Fator LS juntamente com o resultado do cálculo do Fator LS, classificando-os em 4 intervalos conforme o potencial de erosão. Sendo Baixo de 0-2, Moderado de 2-5, Alto de 5-15 e Muito Alto >15, segundo Michette *et al.*, (2014). O Fator LS está relacionado ao aumento da declividade do terreno, favorecendo assim seu aumento conforme sua inclinação.

Para a determinação do Fator CP, foi determinado os usos e cobertura do solo, sendo atribuída a cada classe os valores apresentados na Tabela 3. Utilizou-se imagem de satélite Landsat 8 e aplicou-se a classificação supervisionada *Dzetsaka Classification Tool*, baseado no classificador de Modelo de Mistura Gaussiano desenvolvido por Mathieu Fauvel. Gerou-se o mapa de uso e ocupação do solo, no qual adicionou-se os valores de CP na tabela de atributos do arquivo vetorial e transformou o mapa para formato *raster*, tendo como resultado o mapa CP.

Tabela 3 – Classes de uso do solo e valores CP

Classes	Fator CP	Descrição
Pastagem	0,01	Vegetação de porte rasteiro a baixo
Agricultura	0,02	Vegetação de porte baixo a médio
Floresta	0,00004	Vegetação de porte médio à grande
Área Urbana	0	Ocupação Antrópica

Fonte: Ferreira et al., (2012); Bueno & Stein (2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior altitude da região da microbacia apresenta cota de 490 metros, a mínima de 279 metros e a média de 382 metros acima do nível médio do mar.

A microbacia do Ribeirão Vermelho apresenta uma área de 84,07 km², perímetro de 65,34 km, e com uma largura média da bacia (L_m) de 4,5 km. O rio principal ($L_{\text{princiapl}}$) tem 19,64 km e o comprimento axial (L_{axial}) da região mais alta a mais baixa é de 17,148 km, resultado num índice Sinuosidade de 1,145, que indica segundo Cherem et al., (2011), que o curso d'água tem um elevado controle estrutural, com elevada energia de fluxo.

O comprimento total de todos os rios (L_{total}) é de 128,347 km, cuja rede de drenagem tem ordem 4, conforme classificação de Horton, com um padrão de drenagem dendrítica, sendo um rio endorreico, e densidade de drenagem (Dd) de 1,52 considerada mediana (Beltrame, 1994), conforme Tabela 4.

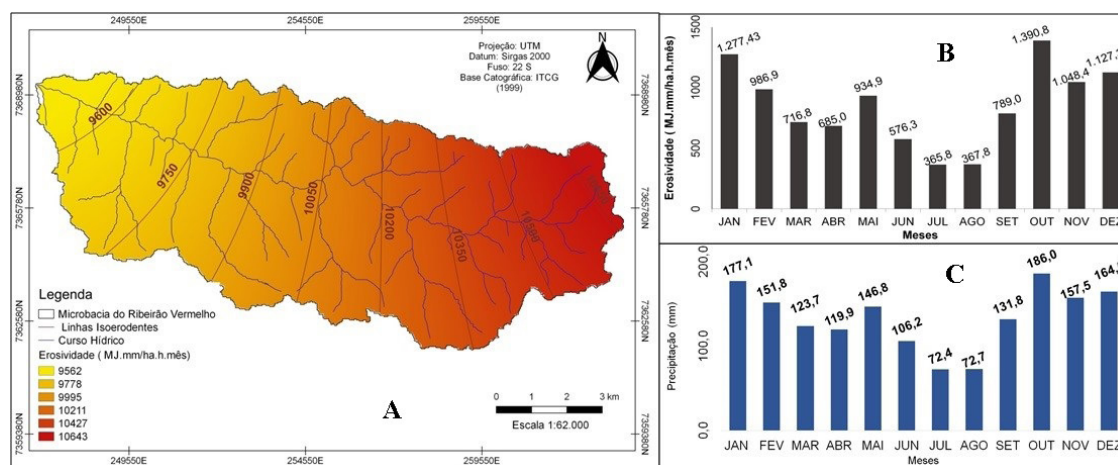
O índice de circularidade (Ic) tem valor de 0,248, o coeficiente Kc tem como resultado o valor de 1,995, e o Kf de 0,286, indicando que a microbacia é alongada e estreita, com baixa propensão a enchentes súbitas no canal principal, quando há intensas precipitações (TONELLO et al., 2006).

A microbacia apresenta altos valores de erosividade, chegando atingir 10.643 MJ.mm.ha.⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹ que, segundo Carvalho (1994), caracteriza erosividade muito forte. Pode-se notar na Figura 5 que a erosividade é maior na região de cabeceira, nas áreas de maior altitude, onde ocorrem a presença urbanização e onde a precipitação é um pouco maior anualmente que a região de exutorio. O maior valores de erosividade ocorre nos os meses de janeiro e outubro, e os menores nos meses de julho e agosto.

Tabela 4 – Dados da Análise Morfométrica

CARACTERÍSTICA	VARIÁVEL	UNIDADE	VALOR
Geométricas	Área	km ²	84,068
	Perímetro	Km	65,339
	(L _m)	Km	4,548
	(L _{Axial})	Km	17,148
	(Ic)	-	0,248
	(Kc)	-	1,995
	(Kf)	-	0,286
Relevo	Altitude Máxima	m NMM	490
	Altitude Média	m NMM	382
	Altitude Mínima	m NMM	279
	Declividade Média	m.km ⁻¹	6,487
	(L _{Total})	Km	128,347
Rede de Drenagem	(L _{Principal})	Km	19,638
	(Dd)	km.km ⁻²	1,527
	(Sin)	m.m ⁻¹	1,145
	Ordem da microbacia	-	4
	Padrão de Drenagem	-	Dentrítico

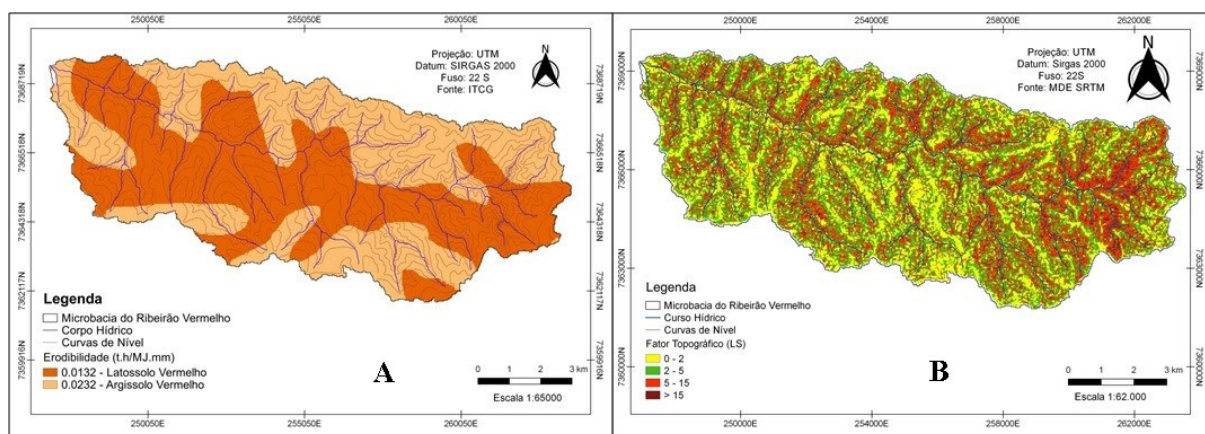
Figura 5 – (A) Erosividade Anual da Microbacia do Ribeirão Vermelho (Fator R), (B) erosividade e (C) precipitação média mensal.



Na região de estudo, conforme Figura 6 (A) os solos são do tipo Argissolo Vermelho ($CP=0,0232 \text{ t.h.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$) com a maior propensão a erodibilidade localizado majoritariamente nos divisores topográficos e abrangendo várias nascentes. O Latossolo Vermelho ($CP=0,0132 \text{ t.h.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$), com a menor erodibilidade se apresenta espacialmente regionalizado ao longo do curso principal do Ribeirão Vermelho.

Na Figura 6 (B) são apresentados os dados de determinação do Fator Topográfico onde nota-se a predominância de três intervalos, observando que na cabeceira principal ao leste, é maior o fator topográfico, bem como ocorre ao longo de vários pequenos cursos d'água e à medida que quando se afasta do curso d'água principal, o fator LS é mais baixo, ou seja é mais plano a superfície do terreno. É notável que regiões com a maior declividade, é maior o valor do Fator LS, o que torna o terreno mais propenso a ocorrência de processos erosivos e indica que esta região precisa de cuidados de manejo em termos de definição de usos do solo.

Figura 6 – (A) Erodibilidade do solo (Fator K) e classificação, (B) fator topográfico LS da Microbacia do Ribeirão Vermelho

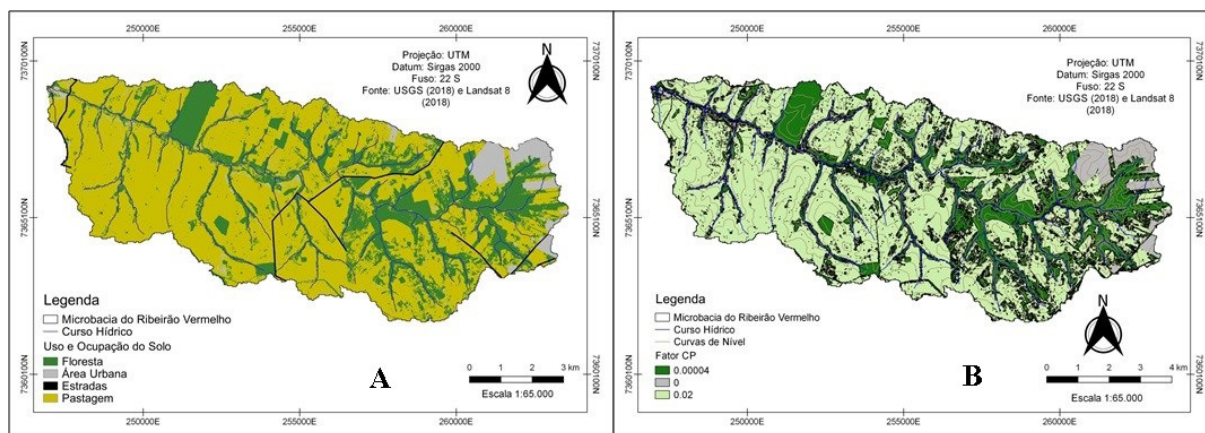


Conforme mapeamento de uso e ocupação do solo da microbacia apresentado na Figura 7 (A), identifica-se a predominância de pastagem e agricultura, o qual necessidades de práticas conservacionistas são fundamentais para redução dos impactos causados pelas atividades modificadoras do ambiente natural. Observa-se que as pastagens ocupam uma área de 29,7 km² (35%), agricultura com 25,5 km² de ocupação (31%), as florestas ocupando 15,243 km² (18%) da área, e a área urbana ocupando 13,539 km² (16%) da microbacia. Observa-se baixa a porcentagem de florestas, com áreas de reflorestamento de eucalipto ao noroeste da bacia, restando na maior porção apenas as matas ciliares mais densas ao leste da bacia, e menor ao oeste onde não atinge ao que é exigido no Lei n° 12.651/2012 em seu capítulo II, Artigo 4, que regulariza as faixas de mata para cursos d'água menores que 10 metros de largura, com mata ciliar de 30 metros para cada margem (BRASIL, 2012).

Conforme apresentado na Figura 7 (B) o mapa com o cálculo do Fator CP, foi gerado utilizando os atributos de uso e ocupação apresentados na Figura 7 (A) e os valores tabelado

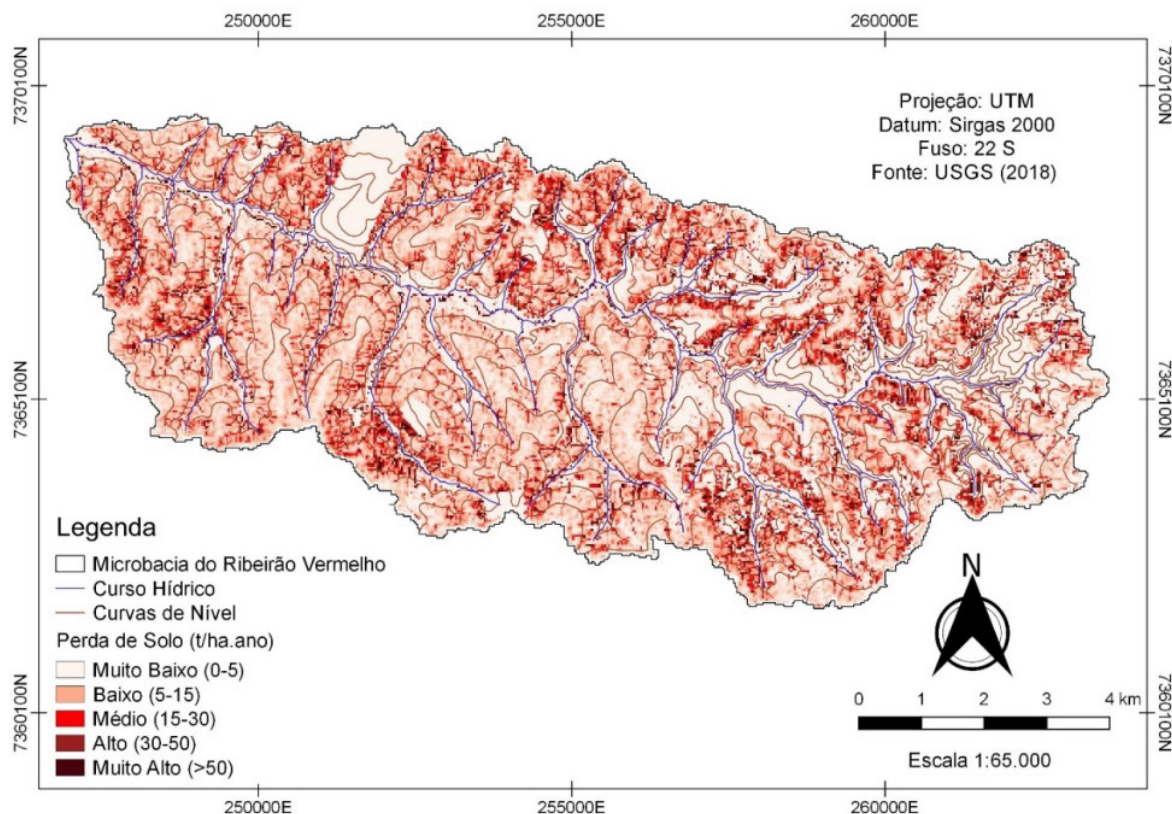
pelos autores Ferreira et al., (2012); Bueno & Stein (2004), foram apresentados na Tabela 3. A floresta apresenta o menor valor de CP por contribuem para a conservação e redução da perda de solo em função do impacto da força da chuva. Tem-se a cobertura vegetal como a melhor prática para conservação do solo, no entanto é notável que a maior parte da microbacia, são ocupadas por pastagens e agricultura que possui maior valor de CP (Tabela 3), contribuindo para o aumento dos processos erosivos.

Figura 7 – (A) Mapa de Uso e Ocupação do Solo e (B) Fator CP: Práticas Conservacionistas



A Figura 8 mostra os resultados da aplicação da EUPS, cujos valores de perda de solo foram divididos em cinco classes, sendo o nível “Muito Baixo”, abrangendo a perda de solo de até $5 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, correspondendo a uma área de 3417,84 ha, representando 42% da área da Microbacia. A classificação “Baixa” com perda de solo 5 a $15 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ corresponde a uma área 2574,72 ha representando 32% da área da bacia. A “Média com a perda de solo de 15 a $30 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ” abrange 17% da área (1389,69 ha). O nível “Alto” compreende entre 30 a $50 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e representa 479,52 ha, ou seja, 6% do total e a “Muito Alta” que é a perda de solo maior que $50 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ corresponde a uma área de 270,72 ha e a 3% da área da bacia.

Realizando uma análise espacial de comparação entre o Mapa de Perda de Solo (Figura 8), o Mapa do Fator LS (Figura 6 B) e as curvas de níveis da Microbacia, identifica-se a coincidência das áreas de menor inclinação, com o relevo mais suave, menor variação na altitude, e perda de solo em valores inferiores a $15 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Aos valores de 15 a $50 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, compreende a região com uma maior declividade e maior inclinação, sendo mais susceptível a ocorrência de erosão e é a área que precisa de ocupação que diminua o risco de ocorrência de processos erosivos.

Figura 8 – Cálculo da EUPS: Mapa de Perda de Solo do Ribeirão Vermelho

4. CONCLUSÃO

Conforme análise morfométrica, os índices indicam que a microbacia tem baixa suscetibilidade à ocorrência de grandes enchentes por conta do seu formato alongado e esteiro, bom como pelas características de rio retilíneo. A erosividade da microbacia tem direta relação com o índice de pluviosidade, observando-se que nas áreas em que há maior índice pluviométrico há maior tendência à ocorrência de erosividade no solo considerando que o solo da região é arenoso e propenso a ocorrência de erosão. No entanto, a erosividade pode ser reduzida com o manejo correto do solo, através da aplicação de práticas conservacionistas, garantindo maior segurança em manter a fertilidade na produtividade do solo.

A aplicação do método de perda de solos em sistema de informação geográfica apresenta resultado satisfatório para estimativa de perda de solo de forma distribuída espacialmente sobre a bacia de forma a identificar regiões mais vulneráveis a ocorrência de erosão. Com o cálculo da EUPS, pode-se observar que a Microbacia apresenta uma considerável área com “Muito Baixa” ou “Baixa” propensão a perda de solo, fator que pode estar associado também ao relevo plano ondulado. Porém, observando as matas ciliares é notável que conforme o curso d’água se aproxima da sua foz, a mata ciliar sofre uma considerável redução, o que acarreta numa vulnerabilidade de perda de solo nas margens do rio, com tendência a sofrer por

erosão hídrica. Portanto, recomenda-se que as matas ciliares sejam recompostas, como também nas regiões onde a declividade é mais acentuada.

REFERÊNCIAS

- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. 1º ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994. v. 1. 132 p.
- BRASIL. **Lei nº12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Brasília. 2012.
- BUENO, C.R.P. & STEIN, D.P. Potencial natural e antrópico de erosão na região de Brotas, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, p.15, 2004.
- CARDOSO, C. A. et al. Caracterização Morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Sociedade de Investigações Florestais**, Viçosa-mg, v. 30, n.2, p. 241-248, 2006.
- CHEREM, L. F. S., MAGALHÃES JÚNIOR, A. P., FARIA, S. D. Análise e Compartimentação Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Alto Rio das Velhas: Região Central de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, p. 11-21, 2011.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **Classes de Declividade** (1979). Disponível em <<http://ceivap.org.br/sesmaria/MAPA-SESMARIA-EMBRAPA-90-60.pdf>>. Acesso em 27 de fevereiro de 2019.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: **Embrapa Produção da Informação**; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FERREIRA, S. L. S.; OKA-FIORI, C.; KOZCIAK, S. Análise multitemporal da erosão nas bacias hidrográficas dos rios São João, Iporã e do Prado, Altônia - PR, decorrente da dinâmica agropastoril. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 44, p.15-34, dez. 2012.
- GASPARETTO, N. V. L.; SOUZA, M. L. Contexto Geológico-Geotécnico da Formação Caiuá no Terceiro Planalto Paranaense – PR, **Anais: I Encontro geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense – Engeopar**, Maringá, 2003.
- HUDSON, N.W. **Soil conservation**. 3.ed. Ithaca, Cornell University Press, 1995. 324p.
- IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Dados de monitoramentos – médias históricas**. Disponível em :<<http://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Dados-Meteorologicos-Historicos-e-Atuais>> Acesso em 19 de janeiro de 2019.
- KÖPPEN, W. & GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
- LINDNER, E. A.; GOMIG, K.; KOBIYAMA, M. Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do uso do solo na bacia rio do Peixe/SC. In: **Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**, Florianópolis.: Inpe, 2007. p. 3405-3412.

MICHETTE, J. F., AUGUSTO FILHO, O., PINTO, J. F. Avaliação Preliminar de Erosão Laminar na Bacia Hidrográfica da Represa do Lobo-SP. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 2014, Cuiabá. **Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica**, 2014.

MOORE, I. & WILSON, J. P. Length-slope factors for the revised universal soil loss equation: simplified method of estimation. **Journal of Soil and Water Conservation**. 47(5):423-428. 1992.

PRADO, J.P.B. & NÓBREGA, M. T. Determinação de perdas de solo na bacia hidrográfica do córrego a do córrego Ipiranga em Cidade Gaúcha, Estado do Paraná, com aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS). **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 27, n. 1, p. 33-42, 2005.

RUFINO, R. L.; BISCAIA, R. C. M. & MERTEN, G. H. Determinação do potencial erosivo da chuva do Estado do Paraná através de pluviometria: Terceira aproximação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 17:439-444, 1993.

TONELLO, K. C. et al., Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, v. 30, p. 849-857, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION AND CALCULATION OF LOSS OF SOIL IN THE MICROBACIN OF THE RED RIVER, IN UMUARAMA-PR.

ABSTRACT – The hydrographic basin of the red river is located in the northwest of the State of Paraná, where the geological formation is of the Caiuá Sandstone, with high potential and the occurrence of erosion processes. The objective of the study was to carry out analyzes of the morphometric characteristics of the Red River microbasin and to spatially assess soil loss through the Universal Soil Loss Equation, using a geographic information system. The model is based on the factors of Erosivity, Erodibility, Topographic Factor and Land Use and Management. The watershed has an area of 84,068 km², with an elongated shape, with no tendency to suffer sudden floods. The drainage is of medium class, with a slope varying between flat and wavy. It can be observed that the hydrographic basin has low soil loss along its extension, however, with several places with indications of high soil loss, mainly where the topography is more accentuated and the vegetation of pasture and agriculture predominate. Due to the reduced vegetation of the riparian forest around the watercourse, there are strong trends in carrying sediment to the river, as well as strong runoffs that can modify the main drainage bed.

KEYWORDS: EUPS, Caiuá Sandstone, Geoprocessing.

The background of the page is a grayscale aerial photograph of a large body of water, possibly a lake or a wide river. The water is dotted with numerous islands and peninsulas of varying sizes, all densely covered with trees. The sky above is filled with soft, textured clouds. A horizontal band of light blue color separates the sky from the water, serving as a background for the main title. On the right side, a vertical dark teal bar contains the section number.

SUSTENTABILIDADE

SEÇÃO 2

CAPÍTULO 5

POR QUE COMPRAMOS TANTO? REVISÃO NARRATIVA SOBRE O COMPORTAMENTO CONSUMISTA CONTEMPORÂNEO

Fernanda Imada de Lima

<http://lattes.cnpq.br/6647535800107521>

Universidade Federal de São Carlos,
São Carlos - SP

Juliano Costa Gonçalves

<http://lattes.cnpq.br/1803562162325019>

Universidade Federal de São Carlos,
São Carlos – SP

RESUMO – A industrialização vinculou a ideia de prosperidade ao incremento contínuo de desejos materiais, sendo o crescimento econômico constante o meio de realizá-la. Contudo, esse ideal de desenvolvimento conduziu o mundo a um impasse designado dilema do crescimento. Qualquer declínio do crescimento tem consequências desastrosas e imediatas para a economia global. Por outro lado, a manutenção do atual paradigma degrada o meio ambiente e, provavelmente, provocará crises e rupturas. Diante deste contexto, este estudo pretendeu compreender as raízes históricas do consumismo por meio de uma revisão bibliográfica narrativa. Como aspectos positivos do modelo econômico capitalista destaca-se a oferta do mesmo poder de escolha e oportunidades de prosperar a todos os indivíduos, ao menos na teoria, e a capacidade de produzir riquezas suficientes

para promover o progresso tecnológico. Porém, o estímulo ao crescimento econômico e consumo constantes inerente a esse sistema, produz efeitos bastantes negativos como a superexploração dos recursos ambientais, poluição, exclusão e desigualdade social e perda da qualidade de vida devido às longas jornadas de trabalho. A extração de matérias-primas necessárias para alimentar a cadeia produtiva é mais rápida do que a capacidade de recuperação do meio ambiente. Nesse ritmo, a sobrevivência da humanidade e o equilíbrio dos ecossistemas correm sérios riscos. Por isso, é importante discutir com seriedade sobre os caminhos para libertar a sociedade deste dilema. Um consumo menos guiado pela busca por felicidade, bem-estar e prestígio social pode contribuir bastante para a conservação dos recursos naturais e a construção de uma sociedade mais igualitária.

PALAVRAS-CHAVE: dilema do crescimento; consumismo; capitalismo; necessidades humanas.

1. INTRODUÇÃO

No século XIX, com a Revolução Industrial em pleno desenvolvimento, o consumo deveria ser incentivado para

incrementar a manufatura em massa e as relações comerciais. Iniciava-se uma nova sociedade, a de consumo, na qual deveria existir destinatários para o aumento da produção. Com o intuito de impulsionar a economia dos Estados Unidos pós-Segunda Guerra Mundial, o economista Victor Lebow propôs ao presidente Dwight David Eisenhower uma nova tática de ordem socioeconômica. A partir deste momento, os produtos deveriam ser consumidos, destruídos e descartados em um ritmo cada vez maior (PEREIRA; PEREIRA; PEREIRA, 2009).

Neste mesmo período, ciência e tecnologia desenvolveram-se intensamente, estabelecendo a ideia de progresso, que para os liberais era a realização da liberdade individual, enquanto intelectuais e trabalhadores socialistas a entendiam como democracia e socialismo. Contudo, a brutalidade das duas guerras mundiais contribuiu para alterar e desmoralizar esta concepção. Com o fim destes conflitos alguns países estavam menos industrializados que outros, e o conceito de progresso foi reestruturado incorporando um forte viés econômico para impulsionar a recuperação financeira do mundo pós-guerra. Nos anos seguintes, as desigualdades persistiram, mas muitas nações obtiveram melhorias em seus padrões de vida, dando força ao pensamento de progresso econômico (BRESSER-PEREIRA, 2014).

Do mesmo modo que ressignificou a noção de progresso, a industrialização também vinculou a ideia de prosperidade ao incremento contínuo de desejos materiais, sendo o crescimento econômico constante o meio de realizá-la. Contudo, a prosperidade transcende o aspecto materialista e compreende um sentimento coletivo de que as coisas vão bem na família, com amigos e em comunidade. Esta preocupação partilhada se traduz em uma visão de progresso humano. Tal entendimento é importante não apenas por razões altruístas, mas para assegurar um sentido à existência e ter uma óptica reconfortante do futuro, composta por um mundo mais justo e uma sociedade melhor para as futuras gerações (JACKSON, 2013).

A questão central do desenvolvimento, no início do século XXI, é entender o destino da expansão econômica, assim como o limite entre o dever e o poder de influenciar este rumo. As sociedades contemporâneas estão estruturadas pelo modelo capitalista fundamentado no aumento contínuo da produção e consumo como forma de atingir o progresso e a prosperidade. Todavia, a industrialização conduziu o mundo a um impasse designado de dilema do crescimento. Qualquer declínio global, regional ou nacional do crescimento econômico tem consequências desastrosas e imediatas. Por outro lado, a manutenção do atual paradigma ocasionará a degradação do meio ambiente e, provavelmente, a crises e rupturas. Diante desta conjuntura, como subjugar este dilema e descobrir novas vias para obter prosperidade? (SANTOS, 2008).

O crescimento econômico como via principal para atingir o progresso e a prosperidade trouxe à tona alguns questionamentos, uma vez que grandes disparidades de renda e bem-estar persistem em todo o globo e a economia está restrita por limites ecológicos finitos. Os benefícios do crescimento econômico contínuo ainda compensam os custos? A premissa do progresso é essencial para a prosperidade? A necessidade do desenvolvimento constante para a estabilidade da economia moderna, cria um cenário de pânico sempre que o crescimento

vacila e os negócios precisam resistir em meio a ameaças de recessão. No entanto, mesmo com este frágil equilíbrio econômico, computar a prosperidade predominantemente em termos financeiros é uma concepção moderna (JACKSON, 2013).

Tendo em vista o impasse diante do qual o mundo contemporâneo encontra-se, caracterizado por uma crise ambiental que limita o crescimento econômico e abala o frágil equilíbrio da economia, este estudo pretendeu compreender as raízes históricas do consumismo para, a partir deste contexto, estimular uma reflexão acerca da insustentabilidade do estilo de vida capitalista e da necessidade de transformá-lo a fim de conservar os recursos naturais e instituir uma sociedade mais igualitária, sustentável e que preze a qualidade de vida em detrimento ao lucro.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo foi a revisão bibliográfica narrativa ou tradicional e buscou compreender as raízes históricas do comportamento consumista contemporâneo. Este método geralmente não parte de uma questão específica bem definida, não exige um protocolo rígido para ser elaborado e a busca das fontes não é pré-determinada e distintiva (CORDEIRO; OLIVEIRA; RENTERÍA; GUIMARÃES, 2007). A estrutura de um texto desta natureza é composta por introdução, desenvolvimento (seções definidas pelo autor com títulos e subtítulos), comentários e referências (ROTHER, 2007).

3. O SISTEMA ECONÔMICO CAPITALISTA

Cada modo de produção é definido por uma forma social de manufatura específica. Algumas sociedades tribais primitivas, por exemplo, eram caracterizadas pelas relações de parentesco, que ordenavam a apropriação do território, fundamental para garantir os meios de subsistência; no feudalismo havia as relações servo-contratuais; já no capitalismo existem as relações assalariadas entre os vendedores da força-de-trabalho – o proletariado – e os detentores dos meios de produção – a burguesia (GAIGER, 2003).

O capitalismo é um sistema econômico dotado de excepcional capacidade criativa e destrutiva, e se formou no seio de sociedades mercantis e monetárias da Europa Ocidental. “A longa marcha” para o capitalismo ocorreu em vários séculos nos quais imbricam a formação de burguesias (mercantis e bancárias), constituição dos Estados modernos, ampliação das trocas em escala mundial, o desenvolvimento das técnicas de transporte e produção, além da emergência de novas mentalidades (BEAUD, 1989).

De acordo com Mandel (1981), convém não confundir “capitalismo” e “capital”. O primeiro é um sistema econômico nascido ao se inserir o segundo na esfera da produção. Entretanto, o capital já existia nas sociedades feudais, semifeudais e no modo de produção asiático. A partir de uma certa etapa do desenvolvimento das forças produtivas, o escambo – inicialmente ocasional e sem importância nas sociedades mais primitivas – regulariza-se, instituindo a

produção de mercadorias para troca e satisfação das necessidades dos produtores e da coletividade. Tal conjuntura faz emergir o dinheiro e o comércio do dinheiro (capital-dinheiro).

A produção de mercadorias e o comércio formam os pressupostos históricos dos quais emerge o capital. O dinheiro como dinheiro e o dinheiro como capital distinguem-se apenas pela forma de circulação. Se o conteúdo material da circulação das mercadorias for abstraído para considerar somente as formas econômicas que esse processo promove, o produto final encontrado será o dinheiro. A forma imediata da circulação de mercadorias é M-D-M, conversão de mercadoria em dinheiro e reconversão de dinheiro em mercadoria, vender para comprar. Mas há uma outra forma, especificamente diferente: D-M-D, conversão de dinheiro em mercadoria e reconversão de mercadoria em dinheiro, comprar para vender. O dinheiro que circula deste último modo torna-se capital (MARX, 1988).

Pela primeira vez na história, um sistema de econômico não visa a satisfação direta das necessidades humanas, mas sim a obtenção de um lucro em dinheiro por meio da concorrência no mercado. Uns ganham enquanto outros perdem. Não há forma de todos ganharem simultaneamente. As causas do desemprego e pobreza estão relacionadas com as relações capitalistas e a combinação de duas tendências: a substituição do trabalho humano por máquinas (desemprego tecnológico) e a peculiaridade do funcionamento do sistema, o qual reconhece como membro desta sociedade quem vende mercadorias, mesmo que seja sua própria capacidade de trabalhar. O desempregado, por não produzir e nem vender sua mão de obra, fica à margem da riqueza (FOLADORI, 1999).

No capitalismo, o mercado deve ser sempre competitivo: desde a disputa por empregos e vagas nas universidades até a liderança em vendas. A competição é boa de dois pontos de vista: confere poder de escolha ao consumidor (menor preço e maior satisfação) e gratifica o vencedor, isto é, as empresas que vendem mais têm maior lucro e crescimento. Porém, existem efeitos sociais indesejáveis como, por exemplo, a desigualdade social. Enquanto os vencedores acumulam capital, galgam posições e avançam nas carreiras, os perdedores ficam tão marcados pelas suas derrotas que não conseguem mais emprego, crédito nos bancos ou novas oportunidades (SINGER, 2002).

Outro aspecto deste sistema é a indiferença dos consumidores quanto a origem do objeto consumido, gerando uma alienação profunda a qual naturaliza as relações sociais de produção e trabalho, encobre a realidade social do produto e contribui para a exploração das forças de trabalho que o produziram. O resultado deste processo é a opressão das massas consumidoras, mas também e, principalmente, das massas trabalhadoras (MANCEBO *et al.*, 2002).

O lucro é o único estímulo do sistema capitalista. Para obtê-lo é necessário produzir e vender sempre mais, criar no indivíduo a necessidade de consumo e fazer com que as mercadorias durem o mínimo possível para que sejam substituídas rapidamente. Em determinado momento a produção excede a demanda, gerando uma crise econômica, ambiental e social. A crise ambiental provocada pelo capitalismo consiste na extração e desperdício maciços de matéria-prima, grande produção de resíduos e fabricação intensa de mercadorias,

que muitas vezes não serão consumidas e nem satisfarão as necessidades dos consumidores (FOLADORI, 2008).

3.1. Consumo e a satisfação das necessidades humanas

De acordo com Maslow (1943), os humanos são animais perpetuamente carentes, cujas necessidades se organizam em hierarquias de importância, porém, essa ordem não é fixada rigidamente. O surgimento de uma vontade, geralmente, depende da satisfação prévia de alguma outra mais prepotente. Além disso, nenhuma carência ou incentivo podem ser tratados como se fossem isolados ou discretos; cada estímulo está relacionado ao estado de satisfação ou insatisfação de outros impulsos. Segundo o autor, as necessidades básicas humanas são: fisiológicas, segurança, sociais, autoestima e autorrealização.

Além das condições básicas para a vida humana, existem aquelas direcionadas a tornar o dia-a-dia mais agradável, evidenciando dois aspectos importantes na vivência de cada pessoa: de um lado o que precisam, e cuja falta ameaça a sobrevivência; de outro, o luxo frívolo, porém importante para seu projeto de vida, tornando-a mais agradável. Por isso, ter uma jornada de trabalho dupla para aumentar a renda e realizar desejos de consumo é uma prática usual, mas o preço pago é a redução do lazer, descanso e convívio com a família. O emprego, por sua vez, torna-se desagradável, difícil, fatigante, um verdadeiro fardo a ser carregado (MOURA, 2018).

Os padrões de vida que excedem as condições mínimas básicas pra sobrevivência, só são sustentáveis caso os níveis de consumo em todos os lugares considerarem a sustentabilidade a longo prazo. Todavia, o estilo de vida de muitos cidadãos ultrapassa a resiliência dos recursos ecológicos do mundo. Muitas necessidades são social e culturalmente construídas, por isso, é primordial fomentar o desenvolvimento sustentável por meio de valores que estimulem padrões de consumo dentro dos limites da viabilidade ecológica e os quais todos possam aspirar (WCED, 1987).

Max-Neef, Elizalde e Hopenhayn (1989) afirmam que, além das necessidades humanas fundamentais serem finitas, poucas e classificáveis, permanecem as mesmas em todas as culturas e períodos históricos. O único fator a se transformar, ao longo do tempo e das culturas, é o caminho ou o meio de satisfazê-las. Para estes autores, as necessidades humanas abrangem mais do que o setor econômico e devem ser entendidas como um sistema na qual todas são inter-relacionadas e interativas. Com exceção da subsistência, isto é, permanecer vivo, não existem hierarquias dentro do sistema.

O acúmulo de bens, intrínseco ao consumo exagerado, supre algumas carências humanas relacionadas aos aspectos materiais, mas pouco atende às necessidades psicossociais. Possuir este entendimento permite, por exemplo, buscar alternativas para satisfazer as faltas que não exigem altos padrões de consumo, como é o caso da identidade e liberdade; ou de lazer, sem precisar voar ao redor do mundo e interferir na cultura e terras de outras pessoas. Compreender as necessidades humanas além da segurança material e monetária permite

questionar a imprescindibilidade de adquirir certos produtos e serviços, bem como a forma como são utilizados. Procurar maneiras de melhorar ou substituir uma prática insustentável pode contribuir para ressignificar e dar uma perspectiva diferente ao ato de consumir (MENEZES, 2016).

Contudo, a satisfação das necessidades básicas depende sim, em parte, do crescimento econômico, enquanto que o desenvolvimento sustentável exige claramente a expansão financeira em locais onde essas necessidades não estão sendo atendidas. Em qualquer lugar a sustentabilidade pode ser consistente com o crescimento econômico, desde que não tolere a exploração de pessoas e a destruição dos recursos naturais. Todavia, o avanço da economia por si só não é suficiente, já que altos níveis de atividade produtiva e pobreza generalizada podem coexistir e ameaçar o meio ambiente. O desenvolvimento sustentável requer que as sociedades atendam às necessidades humanas, aumentando o potencial produtivo e garantindo oportunidades equitativas para todos (WCED, 1987).

3.2. O consumismo e a busca da felicidade

O consumo é uma atividade humana básica, caracterizada pela busca de recursos materiais ou simbólicos para a manutenção saudável do organismo e da própria existência como um todo. Todavia, o consumo exagerado subverte essa necessidade natural ao transformá-la em uma incontável procura por satisfação de desejos, estimulada pela publicidade das grandes marcas que exprimem a força do regime capitalista, dependente das inclinações consumistas dos indivíduos para prosperar economicamente. O consumismo pode ser compreendido como a aquisição de bens materiais indiscriminadamente, em geral, influenciada por forças externas que conduzem de forma compulsiva o gosto do indivíduo para determinados produtos, fazendo-o acreditar na obtenção do bem-estar por meio da compra (BITTENCOURT, 2011).

Até o final do século 19, era difícil fabricar bens de consumo devido aos altos custos de manufatura e matéria-prima escassa, por isso, somente uma minoria abastada podia possuí-los. Entretanto, a industrialização, barateou os processos e prejudicou os serviços dos artesãos; o foco passou a ser o lucro, com tempo e investimentos reduzidos na fabricação e, conseqüentemente, menor qualidade do produto. Os avanços tecnológicos do século XX aprimoraram a manufatura, intensificando a produtividade e a oferta de bens que, por sua vez, impeliram a queda dos preços e a expansão do mercado consumidor, atingindo lucros inéditos. Porém, a quebra da bolsa de valores de Nova York em 1929, mostrou que produzir muito sem ter pra quem vender levaria as empresas à falência. A partir daí, surgiu a ideia de manter o mercado ávido pelos bens produzidos por meio de investimentos governamentais e estímulo ao consumo massivo. Foram nas décadas de 1930 e 1940, por exemplo, que emergiu a estratégia da obsolescência programada, baseada na ideia de produzir bens de curta duração e rápida substituição (BATTISTI *et al.*, 2011).

Uma das características principais do mercado é explorar os atributos dos produtos por meio da sedução, ou seja, um objeto para ser escolhido sem outras informações prévias, deve

primeiramente excitar os sentidos do consumidor. A efemeridade da satisfação decorrente da sedução e conquista, estimula o interesse constante por novidade. Os fabricantes, por sua vez, se aproveitam desta breve euforia e lançam frequentemente novas linhas de produtos, estabelecendo um ciclo de consumo baseado na rápida substituição e descarte das mercadorias (PAIXÃO; SOUZA, 2015).

O discurso do consumismo está fundamentado no ideal de que a principal finalidade da vida é comprar. Nas sociedades contemporâneas este comportamento foi naturalizado e tornou-se a ideologia predominante. Os indivíduos creem na vida como um resumo ou extensão do que podem (ou não podem, mas precisam) consumir, ou seja, estão orientadas por um princípio de supervalorização da posse de bens materiais. Trata-se de uma ideologia incentivada pelas mídias e incorporada pela grande maioria da população urbana. O consumo ocupa um lugar central no modo de vida moderno, e está arraigado nos valores da cultura ocidental de tal forma que dificulta a distinção entre o ser e o ter (MEDEIROS, 2009).

Na sociedade contemporânea, satisfazer desejos é ser feliz. Contudo, felicidade é um sentimento não passível de objetivação, e tão pouco pode ser classificado, padronizado e generalizado. Cada sujeito é único e sabe como se realizar efetivamente. Compreender felicidade como saciedade é uma tentativa de transformá-la em algo palpável e mensurável. Porém, enquanto a felicidade é um anseio humano atemporal, a saciedade constitui um estado provisório e modo-de-ser da cultura ocidental moderna associado ao consumo. É o corpo que se sacia: a sede, fome, desejo sexual, frio e calor. Embora o consumo vise suprir necessidades, a saciedade não perdura. A fome busca o alimento para ingeri-lo, metaboliza-lo, mas, também, eliminá-lo. Pouco depois da saciedade, o corpo sente novamente a falta. O esquema social de produção-consumo se apropria dessa contingência biológica para produzir mais falta e aumentar o consumo. A relação falta-saciedade-falta acaba transcendendo o plano biológico. Tudo deve ser consumido, o pão e o carro, as relações pessoais e amorosas (CRITELLI, 2008).

O consumismo promove o fenômeno da coisificação, pois o sujeito que compra desenfreadamente só encontra sentido na existência por meio da posse exclusiva de coisas, convertidas em fonte de prazer em uma vida dominada pelo vazio interior. O consumo desvia momentaneamente a atenção do indivíduo de suas misérias existenciais, mas em seguida os tormentos afloram novamente em seu espírito, criando um ciclo contínuo de desejo, satisfação e necessidade de novas experimentações. O ímpeto para ter domina a vida do indivíduo e os seus pertences o submetem psicologicamente, pois quando lhe são retirados, sua segurança é abalada. O consumista vive em constante tensão existencial, devido às incertezas presentes em sua consciência fragilizada e que só experimenta relativa estabilidade quando usufrui dos seus bens privados ou cede aos seus desejos aquisitivos passageiros (BITTENCOURT, 2016).

Decifrar as determinações culturais do consumismo, enquanto disposição psicológica originada de um escapismo simbólico em relação aos problemas existenciais, pode favorecer a análise da incapacidade humana de se realizar, apesar de todos os avanços tecnológicos obtidos com o desenvolvimento das ciências no decorrer dos últimos séculos. O progresso

material não proporcionou a ampliação da felicidade humana, pelo contrário, é cada vez mais nítido que o desenvolvimento da técnica, desvinculado de uma experiência genuína de realização do bem-estar humano, revela-se um engano. Além disso, a tecnologia estimula a exaustão constante dos recursos naturais e evidencia a urgência de se modificar a relação humana com o mundo ao redor (BITTENCOURT, 2011).

No capitalismo o consumo precisa ser sempre superior, caso contrário a economia entra em colapso. O consumidor, alimentado pela ansiedade de obter uma posição favorável na sociedade, está constantemente em busca de novidade. Prospere ou morra. Natureza e estrutura se combinam para trancar o ser humano na gaiola de ferro do consumismo. É um sistema ansioso e patológico, mas que funciona até certo nível. A busca incansável por novidade pode minar o bem-estar, porém, o sistema permanece economicamente viável enquanto a liquidez for preservada e o consumo subir. O desafio moderno é buscar uma forma sustentável de prosperar. Apenas por meio destas mudanças será possível encontrar uma prosperidade duradoura e o potencial para “florescer”, dentro de limites ecológicos e sociais (JACKSON, 2013).

3.3. Modernidade líquida e consumo

Os líquidos, diferentemente dos sólidos, não mantêm sua forma com facilidade e não fixam o espaço nem prendem o tempo. Os sólidos têm dimensões espaciais claras, mas neutralizam o impacto e, portanto, diminuem a significação do tempo (resistem efetivamente a seu fluxo ou o tornam irrelevante). Já os fluidos não se atêm muito a qualquer forma e estão constantemente prontos (e propensos) a mudá-la, sendo assim, o tempo conta mais do que o espaço que lhes concerne ocupar; espaço que, afinal, preenchem apenas “por um momento” (BAUMAN, 2011).

Essa metáfora *baumaniana* ajuda a compreender boa parte das mudanças sociais ocorridas nas últimas décadas. Trata-se de mudanças rápidas e profundas num conjunto amplo de práticas sociais, e em percepções e saberes correlatos. Tais práticas, percepções e saberes abrangem a cultura, economia, política, ética, estética, educação, dentre outras áreas (SARAIVA; VEIGA-NETO, 2009).

A “vida líquida” e a “modernidade líquida” estão intimamente ligadas. A “vida líquida” é o tipo de existência adotado em uma sociedade líquido-moderna, em que as ações dos cidadãos mudam num tempo mais curto do que aquele necessário para consolidá-las em hábitos e rotinas. A liquidez da vida e da sociedade se alimentam e revigoram mutuamente, pois, ambas não podem manter a forma ou permanecer em seu curso por muito tempo (BAUMAN, 2007).

A modernidade evidencia uma precariedade não apenas cultural, mas, sobretudo, social, porque não foram apenas ideologias a desmanchar, mas igualmente estilos de vida e costumes. O ser humano, neste contexto, sente-se inseguro tanto pelo trabalho, que não é mais fixo, quanto pelo medo das mudanças que o cerca, das pessoas novas enchendo as cidades ocidentais, ameaças de terrorismo e da incapacidade de acompanhar as novidades tecnológicas.

O mundo moderno, em contínuo movimento e extremamente rápido, deixa qualquer indivíduo na constante preocupação de manter o ritmo das mudanças e não ficar de fora dos acontecimentos. Esta vida precária, sem nenhum tipo de segurança, que obriga as pessoas a mudar continuamente de situações, é o novo estilo de vida da sociedade líquida (CUGINI, 2008).

Na vida moderna, marcada pela efemeridade e frivolidade, predomina a cultura do vazio a qual impulsiona a busca desenfreada pelo prazer e poder. Na atualidade, as inovações e transformações ocorrem de forma muito rápida e violenta, instigando o indivíduo a desejar sempre mais para cair nas malhas do sistema de consumo e viciar-se na adição de coisas. O estímulo ao consumo afeta a formação psicossocial dos sujeitos e concebe novas modalidades de sensibilidades, necessidades, desejos, formas de sentir e perceber o mundo ao redor. As noções modernas de felicidade estão relacionadas à satisfação imediata de necessidades fictícias. Saciar as vontades e “ser feliz” são algumas das marcas da cultura narcísica contemporânea, na qual a felicidade é muito valorizada, mesmo quando é uma sensação superficial e falsa. Essa é a era das transformações, da desconstrução de valores consolidados, mudança da cultura e de certas ideologias clássicas da sociedade. No mundo moderno as certezas supostamente inabaláveis estão sendo derrubadas (COLOMBO, 2012).

O paradoxo é que nas sociedades contemporâneas, mais ricas com o passar do tempo, também há pessoas menos felizes a cada dia. A riqueza parece não ser o principal motivo da felicidade, pelo contrário, a correlação entre riqueza e felicidade é inversa. O crescimento econômico acelerado ao invés de provocar um surto concomitante de felicidade, aumenta a desigualdade, a taxa de criminalidade e a sensação de incerteza quanto ao destino de cada um. Isso ocorre porque os bens necessários a uma vida feliz não podem ser obtidos com dinheiro. Não se compra no shopping com cartão de crédito, o amor, a amizade, os prazeres da vida doméstica, o companheirismo, a autoestima por um bom trabalho e o respeito mútuo. Tais bens, intangíveis por natureza, não podem ser adquiridos no mercado, por isso a felicidade não pode ser comprada (FRAGOSO, 2011).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A efetivação do capitalismo como modelo econômico dominante induziu mudanças no comportamento dos consumidores. Se nos primórdios da civilização o consumo destinava-se à satisfação das necessidades humanas básicas, atualmente está mais associado à busca do prazer e à sobrevivência do sistema. Contudo, o consumismo, tem se revelado nocivo ao bem-estar da população, uma vez que ao utilizar os meios de comunicação para estimular o desejo constante por novidades, a lógica capitalista cria uma sociedade repleta de pessoas ansiosas e endividadas.

O estilo de vida contemporâneo ágil e sedento por inovações, contribuiu para o desenvolvimento de produtos descartáveis, projetados para durar pouco e serem rapidamente substituídos em um processo denominado de obsolescência programada. Além disso, as relações de consumo modernas estão fortemente ligadas a busca da felicidade, bem-estar, aceitação

e prestígio social. Porém, os efeitos desse comportamento sobre o meio ambiente são altamente destrutivos porque exige uma extração enorme de recursos naturais para alimentar as linhas de produção, gerando, ao mesmo tempo, uma quantidade tão grande de resíduos que impossibilita sua disposição correta para evitar a contaminação da água e do solo.

Além disso, no capitalismo a disputa por um espaço no mercado é bastante competitiva. Há muitos indivíduos, por exemplo, concorrendo pelas mesmas vagas de trabalho e nas universidades, e empresas lutando pelo primeiro lugar nas vendas. Para chegar ao topo, deve-se ser sempre o melhor, o mais preparado, mais inteligente, mais bonito, mais eficiente e mais produtivo. Não é por acaso que a geração moderna possui uma saúde mental tão comprometida. Depressão e ansiedade são doenças conhecidas como o mal do século. Com tamanha competitividade, está cada vez mais difícil conseguir um lugar ao sol, e o capitalismo pune e exclui quem não alimenta o sistema. Os desempregados vivem à margem da sociedade e, incapazes de vender sua força de trabalho, praticamente perdem sua identidade.

Mas com tantas falhas e pontos negativos, o que faz o capitalismo se manter? Apesar dos defeitos, este modelo econômico oferece aos indivíduos o mesmo poder de escolha e oportunidades de prosperar, ao menos em teoria, e foi capaz de produzir riquezas suficientes para promover o progresso tecnológico. No entanto, estes poucos benefícios são suficientes para defender a manutenção de um sistema que promove a desigualdade, destruição ambiental e a perda de qualidade de vida da população? Não é necessário ser simpatizante do comunismo ou hippie para entender os diversos sinais de esgotamento que a natureza e as relações sociais vêm apresentando de modo cada vez mais frequentes. Diversos estudos apontam para os efeitos perversos do estilo de vida moderno: mudanças climáticas, desmatamento, escassez de água, dentre outros.

A humanidade encontra-se em uma situação difícil. Mudar já não é uma questão de escolha, mas sim uma necessidade. É imperativo seguir na direção da sustentabilidade para garantir a sobrevivência da espécie e a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas. Nesse sentido, é importante refletir e discutir com seriedade sobre quais caminhos tomar para libertar a sociedade do dilema do crescimento, ou seja, da dependência da expansão econômica para manter o *status quo*, mesmo que isso custe a exaustão dos recursos naturais. Por isso, estudos que abordem temas relacionados a novas formas de consumo, gestão de resíduos sólidos e sustentabilidade são ainda mais relevantes neste momento. Enquanto ainda não for possível substituir totalmente o capitalismo, pode-se ao menos propor mudanças de hábito como optar por produtos mais naturais, alimentos orgânicos e reciclagem. Pequenas ações que afetariam relativamente pouco a rotina das pessoas, mas contribuiriam para retardar, ou até mesmo impedir, a caminhada rumo ao abismo.

REFERÊNCIAS

BATTISTI, F. G.; TARANTO, T. B.; BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. Tecnologia e felicidade: a obsolescência do consumismo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA – COBENGE, 39., 2011, Blumenau – Sa

nta Catarina. **Anais**. Blumenau: ABENGE, 2011. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/8/sexoestec/art1945.pdf>. Acesso em: mai. 2020.

BAUMAN, Z. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001. 258 p.

BAUMAN, Z. **Vida líquida**. Tradução de Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor Ltda, 2007. 210 p.

BEAUD, M. **História do capitalismo**. 2 ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1989. 407 p.

BITTENCOURT, R. N. Os dispositivos existenciais do consumismo. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 10, n. 118, p. 103-113, março de 2011. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/10182>. Acesso em: jun. 2018.

BITTENCOURT, R. N. A antinatureza do consumismo. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 16, n. 187, p. 83 – 97, dezembro de 2016. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/34288/17962>. Acesso em: jun. 2018.

COLOMBO, M. Modernidade: a construção do sujeito contemporâneo e a sociedade de consumo. **Rev. Bras. Psicodrama**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 25 – 39, jun. 2012. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-53932012000100004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: dez. 2018.

CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. M.; RENTERIA, J. M.; GUIMARÃES, C. A. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Rev. Col. Bras. Cir.** Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, p. 428-431, dez. 2007.

CRITELLI, D. Consumo e obediência: a desarticulação da liberdade. **Psicologia USP**, São Paulo, v. 19, n.4, p. 477-486, out./dez. 2008.

CUGINI, P. Identidade, afetividade e as mudanças relacionais na modernidade líquida na teoria de Zygmunt Bauman. **Diálogos possíveis**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 159-178, jan./jun. 2008.

FOLADORI, G. O capitalismo e a crise ambiental. **Raízes**, Campina Grande, n. 19, p. 31-36, 2001, mai. 1999.

FOLADORI, G. A reedição capitalista das crises ambientais. **Revista outubro**, São Paulo, n. 17, p. 191-207, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Guillermo_Foladori/publication/260319024_A_reedicao_capitalista_das_crisis_ambientais/links/540db0850cf2d8daaacc2cb.pdf. Acesso em: mai. 2020

FRAGOSO, T. O. Modernidade líquida e liberdade consumidora: o pensamento crítico de Zygmunt Bauman. **Revista Perspectivas Sociais**, Pelotas, Ano 1, n.1, p. 109-124, mar. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/percsoc/article/view/2344/2197>. Acesso em: dez. 2018.

GAIGER, L. I. G. A economia solidária diante do modo de produção capitalista. **CADERNO CRH**, Salvador, v. 16, n. 39, p. 181-211, jul./dez. 2003. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/crh/article/view/18642/12016>. Acesso em: dez. 2018.

JACKSON, T. Tradução por José Eduardo Mendonça. **Prosperidade sem crescimento: vida boa em um planeta finito**. 1. São Paulo: Planeta Sustentável; Ed. Abril, 2013. 320 p.

MANCIBO, D.; OLIVEIRA, D. M.; FONSECA, J. G. T. SILVA, L. V. Consumo e subjetividade: trajetórias teóricas. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 7, n. 2, p. 325 – 332, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epsic/v7n2/a13v07n2.pdf>. Acesso em: dez. 2018.

MANDEL, Ernest. **O Capitalismo**. 1ª ed. 1981. Última atualização em 2014. Disponível em <https://www.marxists.org/portugues/mandel/1981/mes/capitalismo.htm>. Acesso em: mai. 2020.

MARX, K. **O Capital**. Vol. 2. 3 ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988. 1493 p.

MASLOW, A. A theory of human motivation. **Psychological Review**, v. 50, n. 4, p. 370-396, 1943. Disponível em: <http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>. Acesso em mai. 2018.

MAX-NEEF, M.; ELIZALDE, A.; HOPENHAYN, M. Human Scale Development: an option for the future. **Development dialogue**, Uppsala (Suécia), n. 1, 1989.

MEDEIROS, C. S. O conceito de felicidade na mídia e o estímulo ao consumo permanente: a felicidade não tem preço? **Sessões do Imaginário**, Porto Alegre, v. 14, n. 21, p. 35 - 22, 2009. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/famecos/article/viewFile/5908/4275>. Acesso em: jun. 2018.

MENEZES, U. G. **Desenvolvimento sustentável e economia colaborativa**: um estudo de múltiplos casos no Brasil. 2016. 166 f. Tese (Doutorado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

Consumo ou consumismo: uma necessidade humana? **Rev. Fac. Direito São Bernardo do Campo**, v. 24, n. 1, 2018. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/bibli_boletim/bibli_bol_2006/Rev-FD-SBC_v.24_n.1.01.pdf. Acesso em: maio. 2020.

PAIXÃO, C.R.; SOUZA, R. P. L. Consumo colaborativo: tendência de construção de conhecimento e negócios no mercado digital de produtos usados. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 5, n. 2, p. 170-185, jul./dez. 2015.

PEREIRA, A. O. K.; PEREIRA, H. M. K.; PEREIRA, M. M. K. Hiperconsumo e a ética ambiental. In: PEREIRA, A. O. K.; HORN, L. F. D. R. **Relações de consumo: meio ambiente**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2009. p. 11-26.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta paul. enferm.** São Paulo, v. 20, n. 2, p. 5-6, jun. 2007.

SANTOS, F. D. Riscos de Insustentabilidade: quais os caminhos para um desenvolvimento sustentável? In: CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL; SEMINÁRIO IBÉRICO; SEMINÁRIO IBEROAMERICANO, 5., 1., 2008, Aveiro (Portugal). **Anais...Aveiro**: Universidade de Aveiro/ Departamento de Didática e Tecnologia Educativa, 2008. p. 14 – 20.

SARAIVA, K; VEIGA-NETO, A. Modernidade líquida, capitalismo cognitivo e educação contemporânea. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 34, n. 2, p. 187 – 201, maio/ago. 2009.

SINGER, P. **Introdução à Economia Solidária**. 1 ed. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2002. 128 p.

WCED – WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENTAL AND DEVELOPMENT. **Our common future**. Nova Iorque: Oxford University Press, 1987. 374 p.

WHY DO WE BUY SO MUCH? A NARRATIVE REVIEW ON CONTEMPORARY CONSUMIST BEHAVIOR

ABSTRACT – Industrialization linked the idea of prosperity to the continuous increase of material desires, with constant economic growth being the means of achieving it. However, this idea of development has led the world to a stalemate called the growth dilemma. Any decline in growth has disastrous and immediate consequences for the global economy. On the other hand, maintaining the current paradigm degrades the environment and is likely to cause crises and disruptions. In this context, this study aimed to understand the historical roots of consumerism through a narrative bibliographic review. The positive aspects of the capitalist economic model include offering the same power of choice and opportunities to prosper to all individuals, at least in theory, and the ability to produce sufficient wealth to promote technological progress. However, the stimulus to constant economic growth and consumption inherent to this system produces very negative effects such as overexploitation of environmental resources, pollution, social exclusion and inequality, and loss of quality of life due to long working hours. The extraction of raw materials needed to feed the production chain is faster than the ability to recover the environment. At this rate, the survival of humanity and the balance of ecosystems are at serious risk. That is why it is important to discuss seriously the ways to free society from this dilemma. Consumption less guided by the search for happiness, well-being, and social prestige can contribute significantly to the conservation of natural resources and the construction of a more egalitarian society.

KEYWORDS: growth dilemma; consumerism; capitalism; human needs.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE DE CONSUMO CONSCIENTE DOS HABITANTES DO MUNICÍPIO DE IVATUBA-PR

Carolina Censi Celestino

<http://lattes.cnpq.br/2608258095822261>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama – Paraná

Dalila Cristina Gomes

<http://lattes.cnpq.br/8418261554953575>

Instituto Federal do Paraná, Ivaiporã
– Paraná

Patrícia Almeida Sacramento

<http://lattes.cnpq.br/6207995340594605>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama – Paraná

RESUMO – Após a Revolução Industrial os modos de produção e consumo se modificaram, a procura por satisfação pessoal das pessoas levou a um consumismo extremo, resultando em diversos impactos negativos ao planeta. Deste modo, o consumo consciente surge como uma proposta de resgate da população em relação ao consumismo. Este estudo teve como objetivo analisar o consumo consciente dos habitantes do município de Ivatuba-PR e identificar se a renda familiar da população tem influência no nível de consumo consciente. Para isso, aplicou-se um formulário com 25 perguntas baseadas na proposição de uma escala de consumo sustentável. Este questionário foi respondido por 260 habitantes do município.

Para um melhor entendimento dos resultados as questões foram divididas em seis grupos: Consumo de produtos sustentáveis, separação de resíduos sólidos, reutilização de materiais, hábitos sustentáveis, pensamento crítico e perspectiva de mudança, analisados de acordo com a renda da população (até um salário-mínimo; 1 a 3 salários-mínimos; 3 a 5 e superior a 5). Os resultados mostraram que apenas a categoria com perguntas relacionadas ao consumo de produtos sustentáveis obteve respostas negativas em relação ao consumo consciente. De modo geral a população entrevistada apresentou um bom nível de consumo consciente, mas que pode ser melhorado com a disseminação de informações sobre o assunto. Neste trabalho também foi constatado que no município de Ivatuba a renda familiar não foi um fator de influência no nível de consumo consciente da população, destacando nesse caso que a condição financeira familiar não interferiu nas práticas de consumo consciente.

PALAVRAS-CHAVE: Consumismo, renda familiar, sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Após a Revolução Industrial, em meados do século XX, o modo de vida da

sociedade vem se modificando consideravelmente. Os modos de produção e de consumo se modificaram, a procura por satisfação pessoal levou a um consumismo extremo, resultando no aumento da produção industrial e impactando negativamente o planeta Terra pela incessante exploração dos recursos naturais (PEREIRA, 2009).

Os atuais padrões de produção e consumo estão cada vez mais insustentáveis, o meio ambiente já está dando sinais de que não suportará estes padrões e que pode acabar entrando em colapso devido aos problemas ambientais advindos desses padrões (MACHIÇO, 2020). O preço mais alto que a humanidade poderá pagar por conta de seus níveis de consumo irresponsáveis, é a escassez dos recursos naturais (XAVIER; RIBEIRO, 2019). A falta de recursos como a água, por exemplo, além de causar impactos diretos ao planeta afeta totalmente o equilíbrio do ciclo da vida, prejudicando principalmente os mais indefesos, como os animais e as populações mais carentes (FRIEDE, 2021). Além disso, os elevados níveis de consumos estão causando problemas na qualidade de vida das pessoas, como o aumento de estresse e de doenças relacionadas ao excesso de trabalho, além do aumento de endividamento da população que busca incansavelmente estar dentro dos padrões impostos pela sociedade (GOMES, 2019). Segundo o mesmo autor, o consumo consciente surge como uma proposta de resgate da população de uma sociedade extremamente consumista.

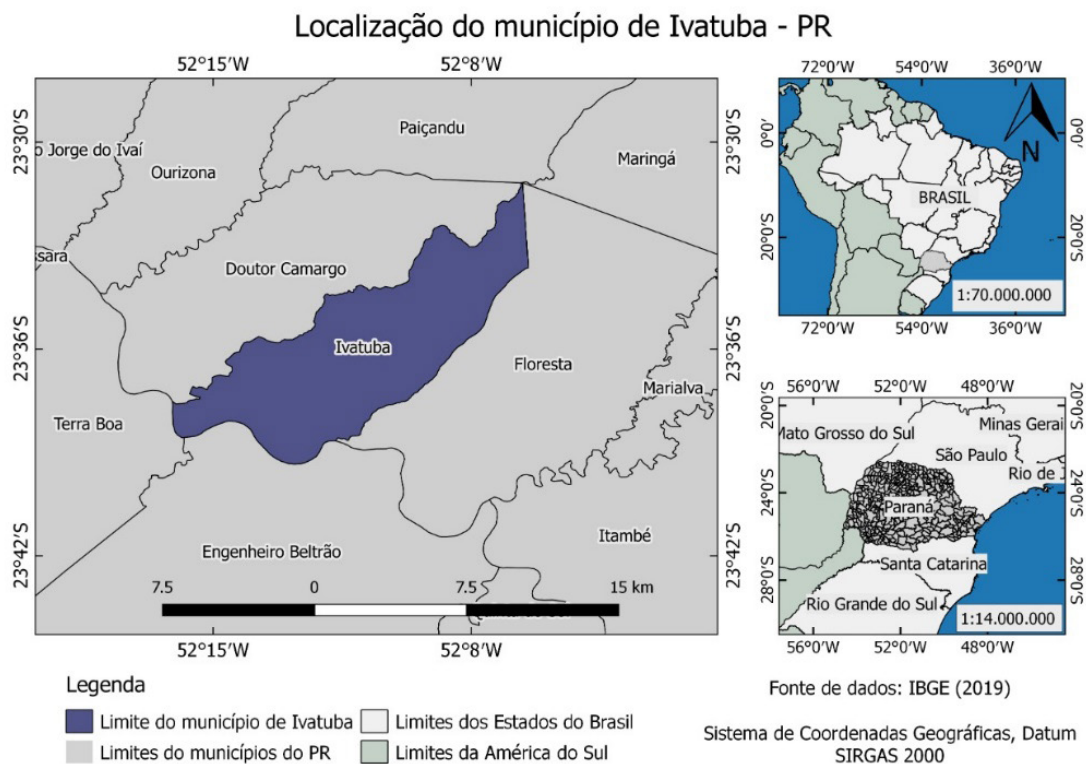
O consumo consciente seria o ato de consumir buscando o equilíbrio entre a satisfação pessoal e a sustentabilidade global. A ideia é utilizar os recursos de forma sustentável, ou seja, consumindo de uma forma em que haja o equilíbrio nos impactos gerados aos meios econômico, social e ambiental (ECO – UNIFESP, 2020). Os impactos gerados pelos produtos nos diferentes meios não são somente decorrentes do seu mal uso e sua destinação incorreta, e sim associados ao ciclo de vida do produto, já que em cada etapa de produção podem ser gerados inúmeros impactos (ECO – UNIFESP, 2020). Conforme Severo *et al.* (2019), retrataram em seu estudo, para que um cidadão aplique o consumo consciente é necessário que seus valores pessoais sejam relacionados a sustentabilidade, sendo assim, a disseminação de informações sobre o assunto é de extrema importância. Assim o objetivo desse estudo foi identificar o panorama do consumo consciente da população de Ivatuba-PR, analisando se a renda familiar influencia no nível de consumo consciente da população.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

O município de Ivatuba-PR (Figura 1) é definido pelas coordenadas E:375.461,55 m N:7.388.444,442 m, E:377.644,200 m N:7.387.871,697 m, E:375.458,443 m N:7.386.416,855 m, E:374.813,628 m N:7.386.961,794 m e integra a região metropolitana de Maringá-PR, pertencendo ao bioma Mata Atlântica. A população é de 3010 habitantes de acordo com o censo em 2010 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2010), o último realizado no município e a estimativa dada pelo instituto é de 3279 habitantes no ano de 2020. A atividade geradora de renda da cidade é basicamente a agricultura.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Ivatuba-PR.



Fonte: Autoria própria

2.2. Coleta de dados

Para identificar na população se há consumo consciente foi selecionado um questionário de 25 perguntas baseado na proposição de uma escala de consumo sustentável criada por Ribeiro e Veiga (2011) e adaptado para a aplicação (Quadro 1), onde cada pergunta teve três opções de respostas sim, não e às vezes. O questionário foi elaborado utilizando o aplicativo Formulário do Google (*Google Forms*) e posteriormente compartilhado para a população por meio de redes sociais devido as medidas protetivas para o controle da disseminação do vírus Covid-19. O período de aplicação do questionário ocorreu entre os dias 18 de agosto de 2020 a 09 de setembro de 2020.

Para um melhor entendimento dos diversos temas que abordam o consumo consciente as perguntas foram divididas em seis categorias, excetuando a primeira questão que é referente a renda familiar do participante da pesquisa. As perguntas de número 2 a 8 foram enquadradas na categoria “Consumo de produtos sustentáveis”, e se referem aos diferentes tipos de produtos que são consumidos pela população. As respostas “sim” indicam uma preocupação com o consumo de materiais menos deletérios (mais sustentáveis) ao meio ambiente, enquanto as respostas “não” são um indicativo do oposto.

As perguntas 9-12 foram inseridas na categoria “Separação de resíduos”. As questões desta categoria estão relacionadas a separação dos resíduos sólidos recicláveis pelos moradores, onde a resposta “sim” corresponde aos moradores que fazem a separação dos resíduos de maneira correta, e a resposta “não” corresponde aos moradores que não realizam a separação do resíduo reciclável.

As questões 13 e 14 foram enquadradas na categoria “Reutilização de materiais”. Essas questões retratam se os habitantes do município estão reutilizando os materiais ao invés de descartá-los. As respostas “sim” se referem aos moradores que adotam a prática de reutilização, já as respostas “não” indicam os moradores que não adotam essas práticas em seu cotidiano. As questões 15 a 18 foram categorizadas em “Hábitos sustentáveis” e se referem ao comportamento que os entrevistados realizam em seu dia a dia. As respostas “sim” indicam costumes sustentáveis e as respostas “não” os que não praticam esses hábitos sustentáveis. As questões 19-22 foram inseridas na categoria “Pensamento crítico”, e está relacionado com diversas questões do dia a dia, em que os moradores devem escolher como se posicionar no que se refere a temática meio ambiente. As respostas “sim” se referem aos moradores que se interessam e apoiam as boas práticas ao meio ambiente, já as respostas “não” se referem aos moradores do município que não veem essas práticas com tamanha importância. A questão 23, categorizada em “Perspectiva”, remete a importância da exposição do tema consumo consciente, onde os moradores respondem se vão tentar mudar alguns de seus hábitos depois de terem participado da entrevista. As respostas “sim” indicam os moradores que tentarão incluir novas práticas no seu dia a dia e as respostas “não”, os moradores que não irão mudar nenhuma de suas práticas.

Quadro 1 – Perguntas do questionário.

CATEGORIAS	PERGUNTAS PROPOSTAS	REFERÊNCIAS
Identificação	1. Qual a sua renda?	Autor
Consumo de produtos sustentáveis	2. Costuma ler o rótulo dos produtos para ver se existem informações sobre cuidados com o meio ambiente?	Ottman (1998) Thapa (1999) Gonçalves-Dias <i>et al.</i> (2009)
Consumo de produtos sustentáveis	3. Na compra de produtos, prefere os que usam embalagens que podem ser recicladas?	Maloney, Ward e Braucht (1975) Roberts (1996) Ottman (1998) Straughan e Roberts (1999) Thapa (1999) Lages e Vargas Neto (2002)

Consumo de produtos sustentáveis	4. Para de comprar de uma empresa que mostra desrespeito ao meio ambiente?	Maloney, Ward, Braucht (1975) Stone, Barnes e Montgomery (1995) Roberts (1996) Ottman (1998) Straughan e Roberts (1999) Thapa (1999) Lages e Vargas Neto (2002) Gonçalves-Dias et al. (2009)
Consumo de produtos sustentáveis	5. Compra produtos usados?	De Young (2000)
Consumo de produtos sustentáveis	6. Compra refil de produtos para utilizar recipientes que já possui?	Ribeiro e Veiga (2011)
Consumo de produtos sustentáveis	7. Usa uma bolsa reutilizável para fazer compras?	Ribeiro e Veiga (2011)
Consumo de produtos sustentáveis	8. Evita o consumo de embalagens desnecessárias (por exemplo, sacolas plásticas)?	Ribeiro e Veiga (2011)
Separação de resíduos	9. Separa os objetos de metal (latas de alumínio, óleo, extrato de tomate, etc.) para a reciclagem?	Thapa (1999)
Separação de resíduos	10. Separa os vidros (garrafa de cerveja, refrigerante, frascos de perfume, etc.) para a reciclagem?	Thapa (1999)
Separação de resíduos	11. Separa os papéis (jornais, revistas, livros, cadernos, etc.) para a reciclagem?	Thapa (1999)
Reutilização	12. Tenta consertar as coisas em vez de jogá-las fora?	De Young (2000)

Reutilização	13. Busca maneiras de reutilizar os objetos?	De Young (2000)
Hábitos	14. Deixa aparelhos como televisão e computador ligados mesmo quando não os está utilizando?	Roberts (1996) Straughan e Roberts (1999) Lages e Vargas Neto (2002) Instituto Akatu (2007) Gonçalves-Dias et al. (2009)
Hábitos	15. Utiliza marcas de eletrodomésticos e equipamentos que consomem menos energia?	Roberts (1996) Straughan e Roberts (1999) Lages e Vargas Neto (2002)
Hábitos	16. Fecha as torneiras da pia ou do chuveiro quando ensaboa os objetos, o corpo, os dentes ou as mãos?	Instituto Akatu (2007) Gonçalves-Dias et al. (2009)
Hábitos	17. Deixa as luzes acesas sem necessidade?	Instituto Akatu (2007) Gonçalves-Dias et al. (2009)
Pensamento crítico	18. Procura influenciar as pessoas para que sejam cuidadosas em relação ao meio ambiente?	Thapa (1999) Gonçalves-Dias et al. (2009)
Pensamento crítico	19. Muda de marca para comprar de empresas que demonstram maior cuidado com o meio ambiente?	Maloney, Ward, Braucht (1975) Roberts (1996) Ottman (1998) Straughan e Roberts (1999) Thapa (1999) Lages e Vargas Neto (2002)
Pensamento crítico	20. Se interessa por notícias relativas ao meio ambiente?	Maloney, Ward e Braucht (1975) Thapa (1999)
Pensamento crítico	21. Nas eleições para cargos públicos, prefere votar em candidatos que tem posições firmes em defesa do meio ambiente?	Maloney, Ward, Braucht (1975) Stone, Barnes e Montgomery (1995) Thapa (1999)

Perspectiva	22. Depois de ver todas essas perguntas sobre consumo consciente, você vai tentar mudar alguns de seus hábitos?	Autor
-------------	---	-------

Fonte: Adaptado de Ribeiro e Veiga, 2011.

2.3. Análise de dados

Os dados encontrados nas entrevistas foram tabulados de acordo com a renda familiar em quatro grupos: até 1 salário-mínimo, 1 a 3 salários-mínimos, 3 a 5 salários-mínimos e mais de 5 salários-mínimos.

Para verificar se há diferenças dentro da renda familiar, foi analisado a frequência de respostas por meio de porcentagens para cada pergunta dentro das cinco categorias propostas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

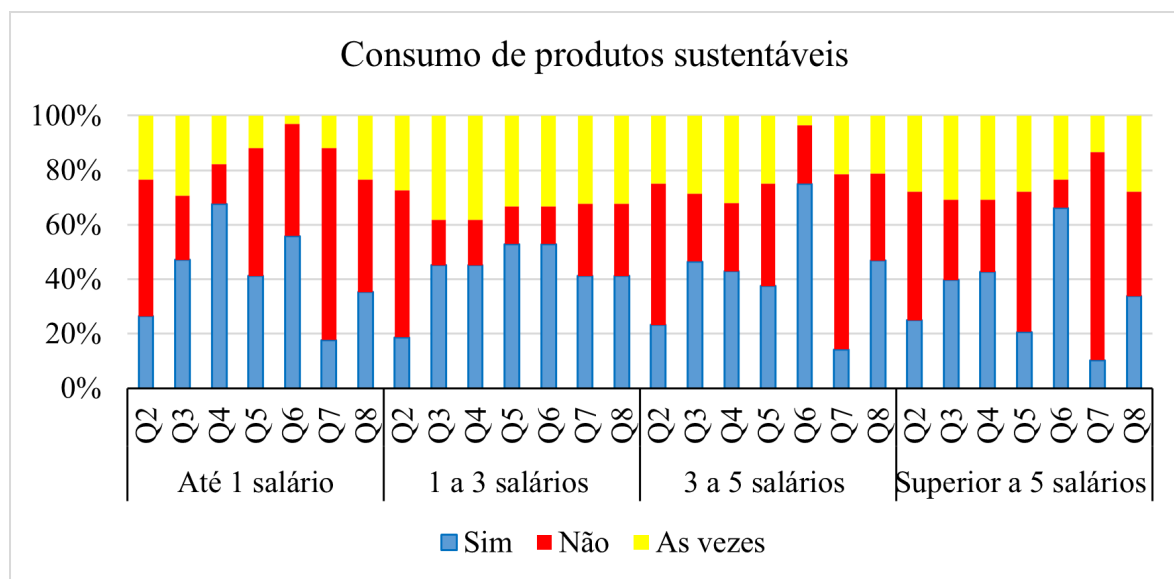
O questionário foi respondido por 260 habitantes do município e devido ao grande número de perguntas e respostas, a análise foi realizada nas seis categorias agrupadas de acordo com a renda.

3.1. Consumo de produtos sustentáveis

Foi possível constatar nessa categoria que para a maioria dos entrevistados as respostas negativas foram superiores as respostas positivas, seguidas das respostas intermediárias (às vezes, indicando que nem sempre é realizado). Somente a renda familiar de 1 a 3 salários-mínimos teve uma porcentagem maior de respostas favoráveis ao consumo consciente, em que a resposta “sim” foi a mais selecionada pelos entrevistados, seguido das alternativas “as vezes” e “não” (Figura 2).

O fato da maioria das pessoas, independente da renda familiar, terem atribuído respostas negativas referentes ao consumo de produtos mais sustentáveis, denota uma falta de consciência de uma parcela da população. A falta de informação sobre os problemas que cada produto pode gerar é um dos motivos que podem explicar o porquê a população não aplica o consumo consciente.

Figura 2 – Consumo de produtos sustentáveis de acordo com a renda familiar dos entrevistados no município de Ivatuba-PR nos meses de agosto a setembro de 2020. Q2: Costuma ler o rótulo dos produtos para ver se existem informações sobre cuidados com o meio ambiente?; Q3: Na compra de produtos, prefere os que usam embalagens que podem ser recicladas?; Q4: Para de comprar de uma empresa que mostra desrespeito ao meio ambiente?; Q5: Compra produtos usados?; Q6: Compra refil de produtos para utilizar o recipiente que já possui?; Q7: Usa uma bolsa reutilizável para fazer compra?; Q8: Evita o consumo de embalagens desnecessárias (por exemplo, sacolas plásticas)?



Fonte: Autoria própria

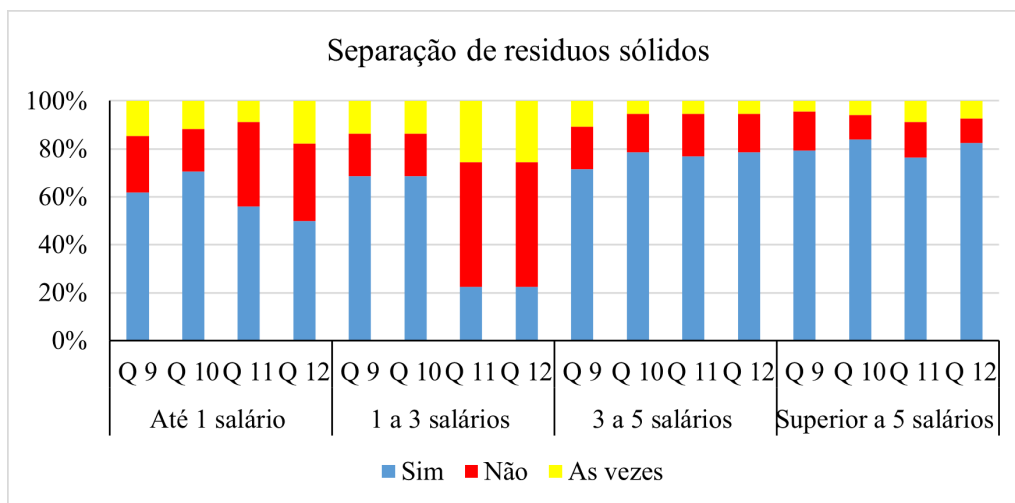
Ferreira e Flash (2020) buscaram identificar em seu trabalho se a consciência e a preocupação ambiental interferem diretamente na intenção de compra de produtos sustentáveis, e acabaram constatando que mesmo com que as pessoas tenham um bom nível de consciência ambiental, na hora da compra existe um baixo interesse do consumidor de aplicar o consumo consciente e isso poderia ser revertido se os fabricantes e vendedores tivessem a responsabilidade de apresentar mais informações sobre a composição e origem de seus produtos. Lima *et al.* (2015), que verificaram os hábitos e o comportamento de consumo dos discentes do curso de administração da Universidade Federal Rural de Pernambuco, também afirmam que a falta de consumo consciente pode estar relacionada a falta de informação sobre os produtos e que esse problema afeta totalmente a escolha do consumidor na hora da compra.

3.2. Separação de resíduos sólidos

Todas as rendas nesta categoria tiveram respostas positivas em relação ao consumo consciente. As rendas de até 1 salário mínimo e de 1 a 3 salários mínimos apresentaram pouca diferença entre a porcentagem de respostas, mas mesmo assim foram lideradas pela opção “sim”, seguidas pelas opções “não” e “as vezes”. Porém, nas questões 11 e 12 a renda de 1 a 3 salários tiveram mais respostas negativas do que positivas. Para as categorias de 3 a 5 salários-mínimos

e superior a 5 salários mínimos foi possível observar maior número de respostas positivas em relação as opções “não” e “as vezes” (Figura 3).

Figura 3 – Separação de resíduos sólidos de acordo com a renda familiar dos entrevistados no município de Ivatuba-PR nos meses de agosto a setembro de 2020. Q9: Separa os objetos de metal (latas de alumínio, óleo, extrato de tomate, etc.) para a reciclagem?; Q10: Separa vidros (garrafa de cerveja, refrigerante, frascos de perfume, etc.) para a reciclagem?; Q11: Separa os papéis (jornais, revistas, livros, cadernos, etc.) para a reciclagem?; Q12: Separa embalagens de plástico (sacolas, garrafas PET, copos descartáveis, etc.) para a reciclagem?



Fonte: Autoria própria

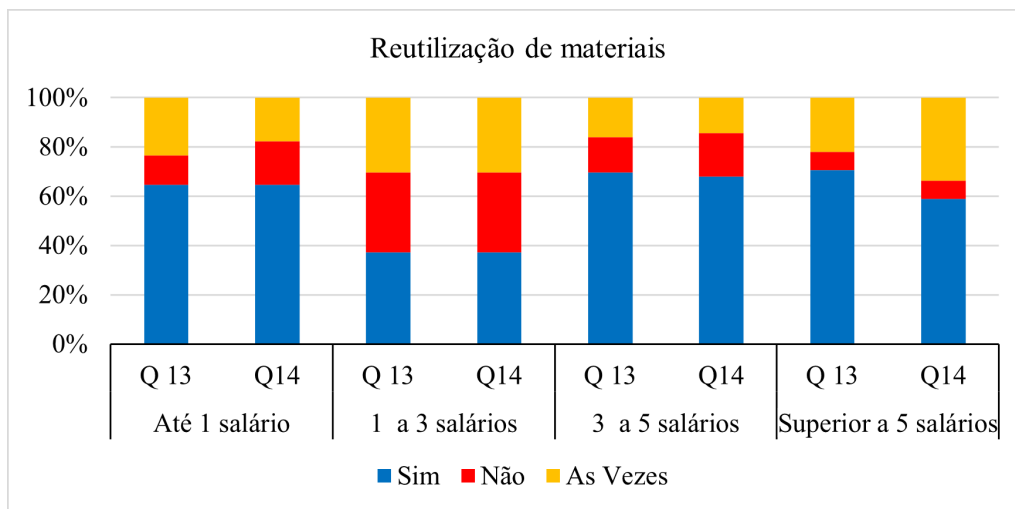
As respostas desta categoria mostraram um grande desempenho da população na separação de resíduos sólidos. Isso pode ser uma resposta positiva ao programa de coleta seletiva do município, em que cada casa recebeu uma grande sacola reutilizável para colocar seus materiais recicláveis que são recolhidos uma vez na semana pelo caminhão de reciclagem. A distribuição das sacolas reutilizáveis foi feita pelo projeto Cidade Limpa da Secretaria do Meio Ambiente do município, que busca diminuir o uso de sacos plásticos para armazenar os recicláveis. Lima *et al.* (2015), constataram que a maioria de seus entrevistados não realizaram a separação dos resíduos pelo fato do município não ter programa de coleta seletiva, desestimulando a população em realizar a separação corretamente. O estudo que utiliza um agrupamento de indicadores de consumo consciente para a identificação do comportamento da população de Recife/PE realizado por Silva *et al.* (2013), também constatou que a maioria da população não tem o hábito de fazer a separação dos resíduos para a reciclagem. Eles destacaram que esse resultado pode ser explicado pela falta de coleta seletiva em todas as áreas do município e pela falta de informação da população.

3.3. Reutilização de materiais

A renda familiar (1 a 3 salários-mínimos) mostrou pouca diferença entre as opções de respostas, sendo a opção “sim” como a maioritária. As demais rendas familiares também

tiveram maior número de respostas “sim” e foram superiores em relação as opções “não” e “às vezes” (Figura 4).

Figura 4 – Reutilização de materiais de acordo com a renda familiar dos entrevistados no município de Ivatuba-PR nos meses de agosto a setembro de 2020. Q13: Tenta consertar as coisa em vez de jogá-las fora?; Q14: Busca maneiras de reutilizar os objetos?



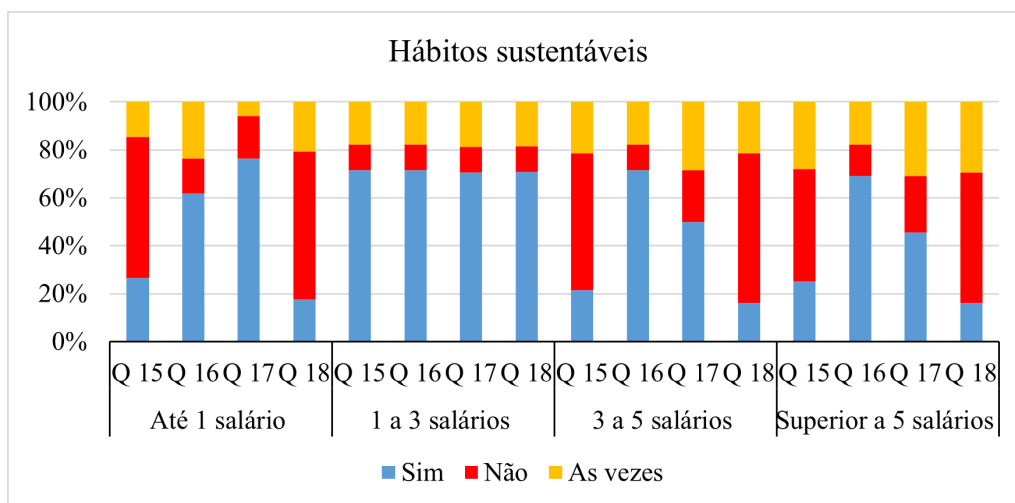
Fonte: Autoria própria

Os resultados das questões sobre a reutilização de materiais foram positivos, comprovando que o município tem uma boa consciência em relação a esse setor. A reutilização é um dos princípios dos 5 R's, cujo objetivos são os de minimizar os impactos ambientais. Portanto, a simples ação de reutilizar materiais que já possui é uma boa ferramenta para alcançar o consumo consciente. Resultados similares foram encontrados por Mendes (2016), em que grande parte dos entrevistados reutilizam os produtos que dispõem.

3.4. Hábitos sustentáveis

De acordo com os dados das questões sobre os hábitos sustentáveis, somente a categoria de 1 a 3 salários-mínimos teve uma grande diferença na resposta “sim”, que é positiva em relação ao consumo consciente. As demais categorias mostraram pouca diferença entre as opções de respostas para as questões denominadas como Q16 e Q17, porém a alternativa “sim” continuou liderando as respostas, seguida pelas opções “não” e “às vezes” (Figura 5).

Figura 5 – Hábitos de acordo com a renda familiar dos entrevistados no município de Ivatuba-PR nos meses de agosto a setembro de 2020. Q15: Deixa aparelhos de televisão e computador ligados mesmo quando não os está utilizando?; Q16: Utiliza marcas de eletrodomésticos que consomem menos energia?; Q17: Fecha as torneiras da pia ou do chuveiro quando ensaboa os objetos, o corpo, os dentes ou as mãos?; Q18: Deixa as luzes acesas sem necessidade?



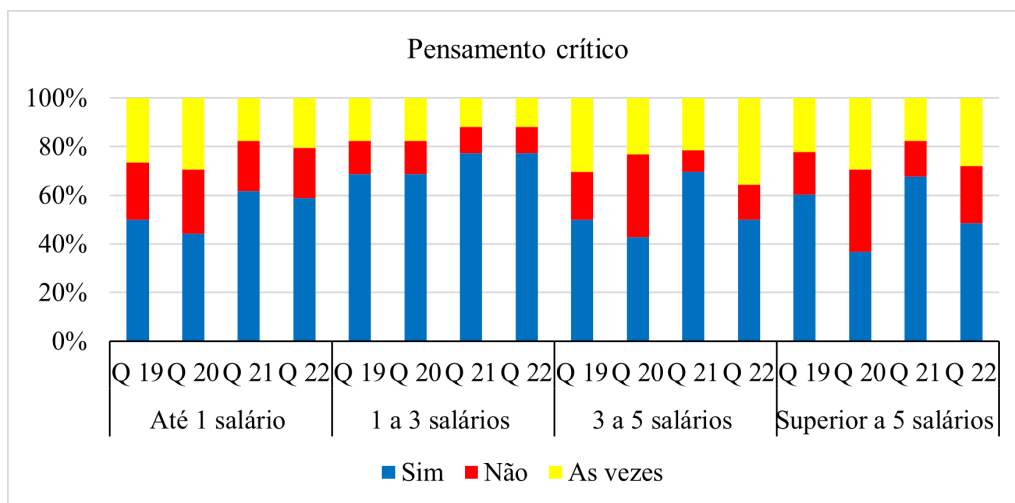
Fonte: Autoria própria

O fato de os resultados dos hábitos sustentáveis não serem totalmente positivos em relação ao consumo consciente é preocupante, pois é por meio dos hábitos que ações simples do dia a dia podem contribuir com a preservação do meio ambiente, além de proporcionar economia no final do mês, como menores valores na conta de energia e água. Isso pôde ser observado no estudo realizado por Mendes (2016), onde foi feito um levantamento das práticas cotidianas de consumo sustentável que mostrou que os seus entrevistados apresentaram bons hábitos que poderiam contribuir para minimizar os impactos ambientais, como o uso consciente da água e energia. Ele também afirmou que esta prática além de favorecer o meio ambiente acaba ajudando a população a economizar no final do mês. Severo, Guimarães e Moraes (2019), analisaram em sua pesquisa a percepção das gerações Baby Boomers, X e Y, sobre a sustentabilidade ambiental, as práticas ambientais e consumo sustentável, e acabaram descobrindo valores favoráveis as práticas sustentáveis. Além disso, afirmaram que os hábitos sustentáveis podem aumentar se a população souber a importância deles para o bem-estar da sociedade.

3.5. Pensamento crítico

Todas as rendas familiares alcançaram resultados positivos nas questões referentes ao pensamento crítico, onde a resposta “sim” se sobressaiu sobre as demais opções. Outro dado relevante é que depois da resposta “sim”, a maior porcentagem de respostas foi a alternativa “as vezes” e por último a opção “não”. A categoria de 1 a 3 salários-mínimos foi aquela em que se observou maior diferença da resposta “sim” para as demais (Figura 6).

Figura 6 – Pensamento crítico de acordo com a renda familiar dos entrevistados no município de Ivatuba-PR nos meses de agosto a setembro de 2020. Q19: Procura influenciar as pessoas para que sejam cuidadosas em relação ao meio ambiente?; Q20: Muda de marca para comprar de empresas que demonstram maior cuidado com o meio ambiente? Q21: Se interessa por notícias relativas ao meio ambiente? Q22: Nas eleições para cargos públicos, prefere votar em candidatos que tem posições firmes em defesa do meio ambiente?



Fonte: Autoria própria

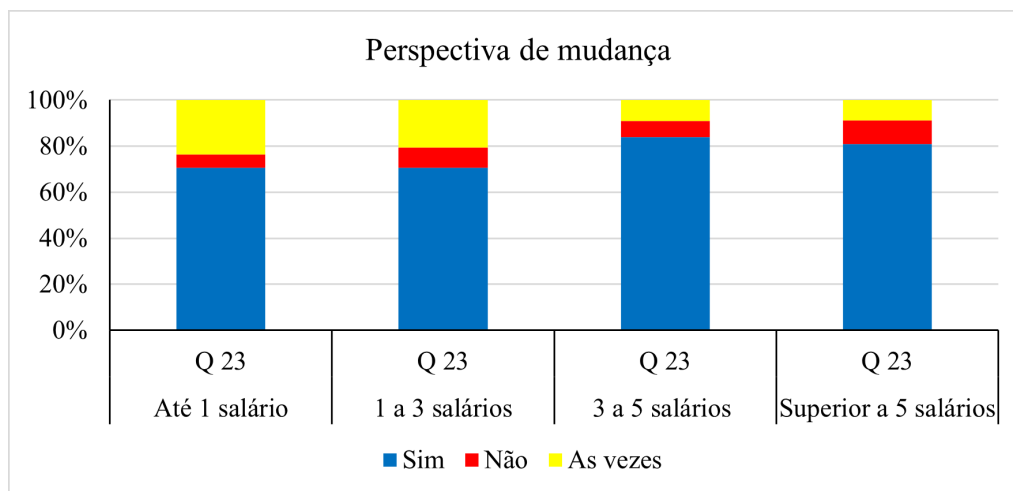
O pensamento crítico é de extrema importância para entender a real situação de consciência em que a população se encontra, pois é através dele que as pessoas poderão influenciar as demais pessoas em relação a importância do consumo consciente. Os dados positivos dessas questões demonstram que a população deste município tem uma grande aceitação para implantar o consumo consciente em seu cotidiano, além de influenciar os que estão ao seu redor.

No estudo de Locatelli *et al.* (2015), onde foi analisado o comportamento do consumidor no processo de compra e consumo de produtos sustentáveis, os resultados das questões relacionadas ao pensamento crítico também apresentaram em sua maioria um resultado favorável ao consumo consciente, onde os entrevistados apresentam um bom nível de conscientização. Segundo Mendes (2016) é papel da população como cidadãos se conscientizarem sobre a importância do consumo consciente e influenciar os demais moradores, de forma a contribuir para o desenvolvimento sustentável do município.

3.6. Perspectiva de mudança

Analisando a Questão 23 que trata da perspectiva da população, percebe-se que em todas as categorias de renda familiar a porcentagem de resposta da opção "sim" é superior em relação as demais alternativas (Figura 7).

Figura 7 – Perspectiva de mudança de acordo com a renda familiar dos entrevistados no município de Ivatuba-PR nos meses de agosto a setembro de 2020. Q23: Depois de ver todas essas perguntas sobre o consumo consciente, você vai tentar mudar alguns de seus hábitos?



Com as respostas da última questão do questionário foi possível identificar que as pessoas entrevistadas estão abertas a inserir no seu dia a dia ações que impulsionam o consumo consciente do município. Esse resultado é de extrema importância para o desenvolvimento sustentável da cidade e mostra que com mais informação, auxílio novas práticas podem ser aderidas pela população. Analisando as cinco categorias, percebe-se que a renda não foi um fator que influenciou na opção de respostas dos entrevistados. Entretanto, os resultados da pesquisa de Lima *et al.* (2015), mostraram que seus entrevistados expressaram que se eles tivessem uma renda maior, eles optariam por produtos mais sustentáveis, que muitas vezes tem o seu preço mais elevado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os dados referentes ao questionário sobre o consumo consciente aplicado a população do município de Ivatuba – PR, percebeu-se de modo geral, que entre as seis categorias analisadas, o grupo com as questões relacionadas ao consumo tiveram mais respostas negativas, mostrando que o município apresenta um bom nível de consumo consciente, mas que pode ser melhorado. A educação ambiental pode ser uma alternativa para esse problema, visto que a população está aberta para novas possibilidades. O que falta é a divulgação de informação e a motivação sobre o assunto. Para que isso ocorra de forma concreta, aconselha-se que a prefeitura e a própria população impulsionem os cidadãos do município com projetos, debates, palestras e informações sobre o consumo consciente, a fim de garantir que toda a população possa alcançar o consumo consciente. Conclui-se que o consumo consciente pode ser usado como uma alternativa para sensibilizar a população quanto ao consumo excessivo, e que a renda familiar não foi um fator que interferiu na opção de resposta dos entrevistados no município de Ivatuba - PR.

REFERÊNCIAS

- ECO - UNIFESP. **Consumo consciente**. Disponível em: https://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=15. Acesso em: 15 abr. 2020.
- EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA. **Revista Ensino de Geografia (Recife)**, Uberlândia, v. 3, n. 1, 2020.
- ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 17. 2015, São Paulo. **COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR NO PROCESSO DE COMPRA E CONSUMO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS**. São Paulo, 2015.
- FRIEDE, Reis. AUMENTO POPULACIONAL E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL: a conta que não quer fechar. **Augustus**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 52, p. 82-93, 2021.
- GOMES, Maria Cecília Pestana. **CONSUMO CONSCIENTE: REPENSANDO A SOCIEDADE DE CONSUMO E NOVAS PRÁTICAS SOCIOAMBIENTAIS E CULTURAIS**. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Comunicação, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2019.
- LIMA, Pedro Henrique de Goês; FERREIRA, Tarciana Cardoso; BEZERRA, Yulianne Maria de Siqueira; FEITOSA, Maria José da Silva; GÓMEZ, Carla Regina Pasa. **Consumo consciente: um estudo com estudantes do curso de Administração da Universidade Federal Rural de Pernambuco** - Unidade Acadêmica Serra Talhada. 2015.
- MACHIÇO, Rosa Alfredo. **Sociedade de Consumo: Consumismo, Impactos e Consumo Sustentável**. *Revista Semiárido de Visu*, Petrolina, v. 8, n. 2, p. 206-218, 2020.
- MENDES, Jéssika Narjara Silva; OLIVEIRA, Verônica Macário de; CORREIA, Suzanne Érica Nobrega; GOMEZ, Carla Regina Pasa. **CONSUMO E SUSTENTABILIDADE: um levantamento das práticas cotidianas de consumidores na cidade de campina grande-PB**. *Aos- Amazônia, Organizações e Sustentabilidade, Brasil*, v. 5, n. 1, p. 21-378, 2016.
- PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; HORN, Luiz Fernando del Rio. **RELAÇÕES DE CONSUMO: meio ambiente**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2009. 236 p.
- RACEF – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**. v. 6, n. 2, p. 97-108, 2015.
- RIBEIRO, Juliane de Almeida; *VEIGA, Ricardo Teixeira*. **Proposição de uma escala de consumo sustentável**. *Rausp - Revista de Administração*, São Paulo, v. 46, p. 45-60, 2011.
- SEVERO, Eliana Andréa; BARBOSA, Ádina Swanne Francelino; MOTA, Suzyanne Maria; OLIVEIRA, Marcelo de Brito. A Influência do Marketing Verde no Consumo Sustentável: uma survey no rio grande do norte. **Desenvolvimento em Questão**, [s. l], v. 18, n. 51, p. 268-280, 24 abr. 2020.
- SEVERO, Eliana Andréa; GUIMARÃES, Julio Cesar Ferro de; MORAIS, Luana. A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA PERSPECTIVA DAS GERAÇÕES DO SUL DO BRASIL. **Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 85-112, 2019.
- SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 2020, São Paulo. **Preocupação Ambiental, Intenção de Compra e Compra Declarada de Produtos Sustentáveis: Um Estudo Empírico**. São Paulo, 2020. 16 p.

SILVA, Minelle Enéas da; OLIVEIRA, Alice Paz Marques de; GÓMEZ, Carla Regina Pasa. INDICADORES DE CONSUMO CONSCIENTE: uma avaliação do recifense sob a ótica do consumo sustentável. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, Campo Largo, v. 12, n. 2, p. 173-190, 2013.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 2020, São Paulo. **Preocupação Ambiental, Intenção de Compra e Compra Declarada de Produtos Sustentáveis: Um Estudo Empírico**. São Paulo, 2020. 16 p.

XAVIER, Fabio Correa; RIBEIRO, Andrey Fernando da Silva. Agenda 2030: a contribuição da tecnologia da informação com a implantação de práticas de ti verde. **Cadernos da Escola Paulista de Contas Públicas**, Rio de Janeiro, p. 10-18, 2019. Semestral.

ANALYSIS OF CONSCIENT CONSUMPTION OF THE INHABITANTS OF IVATUBA-PR MUNICIPALITY

ABSTRACT – After Industrial Revolution, the modes of production and consumption changed, the search for people’s personal satisfaction led to extreme consumerism, resulting in several negative impacts on the planet. Conscious consumption appears as a proposal to rescue the population in relation to consumerism. This study aimed to analyze the conscious consumption of the inhabitants of Ivatuba-PR and to identify if the family income would influence the level of conscious consumption. For this, a form with 25 questions was applied based on the proposition of a sustainable consumption. This questionnaire was answered by 260 inhabitants of the municipality. For a better understanding of the results, the questions were divided into six groups: Consumption of sustainable products, separation of solid waste, reuse of materials, sustainable habits, critical thinking, and perspective of change, analyzed according to the population’s income (up to one salary - minimum; 1 to 3 minimum wages; 3 to 5 and above 5). The results showed that only the category with questions related to the consumption of sustainable products obtained negative responses in relation to conscious consumption. In general, the population interviewed showed a good level of conscious consumption, but it can be improved with the dissemination of information about good practices. In this work it was also found that in the municipality of Ivatuba family income was not a factor in the level of conscious consumption of the population, highlighting in this case that the family’s financial condition did not interfere in conscious consumption practices.

KEYWORDS: Consumerism, family income, sustainability.

CAPÍTULO 7

ASPECTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E TECNOLÓGICOS EM CARVOARIA TÍPICA DO ESTADO DO PIAUÍ

Fernanda Benício Coelho de Araújo

<http://lattes.cnpq.br/6302388784862807>

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Márcio Cleto Soares de Moura

<http://lattes.cnpq.br/6836764301864738>

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Joselia Paes Ribeiro de Sousa

<http://lattes.cnpq.br/0773778944252760>

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Glaucia Viana dos Santos

<http://lattes.cnpq.br/4018304671183268>

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Israel Lobato Rocha

<http://lattes.cnpq.br/6518724518793037>

Instituto Federal do Piauí – IFPI

Cleide Dias de Souza

<http://lattes.cnpq.br/4389925671391573>

Universidade Estadual do Piauí – UESPI

Leonarda Bezerra Magalhães

<http://lattes.cnpq.br/6606897167155496>

Universidade Federal do Piauí – UFPI

RESUMO – Este trabalho visa avaliar o funcionamento de empresa produtora de carvão vegetal, nos aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. O estudo é realizado em uma carvoaria no município de Rio Grande, no es-

tado do Piauí. É constatado que a empresa se encontra legalizada nos padrões ambientais, apresentando o sistema de manejo florestal e uma equipe de funcionários assalariados perante o ministério público. Entre os pontos negativos está a grande exposição dos trabalhadores aos fornos, oferecendo assim riscos a saúde dos carvoeiros. Pelo presente trabalho são propostas melhorias no sistema de produção e no uso de tecnologia mais moderna para amenizar a problemática dos trabalhadores. A realização deste trabalho possibilitou uma reflexão sobre a problemática envolvendo as carvoarias existentes no Brasil, especificamente no estado do Piauí.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Grande, carvão vegetal, produção.

1. INTRODUÇÃO

A descoberta do carvão vegetal e seu uso como combustível é atribuído ao homem primitivo, que ao utilizar a madeira queimada de aspecto preto e friável nas cavernas, percebeu que esta não produzia chama nem fumaça e gerava calor de forma mais intensa que aquele produzido pela queima direta da madeira. Iniciava-se assim a produção do carvão vegetal (COLOMBO et al., 2006).

De acordo com MEIRA (2002), o carvão vegetal é definido como um resíduo sólido que se obtém da carbonização da madeira, em que a mesma é queimada ou aquecida numa atmosfera restrita de ar, em que vai sendo expulsa a água, os compostos voláteis, uma fração de compostos orgânicos condensáveis à temperatura ambiente, e outros, sem que ocorra a combustão total, devido a pouca quantidade de oxigênio.

O Brasil se destaca no cenário mundial como o maior produtor e consumidor mundial de carvão vegetal, sendo este um insumo de grande importância na produção de ferro e ligas metálicas. O carvão vegetal é uma fonte energética de grande importância, pelo seu caráter renovável e pela sua importância histórica e econômica. Este insumo energético é, em grande parte, utilizado pelo setor industrial brasileiro, principalmente nos segmentos siderúrgicos e metalúrgicos que o utilizam como termo-redutor de minério (AMS, 2005).

A produção do carvão vegetal no Brasil responde por cerca de 1/3 da produção mundial, aqui utilizada em sua quase totalidade para a siderurgia, mas produzida ainda, em sua grande maioria, como há um século, sem as preocupações básicas com a preservação do meio ambiente e com as condições de trabalho inadequadas CENBIO (2008).

A produção do carvão vegetal no cenário piauiense, dentre outras finalidades é utilizada, principalmente, para atender a indústria siderúrgica, utilizando o carvão para a produção de ferro-gusa e outros minérios encontrados na região. Segundo SEMAR (2011) os dados mais recentes disponibilizados pelo IBGE, referem-se ao ano de 2009, indicam que os principais produtores do carvão obtido com material lenhoso da extração vegetal de origem nativa foram os Estados do Maranhão (28,9% da produção nacional), Mato Grosso do Sul (17,7%), Minas Gerais (17,2%), Bahia (8,7%) e Goiás (8,1%). O Estado do Piauí aparece em 8º lugar na lista dos produtores, no entanto em termos percentuais, a produção representa apenas 3,3% da produção nacional, estando atrás dos estados MA, MS, MG, BA, GO, PA e MT.

Segundo o Secretário Estadual de Meio Ambiente do Piauí, Sr. Dalton Macambira, “é importante destacar que, a produção de carvão vegetal é autorizada mediante o licenciamento da SEMAR para o aproveitamento do material lenhoso resultante dos desmatamentos autorizados para uso alternativo dos solos, considerando a vedação do emprego do fogo nas florestas e demais formas de vegetação para a queima pura e simples, assim entendida aquela não carbonizável, de material lenhoso, quando seu aproveitamento for economicamente viável”.

Ao contrário do que muitos imaginam o estado do Piauí não vem liberando licença ambiental para devastação. O licenciamento é um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente estabelecido pela Lei Federal nº. 6.938/86. O art. 10º da Lei nº. 6.938/81 determina que dependam de prévio licenciamento ambiental aquelas atividades ou empreendimentos que utilizam recursos ambientais e sejam efetiva ou potencialmente poluidores; utilizam recursos ambientais e sejam capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental. Atualmente existem 77 carvoarias instaladas regularmente no Estado e mais de 30 carvoarias estão sendo fiscalizadas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMAR, principalmente na região Sul do Estado SEMAR (2011).

Dentre muitos dos problemas enfrentados no mundo estão os impactos ambientais, sociais, tecnológicos de propriedades produtivas existentes pela exploração das Florestas para a produção de carvão vegetal. Baseado nesse contexto objetivou-se investigar a produção de carvão vegetal na Fazenda Caldeirão do município de Rio Grande-PI, baseado nos aspectos ambientais, sociais e tecnológicos.

2. ÁREA DE ESTUDO

O estudo de caso foi direcionado a uma empresa de carvão vegetal localizada na Fazenda Caldeirão, que fica a 17 km do município de Rio Grande-PI, cidade esta localizada nas seguintes coordenadas: “06° 46’ 31” S 43° 08’ 32” W” (IBGE, 2008). Na área em estudo, através de visita a campo e observações, foi verificada a atual situação do empreendimento, dentro dos aspectos ambientais, sociais e tecnológicos, de acordo com a legislação atual.

Os dados foram coletados através de pesquisa de campo, em que foram realizadas capturas de imagens fotográficas e conversações informais, pesquisas bibliográficas em artigos, revistas e sites relacionados ao tema em questão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O empreendimento analisado é uma empresa terceirizada pela Siderúrgica de Ibiraçu-Espírito Santo, que já está em operação há quase dois anos. Tem como características físicas uma área total de 6.000 hectares (ha) há contendo 70 fornos do tipo “rabo quente e a espécie utilizada é a *Miconia serialis* (canela-de-velha)”.

Em visita ao campo, observou-se que o carvão produzido é oriundo apenas de manejo florestal, que vai do período de 2010 até 2025. Já foi manejada uma área equivalente de 321, 047 há, sendo que o tipo de exploração é do tipo corte seletivo de árvores da espécie *Miconia serialis* (Canela - de - velha) a partir do sistema de talhadia,, conforme Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Manejo Florestal



Figura 2 – Corte Seletivo de Árvores

O empreendimento se apresenta em situação legal de acordo com a legislação, tendo como órgãos fiscalizadores o Instituto Brasileiro de Recursos Hídrico e Meio Ambiente (IBAMA) e SEMAR, plano de controle ambiental, além da área de preservação legal para a fauna e flora contribuindo para minimizar os danos causados ao meio ambiente, trazendo com isso benefícios ambientais, apresentando o sistema de Manejo Florestal econômico e social para a empresa de carvão vegetal e a comunidade local.

É necessário salientar que o manejo florestal, além de ser uma técnica, é também uma estratégia política, administrativa, gerencial e comercial, que utiliza princípios e técnicas florestais no processo de intervenção do ecossistema, visando à disponibilização de seus produtos e benefícios para usos múltiplos, de forma a garantir os pressupostos do desenvolvimento sustentável, através do seu plano de manejo (SILVA, 2006).

O plano de manejo florestal deve conter informações sobre a área e características da floresta (fauna, flora, topografia, solo); técnicas de exploração, regeneração e crescimento das espécies comerciais; medidas de proteção das espécies não comerciais, nascentes e cursos d'água; cronograma da exploração anual e uma projeção dos custos e benefícios do empreendimento (AMARAL et al., 1998).

A empresa de carvão vegetal faz uso do sistema de corte de talhões, que é um tipo de corte raso da espécie popularmente conhecido como Canela-de-velha (*Mimosa serialis*) que promove regeneração natural em pequenas aberturas. Todas as definições deste sistema de manejo florestal incluem o conceito de pequenas aberturas que são manejadas como povoaamentos independentes, diferentemente das aberturas criadas nos sistemas de seleção ou de abrigo por árvores adultas BCMF (2009).

A utilização deste sistema utilizado justifica-se por proporcionar menores custos na produção de carvão vegetal, dispensa de preparo de solo e aquisição de mudas e ciclos de cortes mais curtos com antecipação de retornos financeiros mais rápidos para o

empreendimento em estudo, além de corroborar para os danos causados ao meio ambiente através do manejo florestal.

Segundo, (SIMÕES, 1981), a produção sob sistema de talhadia tem se mostrado menor, devido ao aumento do número de falhas, comprometendo o planejamento de abastecimento da fábrica. A utilização deste sistema justifica-se por proporcionar menores custos na produção madeireira, dispensa de preparo de solo e aquisição de mudas e ciclos de cortes mais curto com antecipação de retornos financeiros mais rápidos (LAMPRECHT, 1990; EVANS, 1992).

Além desses pontos positivos citados anteriormente foram observados resíduos gerados pela produção de carvão, denominados como finos ou moinha, que não estavam devidamente acondicionados (Figura 3).

Figura 3 – resíduos finos ou moinha



Também havia a presença de geração e emissão de poluentes atmosféricos tais como fumaça, mas não foram encontradas irregularidades quanto à disposição dos efluentes, nível de conservação dos mananciais e nem a existência de erosão.

No Brasil estima-se que a área desmatada ilegalmente para produzir 1,3 milhões de toneladas de carvão vegetal de origem nativa, foi responsável pela emissão de 72 milhões de toneladas de gás carbônico em 2005, o que representa quatro vezes as emissões de toda a atividade industrial de 1994, ano do último inventário da emissão de gases de efeito estufa para o Brasil (UHLIG et al., 2008).

O empreendimento em estudo possui uma mão de obra de 35 funcionários formados por: apontador, gerente, cozinheira, motoqueiros, motorista, batedores de forno e empilhadores, funcionando de segunda a sexta das 07h00min às 11h00min das 13h00 às 17h00min, além dos sábados às 07h00min -12h00min. Os trabalhadores carvoeiros são todos assalariados perante o ministério público e tiveram cursos e treinamentos para trabalharem nesse

empreendimento da produção. Foi identificada a presença de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), porém alguns funcionários não utilizavam.

Neste modelo, a madeira retirada é encaminhada aos fornos (Figura 4) e entra em um processo de carbonização gerando carvão (Figura 5).

Figura 4 – Transporte de madeira



Figura 5 – Produção de carvão pela carbonização da madeira



Durante a operação da atividade carvoeira, são utilizados fornos de alvenaria, do tipo “rabo quente” (Figura 6). Forno deste tipo são utilizados na produção de matéria-prima e realizam um ciclo a cada seis ou sete dias, podendo chegar a dez dias se a umidade da lenha for elevada. Seu período se divide em duas partes, sendo a primeira o acendimento do forno e o controle da entrada de ar, quando ocorre efetivamente a carbonização. Terminada a carbonização, que dura em média três dias, o forno é completamente vedado com argila e deixado em resfriamento até atingir temperaturas internas em torno de 40 °C a 50 °C, quando então é possível a descarga do forno sem risco de ignição do carvão ao entrar em contato com o ar (COLOMBO et al., 2006).

Figura 6 – Fornos de alvenaria do tipo “rabo quente”



Em seguida, o carvão produzido é resfriado para ser colocado a granel, depois embalado e posteriormente enviado para Siderúrgica de Ibiraçu, no Espírito Santo para produção de ferro-gusa.

Como enfatiza UHLIG et al. (2008), a sustentabilidade da produção de ferro-gusa a partir de carvão vegetal, com o nível de dependência de florestas nativas, está se tornando difícil, principalmente onde estes recursos estão cada vez mais escassos que são nas regiões próximas aos centros produtores de ferro-gusa, considerando que grande parte do desenvolvimento da agricultura já ocorreu nestas áreas. Isto é o que vem acontecendo no interior do Piauí, no município de Rio grande, região esta que fica muito distante do local de produção do ferro-gusa, na siderúrgica de Ibiraçu, estado de Espírito Santo.

Como resultado, as distâncias entre as fontes de carvão vegetal e as siderúrgicas estão aumentando. Esta situação estimula os produtores de ferro-gusa a desenvolver programas de reflorestamento com espécies de rápido crescimento, a fim de suprir a demanda por carvão vegetal.

Como se pode observar a forma da tecnologia utilizada pela carvoaria descrita, ainda é tradicional e apesar de serem baratos e fáceis de construir apresentam baixos rendimentos, além do trabalhador está submetido ao risco de inalação de grandes quantidades de fumaça e à temperatura extrema durante a atividade desenvolvida. Neste modelo, o abastecimento de madeira e a retirada do carvão são feitas manualmente pelos trabalhadores, num processo que põe em risco a saúde daquele que executa (LIMA et al., 2009).

4. CONCLUSÕES

Pelo estudo foi constatado o emprego de técnicas de manejo florestal para a produção de carvão vegetal, promovendo a atenuação da degradação ambiental.

Em relação aos aspectos sociais verificou-se uma grande preocupação da empresa empregadora ao cumprimento de direitos salariais e previdenciários dos funcionários.

No que diz respeito à tecnologia utilizada para a produção da matéria-prima, a carvoaria ainda se utiliza do sistema de produção tradicional.

Acredita-se que a modernização do sistema de produção amenizaria o impacto sobre a vida dos trabalhadores e as tensões poluidoras sobre o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Floresta para Sempre**, Manual para a Produção de Madeira na Amazônia. Belém – PA: 1998. Disponível em: < <http://www.imazon.org.br/publicacoes/livros>. 23 Jul. 2012.
- ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA (AMS). **Anuário: Consumo de carvão por estado**. <<http://www.Silviminas.com.br/anuário.htm>>. Acesso em: 02 de ago. 2012;
- BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF FORESTS (BCMF). **Introduction to Silvicultural Systems**. Disponível em: <<http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/SSIntro/rkbook/index.htm>>. Acesso em: 19 Nov de 2009;
- CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM BIOMASSA (CENBIO). **Nova técnica X: carvão vegetal aspectos sócias, técnicos, ambientais e econômicos**. 2008. Disponível em: <<http://cenbio.iee.usp.br>>. Acesso em: 06 jul. 2012;
- COLOMBO, S. F.; PIMENTA, A. S.; HATAKEYAMA, K. **Produção de carvão vegetal em fornos cilíndricos: um modelo sustentável**. In: Simpósio de Engenharia de Produção 2006, Bauru-SP: Anais... Bauru-SP, 2006. <Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/1208.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2012;
- LIMA, N. L.; VANZETTO, S. C.; VANZETTO, G. V.; NAGEL, W. **Controle ambiental para atividade de carvoejamento: estudo de caso**. In: VII Semana de Engenharia Ambiental. 2009 Irati-Pr. Anais... Irati-PR: 2006. Disponível em: <<http://www.unicentro.br/graduacao>>. Acesso em: 12 Mai. 2012;
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.;
- MEIRA, A. M. **Diagnóstico socioambiental e tecnológico da produção de carvão vegetal no município de Pedra Bela, estado de São Paulo**. 2002. 99f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP, Piracicaba - SP, 2002;

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS DO PIAUÍ (SEMAR) **Produção de carvão vegetal no Piauí 2011**. Disponível em <<http://Secsemar@semar.pi.gov.br>>. Acesso em: 18 Mai 2012;

SILVA, V.S.M. **Manejo de Florestas Nativas**: Planejamento, Implantação e Monitoramento. UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT: 2006. Disponível em: < <http://www.portal.ufra.edu.br/pdf> >. Acesso em 21 jul. 2012;

SILVA, A.R. **Sistemas de produção do carvão vegetal em duas áreas da estrada AM-010, Amazonas**, 2006. 29f. Monografia. Universidade Federal do Amazonas Faculdade de Ciências Agrárias Departamento de Ciências Naturais-UFAM, 2006;

SIMÕES, J. W; **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. Brasília: IBDF, 1981. 131p.;

UHLIG, A.; GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. **O uso de Carvão na Indústria Brasileira e o Impacto sobre as mudanças climáticas**. Revista Brasileira de Energia, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) 2008. Pesquisa de Orçamentos familiares. Acesso em 18 de maio de 2012.

ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS IN TYPICAL CHARCOAL PRODUCTION IN THE STATE OF PIAUÍ

ABSTRACT – In this work, we present a case study conducted in a coaling station at Pago Pago in the municipality of Rio Grande, in the State of Piauí, aiming to assess the functioning of the company producing charcoal, in environmental, social and technological. Among the results, it is noteworthy that the company is legalized in environmental standards, presenting next to this is the system of forest management and a team of salaried employees before the public prosecutor. One of the major negative points and the large exposure of workers to the furnaces, thereby offering health hazards of carvers. We propose in this article an improvement in the system of production and in the use of more modern technology to alleviate the problems of workers. The completion of this work enabled a reflection on the need to take knowledge of charcoal kilns exist in Brazil, specifically in the State of Piauí.

KEYWORDS: Grande River, charcoal, production.

CAPÍTULO 8

DESCARTE CORRETO E MEDICAMENTOS: UMA QUESTÃO DE SUSTENTABILIDADE

Jussara Gonçalves Fonseca

<http://lattes.cnpq.br/2221915756804664>

RESUMO – O presente trabalho tem como o objetivo promover atividades de conscientização do ensino fundamental da Escola Municipal Loide Bonfim de Andrade, orientando-os a respeito da forma correta de tratamento desses resíduos e as consequências do descarte incorreto. A prática desse descarte inadequado provoca sérias e danosas consequências à saúde pública e ao meio ambiente e associa-se o triste quadro socioeconômico de muitas famílias que, excluídas socialmente, sobrevivem dos lixões de onde retiram os materiais recicláveis que comercializam. O descarte aleatório de medicamentos em desuso, vencidos ou sobras atualmente é feito por grande parte das pessoas no lixo comum ou na rede pública de esgoto, podendo trazer como consequências a agressão ao meio ambiente, a contaminação da água, do solo e de animais. No contexto socioambiental, o descarte doméstico de medicamentos são questões para ser amplamente discutidas e estudadas em nível de saúde pública em que é necessária a responsabilidade coletiva para minimizar o uso excessivo de medicamentos pela população.

PALAVRAS-CHAVE: Medicamentos, Sustentabilidade, Socioambiental.

1. INTRODUÇÃO

É reconhecido que os fármacos possuem grande relevância na vida das pessoas, não apenas para combater doenças que é seu objetivo principal, mas também promover o bem-estar e longevidade, os medicamentos tornaram-se, portanto um item essencial para manutenção de saúde. (FERREIRA et al., 2005; UEDA et al., 2009)

O Brasil está entre os maiores consumidores mundiais de medicamentos e com a sua economia estável agregada ao maior acesso a medicamentos, estabelecido pelas políticas governamentais adotadas, contribuem para o aumento do consumo que trará como consequência, maior quantidade de embalagens e sobras de medicamentos que terão como destino o lixo comum (Alvarenga & Nicoletti, 2010).

Devido ao incentivo da mídia e ao fácil acesso aos medicamentos a população passou a utilizá-los de forma excessiva e até mesmo irracional, causando um acúmulo desses produtos que na maioria das vezes é utilizado novamente sem levar em consideração o prazo de validade, indicação terapêutica e até mesmo possíveis efeitos colaterais, ou são simplesmente descartados de forma errônea gerando grandes problemas ambientais (Bila & Dezotti, 2003).

Os resíduos de saúde são classificados de acordo com o perigo que expõe ao profissional, ao meio ambiente e a população, os medicamentos, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 5, de 5 de agosto de 1993, artigo 3º, se enquadram no grupo B de resíduos químicos, nessa classe estão os quimioterápicos e os produtos farmacêuticos, o destino final desse tipo de material é regulamentado pela Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004 (ANVISA, 2004).

O descarte aleatório de medicamentos vencidos ou das sobras de tratamentos é feito, geralmente, no lixo comum, na rede de esgoto ou em terrenos baldios, como consequência disso é causada uma agressão ao meio ambiente com a contaminação da água, do solo e de animais, além da possibilidade da ingestão desses produtos por pessoas que os coletam em aterros ou terrenos (GASPARINI, 2011).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho é promover atividades de conscientização aos alunos do sexto ano do ensino fundamental da Escola Municipal Lóide Bonfim de Andrade, orientando-os a respeito da forma correta de tratamento desses resíduos e as consequências do descarte incorreto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades (palestra, vídeo e questionário) foram realizadas na Escola Municipal Lóide Bonfim de Andrade, no dia 11 de junho de 2013, no período matutino para as turmas A e B do sexto ano do ensino fundamental, com duração de 1h e 50min, para a execução foi utilizado aparelho de multimídia.

Antes e depois da palestra foi aplicado um questionário, em apêndice, contendo 18 questões para verificação posterior do nível de conhecimento dos ouvintes sobre o tema abordado.

Durante a palestra foram esclarecidas questões de sustentabilidade ambiental, as definições sobre medicamentos, as formas comuns de descarte, as consequências sociais e ambientais do descarte incorreto, a forma como deve ser feito o descarte, o destino final e tratamento desse resíduo, os pontos de coleta disponibilizados na cidade e um vídeo educativo relacionado ao assunto.

A atividade contou com o apoio da Farmácia Galgani, localizada na cidade de Dourados, que possui um projeto de sustentabilidade para descarte correto dos medicamentos e reciclagem das embalagens primárias.

Com os questionários em mãos foram realizadas as comparações das respostas anteriores e posteriores às atividades, verificando assim qual o impacto da conscientização no conhecimento e na futura conduta dos ouvintes. Os dados avaliados foram dispostos em gráficos para melhor ilustrar a situação da consciência sustentável dos alunos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização da conscientização através da palestra ocorreu com a presença de 52 alunos no total, dessa quantidade, 24 (46%) eram do sexo masculino e 28 (54%) do sexo feminino. A maioria dos alunos moram no bairro Jardim Água Boa, perfazendo um total de 27 (53%) alunos, sendo um pouco mais da metade da sala, esta quantidade é justificada pela escola localizar-se no bairro, sendo fácil o acesso do deslocamento dos alunos a escola. A idade média dos alunos pesquisados foi em torno de 11 a 15 anos e a quantidade de pessoas por residência variou de três a oito.

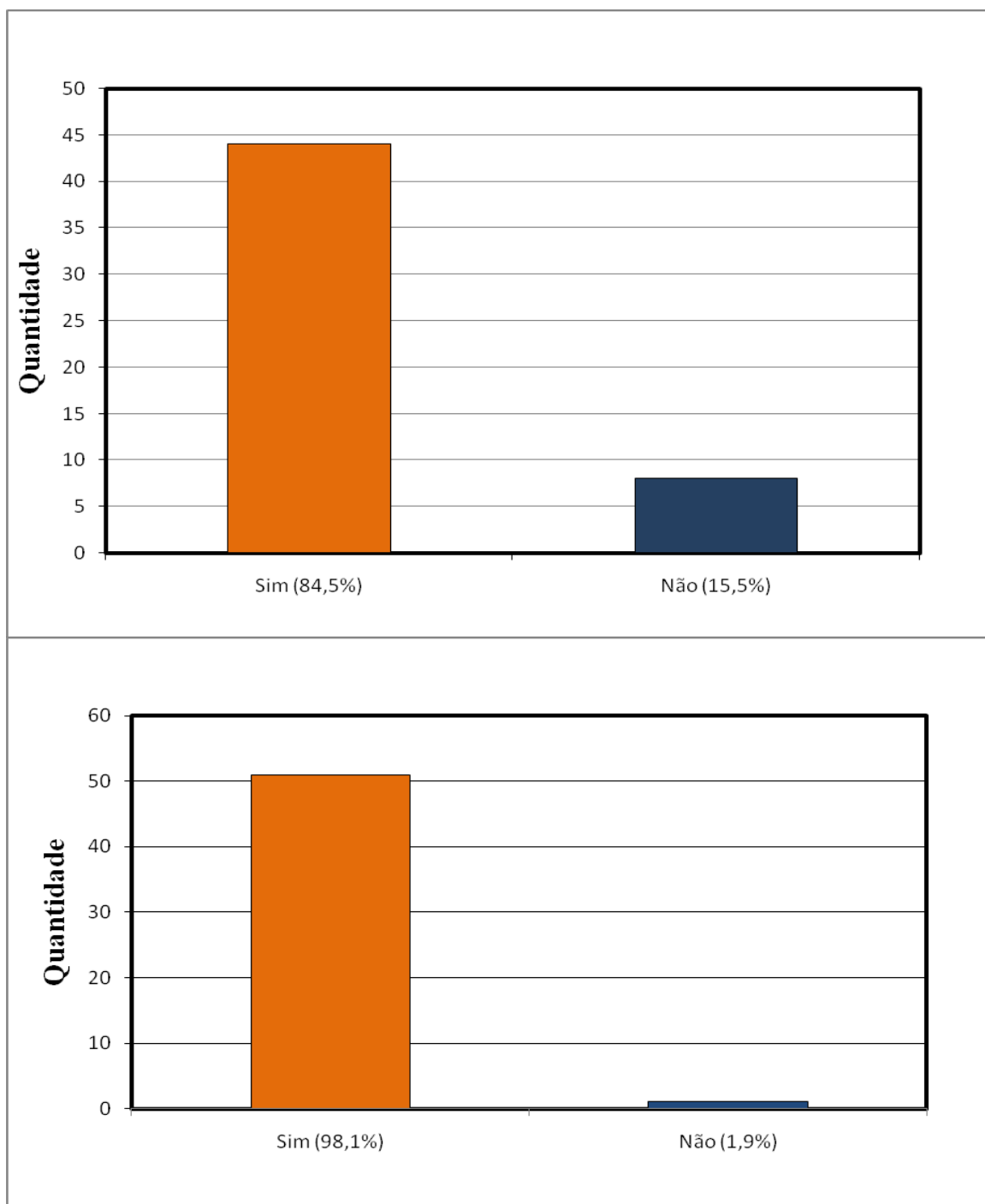
Notou-se que houve um grande envolvimento dos alunos e ministrantes participantes, a discussão foi baseada no descarte correto de medicamentos e sua relação com a sustentabilidade (Figura 1), os questionamentos foram sanados conforme a apresentação ocorria e as dúvidas surgiam.

Figura 1 – Palestra de sensibilização ambiental e interação dos alunos envolvidos



Com relação ao questionário aplicado em sala, foi entregue antes da apresentação e posteriormente, para título de comparação, dessa forma pôde-se inferir o aprendizado ocorrido nesse período em que a conscientização foi feita. Das 18 perguntas, metade, ou seja, 09 foram analisadas para aferição dos resultados e os mesmos foram dispostos em gráficos para melhor elucidar a comparação.

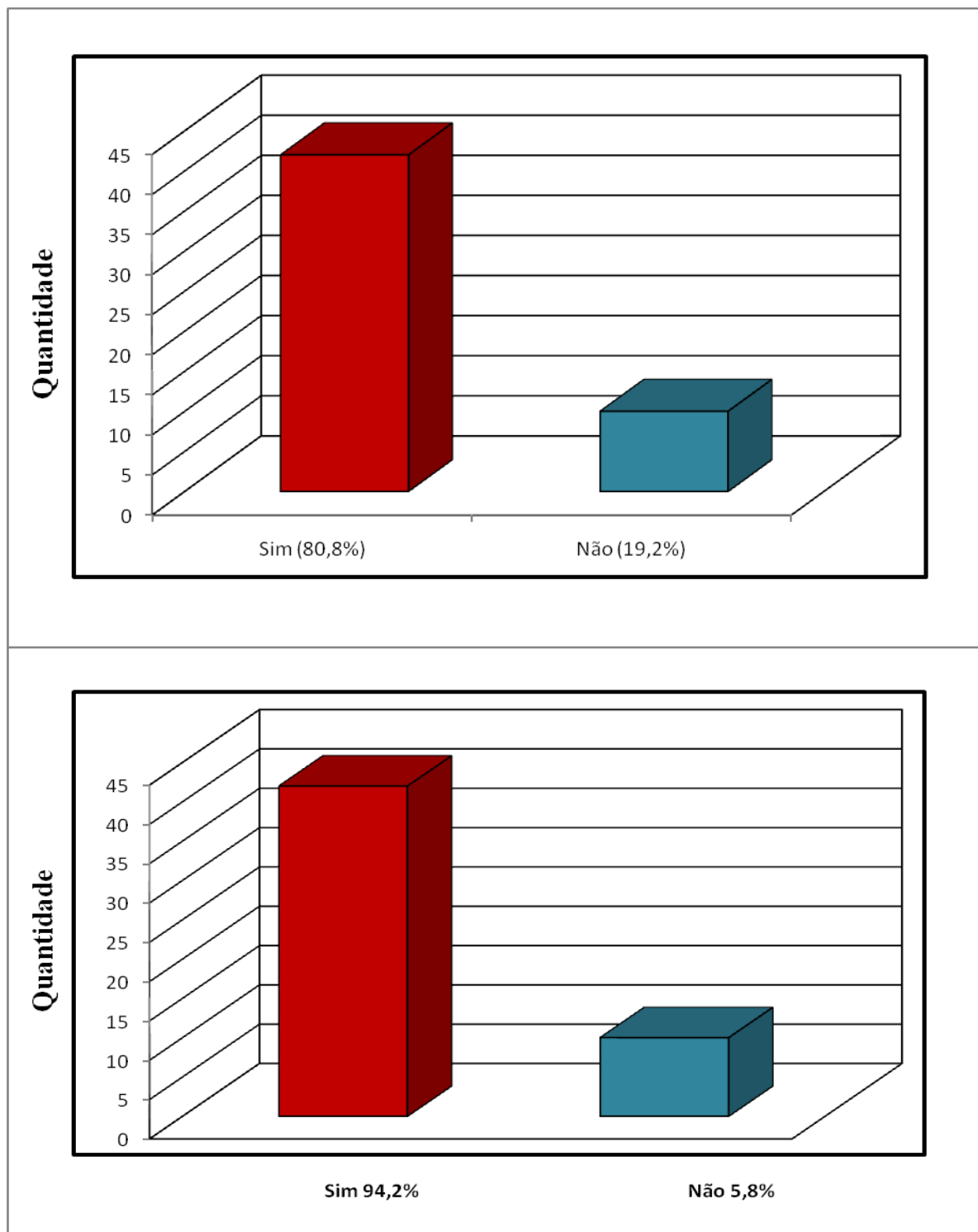
Referente ao primeiro questionamento, perguntou-se se o medicamento estava armazenado em sua embalagem original, antes da palestra, 44 alunos, o equivalente a 84,6% respondeu que sim, 05 (9,6%) disseram não e 03(5,8%) não souberam opinar. Após a realização da palestra a resposta positiva foi de aproximadamente 98% e apenas 01(2%) aluno não informou (Figura 2).

Figura 2 – Armazenamento do medicamento em sua embalagem original

Em seguida, perguntou-se sobre a aparência (aspecto físico) do medicamento antes do uso, a resposta antes da palestra foi de 42(81%) para sim e 10(19%) para não. Após a mesma, a porcentagem para as respostas positivas aumentou, sendo que 49(94,2%) responderam que sim, 02(3,9%) que não e 01(1,9%) aluno não informou (Figura 3). Esse aumento das respostas

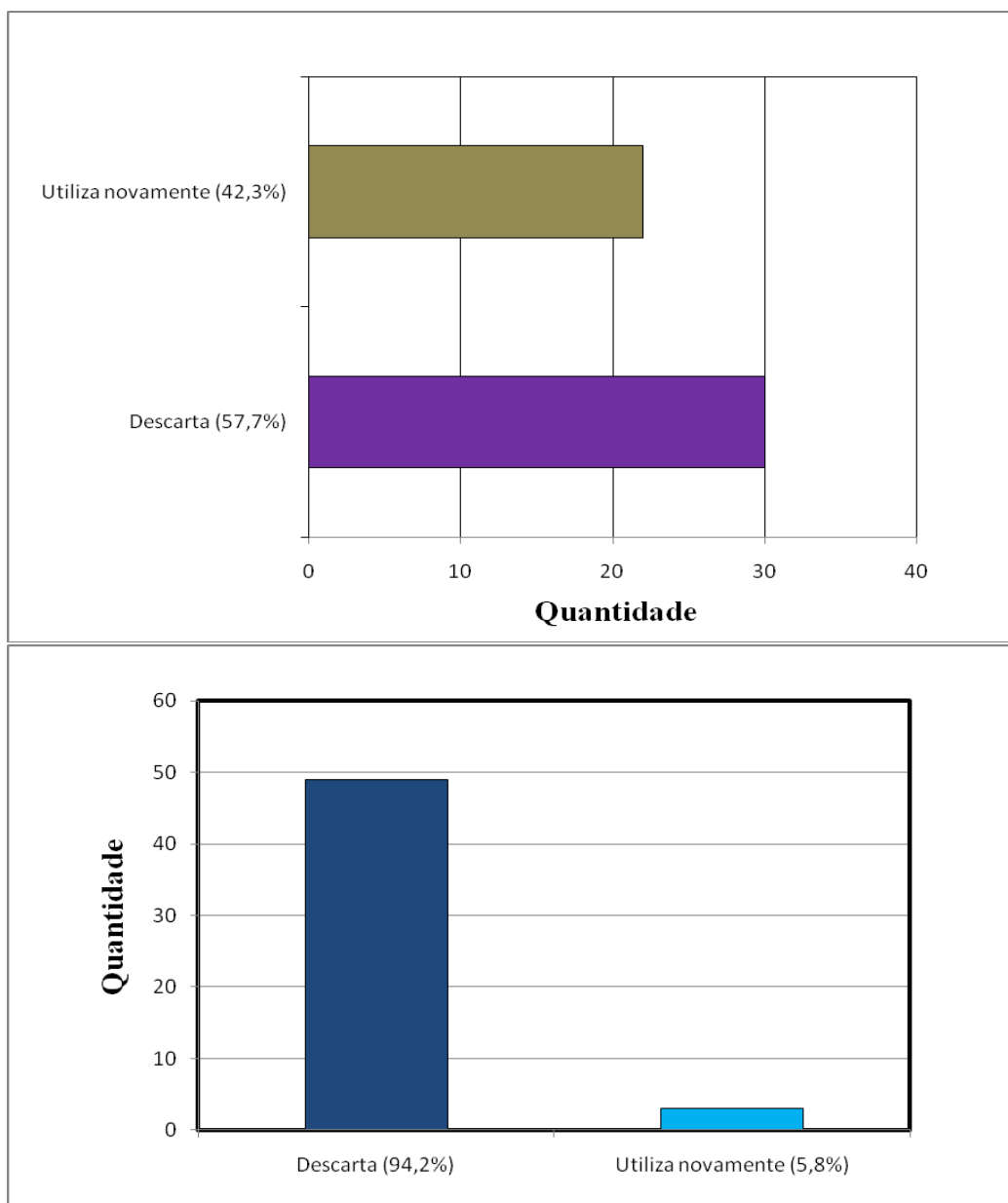
positivas pode ser explicado pelas explicações feitas durante a explanação do tema abordado, já que muitos estudantes tinham dúvidas sobre essa questão.

Figura 3 – Avaliação da aparência do medicamento antes do uso



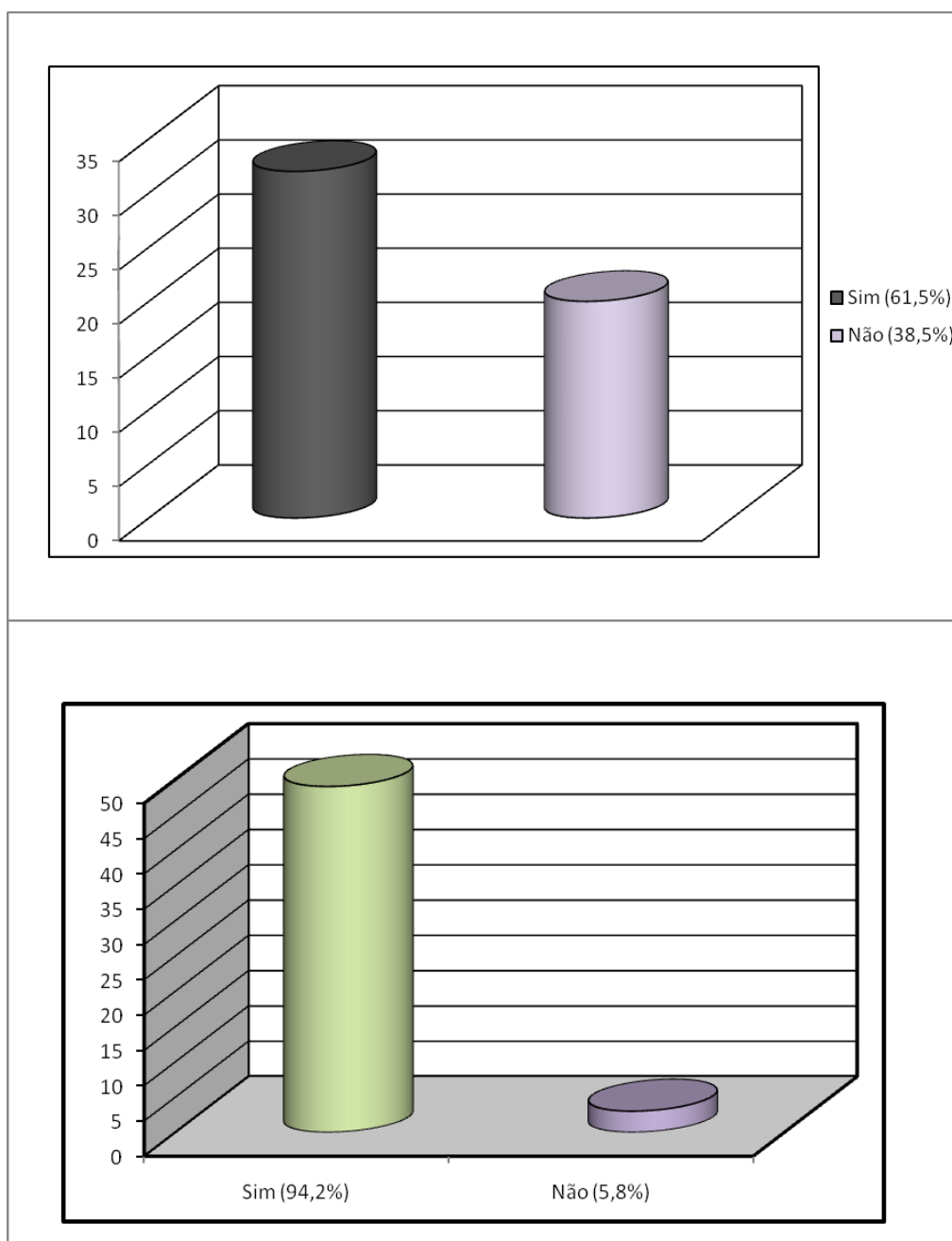
Indagados sobre o que eles faziam com os medicamentos que sobravam de algum tratamento, obtiveram-se os seguintes dados: Antes do debate 30 (57,7%) alunos afirmaram que descartavam e 22 (42,3%) responderam que utilizavam novamente. Posteriormente, esse número elevou-se para 41 (78,9%) dos alunos, respondendo que descartavam e 11(21,1%) afirmaram que utilizavam novamente (Figura 4). Com isso, nota-se claramente que os alunos compreenderam que na verdade eles descartavam os medicamentos e não utilizavam novamente, como mencionado anteriormente. Isso se deve ao fato da explicação com relação à validade e ao uso e descarte correto dos medicamentos, sendo que a maioria dos alunos não sabiam o que era o termo “descarte” e nem analisavam a validade do medicamento antes do uso.

Figura 4 – Destinação do medicamento usado após o tratamento.



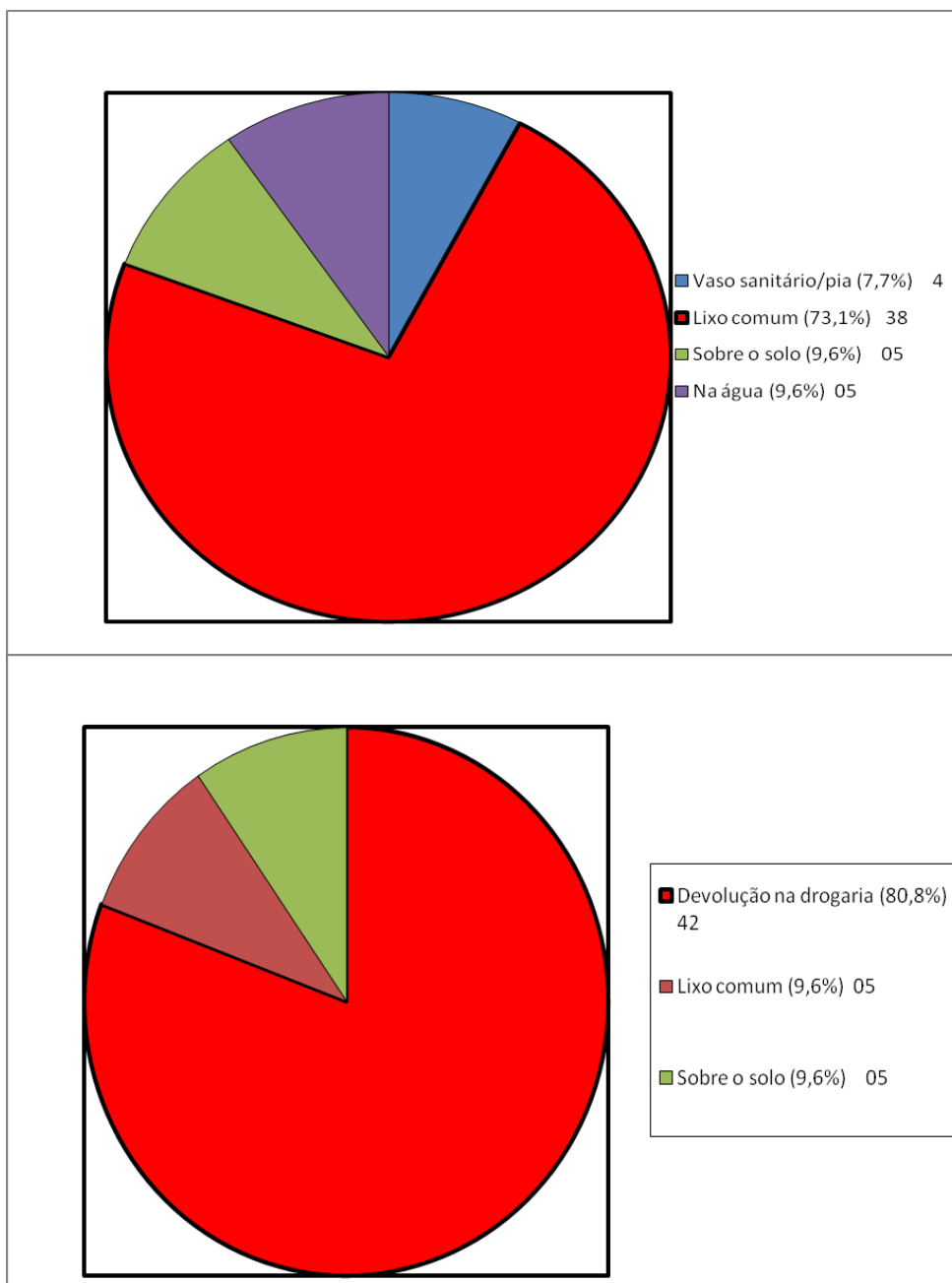
Quando perguntados se possuíam algum conhecimento sobre o descarte correto dos medicamentos, antes da discussão em sala, 32 (61,5%) alunos afirmaram que tinham algum conhecimento e 20 (38,5%) responderam que não possuíam. Posteriormente, esse número de alunos que tinham algum conhecimento subiu para 49 (94,2%) e os que não possuíam eram apenas 03 (5,8%) (Figura 5). Fato que corrobora para a afirmação de que houve aquisição de conhecimentos, bem como, esclarecimentos sobre a temática após participação dos alunos nos debates.

Figura 5 – Conhecimento sobre o descarte correto de medicamentos



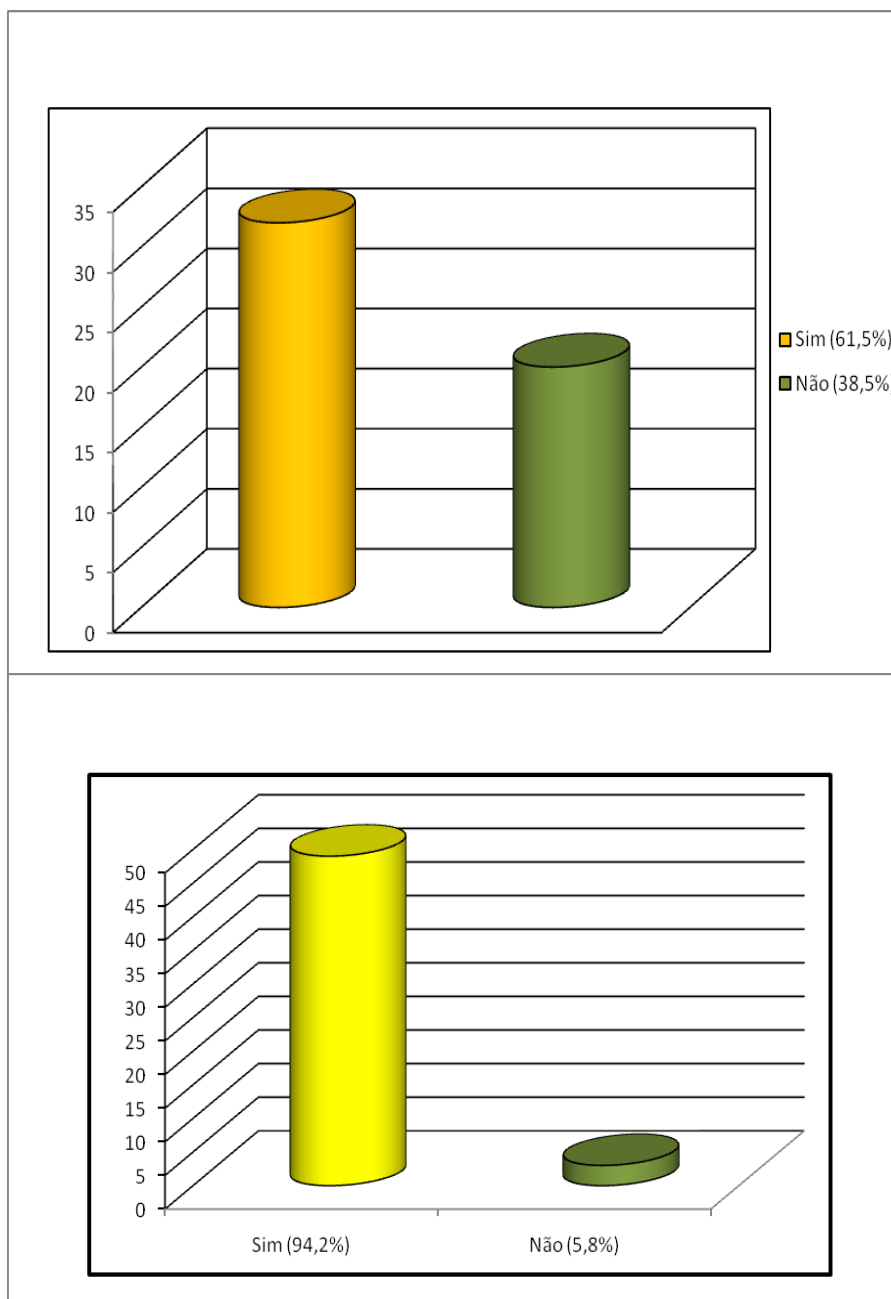
Com relação ao local de descarte dos medicamentos, antes da discussão em sala, 38(73%) alunos responderam que descartavam no lixo comum, 05 (9,6%) sobre o solo, 05 (9,6%) na água e 04 (7,8%) no vaso sanitário e pia. Após a palestra, a maioria, cerca de 42 (80,8%) mencionou que devolverão a drogaria, mesmo não existindo essa opção, demonstrando-se mais uma vez que aprenderam que o destino correto após o uso são lixeiras apropriadas que se encontram nesses locais, 05 (9,6%) ainda afirmaram que jogam sobre o solo e 05 (9,6%) na água (Figura 6).

Figura 6 – Local e descarte dos medicamentos



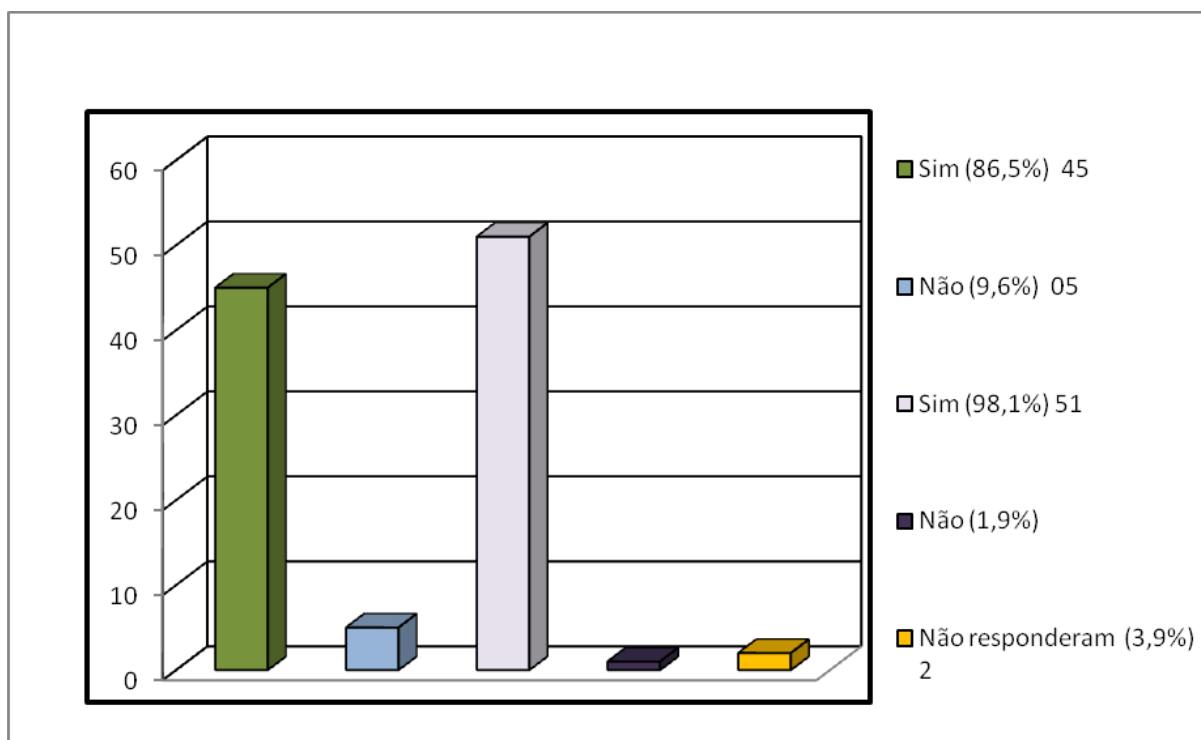
Interrogados sobre o conhecimento das possíveis consequências do descarte incorreto de medicamentos, 32 alunos, ou seja, 61,5% afirmaram que sim, tinham algum, e 20, cerca de 38,5% disseram que não tinham. Posteriormente esse número de respostas SIM subiu para 49 alunos, ou seja, 94,2% e caiu para os que responderam NÃO, perfazendo apenas 03 (5,8%) alunos (Figura 7).

Figura 7 – Conhecimento das possíveis consequências do descarte incorreto de medicamentos



Sobre a questão dos problemas ambientais com o descarte incorreto de medicamentos, foi verificado que 45 (86,5%) alunos responderam que SIM, ocorrem problemas, 05 (9,6%) responderam que NÃO, e 02 (3,9%) não responderam. Posteriormente, notou-se que todos os alunos responderam SIM, ou seja, 100 % das turmas tinham plena consciência dos problemas ambientais ocasionados pelo descarte indevido desses resíduos (Figura 8).

Figura 8 – Problemas ambientais com o descarte incorreto dos medicamentos



Pode-se dizer que a condição da saúde está relacionada com o contexto socioambiental, pois além da geração de resíduos o descarte doméstico de medicamentos são questões para ser amplamente discutidas e estudadas em nível de saúde pública em que é necessária a responsabilidade coletiva para minimizar o uso excessivo de medicamentos pela população e essa conscientização tem que ser iniciada desde “cedo”, com os alunos, para que os mesmos possam ser exemplos e possam repassar as informações corretas com relação ao descarte correto dos medicamentos e demais consequências e implicações quando usados de forma incorreta.

O consumidor é uma peça chave na solução do problema, mas, para que esse papel seja exercido de forma consciente e absoluta, é necessária a educação juntamente com a consciência ambiental e o acesso à informação ambientalmente correta, para que assim, com essa informação, possa exercer de forma plena a defesa da sustentabilidade (VETTORAZZI; VENZAZZI, 2008; BUENO et al., 2009).

4. CONCLUSÃO

A sensibilização ambiental se mostrou positiva, tanto para os mestrandos envolvidos, quanto para o público-alvo. De acordo com os resultados dos questionários aplicados antes e depois da palestra, houve uma correlação positiva comparando-se as respostas, sendo comprovada a aplicabilidade da estratégia em educação ambiental nas escolas.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, L.S.V./ NICOLETTI, M.A. Descarte Doméstico de Medicamentos e algumas considerações sobre o Impacto Ambiental. **Revista Saúde**, 2010.
- BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no Meio Ambiente. **Química Nova**. v. 26, n. 4, Rio de Janeiro, 2003.
- BRASIL. ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ebe26a00474597429fb5df3fbc4c6735/RDC_306.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: abril-2013.
- BRASIL. CONAMA- Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 5, de 5 de agosto de 1993**. Disponível em:< http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsulegis_03.pdf> Acesso em: abril-2013.
- BRASIL, IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf> Acesso em: abril-2013.
- BUENO, C. S.; WEBER, D.; OLIVEIRA, K. R. Farmácia caseira e descarte de medicamentos no bairro Luiz Fogliatto do município de Ijuí – RS. **Rev. Ciências Farm. Básica Apl.**, Rio Grande do Sul, 30(2):75-82, out. 2009.
- FERREIRA, W. A.; SILVA, M. E. S. T.; PAULA, A. C. C. F. F.; RESENDE, C. A. M. B. Avaliação da farmácia caseira no município de Divinópolis – Mg por estudantes do curso de farmácia da UNIFENAS. **Infarma**, v. 17, n. 7/9, 2005.
- GASPARINI, J. C.; GASPARINI, A. R.; FRIGIERI, M.C. Estudo do descarte de medicamentos e consciência ambiental no município de Catanduva-SP. **Ciência & Tecnologia: FATEC-JB**, v. 2, n. 1, 38-51 p., 2011.
- UEDA, J.; TAVERNARO, R.; MAROSTEGA, V.; PAVAN, W. Impacto ambiental do descarte de fármacos e estudo da Conscientização da população a respeito do problema. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 5, n. 1, 1-6 p., 2009.
- VETTORAZZI, K. M.; VENZAZZI, K. F. Responsabilidade socioambiental dos produtores de medicamentos e farmácias sobre os resíduos sólidos de saúde: a logística reversa como possibilidade de coleta e correta destinação. **FAE-Centro Universitário**, Cascavel-PR, 2008.

CORRECT DISPOSAL OF DRUGS: A MATTER OF SUSTAINABILITY

ABSTRACT – This work has as objective to promote awareness activities of the primary School Municipal Loide Bonfim de Andrade, guiding them about the correct way to waste treatment and the consequences of incorrect disposal. The practice of improper disposal causes serious and harmful consequences to public health and the environment and is associated with the socioeconomic sad picture of a large number of families, socially excluded, survive the dumps where they remove the recyclables market. Disposal random drug into disuse, due or leftovers is currently done by most people in the trash or in the public sewer, such consequences may bring aggression to the environment, contamination of water, soil and animals. In the social environment, the household waste medicines are issues to be widely discussed and studied in public health level where collective responsibility is required to minimize the excessive use of drugs by the population.

KEYWORDS: Medicines, Sustainability, Environmental Partner

CAPÍTULO 9

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MUNICIPAL E FINANCIAMENTO BANCÁRIO: ANÁLISE DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES PARAENSES¹

Vanessa Paiva Costa Vale

<http://lattes.cnpq.br/6493535565055168>

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano pela Universidade da Amazônia (UNAMA) e Assessora de Arquitetura e Engenharia do Centro de Serviços Corporativos e Patrimônio do Banco do Brasil, Belém, PA, Brasil.

Marco Valério de Albuquerque Vinagre

<http://lattes.cnpq.br/8044094535697705>

Doutor em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Professor Efetivo do Departamento de Arquitetura e de Engenharia da Universidade da Amazônia (UNAMA), Belém, PA, Brasil.

Marco Aurélio Arbage Lobo

<http://lattes.cnpq.br/6769430330686533>

Doutor em Desenvolvimento Socioambiental, Universidade Federal do Pará (UFPA) e Professor Efetivo do Departamento de Arquitetura e de Engenharia da Universidade da Amazônia (UNAMA), Belém, PA, Brasil.

Leonardo Augusto Lobato Bello

<http://lattes.cnpq.br/5449459117793556>

Doutor em Engenharia Civil – Geotécnica

pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO) e Professor Titular e coordenador do Programa de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano da Universidade da Amazônia (UNAMA), Belém, PA, Brasil.

Alberto Carlos de Melo Lima

<http://lattes.cnpq.br/0524669127885256>

Doutor em Engenharia Civil com ênfase em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (EESC/USP) e Professor Efetivo do Programa de Pós-Graduação da Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, Pará, Brasil.
End. Eletrônico: acmlima@gmail.com

RESUMO – A preocupação com o desenvolvimento sustentável no mundo e no Brasil possibilitou a criação do Programa Municípios Verdes no Pará que combate o desmatamento no Estado e fomenta a gestão ambiental. Este trabalho objetiva analisar a relação do nível de sustentabilidade dos municípios verdes paraenses com os financiamentos bancários para a promoção do desenvolvimento sustentável. A pesquisa foi realizada através da correlação de *Pearson*, a partir da

¹ Artigo publicado na Revista Sustentabilidade em Debate – Brasília, v.9, n.2, p.27-44, ago/2018 (ISSN-e 2179-9067)

criação dos Índices de Desenvolvimento Sustentável de 13 municípios com os financiamentos bancários liberados em 2010. Os resultados obtidos apresentaram índices entre 0,3773, considerado como nível de Alerta e 0,5310 como nível Aceitável, o que evidencia a fraca relação de maior nível de sustentabilidade municipal com a obtenção de financiamentos bancários direcionados a esse fim. O estudo aponta a necessidade dos bancos reverem suas linhas de financiamentos para o desenvolvimento sustentável municipal para a promoção do desenvolvimento econômico, social, cultural e ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento Sustentável. Indicadores de Sustentabilidade. Municípios Verdes. Financiamentos Bancários.

1. INTRODUÇÃO

O termo desenvolvimento sustentável vem sendo sistematicamente usado nas convenções internacionais sobre meio ambiente e desenvolvimento. Repetem-se exaustivamente nos documentos oficiais e é inserido na formulação de políticas públicas mundiais. Nos países desenvolvidos, observa-se que as propostas para o desenvolvimento sustentável vêm se tornando mais efetivas, por meio de grandes aportes de recursos, em decorrência do estágio de desenvolvimento que se encontram o que permite maior convergência social nas suas políticas territoriais (BANCO MUNDIAL, 2008).

Para Brasil (2007), o Plano Amazônia Sustentável (PAS), serve de diretriz para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira, com objetivo de promover o ordenamento territorial e a gestão ambiental, de modo a possibilitar o combate a grilagem, a resolução de conflitos fundiários e destinação de terras públicas, o controle sobre a exploração ilegal e predatória de recursos naturais e proteção dos ecossistemas regionais.

Para combater o desmatamento no estado do Pará, foi criado o Programa Municípios Verdes (PMV), uma política de desenvolvimento municipal, alinhado com as políticas públicas federais e estaduais de combate ao desmatamento e promoção do desenvolvimento sustentável da Amazônia, especialmente preconizada pelo PAS que visa combater o desmatamento no Estado e fomentar a gestão ambiental, com foco em pactos locais, na busca de um compromisso maior com os impactos socioambientais que cada empreendimento gera na região, onde está inserido (PMV, 2016).

A discussão acerca dessa temática é importante para estabelecer a diferença entre as abordagens do crescimento econômico associado à degradação ambiental, promovendo novas formas de operacionalizar este conceito, tais como indicadores, para contribuir junto aos governantes e a sociedade para um planejamento do desenvolvimento local de forma mais sustentável (VALE, 2017).

2. SUSTENTABILIDADE E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A sustentabilidade envolve todas as áreas do saber e no cenário global vem se desenvolvendo de forma lenta e progressiva. Originou-se da preocupação com a questão ambiental e com o desequilíbrio socioeconômico e suscitou vários debates sobre os riscos de degradação do meio ambiente, vinculados ao processo de crescimento econômico. A primeira discussão internacional sobre esses riscos ocorreu na Conferência de Estocolmo, em 1972, na Suécia. Esse encontro teve como objetivo definir princípios comuns de preservação e de melhoria do meio ambiente humano entre os 113 países participantes.

Portanto, conceituar o desenvolvimento da sustentabilidade é um processo contínuo e complexo de reavaliação crítica entre a sociedade civil e seu meio natural. Fialho et al. (2008) afirmam que a sustentabilidade pode ser analisada por diferentes dimensões (econômica, social e ambiental), que apesar de apresentar similaridade, não é possível isolá-las, ou seja, não se pode tratar a dimensão ambiental sem levar em consideração a econômica e a social. Van Bellen (2005), afirmam que a inclusão de mais dimensões nos modelos de mensuração de resultados é uma escolha da sociedade, das organizações, das comunidades e dos indivíduos, todos engajados com o mesmo propósito. Para apontar esse desenvolvimento, foram construídos indicadores que podem direcionar, de forma mais perceptível, a uma tendência ou fenômeno, que não tenha sido detectado no início.

3. FINANCIAMENTOS BANCÁRIOS E O DESENVOLVIMENTO LOCAL

As instituições financeiras vêm apresentando um papel importante na liberação de financiamentos para o desenvolvimento sustentável. Em 1992, na cidade de *New York* (US), foi assinada a Declaração dos Bancos para o Meio Ambiente e Desenvolvimento com a participação de aproximadamente 30 bancos comerciais, com sede em 23 países, assumindo o compromisso de vincular suas operações financeiras aos princípios comuns de proteção ao meio ambiente (SANTOS, 1999).

Para Braga (2014), a Declaração dos Bancos para o Meio Ambiente e Desenvolvimento teve como objetivo a formalização das instituições financeiras na adoção de ações preventivas que evitem os riscos envolvidos em falhas de seus clientes quanto à questão ambiental. Nessas ações estão incluídos projetos de implantação de práticas e avaliações que contribuem para atingir o desenvolvimento sustentável.

Em 1995, foi firmado o Protocolo Verde, um acordo entre o governo brasileiro e os principais bancos públicos federais, considerado a versão brasileira da Declaração dos Bancos para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Por meio dele, os bancos signatários se comprometeram a incorporar a variável ambiental na concessão de crédito e de benefícios fiscais. Para aumentar os níveis de financiamento, que se encontravam muito baixo, as instituições financeiras passaram por reformas que possibilitaram a promoção do financiamento produtivo. Segundo Romero e Avila (2010), houve um crescimento na concessão de financiamentos a partir de 2000, voltados especialmente para consumo. Já o financiamento industrial cresceu em um

nível inferior aos empréstimos, os financiamentos agrícolas, pecuários e agroindustriais permaneceram num patamar inalterado e o financiamento imobiliário apresentou uma forte queda.

4. PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES – PMV

O PMV foi transformado em projeto de governo do estado do Pará, em março de 2011, por meio do Decreto Estadual nº 54/2011, após a iniciativa do Fundo Vale (instrumento de ação da empresa Vale nos territórios onde ela atua) em 2008, como ferramenta para auxiliar os municípios que compunham a lista dos maiores desmatadores da Amazônia, divulgada pelo site do Ministério do Meio Ambiente. Tem como objetivo combater o desmatamento no Estado, fortalecer a produção rural sustentável por meio de ações estratégicas de ordenamento ambiental e fundiário. E também tem o compromisso de fomentar a gestão ambiental, com foco em pactos locais, no monitoramento do desmatamento, na implantação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e na estruturação da administração voltada ao meio ambiente dos municípios participantes.

Os financiamentos do PMV são oriundos do Fundo Amazônia (FA), criado pelo Governo Federal em 2008, gerenciado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) com o objetivo de captar doações para investimentos não reembolsáveis em ações de prevenção, monitoramento, combate ao desmatamento, promoção da conservação e do uso sustentável das florestas no Bioma Amazônia.

Os municípios do Pará aderem ao Programa Municípios Verdes (PMV) por meio de assinatura de termo com o Ministério Público Federal (MPF) onde se comprometem com um conjunto de 7 (sete) metas monitoradas pela coordenação do PMV, sendo elas: 1) Elaboração do pacto local contra o desmatamento que envolva a sociedade e o governo municipal; 2) Criação de grupo de trabalho municipal visando combater o desmatamento; 3) Monitoramento em campo e a notificação ao PMV dos focos de desmatamento ilegal; 4) Manutenção do desmatamento anual abaixo de 40km²; 5) Cadastro de 80% da área municipal do Cadastro Ambiental Rural (CAR); 6) Não aparecer na lista do MMA de maiores desmatadores da Amazônia; 7) Introdução de noções de educação ambiental na rede municipal de ensino. O cumprimento das metas habilita os municípios a receberem benefícios como o desembargo ambiental, incentivos fiscais e prioridade na aplicação de recursos públicos. (WHATELY e CAMPANILI, 2013). Atualmente, há 144 municípios no estado do Pará, sendo que dos 107 municípios que aderiam ao PMV, apenas 15 municípios já conseguiram a Certificação de Municípios Verdes.

5. ÁREA PESQUISADA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS





A escolha dos municípios ocorreu a partir da relação dos municípios paraenses, que já conseguiram a certificação de municípios verdes, publicada no site do PMV (<<http://municipiosverdes.com.br>>). Do total de quinze municípios paraenses que receberam a certificação verde, foram selecionados onze que possuíam de três a oito instituições bancárias no período de 2010 e 2015. Foram escolhidos, também, 02 municípios que não possuem a certificação verde pelo PMV: Altamira e Tucuruí. Ambos são municípios importantes quanto ao

desenvolvimento sustentável por serem pólo geradores de energia protegidos ambientalmente e serviram de equiparação com relação aos municípios verdes pesquisados. Sendo assim o presente estudo vai calcular o IDSM de 13 municípios paraenses que possuem de 03 a 08 instituições financeiras. Participaram da pesquisa oito instituições financeiras (quatro públicas e quatro privadas) atuantes no Departamento de Operações do Banco Central do Brasil e presentes nos municípios avaliados. Seus nomes foram preservados, sem perda da relevância das informações, sendo as informações públicas disponibilizadas nos *websites* e relatórios de sustentabilidade dos bancos na internet, integralmente baseados em informações públicas, que podem ser rastreadas e recuperadas por qualquer pessoa ou instituição.

Para calcular o IDSM, Martins e Cândido (2008) basearam-se nas referências propostas de Waquil et al. (2006) para um conjunto de 06 dimensões e variáveis definidas, que se desdobram em 44 indicadores de forma multidimensional, representando uma quantidade de informações distintas com identidades próprias referentes aos estados brasileiros. Os valores das variáveis são ajustados para uma escala de variação entre 0 (zero) a 1 (um), sendo 0 (zero) o valor mínimo e 1 (um) o valor máximo. Em seguida, classificou-se o tipo de relação das variáveis como Positivas e Negativas, permitindo uma adequação mais justa desses índices, ao identificar o comportamento da variável que favorece ou desfavorece o desenvolvimento sustentável. Na Relação Positiva, quanto maior o indicador, melhor será o índice e quanto menor o indicador, pior será o índice. Enquanto na Relação Negativa, quanto maior o indicador, pior o índice e quanto menor o indicador, melhor será o índice.

Após calcular os índices referentes a cada variável, os dados passam a ser agregados por dimensão, por meio da média aritmética, chegando-se aos resultados do IDSM por dimensão: social, demográfico, econômico, político-institucional, ambiental e cultural dos municípios. Para obtenção do IDSM final, calcula-se a média aritmética das dimensões e para a classificação dos índices referente a cada variável, é utilizado um conjunto de cores que correspondem uma escala definida, caracterizando o nível de sustentabilidade local, conforme demonstrado na Tabela 01.

Tabela 01 – Classificação e representação do IDSM.

Índice (0-1)	Coloração	Nível de Sustentabilidade
0,0000 – 0,2500		CRÍTICO
0,2501 – 0,5000		ALERTA
0,5001 – 0,7500		ACEITÁVEL
0,7501 – 1,0000		IDEAL

Fonte: Adaptado de Martins e Cândido (2008).

A classificação estabelecida por Martins e Cândido (2008), apresenta os índices de sustentabilidade com as respectivas cores e classificação que se utiliza em uma escala, que varia de 0 (zero) a 1 (um). Sendo assim, a cor vermelha com valores entre 0,0000 e 0,2500 caracteriza um nível crítico de sustentabilidade; a cor laranja com valores entre 0,2501 e 0,5000 caracteriza um nível de sustentabilidade em alerta; a cor verde-claro com valores entre 0,5001 e 0,7500 caracteriza um nível de sustentabilidade aceitável; e a cor verde brilhante com valores entre 0,7501 e 1,0000 caracteriza um nível de sustentabilidade ideal. Essa representação é realizada para todas as 44 variáveis, nas 06 dimensões e para o IDSM final.

Para quantificar o volume de recursos liberados de financiamentos no ano de 2010, buscou-se uma combinação de dados financeiros obtidos da base de Estatística Bancária por município (ESTBAN), retirada do site do Banco Central, por meio do programa SISBACEN, disponibilizado na internet. Essa base de dados se refere ao balancete agregado dos bancos por municípios, onde há, pelos menos, uma agência bancária.

Para expressar os recursos liberados no ano de 2010 por município, foi calculada a variável do recurso monetário por meio da somatória dos financiamentos liberados mensalmente, ao longo do ano, pelo total da população dos municípios da pesquisa. Essa análise de financiamentos liberados pelas instituições financeiras públicas e privadas evidencia algumas características quanto ao desenvolvimento local.

Para investigar a relação da sustentabilidade municipal retratada pelo IDSM com os volumes dos financiamentos bancários para a promoção do desenvolvimento sustentável dos municípios paraenses, foi utilizado o cálculo de correlação de *Pearson*. Essa metodologia apresenta um modelo de correlação de variáveis que permite avaliar a influência negativa ou positiva entre duas variáveis de grandezas distintas ou não.

Para Cohen (1988), o coeficiente “r” varia entre 0 e 1, portanto, a correlação pode ser estabelecida a partir das seguintes situações analíticas:

Tabela 02 – Intervalo do coeficiente de correlação de Pearson.

Correlação	Intervalo (r)
Ausência	0,000 a 0,099
Fraca	0,100 a 0,299
Média	0,300 a 0,499
Forte	0,500 a 1,000

Fonte: Adaptada de Cohen (1988).

6. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Das seis dimensões analisadas serão apresentadas apenas três dimensões (social, econômica e ambiental) para demonstrar a interpretação dos resultados.

O grupo de índices da dimensão social está relacionado à melhoria da qualidade de vida e justiça social, acesso aos serviços básicos de saúde, ao nível de educação e às condições básicas de sobrevivência humana. Sendo assim, observa-se que o índice referente à saúde como: a imunização contra doenças infecciosas infantis; os números de médicos e os números de leitos hospitalares por habitantes apresentam uma situação de alerta para crítica, muito abaixo do ideal. Quanto ao índice de escolarização, 30% dos municípios da amostra também apresentam uma situação de alerta para crítica. Ademais, nota-se a falta de informação para algumas variáveis dos índices de saúde e escolarização, o que prejudica a análise desses dados, sendo necessária uma atenção especial por parte das políticas públicas, para essas áreas respectivamente. Em relação aos outros índices, verifica-se que tiveram um comportamento aceitável para ideal.

Tabela 03 – Índice de Desenvolvimento Sustentável - Dimensão SOCIAL.

MUNICÍPIOS PARAENSES	IDSM / COLORAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Altamira	0,6434	Aceitável
Canãa dos Carajás	0,7065	Aceitável
Dom Eliseu	0,5980	Aceitável
Juruti	0,6090	Aceitável
Óbidos	0,6024	Aceitável
Paragominas	0,6072	Aceitável
Redenção	0,6445	Aceitável
Santana do Araguaia	0,6058	Aceitável
Santarém	0,6027	Aceitável
Tailândia	0,5368	Aceitável
Tucumã	0,6739	Aceitável
Tucuruí	0,6411	Aceitável
Xinguara	0,6777	Aceitável

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

A partir da análise em conjunto dos índices de sustentabilidade social referentes aos 13 municípios paraenses pesquisados (Tabela 03), verificou-se que todos apresentaram o nível de sustentabilidade social aceitável, variando entre 0,5368 a 0,7065.

A dimensão econômica está relacionada ao desempenho econômico e financeiro e aos rendimentos da população. Observa-se que os municípios paraenses da pesquisa, quanto aos indicadores do PIB e saldo da balança comercial, sinalizam um estado crítico do desenvolvimento econômico local, mostrando um desequilíbrio da participação da indústria e dos demais setores na formação do PIB dos municípios pesquisados. O saldo da balança comercial está relacionado com as importações e exportações para fora do país, em que, para o grupo dos municípios pesquisados, são pouco significativos. Além disso, esses índices apresentam uma disparidade entre os setores produtivos, sendo necessário se manter a diversificação das atividades produtivas, levando em consideração a rentabilidade econômica de cada localidade.

A partir da análise em conjunto dos índices de sustentabilidade econômica referentes aos 13 municípios paraenses pesquisados, verificou-se que quase todos apresentaram o nível para o estado de alerta, variando entre 0,2379 e 0,5748.

Tabela 04 – Índice de Desenvolvimento Sustentável - Dimensão ECONÔMICA.

MUNICIPIOS PARAENSES	IDSM / COLORAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Altamira	0,3459	Alerta
Canãa dos Carajás	0,5748	Aceitável
Dom Eliseu	0,3247	Alerta
Juruti	0,3552	Alerta
Óbidos	0,2379	Crítica
Paragominas	0,3290	Alerta
Redenção	0,3562	Alerta
Santana do Araguaia	0,3626	Alerta
Santarém	0,3450	Alerta
Tailândia	0,3372	Alerta
Tucumã	0,3536	Alerta
Tucuruí	0,4186	Alerta
Xinguara	0,3798	Alerta

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

Nota-se na Tabela 04 que o município de Canãa dos Carajás apresenta o maior índice do grupo quanto à dimensão econômica, mas o seu índice de 0,5748 ainda é relativamente baixo para o desempenho aceitável. Entretanto, o município de Óbidos apresentou o menor índice da amostra, com 0,2379, a partir de uma avaliação crítica. Já para o restante da amostra, os índices ficaram mais próximos da limítrofe do alerta para o crítico, refletindo um cenário econômico estagnado. Alguns fatores podem permitir uma reflexão para melhorar o desenvolvimento das políticas públicas para o crescimento da dimensão econômica, como o incentivo a inserção de novas empresas locais para geração de empregos e o desenvolvimento das potencialidades locais, como a agricultura, pesca e a pecuária. Portanto, essa dimensão exige um estudo maior de alternativas justas que propiciem o equilíbrio da renda da população e estimulem a prática de importações e exportações, por meio de incentivo de instalações de indústrias nos municípios.

A dimensão ambiental está relacionada ao uso adequado dos recursos naturais e à degradação do ecossistema, a preservação e conservação do meio ambiente. Seus índices estão relacionados à qualidade, tratamento, consumo médio e formas de abastecimento de água por domicílio, tipos de tratamento sanitário por habitação e acesso à coleta de lixo urbano. Observa-se que a falta de informação para os indicadores de Tratamento das Águas e o estado crítico para o indicador Tipo de Esgotamento Sanitário por domicílio, fatores básicos e de muita relevância para sustentabilidade local prejudicaram o índice de desenvolvimento sustentável municipal para o grupo da dimensão ambiental. Outro fator de relevância é a taxa de desmatamento que o sistema IDSM não possui, deixando o resultado fragilizado. Já para as variáveis coletadas na dimensão Ambiental o desempenho apresentou-se aceitável para ideal, de acordo com os dados na Tabela 05:

Tabela 05 – Índice de Desenvolvimento Sustentável - Dimensão AMBIENTAL.

MUNICÍPIOS PARAENSES	IDSM / COLORAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Altamira	0,6097	Aceitável
Canãa dos Carajás	0,7238	Aceitável
Dom Eliseu	0,7724	Ideal
Juruti	0,7447	Aceitável
Óbidos	0,7317	Aceitável
Paragominas	0,6670	Aceitável
Redenção	0,6509	Aceitável
Santana do Araguaia	0,6371	Aceitável
Santarém	0,7872	Ideal
Tailândia	0,7283	Aceitável
Tucumã	0,6835	Aceitável
Tucuruí	0,7340	Aceitável
Xinguara	0,6215	Aceitável

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

Na Tabela 05, verifica-se que todos os municípios da amostra apresentaram o nível de sustentabilidade ambiental aceitável, com índices variando entre 0,6097 a 0,7447. Destacam-se dois municípios avaliados com desempenho ideal: Dom Eliseu e Santarém, cujos valores variam, respectivamente, entre 0,7724 e 0,7872.

As informações produzidas para o grupo da dimensão ambiental oferecem subsídios para entender aspectos importantes do processo de degradação ambiental, derivados da falta de infraestrutura, comportamentos e hábitos inadequados, formas de agir e pensar da população, no sentido de compreender e respeitar as limitações dos recursos naturais e o tempo necessário para recomposição do meio ambiente. Portanto, essas informações são relevantes para a criação de políticas e mecanismos voltados à proteção, conservação e preservação do meio ambiente que proporcionem melhor qualidade de vida e ambiental.

Para medir o índice de desenvolvimento sustentável final para os 13 municípios da amostra foi calculada a média das seis dimensões: social, demográfica, econômica, político-institucional, ambiental e cultural. Na Tabela 06, apresenta-se o resultado final para os 13 municípios avaliados no ano de 2010, em distinção hierárquica.

Tabela 06 – Hierarquização do IDSM Final dos municípios paraenses.

MUNICIPIOS PARAENSES	COLORAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Óbidos	0,3773	Alerta
Tucumã	0,4126	Alerta
Santana do Araguaia	0,4204	Alerta
Tailândia	0,4214	Alerta
Dom Eliseu	0,4265	Alerta
Juruti	0,4276	Alerta
Redenção	0,4351	Alerta
Paragominas	0,4603	Alerta
Altamira	0,4676	Alerta
Xinguara	0,4701	Alerta
Canãa dos Carajás	0,4966	Alerta
Santarém	0,5015	Aceitável
Tucuruí	0,5310	Aceitável

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

De acordo com o resultado final, os municípios paraenses da amostra apresentam resultados pouco satisfatórios, visto que apenas dois municípios apresentaram um índice final aceitável e todos os outros se encontram em nível de alerta. O município que apresentou o melhor índice foi Tucuruí com quantitativo de 0,5310, o que reflete uma avaliação aceitável. O segundo melhor colocado foi o de Santarém com um índice de 0,5015 com uma classificação aceitável. Em contrapartida, o pior índice de sustentabilidade foi revelado pela cidade de Óbidos, cujo IDSM é de 0,3773.

Observa-se que os fatores que fizeram Tucuruí e Santarém ficarem mais bem classificadas no IDSM foram as pontuações nas dimensões ambiental, social e cultural, enquanto a dimensão política institucional do município de Óbidos foi o mais baixo da pesquisa, resultando no pior índice.

A pesquisa demonstrou que a Certificação Verde emitida pelo PMV não tem efeito no IDSM dos municípios paraenses pesquisados, por dois fatores: primeiro, quanto à dimensão ambiental, pois não apresenta dentro de suas variáveis a taxa de redução de desmatamento do município. Segundo, a certificação verde iniciou em 2009, bem como os seus benefícios, e dificilmente os benefícios dessa certificação surtiriam efeitos em 2010. Normalmente é necessário um período de tempo maior.

6.1. Relação do IDSM com os Financiamentos Bancários

Os valores encontrados para o IDSM dos municípios da amostra por meio da metodologia de Martins e Cândido (2008) foram relacionados com os financiamentos bancários (públicos e privados), a fim de se verificar o grau de correlação entre eles. Para os índices dos financiamentos bancários foi calculada a variável do recurso monetário mediante a somatória dos financiamentos liberados mensalmente no ano de 2010, pelo total da população dos municípios da pesquisa, conforme apresentado na Tabela 07.

Tabela 07 – Hierarquização dos IDSM e os Financiamentos liberados pelas Instituições Financeiras Bancárias (Públicas e Privadas) dos municípios avaliados (2010).

Municípios	IDSM/ COLOR	FPB/hab.(R\$)	FPV/hab.(R\$)	Ftotal/hab.(R\$)
Óbidos	0,3773	15.003,70	-	15.003,70
Tucumã	0,4126	19.879,97	2.484,87	22.364,84
Santana do Araguaia	0,4204	15.831,66	846,61	16.678,27
Tailândia	0,4214	12.746,90	-	12.746,90
	0,4265	5.572,04	1.685,52	7.257,55
Juruti	0,4276	9.660,51		9.660,51

Redenção	0,4351	33.968,58	7.292,86	41.261,45
Paragominas	0,4603	21.202,79	4.126,09	25.328,88
Altamira	0,4676	23.650,66	2.140,52	25.791,18
Xinguara	0,4701	44.269,47	8.444,38	52.713,84
Canaã dos Carajás	0,4966	8.669,39	-	8.669,39
Santarém	0,5015	21.520,40	3.651,90	25.172,29
Tucuruí	0,5310	31.840,19	2.930,66	34.770,84

Fonte: Dados da Pesquisa (2016); Banco Central (2016).

A Tabela 07 revela que os dois municípios que se destacam no IDSM na avaliação aceitável são Santarém e Tucuruí, o que demonstra que os recursos liberados são significativos com relação ao grupo da amostra. Os recursos liberados para o município de Óbidos que apresentou o menor IDSM da amostra refletiram o seu baixo desempenho quanto ao desenvolvimento sustentável.

Outros dois municípios apresentaram pouca movimentação de financiamento como Dom Elizeu, Juruti e Canaã dos Carajás. Portanto, para melhor compreender a relação dessas duas variáveis (IDSM e Financiamentos Bancários) aplicou-se a Correlação de *Pearson*, conforme demonstrado na tabela 08.

Tabela 08 – Matriz de Correlação de *Pearson* entre os índices de financiamento bancário (público, privado e total) com o índice de desenvolvimento da sustentabilidade para os municípios paraenses no ano de 2010.

Variáveis	FPB (R\$/hab.)	FPV (R\$/hab.)	Ftotal (R\$/hab.)
	0,376	0.159	0.367
IDSM	0.206 ^{NS}	0.682 ^{NS}	0.218 ^{NS}

Fonte: Banco Central (2016); Atlas Brasil (2016).

** Valores Altamente significativos; *Valores Significativos; ^{NS} Valores Não Significativos.

H0: Existe correlação significativa entre as variáveis ($p < 0.10$).

Nota: Teste de Correlação de Pearson. (COHEN, 1988).

Verifica-se na matriz de correlação que o IDSM apresentou **correlação positiva média** com os índices de financiamento público ($R^2 = 0.376$) e o índice de financiamento total ($R^2 = 0.367$), enquanto que o índice de financiamento privado ($R^2 = 0.159$) apresentou **correlação positiva fraca**. Nota-se que para todos os financiamentos destaca-se a observação “NS”, o que significa que o nível de confiança ficou agravado ($p > 0.10$). Isto é, se a correlação é não significativa (NS) estatisticamente, não há relação entre o índice de financiamento e o IDSM, mas, no entanto, não descarta a possibilidade de relação para um aumento na coleta da amostra que

pode influenciar o nível de confiança dos resultados, diminuindo os erros e validando a real correlação dos financiamentos bancários.

7. CONCLUSÕES

Foram identificados os níveis de sustentabilidade social, demográfica, econômica, político-institucional, ambiental e cultural de municípios paraenses, constatando-se que os municípios da amostra apresentam índices de sustentabilidade entre 0,3773, considerado como nível de Alerta e 0,5310 como nível Aceitável, segundo a metodologia utilizada na pesquisa.

Observou-se que os 13 municípios paraenses selecionados, dos quais 11 possuem a certificação de Municípios Verdes, não são sustentáveis, de acordo com a metodologia de Martins e Cândido (2008). Ressalta-se, contudo, que a taxa de desmatamento no município, não aparece entre as variáveis da dimensão ambiental do sistema de indicadores do IDSM, deixando essa dimensão fragilizada, haja vista, a importância dessa mensuração para a questão da sustentabilidade municipal.

Apesar das dificuldades atuais apresentadas pelos municípios paraenses, o Programa Município Verde (PMV) é um incentivo real para essa mudança, pois mobiliza e fiscaliza ações sustentáveis quanto à preservação da floresta e regularização do território municipal, promovendo: a valorização dos produtos de origem legal; a liberação de maior crédito pelo Governo Federal para os municípios ambientalmente responsáveis; maior incentivo fiscal para redução de impostos (ICMS Verde) e a atração de maiores investimentos para o desenvolvimento de projetos sustentáveis.

Dentre a correlação do IDSM dos municípios verdes paraenses com os financiamentos bancários, o financiamento bancário público foi o que apresentou uma possibilidade de correlação para a promoção do desenvolvimento sustentável municipal, pois apresenta maiores linhas de financiamentos para o desenvolvimento sustentável, muitas delas oriundas do BNDES. Portanto, apesar da presença de instituições financeiras bancárias nos municípios paraenses, com propostas de desenvolvimento econômico local, a correlação apresentou-se com valores poucos significativos, principalmente no caso dos bancos privados.

Tal situação aponta a necessidade dos bancos reverem suas linhas de financiamentos de forma mais específica para o desenvolvimento sustentável dos municípios paraenses, promovendo o aumento no nível de sustentabilidade municipal, no sentido de melhorar a qualidade de vida da população local com incentivo para novos empreendedores, a fim de se obter recursos financeiros para o desenvolvimento econômico, social, cultural e ambiental, objetivando melhores índices de sustentabilidade.

Para futuras pesquisas, sugere-se a investigação de todos os municípios paraenses, pois de acordo com a metodologia de *Pearson*, o aumento na coleta da amostra influencia no nível de confiança dos resultados, diminuindo os erros e validando a real correlação dos financiamentos bancários para promoção e manutenção, não só do ecossistema, mais principalmente, do desenvolvimento humano, político e econômico dessas localidades.

REFERÊNCIAS

- BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2009**: a geografia econômica em transformação – visão geral. Washington, DC, 2008.
- BRAGA, C. O. da S. **Protocolo verde**: as instituições financeiras e a promoção da sustentabilidade ambiental no Brasil. UFPE, 2014. Disponível: <<http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11722>>. Acesso em 12 ago. de 2015.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei Complementar nº 124, de 3 de janeiro de 2007**. Institui a SUDAM e dispõe sobre o Fundo de Desenvolvimento da Amazônia – FDA. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp124.htm>. Acesso em 14 fev. de 2017.
- COHEN, Jacob. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. Hillsdale: Erlbaum, 1988.
- FIALHO, F. A. P. et al. **Gestão da sustentabilidade na era do conhecimento**. Florianópolis: Visual books, 2008.
- MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba. João Pessoa: SEBRAE, 2008.
- PMV. **Programa Municípios Verdes**. Disponível em: <http://www.investpara.pa.gov.br/pt-br/node/68>. Acesso em 16 jun. de 2016.
- ROMERO, J. P. et al. Sistema financeiro e desenvolvimento regional: um estudo sobre o financiamento bancário da atividade industrial no Brasil. **Revista Economia**, 2010.
- SANTOS, J. E. dos. **Mercado financeiro brasileiro**. São Paulo: Atlas, 1999.
- VALE, V. P. C. **Desenvolvimento Sustentável e as suas relações com os financiamentos bancários**: um estudo aplicado aos municípios verdes do estado do Pará. Dissertação (Mestrado), UNAMA, Belém, 2017.
- VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. FGV, Editora, 2005.
- WAQUIL, P. D.; SCHNEIDER S.; FILIPPI E. E.; CONTERATO M. A.; SPETCHT S. **Avaliação de desenvolvimento territorial em quatro territórios rurais no Brasil**. Porto Alegre: PGDR/UFRGS, 2006.
- WHATELY, M.; CAMPANILI, M. **Programa Municípios Verdes**: Lições aprendidas e desafios para 2013/2014. Belém: Governo do Estado, Programa Municípios Verdes, 2013.

MUNICIPAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND BANK FINANCING: ANALYSIS OF THE GREEN MUNICIPALITIES PROGRAM IN PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT – The concern over sustainable development in the world and in Brazil has made possible the creation of the green municipality program in Pará which combat the deforestation of the state and encourages environmental resource management. The object of this study is to

analyze the level of sustainability of the green municipalities of Pará in relation to bank financing to promote sustainable development. The study was conducted through a Pearson correlation after creating sustainable development indices for 13 municipalities with bank financing in 2010. The results obtained demonstrated indices between 0.3773, considered as a level of alert, and 0.5310, an acceptable level, which shows the weak relation of higher level of municipal sustainability with the obtaining of bank financing directed to this end. The study points to the need for banks to revise their current guidelines for financing of the sustainable development municipality to promote economic, social, cultural, and environmental development.

KEYWORDS: Sustainable Development. Sustainability Indicators. Green Municipalities. Banks Financings.

The background of the page is a grayscale aerial photograph. The top half shows a vast, open sky with wispy clouds. The bottom half shows a body of water, likely a lake or a wide river, with several small, forested islands and peninsulas. The shoreline is densely wooded, and the water reflects the sky and the surrounding land.

URBANISMO

SEÇÃO 3

CAPÍTULO 10

ANÁLISE DA ARBORIZAÇÃO URBANA EM GODOY MOREIRA – PR: UM ESTUDO COM A APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS

Yara Campos Miranda

<http://lattes.cnpq.br/0018928274834963>

Universidade Estadual de Maringá,
Maringá, Paraná

Francisco Ferreira Martins Neto

<http://lattes.cnpq.br/1901147342717993>

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,
Uberaba, Minas Gerais

Bruno Luiz Domingos De Angelis

<http://lattes.cnpq.br/4543735379759706>

Universidade Estadual de Maringá,
Maringá, Paraná

RESUMO – A arborização viária é um dos elementos de conexão mais significativos das pessoas com a natureza. Entretanto, quando não planejada de maneira coerente, pode estar associada a conflitos com os equipamentos urbanos. Desta forma, o presente trabalho buscou mapear e avaliar a arborização urbana de Godoy Moreira – PR de modo a contribuir para o planejamento ambiental da cidade, que possui 3.178 habitantes, sendo a maior parte concentrada na zona rural, fato que o enquadra na classificação de município urbano-rural. A metodologia englobou uma avaliação quali-quantitativa da arborização com o auxílio do programa SWmaps e o Qgis 2.18

para coleta e espacialização das informações. O censo realizado resultou em 551 indivíduos, com abundância de *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L.P.Queiroz (31,1%), e *Terminalia catappa* L. (20,8%). Considerando todos os indivíduos, 43,5% apresentam algum conflito com equipamentos urbanos. O georreferenciamento da arborização promoveu uma maior compreensão dos locais que apresentam conflitos, podendo assim, subsidiar a periodicidade de manejo, bem como ações que norteiam a adequação da estrutura verde da cidade. Desta forma, conclui-se que o mapeamento das espécies arbóreas é um instrumento que apresenta viabilidade técnica e econômica para a aplicação em municípios urbano-rurais.

PALAVRAS-CHAVE: Arborização Viária, Mapeamento da Arborização Urbana, Municípios Urbano-rurais.

1. INTRODUÇÃO

A arborização urbana pode ser definida como toda cobertura vegetal presente nas ruas e avenidas das cidades. Este elemento é fundamental para a melhoria na qualidade de vida das pessoas, estando

associado a diversos benefícios, tais como embelezamento, conforto térmico, melhoria da qualidade do ar, entre outros (GÓMEZ-BAGGETHUN; BARTON, 2013; OLDFIELD *et al.*, 2014; LINDÉN; FONTI; ESPER, 2016).

No entanto, o planejamento inadequado pode contribuir para a associação da arborização urbana a aspectos negativos, principalmente quanto a conflitos relacionados a incompatibilidade de espécies inseridas na infraestrutura urbana, destacando-se interferências nas calçadas e fiação elétrica (GONÇALVES; MENEGUETTI, 2015).

Com isso, diagnósticos ambientais podem subsidiar tais estudos, de modo a contribuir para o planejamento adequado da infraestrutura verde das cidades. Dentre as possibilidades existentes, destacam-se o uso de sistemas de informações geográficas para o mapeamento e georreferenciamento de indivíduos arbóreos.

De acordo com Fruehauf, Lombardo e Pellegrino (2019) informações geoespaciais permitem o diagnóstico das áreas com maiores problemas associados, bem como o estabelecimento de estratégias de manejo adequadas a realidade do local. Ainda, ocorre a viabilidade econômica, uma vez que atualmente inúmeros são os programas e softwares livres que podem ser utilizadas para análises ambientais, podendo ser aplicados independentemente do porte da cidade.

Apesar de mais comuns, problemas associados ao mal planejamento da arborização urbana não são exclusividade das grandes cidades. De acordo com Delespinasse *et al.*, (2011), em áreas com maiores densidades populacionais possuem uma maior quantidade de estudos realizados. No entanto, grande parte das pequenas cidades paranaenses sequer possuem planos de arborização urbana, o que acarreta em inúmeras dificuldades enfrentados cotidianamente pela população.

Monteiro *et al.*, (2013) complementam que diante da falta de profissionais capacitados, bem como estudos técnicos efetivos, nota-se a repetição de erros cometidos nos grandes centros urbanos em municípios menores, destacando-se a escolha de espécies incompatíveis com a infraestrutura urbana e a falta de manejo coerente. (MONTEIRO *et al.*, 2013).

Desta forma, o diagnóstico da situação destas cidades é fundamental, uma vez que contribui para políticas públicas que possam compatibilizar a arborização com as atividades urbanas. Assim, o objetivo deste trabalho, foi analisar e mapear a arborização viária de Godoy Moreira – PR, de modo a contribuir para o planejamento ambiental do município.

2. METODOLOGIA

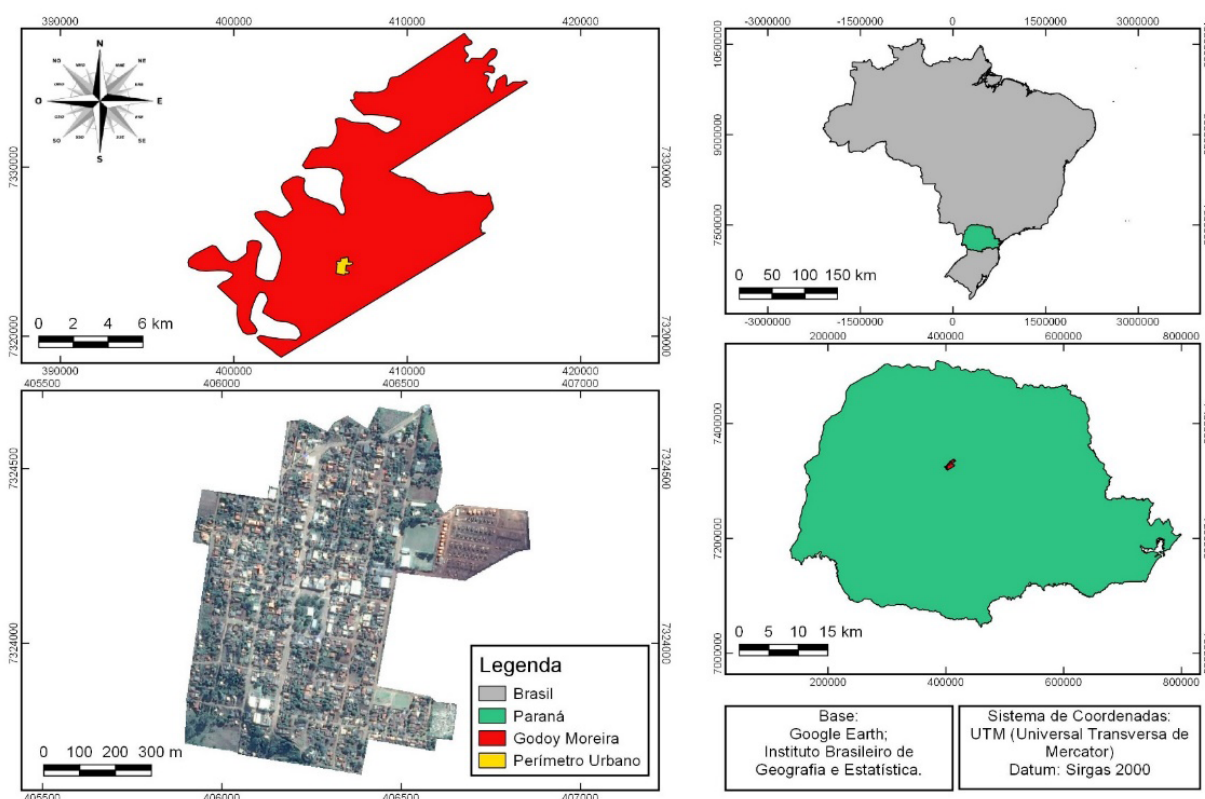
A metodologia utilizada foi dividida em três etapas: Em um primeiro momento, realizou-se uma caracterização da área de estudo. Posteriormente, foi realizado um levantamento quali-quantitativo da arborização urbana. Por fim, foram elaborados mapas para a identificação de áreas com maiores conflitos e espacialização dos dados obtidos.

2.1. Caracterização da Área de Estudo

O Município de Godoy Moreira encontra-se na região central do Estado do Paraná (Figura 1), localizado a uma altitude de 512 metros em relação ao nível do mar. Possui uma área territorial de 132,467 km², a uma distância de 435,96 km da capital do estado, sendo limítrofes os municípios de Barbosa Ferraz, Jardim Alegre, São João do Ivaí, Iretama e Lunardelli (IBGE, 2010).

De Acordo com IBGE (2017) possui uma população estimada em 3178 habitantes, subdivididos em 1347 moradores da zona urbana, e 1831 em zonas rurais, apresentando assim grau de urbanização de 46,0% e densidade demográfica de 24,5 hab./km².

Figura 1 – Localização do município de Godoy Moreira.



A economia do município é baseada na agricultura e pecuária. Há incentivo por parte da prefeitura na agricultura familiar, principalmente para as culturas de maracujá, tomate e produção de seda.

O perímetro da cidade tem o formato trapezoidal, de área de 51.526,56m² e perímetro de 3291,68m. A topografia do local não foi respeitada, sendo que, a zona urbana está inserida em uma área com relevo ondulado e, uma vez que não segue as curvas de nível, gera vias com inclinações bruscas.

2.2. Levantamento da Arborização Viária

A arborização viária foi inventariada de acordo com parâmetros qualitativos e quantitativos e características gerais, devidamente anotadas em uma ficha de campo. No levantamento quantitativo, foram incluídas todas as árvores, indivíduos arbóreos e palmáceas, que apresentaram Circunferência a Altura do Peito acima de 0,3m. A identificação ocorreu com o auxílio de especialistas da botânica, e seguindo a classificação de acordo com o sistema *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III) (2009).

Foram observados aspectos gerais e o comportamento da arborização viária a partir de uma ficha de campo, baseada na metodologia de Martins *et al.* (2011) e Miranda e Carvalho (2009) que, propõem levantamentos de dados referentes a identificação, localização, espaço ocupado, tipo de pavimento, além da dimensão do indivíduo arbóreo, e Volpe-Filik, Silva e Lima (2007) no que diz respeito a avaliação da qualidade e conflitos com a população, tornando assim, possível a coleta de informações das seguintes variáveis:

2.2.1. Identificação e Localização

(I) Identificação: Cada planta possuía um número identificador, além do nome científico e/ou popular.

(II) Logradouro: Local onde a planta está localizada na cidade.

(III) Tipo de Pavimento:

a) Terra: Não há pavimentos, plantado diretamente no solo.

b) Grama: Presença de grama no local.

c) Pavimentado: Calçada construída a partir de materiais impermeáveis.

d) Pavimentado semi-impermeável: Calçada construída com pavimento intertravado de concreto ou outros materiais, que possibilitam a permeabilidade da água.

2.2.2. Tamanho do Indivíduo

(IV) Estimativa da altura dos indivíduos. Foi estimada a altura dos indivíduos, além da medição do local onde ocorre a primeira bifurcação:

a) Ideal: Não atrapalha os equipamentos urbanos.

b) Prejudicial a fiação: Conflitos com a rede elétrica.

c) Prejudicial a Sinalização: Cobrimento de placas de sinalização de trânsito ou informativas.

(V) Circunferência a Altura do Peito (CAP), considerando 1,30 m de altura do peito.

2.2.3. Qualidade e Conflitos

(VI) Tipo de poda: Quando existente, o manejo dos indivíduos foi observado, subdividindo-se em:

a) Ausência: Não há realização de podas.

b) Leve: Apenas poda de crescimento, com a retirada de galhos pequenos (inferiores a 0,05 m de diâmetro).

c) Pesada: Corte de galhos maiores a 0,5m de diâmetro.

d) Drástica: Corte da copa da árvore, restando apenas seu tronco.

(VII) Sistema radicular: Raízes da planta, sendo dividido em:

a) Não aparente: Não se nota a presença de raízes na calçada.

b) Aparente: É possível perceber as raízes. Entretanto as mesmas ainda ocupam o espaço destinado a elas.

c) Prejudicial aos equipamentos urbanos: Conflitos com equipamentos urbanos, como calçadas e vias.

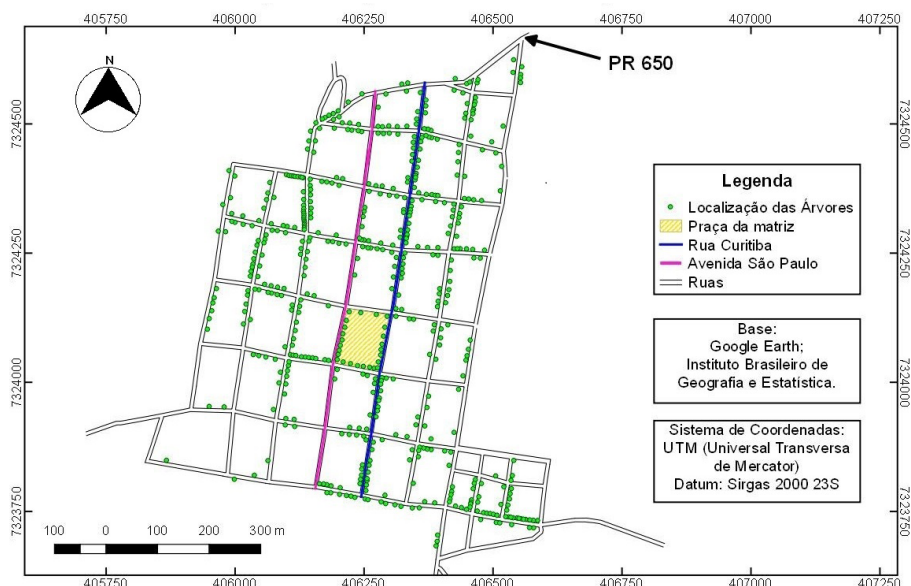
2.3. Elaboração de Mapas

Com o auxílio do software SWmaps® foram georreferenciadas as espécies arbóreas, coletando-se informações relativas as plantas, bem como da infraestrutura urbana e a presença ou ausência de conflitos. As informações foram dispostas em uma tabela de atributos, permitindo a espacialização dos dados, bem como o cruzamento de informações para análise. Posterior a este processo, foram confeccionados três mapas temáticos de distribuição dos indivíduos arbóreos em Godoy Moreira, com o auxílio do programa Qgis 2.18.

A escala utilizada foi de 1:25000, utilizando como base o Google Earth e o IBGE para elaboração da malha viária, sendo os mapas elaborados no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) e Datum Sirgas 2000 23S. Ainda, utilizou-se de simbologia geométrica para apresentação visual das informações, tais como localização, conflitos, poda, dentre outros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O local de estudo possui arborização urbana composta em essência pela arborização viária, que permeia ruas e avenidas (Figura 2) formando uma paisagem diferente a cada lugar.

Figura 2 – Localização das espécies arbóreas no ambiente urbano de Godoy Moreira - PR

Destacam-se as famílias Fabaceae, com sete espécies encontradas, representando 35,2% de todas as árvores da urbe, seguida de Combretaceae 20,9%, Chrysobalanaceae 9,4%, Bignoniaceae 7,6% e Anacardiaceae 5,4%. As demais famílias possuem frequência inferior a 4,0%. A predominância de indivíduos pertencentes a Fabaceae é justificada pela presença de *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L.P.Queiroz (sibipiruna), que compõem 31,1% da arborização viária de Godoy Moreira (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação de espécies encontradas em Godoy Moreira de acordo com a origem (O), frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR %).

Nome científico	Nome popular	O	FA	FR (%)
<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) L.P.Queiroz	Sibipiruna	Ex PR	171	31,1
<i>Terminalia catappa</i> L.	Amendoeira da Praia	EI 2	115	20,8
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	Ex PR	52	9,4
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê Roxo	N	27	4,9
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	EI 2	25	4,5
<i>Ficus benjamina</i> L.	Figueira	E	14	2,5
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê Amarelo	N	12	2,2
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Murta	EI 1	11	1,9
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Palmito	N	9	1,6

<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre	Magnólia	EI 2	7	1,2
<i>Pinus taeda</i> L.	Pinheiro	EI 2	7	1,2
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboiã	E	6	1,1
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	Ligustro	EI 1	6	1,1
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.bio	Ameixa amarela	EI 2	6	1,1
<i>Schinus molle</i> L.	Chorão	N	5	0,9
<i>Cassia fistula</i> L.	Cássia	E	5	0,9
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	Quaresmeira	N	5	0,9
<i>Annona muricata</i> L.	Graviola	E	4	0,8
<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata de Vaca	E	4	0,8
<i>Cinnamomum verum</i> J.Presl	Canela	E	4	0,8
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	N	4	0,8
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	EI 2	4	0,8
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bisnagueira	E	3	0,6
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico	E	3	0,6
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Amendoim Bravo	N	3	0,6
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Mogumba	N	3	0,6
<i>Callistemon viminalis</i> (Sol. ex Gaertn.) G. Don.	Escova de garrafa	E	3	0,6
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Tipuana	E	2	0,3
<i>Persea americana</i> Mill.	Abacateiro	E	2	0,3
<i>Melia azedarach</i> L.	Santa Bárbara	EI 1	2	0,3
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaqueira	E	2	0,3
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	Jabuticabeira	N	2	0,3
<i>Citrus limonia</i>	Limoeiro	E	2	0,3
<i>Mimusops commersonii</i> (G. Don) Engl.	Abriçó	E	2	0,3
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	Manacá de jardim	N	2	0,3
<i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira	E	1	0,2
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucária	N	1	0,2
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	N	1	0,2
<i>Punica granatum</i> L.	Romã	E	1	0,2
<i>Malpighia emarginata</i> DC	Acerola	E	1	0,2
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco	E	1	0,2
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Paineira	N	1	0,2

<i>Ficus auriculata</i> Loureiro	Figueira vermelha	E	1	0,2
<i>Morus nigra</i> L.	Amoreira	E	1	0,2
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Primavera	N	1	0,2
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Pessegueiro	E	1	0,2
Total			551	100

N= Nativa; E= Exótica; EI1= Exótica Invasora Categoria 1 (Portaria IAP 59/2015); EI2= Exótica Invasora Categoria 2 (Portaria IAP 59/2015); ExPr = Não ocorre Naturalmente no Estado do Paraná.

Estudos demonstram uma tendência do uso desta espécie em cidades pequenas, tais como Meira *et al.* (2015) em Corumbataí do Sul – PR, 48,4%; Martins *et al.* (2011) para Luiziana – PR, 19,8%; e Bortoleto *et al.* (2007) em um censo realizado em Águas de São Pedro – SP, 13,6%. Os principais fatores que contribuíram para a ampla disseminação das sibipirunas na arborização urbana, são os aspectos paisagísticos da mesma, que apresenta inflorescências amarelas, e, aliada ao fato de a espécie ser pioneira promovem uma maior adaptabilidade em ambientes urbanos.

Em contrapartida, a alta frequência das sibipirunas está em desacordo com a norma da International Society of Arboriculture (ISA), que recomenda o uso de uma diversidade de espécies, para que estas não ultrapassem a frequência de 10,0 a 15,0% (GILMAN; LILLY, 2002). Outra espécie em discordância com a norma supracitada é a *Terminalia catappa* L (amendoeira da praia), com frequência relativa de 20,8%. Com isto, é possível observar que 51,9% da arborização urbana da área de estudo é composta por apenas estas duas espécies.

Originária da Índia, e pertencente à Família Combretaceae, a amendoeira da praia apresenta adaptabilidade em solo e clima brasileiro, que aliada a seus aspectos paisagísticos, potencial de sombreamento, e resistência a podas drásticas, favorece sua ampla utilização na arborização viária. No entanto, de acordo com a Portaria IAP n.º 59/2015, a produção de mudas de amendoeira da praia está restrita, sendo permitida apenas em casos de regulamentação específica, visto que a mesma é considerada espécie exótica invasora categoria II.

Além da amendoeira da praia, outras espécies encontradas na arborização viária de Godoy Moreira também pertencem a esta lista, e estão englobadas na mesma categoria, sendo elas mangueira, *Magnolia champaca* (L.) Baill. ex Pierre (Magnólia); *Psidium guajava* L (Goiabeira); *Syzygium jambos* (L.) Alston (Jambolão); *Pinus taeda* L (Pinheiro); e *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (Ameixa) (PARANÁ, 2015).

Há ainda a categoria I, que inclui espécies restritas, onde seu uso e cultivo é proibido. As espécies Santa Bárbara, *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton (Ligustro); e *Murraya paniculata* (L.) Jack (Murta), também estão inclusas nesta portaria (PARANÁ, 2015).

Considerando estudos realizados na região por Meira *et al.* (2015) em Corumbataí do Sul; Hoppen *et al.* (2014) para Farol; Martins *et al.* (2011) no censo realizado em Luiziana;

Locastro *et al.* (2014) em Cafeara; e Martins Neto *et al.* (2016) para Tuneiras do Oeste, é possível observar a utilização, das mesmas espécies exóticas invasoras encontradas em Godoy Moreira, diferindo-se apenas nas frequências relativas, demonstrando assim uma semelhança na concepção da arborização urbana em cidades pequenas paranaenses.

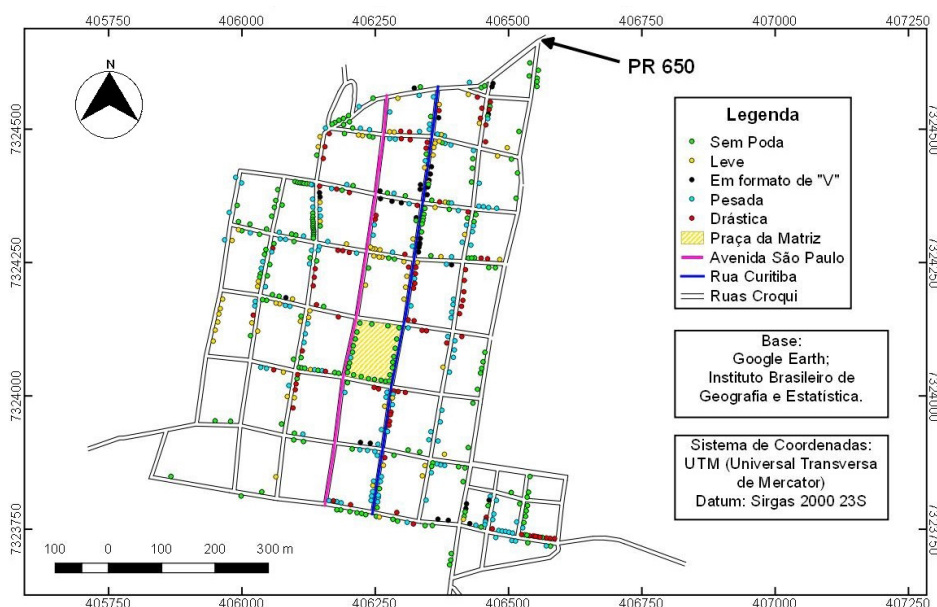
O uso de exóticas e exóticas invasoras é algo comum na arborização urbana, sendo que, na área de estudo 45,7% das espécies da urbe são enquadradas como exóticas e exóticas invasoras. Ao se considerar as que são exóticas para o Paraná, este número é ainda maior, atingindo 86,21%, visto que a sibipiruna e o oiti não possuem distribuição natural no estado.

Considerando o potencial tóxico ou alergênico, de acordo com Souza *et al.* (2011), as espécies *Schinus molle* L (Chorão), *Nerium oleander* L. (Espirradeira), *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton (Ligustro) e *Melia azedarach* L. (Santa Bárbara) **não devem ser cultivadas no ambiente urbano por possuírem tais características.**

Com isto, nota-se a necessidade do manejo adequado da arborização urbana, principalmente a partir da elaboração de planos de arborização urbana coerentes, que priorizem o uso de nativas, e planejem a substituição de espécies exóticas, invasoras, e com demais atributos indesejáveis (OLDFIELD *et al.*, 2014).

Ao se analisar a forma de manejo realizada na cidade, 62,3% dos indivíduos são submetidos a algum tipo de poda, destacando-se as drásticas e pesadas, que são realizadas principalmente nos indivíduos conflitantes com a rede de cabeamento aéreo (Figura 3).

Figura 3 – Relação das podas realizadas em Godoy Moreira



De acordo com Campanella Toussaint e Paul (2009), apesar desta tipologia de poda ser rápida e barata, considerando um curto espaço de tempo, os danos ocasionados nos indivíduos

são irreversíveis, necessitando de correções, o que acarreta no aumento do custo de manutenção, ao se comparar o valor inicial de se realizar a poda correta.

Quanto a espacialização destas práticas, é perceptível a ocorrência de podas pesadas e drásticas nos locais onde há rede de cabeamento aéreo. Por outro lado, foram registrados indivíduos que, mesmo sem apresentar nenhum conflito evidente, também foram manejados com podas pesadas e drásticas.

As espécies que apresentaram maior frequência de podas pesadas, drásticas e em “V” foram as sibipirunas (72,5% do total de indivíduos), seguida de amendoeira da praia (39,1%), que também são as mais plantadas na arborização viária de Godoy Moreira.

As podas drásticas são proibidas pelo Art. 49 da Lei de Crimes Ambientais (Lei 9605/98) (BRASIL, 1998). No entanto, observa-se que, a própria prefeitura realiza esta modalidade de manejo. Ao serem indagados sobre o fato, o responsável técnico justifica a falta de profissionais capacitados e a própria tradição dos moradores em realizar as podas nas árvores próximas as residências.

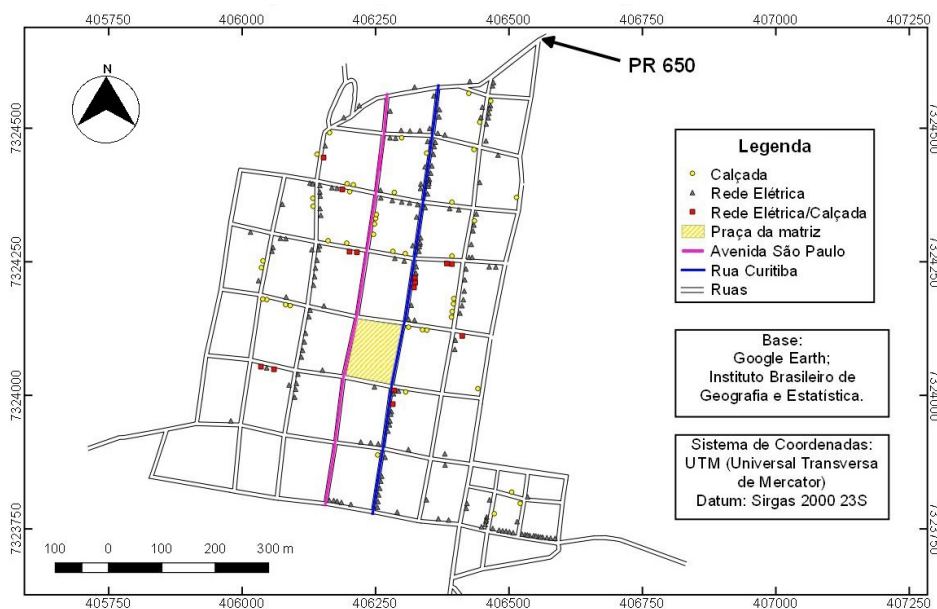
De acordo com Campanella Toussaint e Paul (2009) as práticas de manejo empregadas atualmente na arborização urbana, tais como podas drásticas, pesadas, e em “V” desestabilizam as árvores, acarretando na formação de brotamentos epicórmicos sem sustentação, que aumentam a possibilidade de queda do indivíduo, frente a eventos climáticos intensos.

Analisando-se a espacialização dos conflitos, é possível notar que eles ocorrem de maneira generalizada na **área urbana**. As quadras que apresentaram maior número de conflitos são as que possuem homogeneidade no plantio de sibipirunas. Analisando o porte arbóreo, 87,4% dos indivíduos da cidade são classificados como de grande porte. Meira *et al.* (2015), Locastro *et al.* (2014) e Martins *et al.* (2011) constataram este fato também para as cidades paranaenses de Corumbataí do Sul, Cafeara e Luiziana.

A alta frequência de espécimes de grande porte influencia na quantidade de indivíduos que possuem contato com a rede de cabeamento aéreo. Na área de estudo, 32,7% apresentam interferências. Resultados semelhantes foram encontrados em Jacaré – SP com 42,6% (FARIA; MONTEIRO; FISCH, 2007) e Goiandira – GO apresentando 41,0% (PIRES *et al.*, 2010).

Em Godoy Moreira, 43,6% da arborização viária possui relação com algum conflito urbano (Figura 4), principalmente no que tange a rede de cabeamento aéreo 75,3% dos indivíduos conflitantes, calçadas e circulação de pedestres 18,8%, e ambos os conflitos 5,9%.

Figura 4 – Pontos de conflitos entre arborização, rede elétrica e calçada - Godoy Moreira.



Quanto as espécies conflitantes, considerando interferências a rede aérea de eletricidade, **há uma maior ocorrência de sibipirunas (58,6% dos espécimes), mangueira (36,1%) e amendoeira da praia (28,6%)**. Considerando os conflitos relacionados aos pavimentos e calçadas, 8,2% do total de espécimes da arborização urbana estão associados a danos ao calçamento, destacando-se as sibipirunas, *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf (flamboião), e figueira. Resultados semelhantes relacionados as mesmas espécies foram encontradas por Monteiro *et al.* (2013), analisando a arborização viária de Farol – PR; e por Meira *et al.* (2015), estudando Corumbataí do Sul – PR.

No entanto, nota-se que, estes conflitos são ocasionados pelo plantio inadequado das espécies em espaços insuficientes para seu desenvolvimento radicular, visto que todos os espécimes conflitantes foram classificados com espaço ausente ou insuficiente. Este problema já ocorre desde o plantio, a partir da aquisição de mudas cultivadas e plantadas em espaços, que não suportarão o porte arbóreo do indivíduo. De acordo com Meira *et al.* (2015), as mudas inseridas no ambiente urbano geralmente são produzidas em embalagens de 400cm³, que pode propiciar o enovelamento e cachimbamento das raízes, refletindo posteriormente no afloramento das raízes e eventuais conflitos da arborização urbana.

Quanto a circulação de pedestres, um fator preponderante na análise desta interferência, é a localização dos indivíduos na calçada. Em Godoy Moreira, 49,9% dos espécimes estão plantados junto ao lote, 31,1% no meio da calçada, e 17,1% junto a guia e 1,9% no canteiro central. Ao se relacionar com o tipo de pavimento, a maior parte dos indivíduos estavam localizados na grama (47,7%), seguido por solo exposto (31,9%), concreto (18,1%) e pavimento intertravado (2,3%).

Apesar do elevado número de espécimes localizados em grama, estes só ocorrem pela inexistência de calçadas em diversas ruas da cidade, acarretando também em interferências para o trânsito de pedestres. A segunda categoria presente na cidade é o solo exposto. De acordo com Martins *et al.* (2011) a ocorrência de solo exposto pode prejudicar o desenvolvimento do indivíduo, principalmente pela compactação, o que dificulta a infiltração da água.

Assim, é perceptível que a arborização da área de estudo necessita de readequação, principalmente levando em consideração a escolha de espécies adequadas e boas práticas de manejo. Desta forma, a espacialização dos conflitos da arborização com os equipamentos urbanos a partir do geoprocessamento, pode subsidiar diagnósticos para atualização do plano de arborização urbana, e torna-lo compatível com a realidade local.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A arborização viária possui predominância de duas espécies: sibipiruna e amendoeira da praia, que compõem mais da metade da arborização de Godoy Moreira. Além disso, diversos conflitos são encontrados, principalmente com relação a interferências na rede de cabeamento aéreo e calçadas, demonstrando assim a falta de planejamento da arborização urbana.

Um ponto falho no manejo da arborização é a realização de podas drásticas, que são aplicadas em 42,2% das árvores das cidades. É necessária a capacitação dos funcionários para estes serviços, visando evitar acidentes, visto que os mesmos não usam sequer equipamentos de proteção individual (EPI).

O estudo também reforça a necessidade de maior empenho do poder público para o planejamento da arborização urbana, visto que existe a necessidade de melhoria desta variável tão importante no cotidiano dos moradores, principalmente em municípios urbano-rurais, onde nota-se a repetição dos erros cometidos em grandes centros urbanos, que poderiam ser evitados a partir de um planejamento coerente.

Ainda, foi possível notar que as ferramentas de geotecnologia são funcionais e podem ser utilizadas nos municípios de modo a subsidiar o processo de tomada de decisão e facilitar o manejo dos espécimes arbóreos. Para estudos futuros, recomenda-se estudar a percepção dos moradores acerca da arborização urbana de modo a contribuir para a elaboração de planos de arborização coerentes com a realidade do município e os anseios da população.

REFERÊNCIAS

- BESSER, T. L.; RECKER, N.; AGNITSCH, K. The Impact of Economic Shocks on Quality of Life and Social Capital in Small Towns. **Rural Sociology**. n. 4, v. 73, p. 580–604. 2008.
- BORTOLETO, S. *et al.* Composição e distribuição da arborização viária da estância de Águas de São Pedro-SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v.,n.3, p.32-46, 2007
- BUCKERIDGE, M. Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p.85-101, ago. 2015

CAMPANELLA, B.; TOUSSAINT, A.; PAUL, R. Mid-term economical consequences of roadside tree topping. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 8, n. 1, p.49-53, jan. 2009.

DELESPINASSE, C. F. B. *et al.* Cenário da arborização urbana nas maiores cidades do estado do Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 149-171, 2011.

FARIA, J.L.G.; MONTEIRO, E.A.; FISCH, S.T.V. Arborização de vias públicas do município de Jacareí-SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba**, v.2, n.4, p. 20-33, 2007.

FRUEHAUF, A. L.; LOMBARDO, M. A.; PELLEGRINO, P. RM. The Use of Geotechnologies in the Analysis of Vegetation Index and Heat Island in the City of São Paulo, SP, Brazil. In: Proceedings of the Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning. 2019. p. 52.

GILMAN, E.F. LILLY, S.J. L. **Best Management Practices: Tree Pruning. International Society of Arboriculture**. 2002 Champaign, IL. 35 p

GÓMEZ-BAGGETHUN.B.; BARTON, D N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. **Ecological Economics**, v. 86, p.235-245, fev. 2013.

GONÇALVES, A.; MENEGUETTI, K. S. Projeto de arborização como patrimônio da cidade. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre RS, v. 15, n. 1, p.99-118, mar. 2015

HOPPEN, M. I *et al.* Espécies exóticas na arborização de vias públicas no município de Farol, PR, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 9, n. 3, p. 173-186, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades @: censo demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso em: 4 de ago. de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades @: Godoy Moreira PR, 2017**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/godoymoreira/topwindow.htm?1> Acesso em: 4 de jan. de 2017

LINDÉN, J.; FONTI, P.; ESPER, J. Temporal variations in microclimate cooling induced by urban trees in Mainz, Germany. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 20, p.198-209, dez. 2016

LOCASTRO, J. K.*et al.* Censo da arborização urbana do município de Cafeara, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 9, n. 3, p. 122-144, 2014

MARTINS, L. F. V. *et al.* Análise da compatibilidade da arborização viária com o ambiente construído na cidade de Luisiana, Paraná, Brasil **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v 6 n 3, 103-127. 2011

MARTINS NETO, F F. *et al.* Espécies Exóticas Invasoras Na Área Urbana De Tuneiras do Oeste, Paraná. **Sabios**, Campo Mourão, v. 11, n. 2, p.33-41, ago. 2016.

MATSUOKA, R. H.; KAPLAN, R. People needs in the urban landscape: analysis of landscape and urban planning contributions. **Landscape and urban planning**, v 84, n.1, p. 7-19, 2008

- MEIRA, G. R. N. *et al.* Avaliação Quali-Quantitativa De Espécies Arbóreas No Perímetro Urbano Da Cidade De Corumbataí Do Sul – Pr. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - Sp, v. 10, n. 4, p.36-49, dez. 2015
- MIRANDA, T. O.; CARVALHO, S. M. Levantamento quantitativo e qualitativo de indivíduos arbóreos presentes nas vias do bairro da Ronda e Ponta Grossa-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 143-57, jul./set. 2009.
- MONTEIRO, M. M. G. *et al.* Percepção dos usuários em relação à arborização da Avenida Cândido de Abreu - Curitiba - PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 8, n. 2, p. 20 - 34, 2013
- OLDFIELD, E. E. *et al.* Positive effects of afforestation efforts on the health of urban soils. **Forest Ecology and Management**, v. 313, n. 1, p.266-273, fev. 2014
- OZTURK, M. *et al.* Ethnoecology of poisonous plants of Turkey and Northern Cyprus. **Pakistan Journal of Botany**, n. 40, v.4, p. 1359-1386, 2008
- PARANÁ. PEREIRA, M. C. B. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Sema (Org.). **Bacias Hidrográficas Do Paraná: Série Histórica**. Curitiba - Pr: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010. 140 p.
- PARANÁ. **Portaria nº 59, de 15 de abril de 2015**. Reconhece A Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras Para O Estado do Paraná, Estabelece Normas de Controle e Dá Outras Providências. Curitiba, PR
- PIRES, N. A. M. T. *et al.* Arborização Urbana do município de Goiandira/GO – caracterização quali-quantitativa e proposta de manejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.5, n.3, p.185-205, 2010
- SOUZA, A. R. C. De *et al.* Identificação Das Espécies Ornamentais Nocivas Na Arborização Urbana De Santiago/Rs. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 2, p.44-56, nov. 2011
- VOLPE-FILIK, A.; SILVA, LF da; LIMA, A. M. L. P. Avaliação da arborização de ruas do bairro São Dimas na cidade de Piracicaba/SP através de parâmetros qualitativos. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 34-43, 2007.

ANALYSIS OF URBAN AFFORESTATION IN GODOY MOREIRA - PR: STUDY WITH APPLICATION OF GEOTECHNOLOGIES

ABSTRACT – The urban afforestation is one of the most significant connecting elements of people with nature. However, when not coherently planned, it can be associated with conflicts with urban equipment. The present work evaluated and map and the urban arborization in Godoy Moreira - PR, which has 3178 inhabitants, most of which is concentrated in the rural area, a fact that falls within the classification of urban - rural municipality. The methodology included a qualitative evaluation of the afforestation with the aid of the SWmaps program and Qgis. The census carried out resulted in 551 individuals, with abundance of *Poincianella pluviosa* var. *petiophoroides* (Benth.) L.P.Queiroz (31.1%), and *Terminalia catappa* L. (20.8%). Considering all

individuals, 43.5% have some conflict with different urban equipments. The georeferencing of arboreal individuals promoted a greater understanding of the places that present conflicts, thus being able to subsidize the management periodicity, as well as actions that guide the environmental adequacy of the green structure of the city. Thus, it is concluded that the mapping of tree species is an instrument that presents technical and economic feasibility for application in urban-rural municipalities

KEYWORDS: Public spaces, Mapping Urban Afforestation, urban-rural municipality

CAPÍTULO 11

ANÁLISE QUALIQUANTITATIVA DAS ESTRUTURAS DE LAZER DO PARQUE ECÓLOGICO DANILO MARQUES MOURA EM GOIOERÊ – PR: PROPOSTA DE MELHORIAS

Bruna Dequi De Godoi

<http://lattes.cnpq.br/7383082892705019>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná

Rodrigo Camilo

<http://lattes.cnpq.br/6266998844527920>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná

Yara Campos Miranda

<http://lattes.cnpq.br/0018928274834963>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná

RESUMO – As áreas verdes são importantes para qualidade de vida urbana, agindo sobre o lado físico e mental do homem, tornando essencial no bem-estar da população. Em cidades de pequeno porte ocorre a intensificação da utilização de praças e áreas verdes pela população como espaço de lazer e socialização, visto a pouca disponibilidade de outros atrativos. Desta forma, o trabalho objetivou analisar a estrutura de lazer existente no Parque Municipal Danilo Marques Moura, situado em Goioerê – PR buscando a proposição de melhorias para o local. A metodologia

adotada consistiu em uma análise quali-quantitativa dos mobiliários/estruturas disponíveis no parque a partir de parâmetros previamente definidos, para a proposição de melhorias e adequações para as estruturas disponíveis. Verificou-se a deficiência dos mobiliários/estruturas principalmente referentes a lixeiras, bebedouros, sinalização e iluminação. Ainda, quanto aos mobiliários/estruturas disponíveis no parque, a grande maioria foi classificada entre ruim e regular ou inexistente, sendo que nenhum se enquadrava na escala boa. A partir disso, como propostas de melhoria destacam-se a necessidade de sinalizações ao longo do percurso de caminhada com o uso de placas de incentivo a preservação ambiental, bem como o uso do espaço para oficinas de educação ambiental. As melhorias propostas podem aumentar o uso do parque, fazendo com que o mesmo seja cenário de estratégias de educação ambiental e promova o lazer para toda a população.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas Verdes Urbanas. Parques Urbanos. Educação ambiental. Revitalização de parques.

1. INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial impulsionou o crescimento das cidades e o avanço da urbanização, com novas infraestruturas, equipamentos e serviços visando atender as necessidades da população. Levando em consideração todas as modificações desde início dessa era, e o uso desalinhado do solo e ocupação desenfreada de áreas frágeis, as áreas verdes foram ficando cada vez mais limitadas (MELO, 2013).

Nas últimas décadas, as discussões sobre problemas ambientais vêm se tornando cada vez mais importantes no cotidiano das pessoas. As áreas verdes podem ser consideradas como alternativas para a proteção do meio ambiente (LOBODA; DE ANGELIS, 2005). Liardent (1982, p. 151), atribui como conceito de áreas verdes “Qualquer espaço livre no qual predominam as áreas plantadas de vegetação, correspondendo, em geral, o que se conhece como parques, jardins ou praças.”

Assim, a sociedade em mudança constante tem confirmado diversas formas às áreas verdes urbanas de uso público durante o tempo. Dentre as diversas possibilidades, Guzzo (1999, p. 1-2) considera três principais aspectos: ecológico, estético e social. Além disto, áreas verdes devem proporcionar à população tempos de lazer e convívio com a natureza, respeitando a vivência urbana e a relação com as outras pessoas. Estes locais devem oferecer segurança e não permitir transporte motorizado, visando a segurança dos usuários (BACCUCHERI FILHO; NUCCI 2006).

As áreas verdes urbanas devem ser planejadas de maneira a seguir as características estéticas, ecológicas e sociais. Diante de sua importância na cidade, os espaços livres urbanos, bem como os parques e praças precisam ser planejados juntamente com a área urbana, pois é preciso prever as consequências sociais e humanas que a presença e/ou ausência destes espaços podem acarretar (HOLLAND *et al.*, 2007).

Em cidades de pequeno porte, ocorre uma intensificação do uso de praças e áreas verdes urbanas, uma vez que a falta de outras opções de lazer faz com que estes elementos se comportem como um importante local de socialização, lazer e práticas esportivas. Apesar de fundamental na paisagem urbana, ainda se nota uma deficiência no planejamento de tais locais, uma vez que inúmeras vezes a área verde é vista como um elemento secundário no planejamento (MIRANDA, 2018).

O mau planejamento, ou o uso inadequado do mobiliário dos parques urbanos pelos usuários, faz com que ocorra a necessidade de avaliar tais estruturas visando entender o cenário e propor melhorias que busquem melhorar o espaço e atender a população. Desta forma, este trabalho buscou efetuar levantamento da quali-quantitativo dos mobiliários e equipamentos presentes no parque, podendo assim, propor melhorias para o local, fazendo com que se torne um ambiente mais agradável e acessível para a população.

2. METODOLOGIA

A pesquisa adotou uma metodologia de caráter quali-quantitativa também conhecida como quali-quanti (MINAYO, 2000). A análise quantitativa segundo Richardson (1989), é um método descrito pela aplicação da quantificação (contagem, seleção e agrupamento), tanto na forma de coletar informações, quanto no modo de utilizar as informações coletadas por meio de técnicas estatísticas, a contar de as mais simples até mais complexas. Já a análise qualitativa tem como propósito analisar a forma que se aborda e discute os dados coletados que contrapõe e ao mesmo tempo complementa a aplicação estatística medida e enumerada de uma pesquisa quantitativa (RICHARDSON, 2008).

Assim, primeiramente foi realizada uma caracterização da área de estudo. Posteriormente, se propôs uma metodologia de análise qualiquantitativa baseada em Bovo (2004) e Angelis, Castro e De Angelis Neto (2004).

2.1. Caracterização da área de estudo

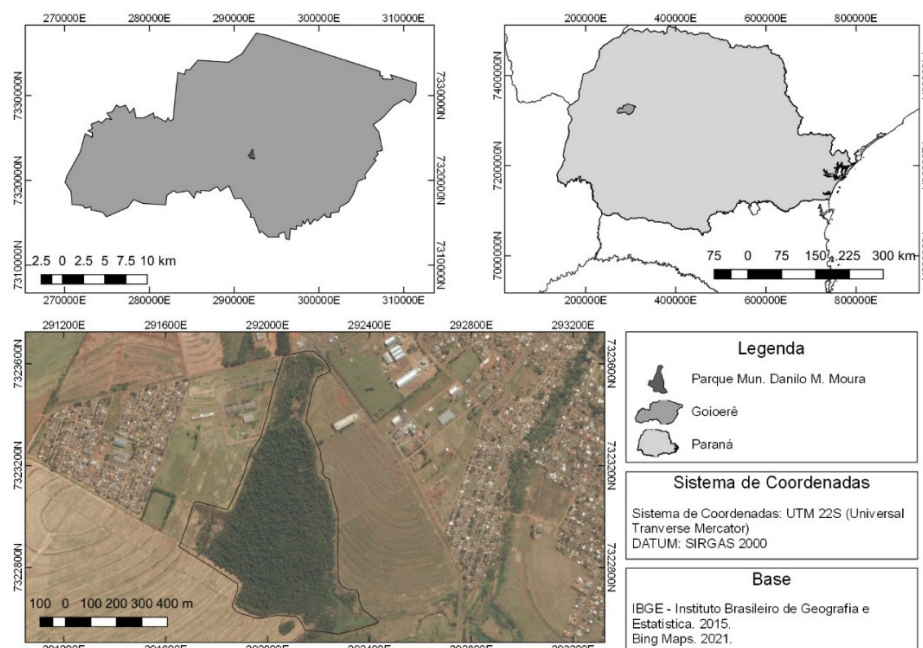
Localizada no Noroeste do Paraná, a cidade de Goioerê possui uma área territorial de 564,163 km², com população estimada de 28.884 habitantes. A região do município é formada por solos basálticos, destacando-se o latossolo vermelho distrófico. O relevo é levemente ondulado com formas suaves e possui declividade regular ao nordeste-sudeste. (IBGE, 2017).

De acordo com classificação Köppen-Geiger o clima é classificado como Subtropical Úmido e Mesotérmico (CFA), com verões quentes com poucas geadas, e tendência de acúmulo das chuvas nos meses de verão, sem uma estação de seca definida (NITSCHKE *et al.*, 2019).

O Parque Municipal Danilo Marques Moura, que é foco desse estudo, está localizado no município de Goioerê. O nome do parque foi originado a partir do doador da área onde ele é localizado, em 1990. No ano de 1994, foi inaugurado oficialmente como um parque municipal. A área se encontra em uma área suburbana do município ao lado do campus da Universidade Estadual de Maringá (CARARD, 2016).

O local (Figura 1) se enquadra entre as 110 UCs (Unidades de Conservação), reconhecidas pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP), atualmente Instituto Água e Terras (IAT) no qual foi regulamentado pela lei 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Quanto a hidrografia, está englobado na unidade de gestão territorial da bacia hidrográfica que tem como seu principal rio o Água Bela, sendo uma sub-bacia do Rio Piquiri, fazendo parte da sua rede de drenagem (ITCG, 1991). Possui uma extensão territorial de aproximadamente 24,16 hectares, contemplando trilhas, nascentes, animais silvestres e vegetação nativa (MACIESKI, 2016).

Figura 1 – Localização do Parque Municipal Danilo Marques Moura, em Goioerê – PR.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Quanto ao funcionamento, o parque é aberto entre as 07:00 h da manhã às 19:00 h da noite, apresentando um movimento maior durante os finais de semanas, que é quando a população utiliza o espaço para atividades de lazer.

2.2. Levantamento Quali-quantitativo

Para o estudo da avaliação das condições qualitativas do parque, foi adotada a metodologia baseada de De Angelis, Castro e De Angelis Neto (2004), onde verifica-se as condições de mobiliário avaliando características qualitativas e quantitativas. Para tanto, foi utilizada uma ficha de campo, com o intuito de verificar a qualidade dos equipamentos, classificando-os de acordo com os conceitos péssimo, ruim, regular, bom e ótimo. Para isso, são atribuídas pelo próprio investigador notas que variam numa escala de 0,0 (zero) a 4,0 (quatro), subdividido nas categorias ruim (0 — | 1,0), regular (1,0 — | 2,0), bom (2,0 — | 3,0) e ótimo (3,0 — 4,0). Dentro das escalas adotadas, qualquer situação de avaliação qualitativa de estruturas deve seguir os parâmetros de forma rígida durante o andamento do trabalho, conforme os parâmetros básicos de cada mobiliário definidos por De Angelis, Castro e De Angelis Neto (2004), conforme segue:

- Bancos: estado de conservação; material empregado em sua confecção; conforto; localização ao longo dos caminhos - se recuados ou não; distribuição espacial - se em áreas sombreadas ou não; desenho; quantidade; distanciamento.






- Iluminação: alta ou baixa - em função da copa das árvores; tipo - poste, super poste, baliza, holofote; localização; conservação; atendimento ao objetivo precípua.
- Lixeiras: tipo; quantidade; localização; funcionalidade; material empregado; conservação; distanciamento.
- Sanitários: condições de uso; conservação; quantidade.
- Bebedouros: tipo; quantidade; condições de uso; conservação.
- Piso: material empregado; funcionalidade e segurança; conservação.
- Traçado dos caminhos: funcionalidade; largura; manutenção; desenho.
- Estacionamento: conservação; sombreamento; segurança.
- Estrutura para terceira idade: estruturas existentes; conservação.
- Parque infantil: brinquedos que o compõem; material empregado e cor; se em área reservada e protegida; conservação.
- Quiosque para alimentação e/ou similar: tipo - trailer, carrinho, construção em alvenaria, higiene; estética; localização.
- Segurança: em função da localização, frequência de pessoas, policiamento e conservação.
- Conservação: estado geral da praça - equipamentos, estruturas, varrição, limpeza.
- Localização: se próximo ou distante de centros habitados; facilidade de acesso.
- Vegetação: estado geral; manutenção.
- Paisagismo: escolha e locação das diferentes espécies; criatividade; inserção do 'verde' no conjunto.

Complementando a metodologia de De Angelis, Castro e De Angelis Neto (2004), e para melhor visualização dos resultados obtidos, foi adotada a metodologia desenvolvida por Bovo (2008), apresentada por meio de símbolos os equipamentos (Quadro 2). Assim, é possível utilizar cores para identificar a qualidade do mobiliário (Quadro 1).

A classificação de cores é definida levando em conta os parâmetros de regularidade citados anteriormente.

Por fim, os dados foram tabulados e descritos nos resultados e discussões, de modo a contribuir para a melhoria da gestão do parque.

Quadro 1 — Cores Adotadas para análise do mobiliário urbano do Parque Danilo Marques Moura.

Cores	Significado
	Equipamentos/estruturas estão em uma qualidade boa.
	Equipamento/estruturas estão regulares.
	Qualidade ruim
	Equipamentos/estruturas inexistentes no parque.
	Proposta de melhoria através do Projeto realizado pela Prefeitura

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Quadro 2 – Símbolos dos equipamentos adotados pela metodologia.

Equipamento/Estruturas	Símbolos	Equipamentos/Estruturas	Símbolos	Equipamentos/Estruturas	Símbolos
Bancos		Estacionamento		Parque infantil	
Iluminação		Ponto de ônibus		Quiosque de alimentação	
Lixeira		Ponto de táxi		Identificação	
Sanitários		Quadra esportiva		Segurança	
Telefone público		Aparelho de exercícios físicos		Pavimentação	
Bebedouro		Equipamentos para usuários da Terceira Idade		Palco e coreto	
				Templo religioso	

Fonte: BOVO (2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Parque Municipal Danilo Marques Moura está localizado na área urbana de Goioerê, no qual, contempla estruturas de lazer para a população. Neste contexto, ao se analisar a quantidade de estruturas de lazer, é possível notar a deficiência de alguns equipamentos urbanos (Quadro 3).

Quadro 3 – Avaliação quali-quantitativa do Parque Danilo Marques Moura.

EQUIPAMENTOS/ESTRUTURAS	SIM	NÃO	QUANTIDADE	NOTA/AUSENCIA	Categoria
1-Bancos	X		3	1,2	Bom
2-Iluminação		X		-	
3-Lixeira	X		3	0,2	Ruim

4-Sanitários	X	1	1,3	Regular
5-Bebedouro	X	1	0	Ruim
6-Ponto d'água	X	-	1,5	Regular
7-Pavimentação	X	-	0,8	Ruim
8-Estacionamento	X	-	0,5	Ruim
9-Aparelho de exercícios físicos		X	-	
10-Equipamentos para usuários da Terceira Idade		X	-	
11-Parque infantil		X	-	
12-Quiosque de Alimentação	X	1	0,8	Ruim
13-Identificação do logradouro		X	-	
14-Segurança		X	-	
15-Casa do Bosque	X	1	0,5	Ruim
16-Pontes	X	2	0,1	Ruim
17- Canteiros	X	-	0	Ruim
18- Sinalização durante Percurso		X	-	

Fonte: Adaptado de De Angelis, Castro e De Angelis Neto (2004).

Diante do cenário apresentado, nota-se a ausência de estruturas físicas importantes para viabilizar o uso do local, tal como iluminação, sinalização, ponto de ônibus, parque infantil, chafariz, equipamentos para usuários da Terceira Idade. Estudos realizados ressaltam que a sinalização, parques infantis, e iluminação são elementos fundamentais para o uso de espaços de lazer tais como observado por Bovo e Ayres (2018), para o município de Mamborê e Corneli (2013), em Campo Mourão, ambas cidades próximas da área de estudo.

Outro estudo realizado por Bovo (2004), destacou a importância de equipamento para terceira idade, já que na atualidade o número de pessoas nessa faixa etária vem aumento em escala mundial. Dessa forma, visando melhorar a qualidade vida cabe ao Poder Público promover opções de lazer, criando espaços diferentes para possibilitar o descanso, a recreação e também a prática de exercícios físicos.

Quanto a estrutura existente, é possível citar que o parque possui bancos (Figura 2), lixeiras, sanitários, bebedouros, quiosque de alimentação, bem como uma casa no bosque e duas pontes nas quais auxiliam o percurso de trilhas.

Desta forma, ao observar os três bancos que se encontram na parte inicial do parque, que foram confeccionados de madeira, é possível visualizar que possuem encosto, e estão localizados em áreas sombreadas, aspectos considerados positivos, visto que promovem maior conforto para os usuários. No que tange ao estado de conservação, apresentam-se de forma indesejável, visto que, não se encontram em bom estado de conservação, e estão sujos. A partir da avaliação dos parâmetros já pré-estabelecidos verificou-se se que os bancos da parte inicial se enquadram na escala regular recebendo assim nota 1,2.

De forma a trazer a importância dos bancos, o estudo realizado por Bovo (2004) ressalta que o banco é uma parte fundamental para a atração de moradores em áreas verdes, mas é preciso analisar a sua disponibilidade no parque, matéria-prima utilizada, design, uma vez que o equipamento tem como função servir de descanso para os visitantes. Jhon e Reis (2010) complementam que o conforto do mobiliário está conectado a facilidade, aproveitamento e satisfação dos cidadãos no espaço.

Figura 2 – Estruturas de Lazer no Parque Municipal Danilo Marques Moura – Goioerê - PR



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Ao se analisar o bebedouro (Figura 2), nota-se uma deficiência no quesito quantidade, já que ao longo de todo o percurso do parque, encontra-se apenas um bebedouro que foi confeccionado por rochas em forma retangular com uma espécie de cuba ao centro, com duas torneiras de plástico simples. Uma dela se encontra totalmente danificada sem condição de uso e na outra, não há fornecimento de água. Quanto ao estado de conservação, este se encontra péssimo, já que o lugar que deveria conter água para visitantes não possui condições mínimas

de uso. Ainda, o local que o mesmo se localiza não é de livre acesso. Assim, com a avaliação realizada, o equipamento se enquadrou na escala ruim, recebendo assim nota 0.

Considerando as lixeiras, tanto nos aspectos quantitativos e qualitativos, observa-se que ocorre uma precariedade, visto que o parque contempla uma área de 24 hectares e possui apenas três lixeiras que se encontram concentradas em apenas em um local, não possuindo informação de qual resíduo correto deve ser descartado.

Sendo assim, avaliando a qualidade deste equipamento, o mesmo recebeu a categoria ruim recebendo nota 0, pois não segue nenhuma padronização. A norma NBR 9050 (ABNT, 2015), estabelece que as lixeiras, quando instaladas em áreas públicas, devem ser localizadas fora das faixas livres de circulação, garantindo espaço para aproximação de pessoas com deficiência e altura que permita o alcance manual do maior número de pessoas.

Outro estudo desenvolvido por Santos, Regis e Ferreira (2016), no Parque do Povo em São Paulo, ressalta exemplos a serem seguidos pelo Parque Danilo Marques Moura, uma vez que as lixeiras são atribuídas em toda extensão do parque e em grande maioria apresentam em bom estado de conservação, sendo subdividas em lixeiras destinadas para o descarte de dejetos de animais, lixeiras que informam se reciclável ou não reciclável, e também a classificação de matérias recicláveis como plástico, metal, alumínio, vidro, papel e não orgânico.

No que tange aos sanitários (Figura 2), estes foram pintados recentemente, porém ainda não apresentam características desejáveis para uma infraestrutura localizada em um parque de lazer, uma vez que não há sinalização de indicação, e não cumpre a ABNT NBR 9.050 (2015), que propõe que os sanitários estejam localizados em pontos acessíveis, no fluxo principal, para situações de emergência e que tenham sinalização adequada. Devido a tal fato, foi atribuída a nota 1,3, enquadrando na escala regular. Ainda sobre a importância da acessibilidade dos sanitários, Bovo (2009, p.135) afirma que “ [...] a implantação de sanitários públicos é algo que requer estrutura e constante manutenção, caso contrário torna-se inviável”, para o uso do espaço urbano.

Em relação ao quiosque de alimentação (Figura 3), o parque contempla uma praça com diversos jogos de mesas confeccionado por concreto. Tal ambiente possui intuito de ser utilizada para alimentação pelos usuários. Analisando de forma quantitativa, possui um número considerável de jogos (cinco), podendo, assim, recepcionar várias pessoas, uma vez que são equidistantes.

Analisando pelo aspecto qualitativo, pode-se avaliar que os mobiliários estão em desacordo com normas estabelecidas pela ABNT NBR 9.050 (2015), já que os bancos ali presentes não possuem encosto, não são acessíveis para todos e são ergonomicamente desconfortáveis.

A área também conta com várias trilhas entre a mata, e por meio delas é possível ter acesso a duas pontes (Figura 3), uma em sequência da outra. Essas pontes são feitas de madeiras e se encontram em estado precário, sendo assim, um risco a população.

No que tange a pavimentação (Figura 3), esta se inicia a partir da trilha de caminhada, sendo concebida de concreto e com trechos com material irregular com trechos danificados e desnivelados. Os canteiros são feitos com mesmo tipo de material da pavimentação (concreto), sendo resultado de pedras encaixadas, apresentando mau planejamento e dificultando o acesso.

Figura 3 – Estruturas de Lazer no Parque Municipal Danilo Marques Moura – Goioerê - PR



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Tendo em mente a situação da pavimentação, a mesma se encontra em desacordo com ABNT NBR 9.050 (2015), que diz que espaços públicos devem conter rampas e se necessária escada para facilitar o acesso a todos. Isso proporciona uma maior forma de lazer para população.

Em um estudo realizado por Coombes, Jones e Hillsdon (2010), complementam o supracitado na norma 9050 (ABNT,2015), uma vez que os autores constataram que em ambientes com limitações de acesso, ou má conservação de caminhos, ocorre uma tendência de menor uso por parte da população.

O parque também não possui nenhuma iluminação desde à entrada e durante o percurso da trilha. Com isso, a visita se torna inviável a partir de um certo horário, principalmente após as 17:30 h, mesmo que horário marcado para atendimento seja superior, já que o parque é aberto 7:00 h da manhã às 19:00 h da noite. A falta de iluminação é um dos motivos no qual a população tem receio de visitar o local. De acordo com Lima e Amorim (2005), os locais que não apresentam iluminação apropriada ou até mesmo que não a possuem, podem trazer algum desconforto para população, principalmente pelo aumento da insegurança e o receio de assaltos.

Dentre todas as dificuldades obtidas na visitação, destaca-se a falta de sinalização, uma vez que o parque possui trilhas que dão acesso às pontes e também a outros lugares, e a ausência de sinalização torna o acesso inviável. Em um estudo realizado por Torres, Bertolino e Villa (2011), destacou que as trilhas são meio de ampliar a percepção, curiosidade, criatividade permitindo descobrir as características do local, funcionando como atrativos turísticos e podem ser utilizados como cenário de educação ambiental.

Dessa maneira, a sinalização é importante pois ela garante que o usuário tenha chegado ao seu destino ou que está no caminho que desejaria seguir. Também é possível ter uma visão do local e seu entorno, obtendo assim informações das paisagens ao redor (SALGADO, 2013). A única sinalização existente foi inserida recentemente, e configura em uma placa com algumas informações ao visitante no início da trilha.

Quanto ao estacionamento, o local não possui uma estrutura específica, contemplando apenas um espaço vago em sua entrada onde a população visitante utiliza como estacionamento. Desta forma, a qualidade é precária por falta de estrutura, sinalização e segurança para os visitantes. Esse elemento foi enquadrado na escala ruim, recebendo uma nota 0,5. O ambiente deve ser reestruturado levando conta Lei N° 13.146: 2015, em que 2% das vagas totais do estacionamento devem ser garantidas, no mínimo, 1 vaga devidamente sinalizada e com as especificações de desenho e traçado de acordo com as normas técnicas vigentes de acessibilidade.

Na parte externa ao parque, ocorre uma necessidade de identificação da área. Bovo (2009, p. 118), complementa que a “indicação da área é de suma importância pois o nome do local geralmente tem a finalidade de homenagear pessoas, recursos naturais, entre outros. A identificação é ponto de referência e de localização do patrimônio”. Dessa maneira, a inserção de placas de identificação da área é indispensável no local.

























Após a análise quali-quantitativa do cenário atual do Parque Danilo Marques Moura, o mesmo foi avaliado quanto a utilização de símbolos e cores proposta por Bovo (2004), buscando promover uma maior facilidade de entendimento dos pontos destacados (Quadro 4).

Ainda, por meio da Secretaria de Planejamento do município de Goioerê foi possível obter acesso ao projeto para a revitalização do parque com algumas propostas de melhorias, destacando-se a reforma do sanitário, a casa do bosque que existe no interior do parque será restaurada, inclusão de quiosque de alimentação, concepção de um portal, revitalização das pontes, assim como toda a pavimentação do percurso na trilha de caminhada, bem como a reforma na casa de ferramentas.

Entretanto, cabe salientar a possibilidade de outros aspectos a serem melhorados em adição ao que já foi proposto pela prefeitura, tal como atividades na casa do bosque, que podem contemplar atividades de recreação utilizando apresentações sobre a história da cidade, do parque, fatos marcantes para o município em datas previamente definidas. Tal espaço, com a união entre prefeitura e escolas pode promover visitas das crianças ao parque com intuito de incentivar a educação ambiental. Em um estudo realizado na Amazônia chamado a Casa da

Ciência, permite o contato do homem com a natureza, e promove mudanças em sua percepção ambiental. O envolvimento de estudantes, de forma a proporcionar uma reflexão sobre os problemas ambientais que impactam a sua vida, da sua comunidade é algo fundamental, buscando assim uma sensibilização e mudança nos comportamentos voltados ao meio ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Quadro 4 – Síntese qualitativa das estruturas e equipamentos Parque Danilo Marques Moura.

Legenda

- Regular
- Ruim
- Inexistente
- Proposta de Melhoria

Fonte: Adaptado de Bovo (2004)

Ainda, visando incentivar a prática esportiva da caminhada no local é pertinente como sugestão, a inserção de placas de sinalização ao longo do percurso de caminhada buscando uma maior facilidade na locomoção no interior do parque. Tal estratégia é utilizada no Bosque do Uirapuru em Umuarama – PR, e faz com que os usuários tenham ciência da trajetória percorrida.

Outro aspecto interessante, é a inserção de placas de sinalização com incentivos a preservação da natureza, com respeito e valorização ao espaço público, e com frases motivacionais. Tal tática foi proposta por Rocha Barbosa e Abessa (2010) como estratégia de readequação para o Parque Estadual Xixová – SP, onde os autores afirmam a maior procura pelo espaço a partir de trilhas sinalizadas e adequadas.

Por fim, de forma a proporcionar uma boa qualidade paisagística, sugere-se a implantação de canteiros por plantas ornamentais, as quais contribuem para o embelezamento do local e promovem maior visitação pelos moradores da cidade e regiões adjacentes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo realizado no Parque Danilo Marques Moura notou-se a ausência de grande parte dos mobiliários/estruturas fornecidos por meio da metodologia, elementos estes considerados importantes para área de lazer, principalmente por promover um maior uso do local e socialização dos moradores.

Diante disso, por meio da análise qualitativa, 90% dos mobiliários/estruturas disponíveis se enquadraram em escala ruim, ou seja, o parque não possui estrutura suficiente para atender a população, e as poucas englobadas no local estão em situações precárias.

Contudo, vale ressaltar que existe um projeto já em execução de revitalização do parque. Assim, acredita-se que ocorrerá um maior uso do local após as adequações propostas. Além disso, com as propostas de melhorias trazidas por meio do presente estudo acredita-se que o parque vai ser mais bem explorado pela população.

Para estudos futuros, sugere-se pesquisas que busquem identificar o público que utiliza o local a partir de questionários ou entrevistas de modo a promover estratégias de educação ambiental eficientes e direcionar as estruturas de mobiliário visando atender a diversidade de usuários do espaço.

REFERÊNCIAS

ABNT- NBR. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050 (2015): **Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos**. 3º ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 148 p.

BOVO, M. C. Áreas Verdes Urbanas, Imagem e Uso: **Um Estudo Geográfico Sobre A Cidade De Maringá – Pr**. 2009. 324 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade Ciências e Tecnologia, 2009. Disponível em: Acesso em: 04 nov.2020.

BACCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços Livres, Áreas Verdes e Cobertura Vegetal No Bairro Alto Da XV, Curitiba/Pr. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 18, p. 48-59, 2006.

BRASIL, Constituição (2015), **Lei Nº 13.146 - Inclusão Da Pessoa Com Deficiência (Estatuto Da Pessoa Com Deficiência)**, Art. 1. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm >. Acesso em: 05 fev. 2021.

CARARD, R. F. **Identificação E Análise Da Degradação Ambiental No Parque Ecológico Municipal Danilo Marques Moura Em Goioerê - Pr**. 2016. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em: Acesso em: 04 nov. 2020.

CORNELI, V. M. **A Praça No Contexto De Pequenas Cidades Da Microrregião De Campo Mourão – Pr**. 308f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2013. Disponível em: < <http://sites.uem.br/pge/documentospara-publicacao/teses/teses-2013-pdfs/VanessaMedeirosCorneli.pdf> >. Acesso me 15 out 2020.

COOMBES, E; JONES, A. P.; Hillsdon M. The Relationship Of Physical Activity And Overweight To Objectively Measured Green Space Accessibility And Use. **Social Science & Medicine**, v. 70, n. 6, p. 816–822, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.11.020>.

DE ANGELIS, B. L. D. ; CASTRO, R. M. ; DE ANGELIS NETO, G. **Metodologia Para Levantamento, Cadastramento, Diagnóstico E Avaliação De Praças No Brasil**. **Engenharia Civil**, v.4, n.1, p.57-70, 2004. Disponível em < <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/Num20/Pag%2057-70.pdf> >.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados de Goioerê- PR**. 2019. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/goioere> > Acesso em 28 fev 2020.

JOHN, N. M.; REIS, A. T. da L. Percepção, Estética E Uso Do Mobiliário Urbano. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Paulo - SP, v. 5, n. 2, p.182-206, 11 nov. 2010.

LIMA, V; AMORIM, M. C. T. **À Importância Das Áreas Verdes Para A Qualidade Ambiental Das Cidades**. **Revista Formação**, Osvaldo Cruz, n.13, p. 139 - 165. 2005.

LOBODA, C. R; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas Verdes Públicas Urbanas: Conceitos, Usos e Funções. **Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais** V. 1 No 1 Jan/Jun. 2005.

MACIESKI, M. R. **Avaliação Rápida e a Priorização Do Manejo (Rappam) No Parque Municipal Danilo Marques Moura, Goioerê - Pr**. 2016. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

MELO, M. I. O. **PARQUES URBANOS, A NATUREZA NA CIDADE: PRÁTICAS DE LAZER E TURISMO CIDADÃO**. Dissertação (Mestrado em Turismo) – Universidade de Brasília, 2013.

MIRANDA, Y. C. **Praças e Arborização Viária em Municípios Urbano-Rurais: O Caso De Godoy Moreira – Pr**. 2018. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

NITSCHKE, P. R. ; CARAMORI, P. H; RICCE, W. S. ;PINTO, L. F. D. **Atlas Climático Do Estado Do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019. Disponível em:< <http://www.iapar.br/pagina-677.html> >. Acesso em: 04.set.2020

OLIVEIRA, G. N de *et al*. Casa Da Ciência: Um Espaço Não Formal Para a Educação Ambiental. **BIUS-Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia**, v. 8, n. 2, p. 38-48, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/BIUS/article/view/3780>. Acesso em: 03 mar. 2021.

ROCHA, F.; BARBOSA, F. P.; ABESSA, D. M. DE S. Trilha Ecológica Como Instrumento De Educação Ambiental: Estudo De Caso E Proposta De Adequação No Parque Estadual Xixová-Japuí (Sp). **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 3, n. 3, 8 out. 2010.

SALGADO, R. **Projeto De Sinalização Em Parques Urbanos: Sistematização De Elementos Estruturadores A Partir Do Município De São Paulo**. Tese (doutorado) Universidade de São Paulo, 2013.

SANTOS, T. B. ; RÉGIS, M. M. ; FERREIRA, A. P. N. L. Levantamento Qualitativo e Quantitativo dos Equipamentos E Estrutura Do Parque Do Povo, São Paulo – SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 99-107, 26 dez. 2016. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista.

TORRES, E.C.; BERTOLINO, M. I.; VILLA, N. M. Trilha Urbana No Córrego Da Mata Em Londrina (PR). **Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 20, n. 2, p. 201-214, ago. 2011.

QUALITATIVE QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE LEISURE STRUCTURES OF THE ECOLOGICAL PARK DANILO MARQUES MOURA IN GOIOERÊ - PR: IMPROVEMENT PROPOSAL

ABSTRACT – The green areas are of utmost importance for the urban quality of life, acting on the physical and mental side of man, making it essential in the well-being of the population. In

small cities there is an intensification of the use of squares and green areas by the population as a space for leisure and socialization, given the limited availability of other attractions. Thus, the present work aimed to analyze the existing leisure structure in the Municipal Park Danilo Marques Moura located in Goioerê - PR seeking to propose improvements to the site. The methodology adopted consisted of a quantitative analysis of the available furnishings/structures in the park based on the previously defined parameters. Finally, improvements and adjustments to the available structures were proposed. As a result, it was verified the deficiency of the furnishings/structures mainly related to dumps, water cooler, signaling, lighting. Still, regarding the available furnishings/structures in the park, most were classified as poor and regular or non-existent, none of which fit the good scale. From this, as proposals for improvement stand out the need for signs along the path of walking with the use of incentive plates for environmental preservation, as well as the use of space for environmental education workshops. As a conclusion, the proposed improvements can increase the use of the park, making it the scenario of environmental education strategies and promote leisure for the entire.

KEYWORDS: Urban Green Areas. Urban Parks. Environmental Education. Park Revitalization

CAPÍTULO 12

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NA CIDADE DE SOROCABA – SP: UMA ABORDAGEM SOBRE AS PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP 10)

Matheus Henrique Macedo Franco

<http://lattes.cnpq.br/2760238871634263>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná

Yara Campos Miranda

<http://lattes.cnpq.br/0018928274834963>

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná

RESUMO – O aumento das fontes de emissão e da concentração dos poluentes atmosféricos nos últimos anos têm acarretado em diversos impactos na sociedade e no meio ambiente, levando pesquisadores a estudar os fenômenos que influenciam a sua quantidade na atmosfera. Neste contexto, este artigo tem como objetivo analisar o efeito das variáveis meteorológicas na concentração de material particulado menor que $10\ \mu\text{m}$ (MP₁₀) na cidade de Sorocaba-SP. Para tanto, foram analisados dados meteorológicos (precipitação, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura) de maio de 2019 a maio de 2020 obtidos pelo banco de dados do INMET e associados aos índices de MP₁₀ fornecidos pela plataforma online do QUALAR. Com a análise dos índices de MP₁₀ observou-se que a cidade de Sorocaba está situada em sua maioria na categoria “Boa” de qualidade do ar segundo

a resolução CONAMA 491/2018 o que pode estar relacionado a qualidade da arborização urbana do local. Ainda, a partir da construção dos gráficos de relação dos parâmetros e a análise da correlação de Pearson foi constatado que a umidade relativa e temperatura são os fatores mais relevantes na dispersão do material particulado. Desta forma, ressalta-se a importância do monitoramento da qualidade do ar para subsidiar políticas públicas que garantam a qualidade ambiental das cidades.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Atmosférica, Índice de Qualidade do Ar, Material Particulado

1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica vem se intensificando com o tempo, mas teve seu devido reconhecimento a partir da revolução industrial que teve início no século XVIII. A criação e funcionamento de muitas indústrias nesse período ocasionaram em um grande lançamento de poluentes atmosféricos, degradação de solos e águas, que não passou despercebida pela população e chefes de estados. A urbanização também foi um resultado da revolução, aumentando ainda mais os impactos ao meio ambiente com a geração de resíduos (LIMA; NETO, 2017).

Anos depois a situação da qualidade do ar ainda não é favorável, apesar da existência de informação e tecnologias novas que podem reduzir a taxa de poluentes lançados na atmosfera, muitas pessoas e indústrias ainda continuam com velhos hábitos. A nocividade dessa poluição não afeta somente os humanos, mas a todos os seres vivos expostos a ela. (WHO, 2018).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, os poluentes que podem ser encontrados na atmosfera são: Aldeídos (RCHO), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), hidrocarbonetos (HC), material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), ozônio (O₃) e poluentes climáticos de vida curta (PCVC) (MMA, 2020).

Os materiais particulados (MP) são sólidos de pequenos diâmetros que ficam dispersos no ar e podem ter muitos tipos de composição física e química, variando desde poeiras, fumaças e todos os materiais sólidos e líquidos em suspensão na atmosfera, tendo como principais fontes de emissão os veículos, indústrias, queimas de combustíveis fósseis e biomassa e também a ressuspensão da poeira no solo (CETESB, 2020).

Existem vários tipos dessas partículas em suspensão, por isso eles são classificados de acordo com seu diâmetro em razão de sua relação com a capacidade de inalação dessas partículas. Diante disso, podem ser classificados como: Partículas totais em suspensão (PTS), partículas inaláveis (MP₁₀), partículas inaláveis finas (MP_{2,5}) e fumaça (FMC). Boa parte dessas partículas são inaláveis, podendo acarretar em problemas de saúde e perda de qualidade de vida, como também causando problemas estéticos no ambiente (GUIMARÃES, 2017).

Estudos mostram como a vegetação e condições meteorológicas afetam na dispersão desses materiais particulados, como a velocidade dos ventos, inversões térmicas, precipitações, estabilidade atmosférica entre outros (ALMEIDA, 1999; MARQUES *et al.* 2019; TORRES e MARTINS 2005). Desta forma, a qualidade do ar de determinado local é determinada não só pela concentração de poluentes, mas também por condições ambientais. Assim, esses são pontos muito importantes quando se trata de dispersão de PTS que auxiliam no entendimento de como esses poluentes se comportam em ambientes diferentes.

A cidade de Sorocaba está localizada no estado de São Paulo, sendo considerada a cidade mais populosa da região sul do Estado. A partir de tal característica, destaca-se a crescente industrialização, o que acarreta em alterações ambientais. Diante disso, o objetivo do artigo é fazer uma análise dos dados de MP₁₀ na cidade de Sorocaba-SP trazendo suas possíveis relações com a situação ambiental e meteorológica da cidade.

2. METODOLOGIA

A pesquisa realizada é classificada como pesquisa explicativa, pelo fato de estar abordando possíveis ações e situações que resultaram ou ajudaram no surgimento do problema em questão, onde as hipóteses levantadas foram analisadas a partir dos dados obtidos e comprovadas com a ajuda de pesquisa bibliográfica (GIL, 2002).

A área de estudo consiste na cidade de Sorocaba, pertencente ao estado de São Paulo, escolhida pela fácil disponibilidade de dados para uma realização mais completa do estudo. Os dados históricos utilizados foram retirados de uma plataforma online, QUALAR, que consiste em um sistema de informações da qualidade do ar, gerido pela CETESB (CETESB, 2020).

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020), que disponibiliza o acervo histórico das estações meteorológicas do Brasil como um todo. Por fim, utilizou-se planilhas eletrônicas para computar os dados, elaborar gráficos e analisar suas interações.

As variáveis analisadas foram material particulado com diâmetro menor que 10 micrômetros (MP10) e variáveis meteorológicas como precipitação, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura. Foram utilizados um conjunto de 1 ano de dados, abrangendo o período de maio de 2019 a maio de 2020.

O MP₁₀ foi analisado em forma de índice, ou seja, como um número adimensional indicador de qualidade do ar (IQAr). Para o cálculo deste índice é necessário a utilização da seguinte equação:

$$IQAr = I_{ini} + \frac{I_{fin} - I_{ini}}{C_{fin} - C_{ini}} * (C - C_{ini})$$

I_{ini} = valor do índice que corresponde à concentração inicial da faixa;

I_{fin} = valor do índice que corresponde à concentração final da faixa;

C_{ini} = concentração inicial da faixa em que se localiza a concentração medida;

C_{fin} = concentração final da faixa em que se localiza a concentração medida;

C = concentração medida do poluente.

A partir dele foi possível associá-lo com os valores de qualificação do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA 491/2018 por meio da tabela 1.

Tabela 1 – Índice de Qualidade do Ar de acordo com a Resolução CONAMA 491/2018

Qualidade do ar	Índice
N1- Boa	0 - 40
N2- Moderada	41 - 80
N3- Ruim	81 -120
N4- Muito Ruim	121 - 200
N5- Péssima	201 - 400

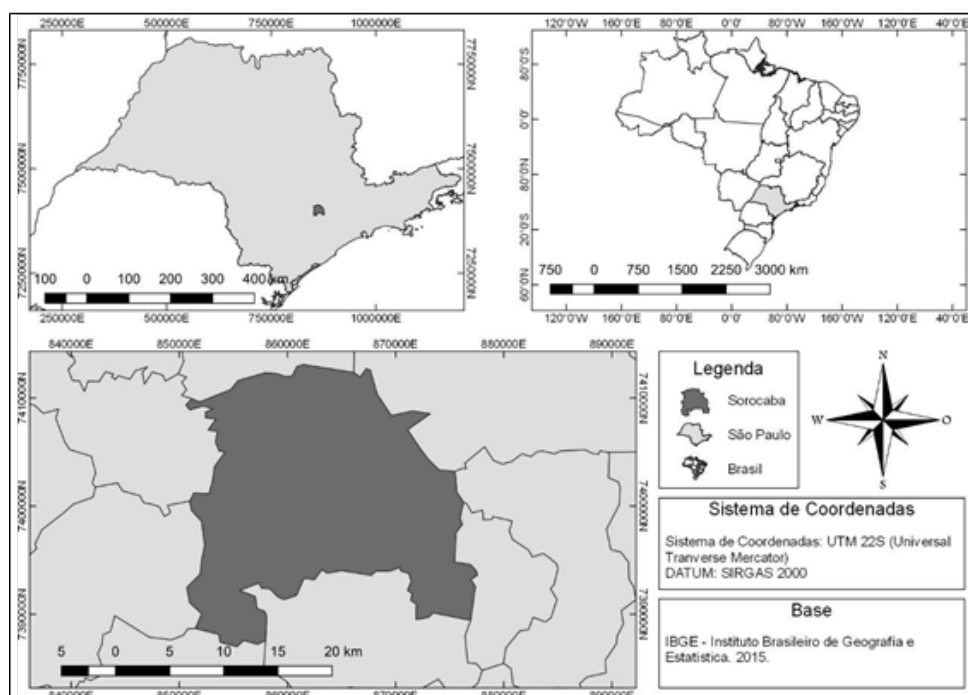
Fonte: Brasil (2018)

Visando verificar a relação estatística entre as variáveis meteorológicas e os poluentes atmosféricos, utilizou-se o programa computacional R®, por meio do teste de correlação de Pearson, que de acordo com Weaver (2017) mede o grau de correlação entre duas variáveis de escala métrica. Desta forma, o uso do coeficiente resulta em valores entre +1 e -1 onde o sinal indica a direção, se a correlação é positiva ou negativa. Valores próximos ao extremo, ou seja, quanto mais próximos ao 1, maior a força de correlação entre duas variáveis

2.1. Caracterização da Área de Estudo

A cidade de Sorocaba (Figura 1) é localizada no interior de São Paulo, possuindo cerca de 679.378 habitantes estimados para 2019 (IBGE, 2019), em uma área de 450,382 km² (IBGE, 2020). Possui uma taxa de arborização urbana com 82,2% considerando as áreas residenciais e comerciais (IBGE, 2010). O bioma da região é a Mata Atlântica não pertencente ao sistema costeiro-marinho, com vegetação regional de floresta estacional semidecidual e em contato com algumas áreas de cerrado (SOROCABA, 2012).

Figura 1 – Mapa de localização de Sorocaba -SP



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

De acordo com Ab Saber (2002), a cidade se localiza na borda da Depressão Periférica Paulista na linha da Queda Apalachiana, caracterizada por se localizar no limite entre o Planalto Atlântico com a Bacia Sedimentar do Paraná.

Em relação ao clima, de acordo com a classificação de Köpper e Geiger, Sorocaba possui clima Cfa, quente e temperado com temperatura média de 19,4°C. Apresenta taxa pluviométrica com média de 1224 mm anuais, durante o período de análise foi constatado umidade média de 74,38% (INMET, 2020). No verão, o clima de Sorocaba costuma ser mais quente, por ter uma variação sazonal extrema quando se trata da sensação de umidade relativa do ar, durando aproximadamente 6 meses, de outubro à abril (WEATHER SPARK, 2020).

A velocidade do vento varia muito de acordo com a rugosidade do solo, podendo formar barreiras. Os ventos em Sorocaba são mais intensos entre os meses de agosto e dezembro, com média de 11,6 km/h, em alguns dias podem chegar a uma média horária de 13,5 km/h (WEATHER SPARK, 2020).

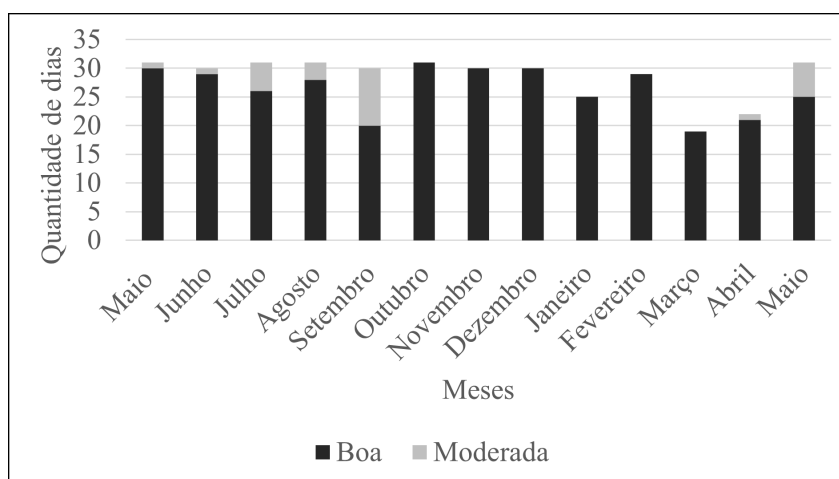
Sorocaba é bem urbanizada, com frota de veículos de 471.187 dos mais variados tipos e tamanhos (IBGE, 2018). Sua economia é variada, porém é destaque da região na fabricação de implementos de telecomunicações, além dos setores eletroeletrônicos e alimentícios.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo a Resolução CONAMA 491/2018, a qualidade do ar pode ser classificada como boa, moderada, ruim, muito ruim, e péssima (BRASIL, 2018). Observando as médias mensais de MP_{10} da cidade de Sorocaba (Figura 2), percebe-se que os índices se encontram dentro da faixa de qualidade boa, sendo seu maior valor a média mensal de junho de 2019 com o índice de 31,55.

Ao se observar a quantidade de dias com qualidade do ar inferior, tem-se um maior valor no dia 18 de setembro de 2019, com índice de 65, se enquadrando na categoria moderada dos padrões estabelecidos pelo CONAMA 491/2018. Entretanto, de modo geral, durante o período de análise as médias mensais do índice de MP_{10} se mantiveram na classificação “Boa”.

Figura 2 – Classificação da qualidade do ar de acordo com os índices de MP_{10} no ano de 2019 e 2020 na cidade de Sorocaba - SP



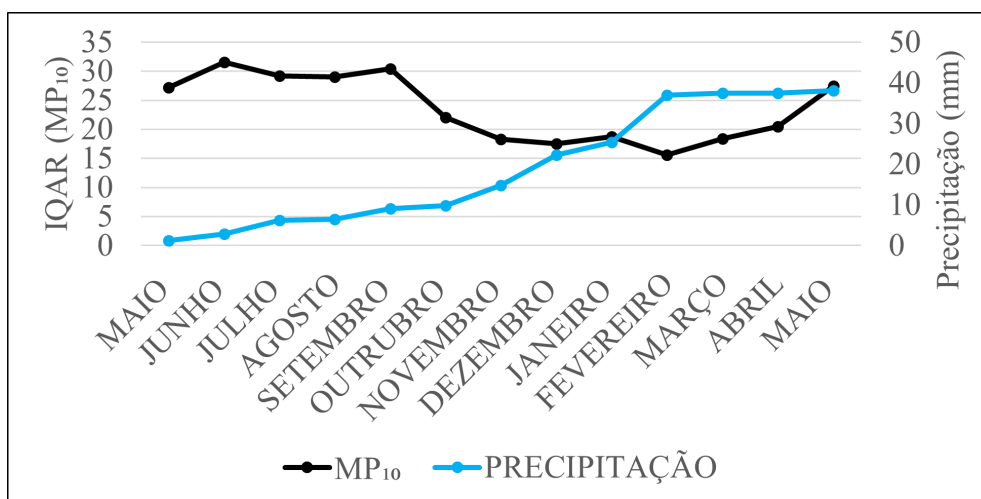
Fonte: Adaptado de CETESB (2020)

Verificando os dados de maneira geral, é possível notar que a qualidade do ar de Sorocaba apresenta boas condições, uma vez que os valores se mantêm na categoria boa e poucos índices na categoria moderada. Tal fato pode possuir uma relação direta com a arborização urbana da cidade. De acordo com dados do plano de arborização, Sorocaba é muito bem arborizada, apresentando uma média de 25,6% de projeção de copa em meio urbano (SOROCABA, 2012).

Neste contexto, inúmeros estudos relacionam a quantidade de árvores com a melhoria da qualidade do ar, tal como Cecchetto et. al. (2014), que afirmam a capacidade das árvores de absorver gases e poluentes da atmosfera, Marques et. al. (2019) comprovaram a influência dos índices de arborização na diminuição da poluição por MP em Fortaleza (CE). Em Pequim, China, Yang et. al. (2005) relata que cerca de 2,4 milhões de árvores foram capazes de diminuir o material particulado em 772 toneladas e evitar lançamento de toneladas de CO₂ por ano. Portanto estudos mais aprofundados sobre a influência da arborização mostram-se promissores no setor de controle de poluentes atmosféricos.

Apesar do fato de Sorocaba apresentar condições favoráveis de qualidade do ar, é possível constatar a influência das variáveis meteorológicas, que atuam de forma significativa na dispersão dos poluentes, pode-se observar na Figura 3 a relação obtida da precipitação média mensal com as médias mensais dos índices de MP₁₀ durante o estudo.

Figura 3 – Relação da precipitação média com o MP₁₀ na cidade de Sorocaba - SP



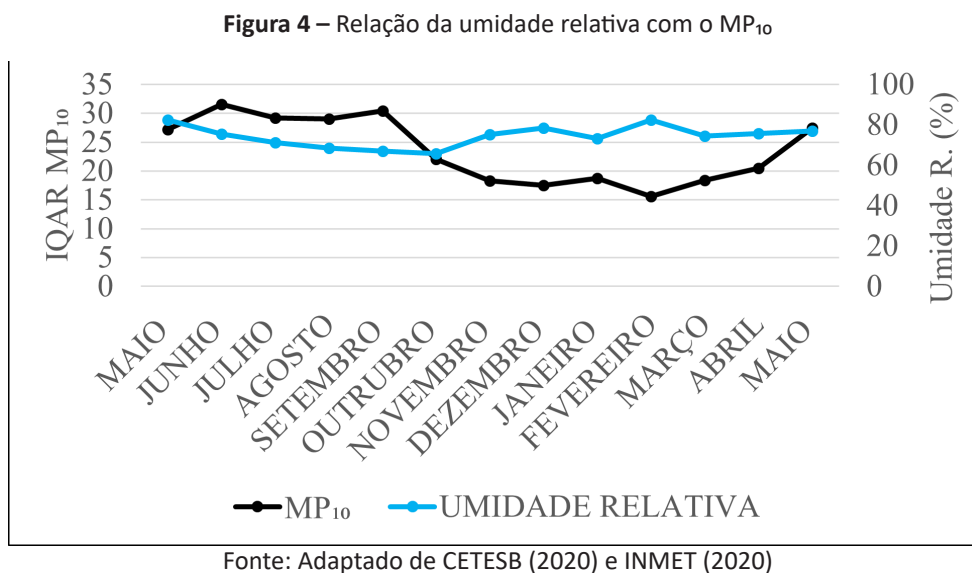
Fonte: Adaptado de CETESB (2020) e INMET (2020)

Desta forma, nos meses de dezembro a março ocorrem as maiores taxas pluviométricas, conseqüentemente a quantidade de material particulado tende a diminuir. A precipitação promove o arraste das partículas suspensas na atmosfera, isso ocorre pelo fato de que essas partículas se associam com a água, portanto, em períodos de precipitação a quantidade de materiais dispersos são menores (FREITAS E SOLCI, 2009).

Tal relação já foi encontrada por estudos realizados em cidades de grande porte, como é o caso de Sorocaba, tal como Santos *et al.*, (2019) estudando as partículas finas em Belo

Horizonte (MG) e Elminir (2005) analisando a interferência das variáveis meteorológicas na concentração e dispersão de poluentes.

Desta forma, a umidade relativa do ar atua na dispersão dos poluentes de forma semelhante a precipitação (SANTOS et. al. 2019). Como é possível observar na Figura 4 da relação da umidade relativa com a quantidade de MP_{10} , nos meses de maiores umidades relativas há a ocorrência de baixas nos índices de MP_{10} .



Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Mendonça et. al. (2019), onde a diminuição do MP foi constatada pelo fato de os poluentes se aderirem ao vapor de água da atmosfera, consequentemente causando um aumento de sua massa e promovendo a precipitação do mesmo.

De maneira a confirmar estatisticamente essa relação, com os resultados do teste de correlação de Pearson foi possível notar uma correlação negativa. Com base nessas informações da correlação e nos dados computados de umidade relativa e índice de material particulado foi possível notar que a umidade demonstra um comportamento inversamente proporcional em relação ao índice de MP_{10} (Figura 4).

Além de tudo, a umidade relativa é um fator importante na dispersão do MP_{10} em relação a saúde da população, uma vez que as taxas de material particulado normalmente se encontram mais altas em um período de baixa umidade. Consequentemente, as irritações e problemas respiratórios se intensificam na população se o índice de MP_{10} for classificado como moderado ou acima dos valores toleráveis, pelo fato de a baixa umidade do ar leva ao ressecamento de mucosas, desidratação, tornando o corpo humano ambiente mais propício a alocação de vírus, fungos e bactérias (MORAES et al. 2019).

Em contrapartida, segundo Andrade et. al. (2012) em seu estudo em Manaus - AM, as taxas de internações hospitalares por doenças respiratórias também podem aumentar devido a

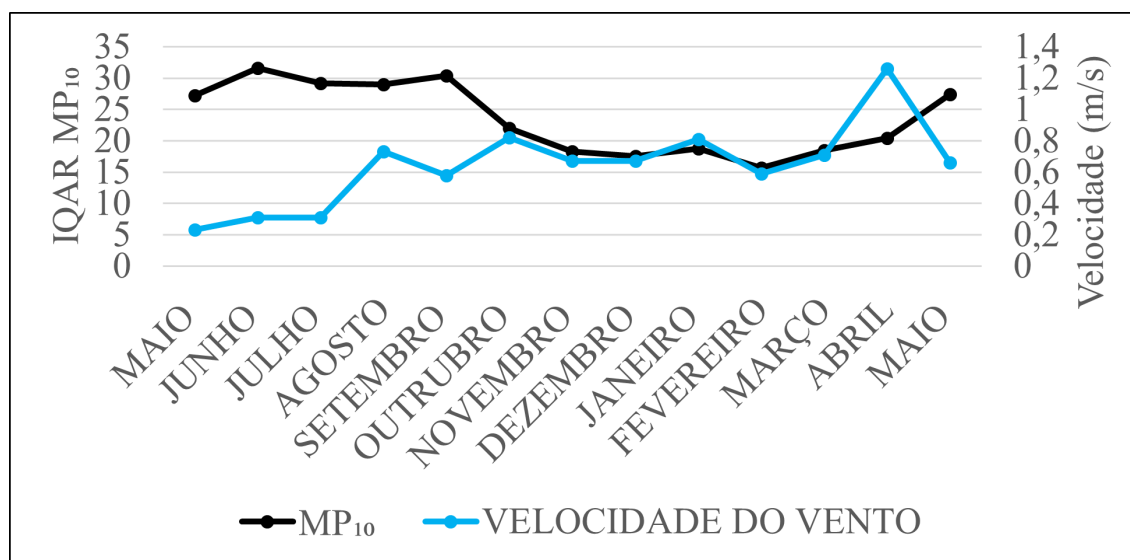
umidade relativa estar elevada juntamente com temperaturas mais altas. Essa associação das variáveis estimula o aumento de atividades de organismos biológicos inseridos no ambiente (insetos, fungos, grãos de pólen, etc.).

Ainda, os poluentes se deslocam verticalmente e horizontalmente na atmosfera, ou seja, entender o que ocasiona esse deslocamento é fundamental para adotar medidas de controle desses poluentes. O vento é o principal agente de deslocamento horizontal, ele quem irá determinar sua direção e também influenciará na mistura dos poluentes (GUIMARÃES, 2017).

De modo geral, ventos com maiores velocidades ocasionam em uma maior dispersão do MP_{10} , levando-o para mais longe e espalhando-o mais rapidamente no ar, diminuindo sua concentração (TORRES, MARTINS, 2005).

A estação meteorológica de Sorocaba está inserida dentro do centro urbano, ou seja, as diversas barreiras físicas em seu entorno dificultaram a coleta de dados de velocidade do vento, trazendo resultados que podem estar alterados ou que não condizem de fato a realidade. A Figura 5 mostra a relação da velocidade do vento com a concentração de material particulado.

Figura 5 – Relação da velocidade do vento com o MP_{10}

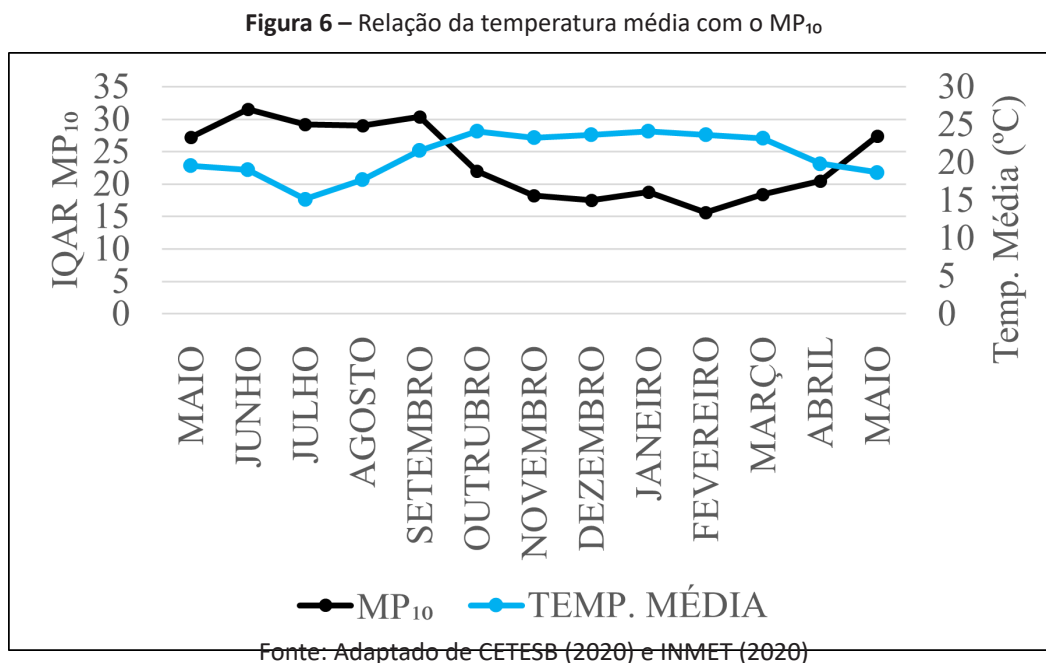


Fonte: Adaptado de CETESB (2020) e INMET (2020)

Como pode ser observado, a faixa média de velocidade nos meses do estudo se mantém próxima a zero, podendo estar associado a interferência das barreiras urbanas, dificultando a análise da variável e impossibilitando a utilização desses dados nas conclusões finais do estudo.

Os poluentes na atmosfera dos centros urbanos se mantêm em certo movimento vertical ocasionado pela inversão térmica, que é quando o ar mais próximo a superfície é esquentado por convecção pela superfície aquecida pelo sol, fazendo com que diminua sua densidade e aumente sua altitude, consequentemente o ar frio mais elevado e mais denso, desce à

superfície, e posteriormente é aquecido pelo solo novamente e aumenta sua altitude. Os poluentes por sua vez realizam esse movimento junto com as massas de ar, aumentando sua taxa de dispersão (TORRES, MARTINS, 2005). Na figura 6 é apresentada a relação da temperatura com os índices de material particulado na quantidade de MP_{10} na atmosfera.



Temperaturas mais elevadas aumentam a movimentação vertical das massas de ar, diminuindo a concentração do material particulado por elevar a sua taxa de dispersão. Nos meses de outubro a março, são os meses mais quentes do ano, as taxas de material particulados nesse período são as menores. Já nos meses de maio a setembro, são mais frios, e os poluentes não sofrem tanto deslocamento vertical, tendem a se concentrar nas camadas mais próximas à superfície, acarretando em uma maior concentração em relação aos meses mais quentes (LOPES *et al.* 2017).

Esses resultados também são encontrados nos estudos de Guerra e Miranda (2011), onde foi relacionado as altas taxas de MP com o período de inverno, e as baixas no verão nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro e Nogarotto *et. al.* (2020) em análise das variáveis meteorológicas em relação ao material particulado (MP_{10}) na cidade de Piracicaba -SP.

Também pode ser observado correlações negativas da temperatura com o índice de MP_{10} de acordo com a correlação de Pearson realizada. Em análise dos dados da temperatura, (Figura 6) é possível notar o comportamento das variáveis onde assim como na umidade relativa, são inversamente proporcionais.

Realizando uma análise geral, o teste de correlação de Pearson realizado mostrou que a umidade relativa e temperatura mínima tiveram correlações negativas com o MP_{10} , mostrando uma proporcionalidade inversa à concentração do poluente no ar. Pode-se encontrar

resultados semelhantes na literatura como os de Marques *et al.* (2019), que verificou a influência direta das variáveis meteorológicas na dispersão do material particulado em Fortaleza-CE usando o método de correlação de Pearson.

Desta forma, vale ressaltar a importância da análise da qualidade do ar em cidades de grande porte, uma vez que tal variável está intimamente relacionada a qualidade de vida da população. Sorocaba apresenta, de maneira geral, boas condições de qualidade do ar. Entretanto, a partir do entendimento da dinâmica dos fatores meteorológicos na dispersão de poluentes, é possível prever o comportamento dos mesmos na superfície, subsidiando assim políticas públicas que promovam a alocação adequada de indústrias e o planejamento urbano coerente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relevância no controle de emissões atmosféricas e a promoção de aumento na melhoria da qualidade do ar se tornam necessárias nos dias atuais dada as altas taxas de emissões de diferentes fontes. Normalmente em cidades de grande porte, a concentração de poluentes em seus centros urbanos é elevada, o que não ocorre em Sorocaba, fato que pode ser explicado pela possível influência do alto índice de arborização urbana da cidade.

Não menos importante, as variáveis meteorológicas mostraram relação com a concentração do MP_{10} nas diferentes épocas do ano, sendo a umidade relativa do ar e temperatura os fatores de maior influência na remoção dos poluentes do ar onde se mostraram inversamente proporcionais ao índice de material particulado.

Contudo, vale destacar que a concentração de poluentes atmosféricos é influenciada pelo conjunto de vários elementos atuando simultaneamente, não somente os parâmetros listados neste estudo, mas também outros como instabilidade atmosférica, umidade relativa no ponto de orvalho, e a ação dos ventos que não pôde ser avaliada no presente estudo.

Ainda, o monitoramento da qualidade do ar é fundamental para entender a dinâmica da poluição atmosférica em grandes cidades, onde os dados podem subsidiar o poder público no processo de tomada de decisão, principalmente no que tange ao planejamento urbano.

Neste contexto, como estudos futuros, sugere-se analisar a qualidade do ar em cidades de grande porte que apresentam rugosidades diferentes, buscando verificar a ação da arborização urbana na qualidade do ar. Também, estudos mais aprofundados sobre a relação das variáveis meteorológicas na concentração de materiais particulados em grandes centros urbanos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. T. de. A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto. 1999. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mineral, Engenharia de Minas, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ANDRADE, V. S. *et al.* Influência do material particulado ($PM_{2,5}$) de queimadas e variáveis meteorológicas na morbidade respiratória de crianças em Manaus- AM. **Revista Geonorte**. v.1, n.4, p. 744-758, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Poluentes Atmosféricos**. 2020. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/poluentes-atmosf%C3%A9ricos.html>. Acesso em: 05 nov. 2020.

CETESB – Companhia ambiental do estado de São Paulo – **Banco de dados QUALAR** 2020. Disponível em: <https://qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/home.do>. Acesso em: 05 nov. 2020.

CETESB. SÃO PAULO. **Qualidade do ar**. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>. Acesso em: 25 nov. 2020.

ELMINIR, Hamdy K. Dependence of urban air pollutants on meteorology. **Science of the Total Environment**, v. 350, n. 1-3, p. 225-237, 2005.

FREITAS, A. de M.; SOLCI, M. C. Caracterização do MP10 e MP2,5 e distribuição por tamanho de cloreto, nitrato e sulfato em atmosfera urbana e rural de Londrina. **Química nova**, v. 32, n. 7, p. 1750-1754, 2009.

GIL, A. C., 1946. **Como elaborar projetos de pesquisa** - 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GUERRA, F. P., MIRANDA, R. M. de *et al.* Influência da meteorologia na concentração do poluente atmosférico pm2,5 na RMRJ e na RMSP. **II Congresso brasileiro de gestão ambiental**. 2011. Acesso em 18 fev. 2021. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/IV-007.pdf>

GUIMARÃES, Claudinei. **Controle e monitoramento de poluentes atmosféricos**. Elsevier Brasil, 2017.

IBGE. **Cidades: SOROCABA** 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/panorama>. Acesso em: 05 nov. 2020.

INMET- Instituto nacional de meteorologia – **Banco de dados 2020**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 05 de nov. 2020.

LIMA, E. C. de, NETO, C. R. de O. Revolução industrial: considerações sobre o pioneirismo industrial inglês. Maringá, **Revista Espaço Acadêmico** n. 194. jul. 2017.

LOPES, T. S. de A. *et al.* Influência das condições meteorológicas da cidade de Natal- RN na dispersão de poluentes atmosféricos. In: **IX simpósio brasileiro de engenharia ambiental, XV encontro nacional de estudantes de engenharia ambiental e III fórum latino americano de engenharia e sustentabilidade**, 9., 2017, Uberlândia. Qualidade do Ar. Uberlândia: Sbea, 2017. p. 1-11.

MARQUES, E. V. *et al.* Influência da arborização e da edificação na dispersão de material particulado respirável em cidade costeira altamente urbanizada (Fortaleza, CE-Brasil). **Revista brasileira de geografia física**. v.12, n.03, p. 913-929, maio 2019.

MENDONÇA, T. B. *et al.* Desenvolvimento de um método para análise de partículas de precipitação seca em ambiente atmosférico. **Atas de Saúde Ambiental** (São Paulo, online), ISSN: 2357-7614 – Vol. 7, Jan-Dez, 2019, p. 18-41.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/CONSELHO NACIONAL DO MEIO

AMBIENTE. Constituição (2018). **Resolução Conama nº 491, de 19 de novembro de 2018.** 223. ed. Brasil, 21 nov. 2018. Seção 1, p. 155. Disponível em: <https://cutt.ly/UIB3mUX>. Acesso em: 15 fev. 2021.

MORAES, S. L. de *et al.* Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, São Paulo, v. 7, n. 35, jan. 2019.

NOGAROTTO, D. C. *et al.* Análise de componentes principais para verificar relação entre variáveis meteorológicas e a concentração de mp10. **Holos**. v.1, fev. 2020.

SANTOS, F. S dos *et al.* Avaliação da influência das condições meteorológicas na concentração de material particulado fino (MP_{2,5}) em Belo Horizonte- MG. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 24, n.2, Rio de Janeiro, mar/abril 2019.

SANTOS, T. C. dos *et al.* Investigação da Relação entre Variáveis Atmosféricas e a Concentração de MP10 E O3 no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v.33, n.4, p. 631-645, abril 2018.

SÃO PAULO. CETESB. **Poluentes**. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>. Acesso em: 05 nov. 2020.

SOROCABA. CETESB. **Plataforma de dados históricos da qualidade do ar**. 2020. Disponível em: <https://aqicn.org/data-platform/register/>. Acesso em: 26 jan. 2020.

SOROCABA. CLIMATE-DATA. **Sorocaba Clima**. 2020. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/sorocaba-756/>. Acesso em: 05 nov. 2020.

SOROCABA. **Plano de arborização urbana de Sorocaba**. Prefeitura de Sorocaba. Lei nº 10.521, de 17/7/2013 – fls. 3. Acesso em 18/02/2021. Disponível em:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/municipioverdeazul/2016/07/au1-lei-10521-2013-anexo-i-plano-sorocaba.pdf>

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Primeira Conferência Global da OMS sobre Poluição do Ar e Saúde. 2018.** Disponível em: <https://www.who.int/airpollution/events/conference/en/>. Acesso em: 25 fev. 2021.

TORRES, F. T. P., MARTINS, L. A. Fatores que influenciam na concentração do material particulado inalável na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, Juiz de Fora, v. 4, n. 16, pág. 23-39, out. 2005.

WEATHER SPARK (Minneapolis). Cedar Lake Ventures. **Condições meteorológicas médias de Sorocaba. 2020.** Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30153/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Sorocaba-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 24 fev. 2021.

WEAVER, K. F. *et al.* **An introduction to statistical analysis in research: with applications in the biological and life sciences**. John Wiley & Sons, 2017.

YANG, J. *et al.* The urban forest in Beijing and its role in air pollution reduction. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s.l.], v. 3, n. 2, p.65-78, jan. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2004.09.001>.

ZHANG, W.; LAWELL, CY. C. L.; UMANSKAYA, Victoria I. The effects of license plate-based driving restrictions on air quality: Theory and empirical evidence. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 82, p. 181-220, 2017

EVALUATION OF AIR QUALITY IN THE CITY OF SOROCABA - SP: AN APPROACH ON INALABLE PARTICLES

ABSTRACT – The increase in emission sources and the concentration of air pollutants in recent years has led to a number of impacts on society and the environment, leading researchers to study the phenomena that influence their amount in the atmosphere. In this context, this article aims to analyze the effect of weather variables on the concentration of particulate matter less than 10 μm (MP_{10}) in the city of Sorocaba-SP. For this purpose, meteorological data (precipitation, relative humidity, wind speed and temperature) were analysed from May 2019 to May 2020 obtained by the INMET database and associated with the MP_{10} indices provided by QUALAR's online platform. With the analysis of the MP_{10} indices it was observed that the city of Sorocaba is mostly located in the "Good" category of air quality according to resolution CONAMA 491/2018 which may be related to the quality of the urban arborization of the site. Still, from the construction of the graphs of relation of the parameters and the analysis of the correlation of Pearson it was found that the relative humidity and temperature are the most relevant factors in the dispersion of the particular material. This underlines the importance of air quality monitoring to subsidise public policies that guarantee the environmental quality of cities.

KEYWORDS: Air Pollutants, Index Air quality, Particulate Material.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água 111, 154
Amazônia 38, 41, 98, 107, 121, 122, 124, 134, 162
Análise 7, 47, 50, 51, 52, 55, 59, 60, 65, 69, 91, 149, 164, 178
Ar 167
Árborização 7, 137, 138, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 167, 170, 172, 176, 177, 178
Área de contribuição 60, 63
Área de influência específica 63
Área de proteção ambiental 42
Áreas verdes 152, 153, 159
Arenito Caiuá 152, 153, 159
Armazenamento 152, 153, 159
Atmosférico 152, 153, 159
Avaliação 152, 153, 159

B

Bacia 152, 153, 159
Balanço hídrico 152, 153, 159
Biocombustíveis 152, 153, 159
Bioma 152, 153, 159

C

Capitalismo 152, 153, 159
Características morfométricas 152, 153, 159
Carbonização 152, 153, 159
Carvão vegetal 152, 153, 159
Carvoaria 152, 153, 159
Cobertura vegetal 152, 153, 159
Compactação 152, 153, 159
Consciente 152, 153, 159
Conscientização 152, 153, 159
Consumidor 152, 153, 159
Consumismo 152, 153, 159
Consumo 152, 153, 159
Correlação de Pearson 152, 153, 159
Crescimento 152, 153, 159
Cultivo 152, 153, 159
Curvas de aprendizagem 152, 153, 159

D

Decisão 152, 153, 159
Descarte 152, 153, 159
Desenvolvimento sustentável 152, 153, 159
Desigualdade social 152, 153, 159
Desmatamento 152, 153, 159
Diagnóstico ambiental 152, 153, 159
Dilema 152, 153, 159
Distribuição espacial 152, 153, 159
Drenagem 152, 153, 159

E

Ecológico 152, 153, 159
Economia 152, 153, 159
Ecossistemas 152, 153, 159
Educação ambiental 152, 153, 159
El Niño 152, 153, 159
Energia eólica 152, 153, 159
Energia fotovoltaica 152, 153, 159
Energia renovável 152, 153, 159
Erodibilidade 152, 153, 159
Erosão 152, 153, 159
Erosividade 152, 153, 159
Escassez 152, 153, 159
Espaço público 152, 153, 159
Etanol 152, 153, 159
EUPS 152, 153, 159
Evapotranspiração 152, 153, 159
Exploração 152, 153, 159

F

Financiamento 152, 153, 159
Fonte de emissão 152, 153, 159
Fonte energética 152, 153, 159
Fragilidade ambiental 152, 153, 159

G

Geoestatística 152, 153, 159
Geoprocessamento 152, 153, 159

H

Hidroeletricidade 152, 153, 159
Hidrologia 152, 153, 159

I

Indicadores 152, 153, 159
Índice 152, 153, 159
Industrialização 152, 153, 159
IQA 152, 153, 159
Ivatuba 152, 153, 159

L

La Niña 152, 153, 159
Lazer 152, 153, 159

M

Madeira 152, 153, 159
Manejo seletivo 152, 153, 159
Mapeamento 152, 153, 159
Mata ciliar 152, 153, 159
Medicamento 152, 153, 159
Miconia serialis 152, 153, 159
Microbacia 152, 153, 159
MODIS 152, 153, 159
Mudanças climáticas 152, 153, 159
Multicritério 152, 153, 159
Municípios verdes 152, 153, 159

O

Oscilação 152, 153, 159

P

Pantanal 152, 153, 159
Pará 152, 153, 159
Paraguai 152, 153, 159
Parâmetros hidrológicos 152, 153, 159
Parque 152, 153, 159
Particulado 152, 153, 159
Partículas inaláveis 152, 153, 159
Perda de solo 152, 153, 159
Piauí 152, 153, 159
Planejamento ambiental 152, 153, 159
Políticas públicas 152, 153, 159

Poluição 152, 153, 159
População 152, 153, 159
Precipitação 152, 153, 159
Processamento 152, 153, 159
Produção 152, 153, 159

Q

Qualidade 152, 153, 159
Quasi-bienal 152, 153, 159

R

Renda 152, 153, 159
Renovável 152, 153, 159
Resíduo 152, 153, 159
Resistência do solo 152, 153, 159
Reutilização 152, 153, 159
Revitalização 152, 153, 159
Revolução Industrial 152, 153, 159
Ribeirão Vermelho 152, 153, 159
Rio Grande 152, 153, 159

S

SIG 152, 153, 159
Sociedade 152, 153, 159
Socioambiental 152, 153, 159
Solo 152, 153, 159
Sorocaba 152, 153, 159
Sustentabilidade 152, 153, 159

T

Tratamento 152, 153, 159
TRMM 152, 153, 159

U

Urbano 152, 153, 159
Uso do solo 152, 153, 159

V

Vazão 152, 153, 159

SOBRE AS ORGANIZADORAS

Cláudia Hitomi Watanabe Rezende

Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP-2012), com mestrado em Ciências Ambientais (UNESP-2015) e doutorado co-tutela em Ciências Ambientais pela UNESP e *Earth and Environment Science and Physics of the Universe in Paris* pela Université de Paris (ICT Sorocaba/Brasil e IGP/França-2020). Bolsista de iniciação científica pelo CNPq e bolsista de Mestrado e Doutorado pela FAPESP. Possui experiência internacional no *Institut de Physique du Globe de Paris* com bolsa de estágio pela FAPESP (BEPE). Tem experiência na área ambiental, atuando nos temas: ecotoxicologia aquática, química ambiental, matéria orgânica natural, contaminantes emergentes, toxicidade de nanopartículas, metais e metaloides. Atualmente é professora colaboradora da Universidade Estadual de Maringá (UEM) Campus Umuarama no Departamento de Meio Ambiente e pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) ICT Sorocaba no departamento de Engenharia Ambiental.

Patricia Almeida Sacramento

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2006), Mestre em Ciências Ambientais (2011) e Doutora em Ciências (2016), pelo Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista de Mestrado e Doutorado pelo CNPq. Tem desenvolvido trabalhos nas áreas de Ecologia de ecossistemas aquáticos, Educação Ambiental e Resíduos Sólidos atuando nas seguintes linhas de pesquisa: ecologia trófica, ecologia isotópica, estrutura de metacomunidades, diagnóstico ambiental de riachos e diagnóstico da geração de resíduos sólidos. Atualmente é professora colaboradora no Departamento de Meio Ambiente da Universidade Estadual de Maringá.

Yara Campos Miranda

Bacharel em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), instituição na qual também realizou uma especialização em Gestão Ambiental de Municípios (2018). É mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Atualmente, está concluindo o doutorado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), trabalhando com planejamento ambiental, valoração ambiental e avaliação de impactos ambientais. Possui experiência na área ambiental, atuando como conteudista para a Kroton Educacional e professora colaboradora no Departamento de Meio Ambiente da Universidade Estadual de Maringá.

Pesquisas Multidisciplinares Aplicadas ao Meio Ambiente Vol. I

www.bookerfield.com



contato@bookerfield.com



[@bookerfield](https://www.instagram.com/bookerfield)



Bookerfield Editora



Pesquisas Multidisciplinares Aplicadas ao Meio Ambiente Vol. I

www.bookerfield.com 

contato@bookerfield.com 

[@bookerfield](https://www.instagram.com/bookerfield) 

Bookerfield Editora 

ISBN: 978-65-89929-01-7

