

LEONARDO TULLIO
(ORGANIZADOR)

PAUTA AMBIENTAL BRASILEIRA E A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE



LEONARDO TULLIO
(ORGANIZADOR)

PAUTA AMBIENTAL BRASILEIRA E A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Pauta ambiental brasileira e a promoção da sustentabilidade

Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Leonardo Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
P335	Pauta ambiental brasileira e a promoção da sustentabilidade / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0271-8 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.718223005 1. Sustentabilidade e meio ambiente. I. Tullio, Leonardo (Organizador). II. Título. CDD 333.72
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A obra “Pauta ambiental brasileira e a promoção da sustentabilidade” aborda uma apresentação de 11 capítulos envolvendo pesquisas que englobam educação, projetos e manejo sustentável no cenário ambiental.

Pesquisar sobre variáveis que pressupõem a sustentabilidade no meio, é assunto com ênfase no cenário nacional e mundial. Esclarecer relações entre ação humana e ambiente é o foco principal desta obra. Os autores trazem aspectos da sociedade em contribuição para um mundo mais sustentável.

O cenário das mudanças climáticas são preocupantes e exigem pesquisas que vão além, que definam estratégias de conservação, manejo e educação social. Pois a remediação de um problema nem sempre é uma tarefa fácil, mas tendo a percepção da realidade em que vivemos podemos traçar metas e rumos para novos caminhos.

Educação ambiental faz parte e se torna cada vez mais evidente como resultado primordial para a conscientização dos problemas ambientais e a promoção de virtudes que proponham a sustentabilidade do meio.

Na leitura dos capítulos, serão discutidos esses aspectos por pesquisadores preocupados em demonstrar possibilidades para uma abordagem mais técnica e ao mesmo tempo refletiva sobre o tema ambiental.

Sustentabilidade é possível agirmos já?

A resposta para essa pergunta iremos descobrir a seguir. Boa leitura.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

BIOMONITORING OF POTENTIALLY TOXIC ELEMENTS IN TWO POLLUTED AREAS FROM LURIGANCHO-CHOSICA USING THE GENUS *Tillandsia latifolia* AND *T. purpurea* AS BIOMONITOR

Alex Rubén Huamán de La Cruz

Adriana Gioda

Nancy Curasi Rafael

Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Andrés Camargo Caysahuana

Alberto Rivelino Patiño Rivera

Julio Ángeles Suazo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230051>

CAPÍTULO 2..... 16

CONSUMO, SUSTENTABILIDADE E SOCIEDADE: FATORES CLIMÁTICOS SOB A ÓTICA ECONÔMICO-ECOLÓGICA

Barbara Lúcia Guimarães Alves

Nathalia Guimarães Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230052>

CAPÍTULO 3..... 29

A EDUCAÇÃO NA PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE: CULTURA E NATUREZA COMO PATRIMÔNIOS DE PRESERVAÇÃO

Carlos César Leonardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230053>

CAPÍTULO 4..... 44

INCENTIVOS PÚBLICOS A PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA NA PROPRIEDADE FAMILIAR RURAL DO RS: PROPOSTAS PARA REGULAMENTAÇÃO DO CÓDIGO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE 2020

Domingos Benedetti Rodrigues

Cristian Maidana

Gabriela Colomé Moreira

Fabrcio da Silva Aquino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230054>

CAPÍTULO 5..... 55

CONTRIBUIÇÃO DAS COOPERATIVAS DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS PARA A REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Jefferson Faria Dionisio de Oliveira

Emília Wanda Rutkowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230055>

CAPÍTULO 6..... 63

BIOMONITORING OF TOXIC ELEMENTS IN PLANTS COLLECTED NEAR LEATHER

TANNING INDUSTRY

Alex Rubén Huamán de La Cruz

Adriana Gioda

Nancy Curasi Rafael

Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Andrés Camargo Caysahuana

Alberto Rivelino Patiño Rivera

Julio Ángeles Suazo

Ide Unchupaico Payano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230056>

CAPÍTULO 7..... 76

UM ESTUDO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS
DESCARTADOS DA INDÚSTRIA DE VESTUÁRIO

Natalia Gonçalves dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230057>

CAPÍTULO 8..... 89

CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E COEXISTÊNCIA DO RURAL NO URBANO NA APA
BACIA DO RIO DO COBRE/SÃO BARTOLOMEU, SALVADOR-BA (BR)

Débora Carol Luz da Porciúncula

Cristina Maria Macêdo de Alencar

Manuel Vitor Portugal Gonçalves

Mariana Reis Santana

Vinnie Mayana Lima Ramos

André Augusto Araújo Oliveira

Gláucio Alâ Vasconcelos Moreira

Thiago Guimarães Siqueira de Araújo

Fátima Carmelo Balthazar da Silveira Lima

Flávio Souza Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230058>

CAPÍTULO 9..... 113

PERCEPÇÃO SOBRE O PROJETO QUELÔNIOS DO ARAGUAIA NO MUNICÍPIO DE
SANTA MARIA DAS BARREIRAS, PARÁ, BRASIL

Vanessa Lima Araújo Luz

Adriana Malvasio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7182230059>

CAPÍTULO 10..... 127

TÉCNICAS MPPT: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PRINCIPAIS MÉTODOS E
SUA INFLUÊNCIA NA EFICIÊNCIA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

José Ramon Nunes Ferreira

Alberto Grangeiro de Albuquerque Neto

Vinívios dos Santos Mangueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71822300510>

CAPÍTULO 11 136

**UMA VISÃO INTERDISCIPLINAR DOS EFEITOS DO MANEJO DO SOLO EM BACIAS
HIDROGRÁFICAS**

Mauricio Willians de Lima

Yasmin di Paula Teixeira Oliveira

Jaqueline Silva de Oliveira

Deimid Rodrigues da Silva

Maria Carolina Sarto Fernandes Rodrigues

João Elias Lopes Fernandes Rodrigues

Maria de Lourdes Souza Santos

Flávia Kelly Siqueira de Souza

Antonio Rodrigues Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71822300511>

SOBRE O ORGANIZADOR 160

ÍNDICE REMISSIVO 161

CAPÍTULO 1

BIOMONITORING OF POTENTIALLY TOXIC ELEMENTS IN TWO POLLUTED AREAS FROM LURIGANCHO-CHOSICA USING THE GENUS *Tillandsia latifolia* AND *T. purpurea* AS BIOMONITOR

Data de aceite: 02/05/2022

Alex Rubén Huamán de La Cruz

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental,
Universidad Nacional Intercultural de la Selva
Central Juan Santos Atahualpa (UNISCJSA)
La Merced – Perú
<https://orcid.org/0000-0003-4583-9136>

Adriana Gioda

Departamento de Química, Pontifícia
Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-
Rio)
Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/3948737758921845>

Nancy Curasi Rafael

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental,
Universidad Peruana Unión (UPeU)
Lima – Perú
<https://orcid.org/0000-0001-8148-4366>

Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Vicerrectorado de Investigación, Universidad
Peruana Los Andes (UPLA)
Huancayo – Perú
<https://orcid.org/0000-0003-1940-8383>

Andrés Camargo Caysahuana

Escuela Profesional de Ingeniería Civil,
Universidad Nacional Intercultural de la Selva
Central Juan Santos Atahualpa (UNISCJSA)
La Merced – Perú
<https://orcid.org/0000-0003-3509-4919>

Alberto Rivelino Patiño Rivera

Escuela Profesional de Administración de
Negocios Internacionales, Universidad Nacional
Intercultural de la Selva Central Juan Santos
Atahualpa (UNISCJSA)
La Merced – Perú
<https://orcid.org/0000-0002-3783-9796>

Julio Ángeles Suazo

Escuela Profesional de ingeniería Forestal y
Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de
Tayacaja Daniel Hernández Morillo
Pampas – Perú
<https://orcid.org/0000-0001-8327-9032>

ABSTRACT: In the present study, an urban and industrial area were evaluated through a biomonitoring study employing the *Tillandsia purpurea* and *T. latifolia* species as a biomonitor. Plants were collected from a non-contaminated area and transplanted and exposed for three months into study areas to determine metal accumulation. Sixteen elements (Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Pb, Rb, Sb, V, and Zn) were measured using ICP-MS analysis. Datasets were assessed by one-way ANOVA, exposed-to-baseline (EB) ratio, and principal component analysis. Results showed significant differences among study areas for most elements, but no differences were found between species. According to EB ratios, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, V, and Zn showed EB ratios > 1.75 for both *Tillandsia* species around the industrial area, indicating influence from the Smelter plant. Ba, Sb, and Zn showed EB ratios > 1.75 in the urban area for both plants, indicating the releasing of

pollutants from vehicular sources. PCA showed that most elements are derived from vehicular sources, industrial activities, and dust resuspension.

KEYWORDS: Metals, pollution, biomonitoring, *Tillandsia* genus, two polluted areas.

RESUMO: No presente estudo, uma área urbana e industrial foi avaliada através de um estudo de biomonitoramento utilizando as espécies *Tillandsia purpurea* e *T. latifolia* como biomonitor. As plantas foram coletadas de uma área não contaminada e transplantadas e expostas por três meses nas áreas de estudo para determinar o acúmulo de metal. Dezesesseis elementos (Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Pb, Rb, Sb, V e Zn) foram medidos usando análise ICP-MS. Os conjuntos de dados foram avaliados por ANOVA de uma via, razão exposição-base (EB) e análise de componentes principais. Os resultados mostraram diferenças significativas entre as áreas de estudo para a maioria dos elementos, mas não foram encontradas diferenças entre as espécies. De acordo com as razões de EB, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, V e Zn apresentaram razões de EB > 1,75 para ambas as espécies de *Tillandsia* ao redor da área industrial, indicando influência da planta de fundição. Ba, Sb e Zn apresentaram razões de EB > 0,1,75 na área urbana para ambas as plantas, indicando a liberação de poluentes de fontes veiculares. A PCA mostrou que a maioria dos elementos são derivados de fontes veiculares, atividades industriais e ressuspensão de poeira.

PALAVRAS-CHAVE: Metais · Poluição · Biomonitoramento · *Gênero Tillandsia* · Duas áreas poluídas.

1 | INTRODUCTION

Atmospheric emissions and posterior deposition of different trace elements into the environment released from anthropogenic activities have substantially increased (De La Cruz et al., 2019). The presence or release of toxic elements into the atmosphere is of great concern due to that these elements are very stable, are easily dispersed a lot in the environment, non-degradable, and are toxic even at low concentrations (Matin et al., 2016). Industrial activities and traffic from urban areas (vehicular exhaust and road dust) are the main responsible for releasing potentially toxic elements in different sizes, states (solid and/or liquid), and forms into the atmosphere (De La Cruz et al., 2020). Since the deposition and inhalation of these trace elements may produce negative impacts on the health of humans and the ecosystem arises the need and importance to monitor the contamination state.

Monitoring studies may contribute with relevant information, which may be used to implement strategies of prevention and preservation of the environment. However, monitoring studies usually need to use expensive equipment, qualified staff, and many times the high cost of maintenance. Recently, biomonitoring studies (inexpensive alternative method) using epiphytic species of several *Tillandsia* species have been successfully applied to determine the anthropogenic sources of trace metals present in the atmosphere (De La Cruz et al., 2018; Goix et al., 2013; Pinto et al., 2006). Epiphytic plants have the habit of obtaining nutrients, minerals, and moisture from the atmosphere via wet and dry deposition. Their morphology and physiology characteristics related to this type of nutrition (e.g. trichomes)

make these species candidates key for biomonitoring studies (Sanchez-Chardi, 2016). Likewise, these species are well distributed in South, Central, and North America (Fontoura et al., 2012; Hesse, 2012) to answer the questions: (i. The genus *Tillandsia latifolia* is native to Peru and Ecuador. It has thick light green leaves which are covered totally by trichomes with growth slow and size between feet (Rundel and Dillon, 1998). *Tillandsia purpurea* are endemic species from Peru and Chile (Rundel and Dillon, 1998). It grows on rock, sand, and xerophytic vegetation with stemless to long-caulescent species (Rundel and Dillon, 1998).

Among *Tillandsias* species more widely used and reported in the scientific literature as bio-accumulators of metals in different areas of study (urban, agricultural, and industrial) are the *Tillandsia capillaris* (e.g. Abril and Bucher, 2009; Bedregal et al., 2012, 2009; Goix et al., 2013; Rodriguez et al., 2011; Schreck et al., 2016; Wannaz et al., 2013), and *Tillandsia usneoides* (Ferreira, 2014; Figueiredo et al., 2007; Santos et al., 2017; Schreck et al., 2020; Techato et al., 2014; Vianna et al., 2011) Brazil. Five consecutive transplantation experiments (8 weeks each which were carried out mainly in Brazil and Argentina, respectively. Although, other *Tillandsia* species understudied were also reported in the literature. For example, *Tillandsia permutata* (Wannaz et al., 2006), *Tillandsia recurvata* (Chaparro et al., 2015; Sanchez-Chardi, 2016), *Tillandsia albida* (Kováčik et al., 2012), *Tillandsia bulbosa* and *Tillandsia caput-medusae* (Brighigna et al., 2002), and *Tillandsia retorta* (Wannaz and Pignata, 2006).

In Perú, biomonitoring studies using *Tillandsia* species are scarce. Until now, only two works were reported, both assessed metals using *T. capillaris* in Lima city (Bedregal et al., 2009) and Huancaayo city (De La Cruz et al., 2020). Therefore, the main purposes of this study were: (i) to quantify sixteen trace element accumulation in the *T. latifolia* and *T. purpurea* transplanted and exposed during three months in an industrial and urban area from the Peruvian city of Lurigancho-Chosica; (ii) evaluate the pollution levels through EB-ratio to determine its possible sources of contamination.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 Site description

Lurigancho-Chosica is located in the valley of the Rímac River, Lima Province in Peru (12.0097° S, 76.9054° W) at 861 m a.s.l. Climatic is tropical with an average annual temperature and rainfall of 26 °C and 2437 mm, respectively. Lurigancho-Chosica hosts Jicamarca and Cajamarquilla zones, where one of the principal zinc refineries named “Cajamarquilla” is located. Cajamarquilla is the largest zinc smelter in Latin America and the sixth largest globally. Sulfuric acid, copper cement, silver concentrate, and cadmium sticks are other products produced (Nexa, 2017).

The urban area covers an area of 236.47 km² and 204,814 inhabitants estimated

in 2017 (INEI, 2007). Vehicular traffic (passenger cars, buses, trucks, motorcycles, etc.) is intense in this area due to that is used as a commercial connection between the mountains and the coast Peruvian. Likewise, the vehicular fleet is powered mainly by gasoline, petroleum derivatives, and natural gas (GNV) (MTC, 2018).

2.2 Sampling method

Plants of *T. latifolia* and *T. purpurea* were collected from tree trunks of a non-contaminated area located in San Mateo District, Huarochiri Province, Peru (11°45'31'' S - 76°18'00''W). This area is characterized by low air pollutant emissions and represents the initial condition (baseline site) of these species. The specimens collected were placed in paper bags and transported to the laboratory. In the laboratory, plants were cleaned manually of debris and strange materials. After that, were acclimated for 7 days in an ambient free of contamination before transplantation.

Bags (nylon net) containing ~20 g *T. latifolia* and *T. purpurea* by separate were prepared according to Bermudez et al., (2009) and transplanted simultaneously to two areas: urban area (Figure 1) and industrial area (Figure 2) with different atmospheric pollution. In total 78 samples (39 samples of each plant) were prepared. Three samples randomly selected of each species were not transplanted to obtain values of not-exposed (*baseline* values - T_0) species which were preserved until analysis. In each area, thirty-six (eighteen samples of *T. latifolia* and *T. purpurea*) samples were exposed for 3 months during the dry season from 01/04/2019 to 10/07/2019. Samples were tied up on tree trunks using small plastic cable ties considering 1.5 m of height (to avoid soil influence) and a distance minimum of 100 meters among samples at each monitoring area. During the transplantation period, 2 samples were lost, with 70 samples remaining being re-sampled and transported to the laboratory for analysis. In the laboratory, the samples were carefully cleaned with short washing of bi-distilled water as recommended by the international harmonized approach to biomonitoring trace element atmospheric deposition (Smodiš and Bleise, 2002). Then, exposed and not exposed samples were oven-dried at 50 °C until constant weight reached (48-72 h), milled, homogenized, sieved through a 2.0 mm mesh, and stored in polyethylene 50 mL tubes.

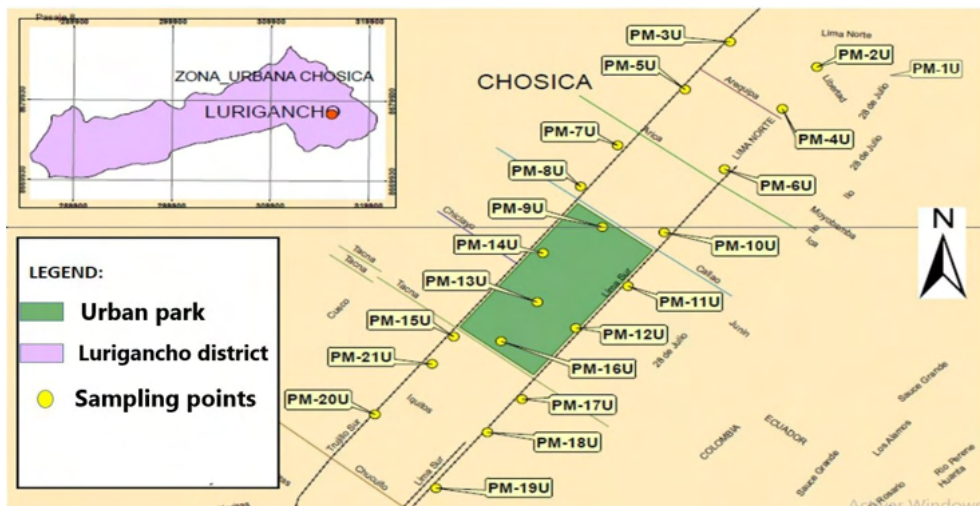


Fig. 1 Location of the sampling sites in the Urban area. Map prepared with Arc GIS 10.0 software analysis.

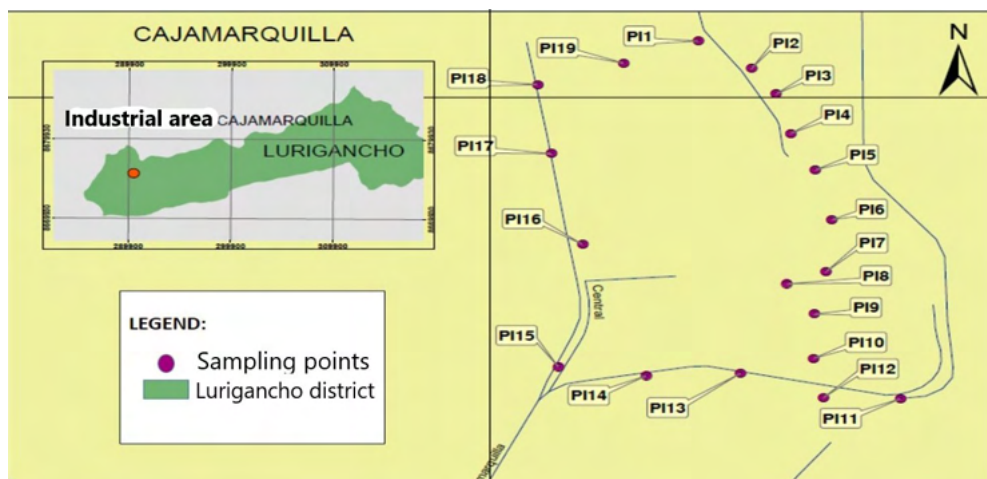


Fig. 2 Location of the sampling sites in the Industrial area. Map prepared with Arc GIS 10.0 software analysis.

2.3 Major and trace elements determination

Triplicate of each sample from 0.250 ± 0.003 g dry weight (DW) was weighted with a digital balance and placed into a Savillex Teflon bottle with 3 mL bi-distilled HNO_3 (65%) and 0.5 mL of H_2O_2 . The chemical decomposition was carried out on a hot plate for 4 h at 300°C . After decomposition, samples were transferred into a 50 mL Falcon tube and diluted to 20 mL using Milli-Q water with 2% HNO_3 and rhodium as an internal standard. Major and trace elements were quantified by an Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) Elan DRC II (Perkin Elmer SCIEX, Norwalk, CT, USA). Quality assurance and measurement

traceability was ensured by measuring two certified reference materials (CRM): SRM 1515 “Apple leaves” and SRM 1573 “Tomato leaves”, both published by the National Institute of Standards and Technology (NIST). Likewise, triplicate samples of CRM and blank samples were analyzed in parallel to the samples. All certified elements present satisfying recoveries in the range of 80% - 108%.

2.4 Exposed-to Baseline ratios (EB ratios)

Exposed-to baseline (EB) ratios were computed as the ratio of the concentration measurement of exposed samples to the concentration measured in the not-exposed samples (baseline samples $-T_0$) as suggested by Frati et al., (2005). The values of EB ratios were interpreted through a 5-class scale: severe loss (SL: 0-0.25), loss (L: 0.25-0.75), normal (N: 0.75-1.25), accumulation (A: 1.25-1.75), and severe accumulation (SA: >1.75).

2.5 Statistical analysis

The values obtained were represented as mean $\pm$ SD (standard deviation) and the normal distribution was assessed by Kolmogorov-Smirnov. One-way analysis of variance (ANOVA) and subsequent posthoc Tukey test at 95% confidence interval were used to determine the difference between concentrations of trace elements among areas of study and *Tillandsia* species transplanted. Principal component analysis (PCA) with Varimax rotation was applied to identify possible sources of contamination in the studied areas. All treatment and statistics were performed in the CRAN R version 3.2.6 free software (R Team Core, 2019) using the factoextra package (Kassambara and Mundt, 2017).

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Trace and major elements concentration and EB ratios in *T. latifolia* and *T. purpurea*

Mean concentration $\pm$ standard deviations (SD) and ANOVA results of the elements measured (Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Pb, Rb, Sb, V, and Zn) in *T. latifolia* and *T. purpurea* transplanted at an urban area and industrial area are shown in Table 1. Besides, elements measured in species not-transplanted (*baseline*) also are reported in Table 1. Levels of most elements measured in transplanted areas (urban and industrial areas) were significantly higher than baseline samples, confirming pollutants accumulation capacity for both Bromeliaceae species. The results showed that the sampling location/transplantation had a clear influence on the concentration levels of the analytes in the exposed plant material.

In the urban area, the highest concentration values were found for Ba, Ca, Cd, Cr, Fe, K, Mn, Ni, Pb, Rb, and Zn in *T. latifolia*; Al, As, Co, Cu, Mg, Sb, and V in *T. purpurea*. In the industrial area, As, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Rb, and Zn showed highest

concentrations in *T. latifolia*, while Al, Cd, Pb, Sb, and V in *T. purpurea* (Table 1). For *T. latifolia*, most elements shown the highest concentration values in industrial areas than the urban area (except Ba, Ca, K, and Rb). The *T. purpurea* showed similar behavior with higher concentration for most elements found in the industrial area than the urban area (except Ba, Ca, K, and Mg). Thus, the highest concentrations of most elements were found in the industrial area than the urban area for *Tillandsia latifolia* and *T. purpurea*, except for Ba and Ca who showed higher concentration values in the urban area. Schreck et al., (2016) who exposed plants of *T. capillaris* found Pb, Sb, Sn, and Zn concentrations in plants of Smelter area higher than those from Downtown Oruro (Bolivia) samples. Likewise, Guéguen et al., (2012) urban, rural and remote forested environments in order to collect coarse airborne particles for subsequent chemical characterization. To identify principal polluting sources, isotopic tracers, such as Sr, Nd and Pb isotopic ratios, have been used. The mass deposition rates (MDRs using passive samplers in urban and industrial environments, reported enrichment of As, Cd, Co, Cr, Fe, Ni, Pb, Sb, V, and Zn in the industrial area, while Ba in the urban area. Barium is considered an indicator of vehicle emissions (Goddard et al., 2019). Lima and Callao cities account for 66% of the cars present in the whole Perú (MTC, 2018), therefore Ba concentration found may be related to this activity. Ca is considered as an indicator of cement production (Canbek et al., 2020), and their presence may be ascribed to release from local construction/demolition activities in form of waste and dust resuspension.

As shown in Table 1, significant differences ($p < 0.05$) among the mean concentrations from baseline samples and transplanting sites were found. Besides was observed significant difference ($p < 0.05$) between baseline accumulation values of *T. latifolia* and *T. caperata* for most elements. Likewise, urban and industrial sites were observed differences. However, no significant differences ($p > 0.05$) for most elements (except Co, K, and Rb) were observed between plants in the same area (urban or industrial area). This last result indicates that both species accumulate similarly the pollutants. *T. latifolia* and *T. purpurea* have similar characteristics with thick light green leaves that are covered in trichomes.

The EB ratios calculated according to the scale of Frati et al., (2005) are presented in Table 2 (EB ratio values greater than 1.75 indicates anthropogenic influence). In the industrial area: As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, V, and Zn showed EB ratios > 1.75 for *T. purpurea*, while As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, V, and Zn for *T. latifolia*. These results suggested an elevated enrichment of these elements in the vicinities of the Smelter plant in both species. Likewise, Zn who presented higher concentrations in both species of *Tillandsias* confirms that the Zn smelter has a strong and negative impact on the atmospheric of this area. Schreck et al., (2016) who exposed plants of *T. capillaris* found Pb, Sb, Sn, and Zn in high concentrations around the Smelter plant in Bolivia. Likewise, Basile et al., (2009) reported severe accumulation of Cd and Pb in industrial sites using the moss *Scorpiurum circinatum* from Italy.

In the urban area: Ba, Sb, V (only for *T. purpurea*), and Zn showed EB ratios > 1.75

for both plant species, confirming thus again a similar accumulation capacity of the two *Tillandsias* studied. Ba, Sb, V, Zn, and other elements (e.g., Pb, Ni, and Cd with $1.25 < EB \text{ ratio} < 1.75$) are considered toxic (Hoodaji et al., 2012). Liu et al., (2018) used epiphytic mosses to evaluate metal content on emissions from road traffic in a mountain area and concluded that Zn, Cu, Mn, Cr, Cd (background levels), and Pb were released from vehicle-related materials including tires and brakes. Basile et al., (2009) through the moss *Scorpiurum circinatum* determine heavy metals in urban areas from Italy. They found Cd and Pb to the highest concentrations, which were related to anthropogenic origin. Likewise, De Agostini et al., (2020) reported Al, Cr, Cu, V, and Zn at highest concentrations, which were ascribed to industrial emissions. According to EB ratios and the location, we can assume that these elements were released mainly from vehicular sources related particularly to brake and tire wear and historical deposition.

3.2 Principal component analysis

The Tillandsia data set containing the enrichment factor of 18 trace elements from 2 polluted areas (18 variables x 34 samples) for each area were submitted to principal component analysis.

Table 3, presents the results of PCA after varimax rotation from urban samples, which shows three factors that featured Eigenvalues greater than 1 and explaining the 71.91% of the total variability in the dataset. Factor 1 accounts for 48.68% of the total variance and presents high positive loading for Ba, Ca, Cr, Cu, Mg, Mn, Ni, Sb, V, and Zn. As and Pb show high loading in factor 2, which accounts for 17.00% of the total variance. Factor 3 explains 6.25% of the total variance and was noted positive loadings for Al, Co, and Rb. The communalities of As, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, V, and Zn in the data set were in the range 0.60 – 0.91 indicating that each element was satisfactorily apportioned to the identified factors. However, Al, Cd, and Rb shower communalities values lower than 60%, suggesting that a substantial fraction of their concentrations of these elements could not be apportioned to factors whose Eigenvalues were >1 . Factor 1 grouped 10 elements with significant loadings. At first glance, is noted that the main source of these elements might be anthropogenic due to that Ba, Sb, and Zn presented EB ratios values > 1.75 and Cr, Cu, Ni, and V show accumulation ($1.25 < EB \text{ ratio} < 1.75$) in the urban area. Therefore, the source may be non-exhaust vehicle emissions (e.g., tire and brake wear), since these elements are commonly found in urban areas. Factor 2 has significant loadings of As and Pb, with the lesser influence of Fe and Rb, indicating an influence of both anthropogenic and natural origin, such as apatite (Fe). Factor 3 showed significant loadings of Al, Co, and Rb suggesting primarily natural origin.

Table 4, shows the results of PCA from industrial samples after varimax rotation showing four factors with Eigenvalues greater than 1, and accounting for 74.57% of the total variation in the data set. Factor 1 explains 39.92% of the total variance and shows

high positive loading for Ba, Ca, Cr, Mn, Ni, V, and Zn. Al, As, Fe, and K shown high loading in factor 2 with 18.21% of the total variance. Factor 3 and factor 4 account for 9.86% and 6.57%, respectively. Factor 3 shows positive loading for Al and Rb, while factor 4 only shows positive loading for Sb. Al, As, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Ni, Pb, Rb, Sb, and V in the data set shown communalities in the range of 0.67 – 0.91, suggesting that each element apportioned satisfactorily the factor identified. Cd and Zn showed communalities lower than 60% indicating that a fraction of their concentration of both elements could not be apportioned to factors with Eigenvalues minor than 1. Factor 1 grouped significant loadings of Ba, Ca, Cr, Mn, Ni, V, and Zn, indicating industrial and vehicular sources. Factor 2 showed a strong influence of Al, As, Fe, and K, suggesting natural and anthropogenic origin (De Paula et al., 2015). Factor 3 and factor 4 showed a strong natural origin influence with a significant loading of Rb. Thus, the source may be road dust due to this element is commonly found in soil.

Lima, Peruvian capital is built on a desert strip separating of Andes Mountains and the Pacific Ocean and is known as the world's second-largest desert city after only Cairo, Egypt (Tegel, 2019). Thus, Lurigancho-Chosica is bordered by hills composed mainly of dust and dirt, which are dispersed by windblown and sedimented in houses and road travels. Therefore, the presence of elements may be related to dust resuspension and soil particles. Thus, the results of this study confirm that soil particle resuspension, vehicles, and industrial activities are the main sources of emission of potentially toxic elements into the air of Lurigancho-Chosica.

Element	Baseline <i>T. latifolia</i> (N=3)	Baseline <i>T. purpurea</i> (N=3)	Industrial area <i>T. latifolia</i> (LI) (N=17)	Urban area <i>T. latifolia</i> (LU) (N=17)	Industrial area <i>T. purpurea</i> (PI) (N=17)	Urban area <i>T. purpurea</i> (PU) (N=17)	ANOVA p-valueA
Al	2083 ± 182 ^c	2189 ± 223 ^d	1883 ± 82 ^a	1667 ± 46 ^b	1921 ± 94 ^a	1679 ± 69 ^b	**
As	3.69 ± 1.82 ^c	4.06 ± 1.32 ^d	8.26 ± 0.57 ^a	6.41 ± 1.04 ^b	8.24 ± 1.04 ^a	6.85 ± 0.63 ^b	*
Ba	24.81 ± 8.24 ^c	17.58 ± 7.82 ^d	37.86 ± 4.02 ^a	48.67 ± 4.97 ^b	33.43 ± 4.02 ^a	48.55 ± 3.98 ^b	***
Ca	5020 ± 812	4200 ± 982	5451 ± 348 ^a	5801 ± 397 ^a	5132 ± 274 ^b	5768 ± 351 ^a	**
Cd	0.55 ± 0.12 ^c	0.44 ± 0.22 ^d	5.44 ± 0.48 ^a	0.82 ± 0.12 ^b	5.54 ± 0.50 ^a	0.67 ± 0.14 ^b	***
Co	1.66 ± 0.82 ^a	1.55 ± 0.67 ^a	1.76 ± 0.38 ^a	1.65 ± 0.38 ^a	1.73 ± 0.63 ^a	1.72 ± 0.17 ^a	0.12
Cr	2.09 ± 1.11 ^b	1.53 ± 0.98 ^c	4.44 ± 1.10 ^a	2.63 ± 0.39 ^b	4.16 ± 0.90 ^a	2.45 ± 0.72 ^b	**
Cu	16.79 ± 4.27 ^c	14.38 ± 3.85 ^d	34.00 ± 4.56 ^a	18.70 ± 3.17 ^b	30.30 ± 3.84 ^a	20.03 ± 2.59 ^b	***
Fe	1154 ± 375 ^c	1234 ± 263 ^d	2236 ± 162 ^a	1669 ± 41 ^b	2201 ± 142 ^a	1657 ± 59 ^b	*
K	4534 ± 789 ^c	1620 ± 179 ^d	2331 ± 321 ^a	2416 ± 394 ^a	1984 ± 268 ^a	2080 ± 364 ^a	***
Mg	1482 ± 234 ^d	1357 ± 311 ^c	1581 ± 187 ^a	1383 ± 161 ^c	1544 ± 141 ^a	1700 ± 153 ^b	**
Mn	128.6 ± 23.5 ^c	78.7 ± 32.1 ^d	174 ± 20 ^a	119 ± 11 ^b	153 ± 14 ^a	104 ± 6 ^b	***
Ni	1.33 ± 0.45 ^b	0.93 ± 0.37 ^c	2.82 ± 0.47 ^a	1.86 ± 0.37 ^b	2.57 ± 0.60 ^a	1.51 ± 0.23 ^b	*
Pb	8.86 ± 2.13 ^c	9.13 ± 3.11 ^c	34.14 ± 4.13 ^a	13.92 ± 0.90 ^b	34.82 ± 4.52 ^a	13.80 ± 1.26 ^b	***

Rb	7.42 ± 1.67 ^a	6.74 ± 1.95 ^a	6.83 ± 1.03 ^a	7.29 ± 0.77 ^a	6.32 ± 0.86 ^a	6.70 ± 0.61 ^a	0.07
Sb	610 ± 76 ^c	601 ± 89 ^c	2822 ± 295 ^a	1384 ± 80 ^b	3090 ± 275 ^a	1516 ± 93 ^b	***
V	3.03 ± 0.87 ^c	2.87 ± 0.68 ^d	7.74 ± 0.66 ^a	4.78 ± 0.43 ^b	8.60 ± 1.10 ^a	5.37 ± 0.54 ^b	**
Zn	84 ± 23 ^c	60 ± 25 ^d	2981 ± 434 ^a	178 ± 26 ^b	2342 ± 240 ^c	115 ± 11 ^d	***

A Values on each horizontal line followed by the same letter do not differ significantly at $p < 0.05$. * Mean significant at $p < 0.05$. ** Mean significant at $p < 0.01$. *** Mean significant at $p < 0.001$.

Table 1. Mean trace element concentrations ($\mu\text{g g}^{-1}$ DW) $\pm$ standard deviation (SD) quantified in both areas of study and *Tillandsia* species.

Element	LI	LU	PI	PU
Al	0.90	0.80	0.88	0.77
As	2.24	<i>1.74</i>	2.03	<i>1.69</i>
Ba	<i>1.53</i>	1.96	1.90	2.76
Ca	1.09	1.16	1.22	<i>1.37</i>
Cd	9.89	1.49	12.59	<i>1.52</i>
Co	1.06	0.99	1.12	1.11
Cr	2.12	<i>1.26</i>	2.72	<i>1.60</i>
Cu	2.03	1.11	2.11	<i>1.39</i>
Fe	1.94	<i>1.45</i>	1.78	<i>1.34</i>
K	0.51	0.53	1.22	<i>1.28</i>
Mg	1.07	0.93	1.14	<i>1.25</i>
Mn	1.35	0.93	1.94	<i>1.32</i>
Ni	2.12	<i>1.40</i>	2.76	<i>1.62</i>
Pb	3.85	<i>1.57</i>	3.81	<i>1.51</i>
Rb	0.92	0.98	0.94	0.99
Sb	4.63	2.27	5.14	2.52
V	2.55	<i>1.58</i>	3.00	1.87
Zn	35.49	2.12	38.73	1.90

Normal conditions (0.75-1.25) is indicated by a normal figure, accumulation (1.25-1.75) is highlighted in italic, and severe accumulation in bold (>1.75).

Table 2. EB ratios calculated for 18 elements measured in the samples transplanted in the urban and industrial areas using plants of *T. latifolia* and *T. purpurea* exposed for three months.

Element	PC1	PC2	PC3	Communalities
Al	-0.498	0.238	<i>0.526</i>	0.50
As	0.147	0.843	0.281	0.81
Ba	0.958	-0.001	-0.074	0.93
Ca	0.864	-0.125	-0.142	0.78
Cd	0.374	0.423	0.317	0.42
Co	<i>0.683</i>	0.052	<i>0.585</i>	0.60
Cr	0.767	0.025	0.336	0.70
Cu	0.840	0.357	-0.259	0.90
Fe	<i>0.694</i>	0.424	-0.024	0.66
K	<i>0.669</i>	-0.330	-0.034	0.87
Mg	0.899	-0.151	-0.019	0.83
Mn	0.931	-0.193	-0.082	0.91
Ni	0.747	0.453	-0.012	0.76
Pb	0.026	0.775	-0.352	0.73
Rb	0.315	0.499	<i>0.517</i>	0.52
Sb	0.763	0.110	-0.077	0.60
V	0.797	0.187	0.333	0.78
Zn	0.738	<i>0.620</i>	-0.017	0.65
Eigenvalues	8.759	3.061	1.125	
% of total variance	48.658	17.009	6.249	
% of cumulative variance	48.658	65.667	71.91	

Principal component analysis (PCA) with Varimax rotation, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) with an eigenvalue > 1 was considered.

Table 3. Principal component analysis result for urban samples. Elements with correlation values greater than 0.7 (are considered to be significant) are listed in **bold**; higher than 0.5 and lower than 0.7 in *italics*.

Element	PC1	PC2	PC3	PC4	Communalities
Al	0.176	0.708	<i>0.521</i>	-0.021	0.71
As	-0.164	0.733	-0.077	0.422	0.75
Ba	0.879	0.001	0.085	-0.098	0.79
Ca	0.804	-0.290	0.067	0.277	0.82
Cd	0.358	0.049	-0.603	0.081	0.50
Co	<i>0.648</i>	0.260	0.088	-0.413	0.67
Cr	0.877	0.059	0.208	-0.202	0.86
Cu	<i>0.535</i>	0.495	-0.399	0.154	0.71
Fe	-0.003	0.840	0.264	-0.187	0.81
K	0.444	0.701	-0.008	-0.073	0.91
Mg	<i>0.678</i>	0.216	0.303	0.344	0.72
Mn	0.893	-0.313	0.077	0.047	0.90
Ni	0.888	-0.051	0.076	-0.077	0.80
Pb	0.360	<i>0.661</i>	-0.324	-0.216	0.73
Rb	0.257	-0.033	<i>0.605</i>	<i>0.524</i>	0.71
Sb	<i>0.505</i>	0.024	-0.570	0.376	0.72
V	0.886	-0.028	-0.009	-0.202	0.83
Zn	0.738	0.229	-0.155	0.069	0.51
Eigenvalues	7.186	3.278	1.77	1.18	
% of total variance	39.924	18.211	9.867	6.571	
% of cumulative variance	39.924	58.135	68.002	74.573	

Principal component analysis (PCA) with Varimax rotation, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) with an eigenvalue > 1 was considered.

Table 4. Principal component analysis result for industrial samples. Elements with correlation values greater than 0.7 (are considered to be significant) are listed in **bold**; higher than 0.5 and lower than 0.7 in *italics*.

4 | CONCLUSIONS

The present study represents the first report about the level of pollution of airborne trace elements in urban and industrial areas from Lurigancho-Chosica, Lima-Peru, using two *Tillandsia* species. *T. latifolia* and *T. purpurea* used as a biomonitor. Both *Tillandsia* species behaved as effective biomonitors to evaluate air quality in urban and industrial areas. The results showed the impact of anthropogenic sources in the industrial area related to As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, V, and Zn whose elements presented EB ratios > 1.75 which were related to smelter plant, being the Zn the element with the highest value. Ba, Sb, and Zn were found at elevated concentrations and more enriched in the urban area for both species, relating these elements to the releasing of pollutants from vehicular traffic. Likewise, Ca may be influenced by the cement dispersion. PCA analysis showed consistent segregation of the elements studied. Most elements were related to vehicle emission, industrial activities, and dust resuspension (natural origin).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to Universidad Peruana Unión (UPEU) for financial support.

REFERENCES

- Abril, A.B., Bucher, E.H., 2009. A comparison of nutrient sources of the epiphyte *Tillandsia capillaris* attached to trees and cables in Cordoba , Argentina. *J. Arid Environ.* 73, 393–395. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2008.10.005>
- Basile, A., Sorbo, S., Aprile, G., Conte, B., Castaldo Cobiانchi, R., Pisani, T., Loppi, S., 2009. Heavy metal deposition in the Italian “triangle of death” determined with the moss *Scorpiurum circinatum*. *Environ. Pollut.* 157, 2255–2260. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.04.001>
- Bedregal, P., Mendoza, P., Ubillús, M., Torres, B., Hurtado, J., Ily Maza, R.E., 2009. El uso de *Usnea* sp . y *Tillandsia capillaris*, como biomonitores de la contaminación ambiental en la ciudad de Lima, Peru. *Rev. Soc. Quim. del Peru* 75, 479–487.
- Bedregal, P., Ubillús, M., Hurtado, J., Mendoza, P., 2012. Evaluación de la contaminación atmosférica en puntos críticos de la ciudad de Lima y Callao , utilizando *Tillandsia capillaris* como biomonitor. *Inf. Científico Tecnológico* 12, 41–47. <https://doi.org/1684-1662>
- Bermudez, G.M.A., Rodriguez, J.H., Pignata, M.L., 2009. Comparison of the air pollution biomonitoring ability of three *Tillandsia* species and the lichen *Ramalina celastri* in Argentina. *Environ. Res.* 109, 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.08.014>
- Brighigna, L., Papini, A., Mosti, S., Cornia, A., Bocchini, P., Galletti, G., 2002. The use of tropical bromeliads (*Tillandsia* spp.) for monitoring atmospheric pollution in the town of Florence, Italy. *Rev. Biol. Trop.* 50, 577–584.
- Canbek, O., Shakouri, S., Erdogan, S.T., 2020. Laboratory production of calcium sulfoaluminate cements with high industrial waste content. *Cem. Concr. Compos.* 106, 103475. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.103475>

- Chaparro, Mauro A E, Chaparro, Marcos A E, Castañeda Miranda, A.G., Böhnelt, H.N., Sinito, A.M., 2015. An interval fuzzy model for magnetic biomonitoring using the specie *Tillandsia recurvata* L. *Ecol. Indic.* 54, 238–245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.02.018>
- De Agostini, A., Cortis, P., Cogoni, A., 2020. Monitoring of air pollution by moss bags around an oil refinery: A critical evaluation over 16 years. *Atmosphere (Basel)*. 11, 1–14. <https://doi.org/10.3390/atmos11030272>
- De La Cruz, A., Ayuque, R.F.O., De La Cruz, R.W., López-gonzales, J.L., Gioda, A., 2020. Air quality biomonitoring of trace elements in the metropolitan area of Huancayo, Peru using transplanted *Tillandsia capillaris* as a biomonitor. *Annals Brazilian Acad. Soc.* 92, 1–17. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020180813>
- De La Cruz, A.H., Roca, Y.B., Suarez-salas, L., Pomalaya, J., Alvarez, D., Gioda, A., 2019. Chemical Characterization of PM2.5 at Rural and Urban Sites around the Metropolitan Area of Huancayo (Central Andes of Peru). *Atmosphere (Basel)*. 10, 17. <https://doi.org/10.3390/atmos10010021>
- De La Cruz, A.R.H., De La Cruz, J.K.H., Tolentino, D.A., Gioda, A., 2018. Trace element biomonitoring in the Peruvian andes metropolitan region using *Flavoparmelia caperata* lichen. *Chemosphere* 210. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.013>
- De Paula, P.H.M., Mateus, V.L., Araripe, D.R., Duyck, C.B., Saint'Pierre, T.D., Gioda, A., 2015. Biomonitoring of metals for air pollution assessment using a hemiepiphyte herb (*Struthanthus flexicaulis*). *Chemosphere* 138, 429–437. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.06.060>
- Ferreira, G.G.P.S., 2014. *Tillandsia usneoides* (L.) como Ferramenta de Monitoramento de Poluição Atmosférico para Metais-Traço nos Municípios de Campinas e Paulínia, estado de São Paulo, SP, Brasil. *Rev. do Cent. do Ciências Nat. e Exatas* 18, 254–272.
- Figueiredo, A.M.G., Nogueira, C.A., Saiki, M., Milian, F.M., Domingos, M., 2007. Assessment of atmospheric metallic pollution in the metropolitan region of Sao Paulo, Brazil, employing *Tillandsia usneoides* L. as biomonitor. *Environ. Pollut.* 145, 279–292. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2006.03.010>
- Fontoura, T., Scudeller, V.V., Costa, A.F. da, 2012. Floristics and environmental factors determining the geographic distribution of epiphytic bromeliads in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Flora* 207, 662–672. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.05.003>
- Fрати, L., Brunialti, G., Loppi, S., 2005. Problems related to lichen transplants to monitor trace element deposition in repeated surveys: A case study from central Italy. *J. Atmos. Chem.* 52, 221–230. <https://doi.org/10.1007/s10874-005-3483-5>
- Goddard, S.L., Williams, K.R., Robins, C., 2019. Determination of antimony and barium in UK air quality samples as indicators of non-exhaust traffic emissions. *Environ. Monit. Assess.* 191, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7774-8>
- Goix, S., Resongles, E., Point, D., Oliva, P., Duprey, J.L., de la Galvez, E., Ugarte, L., Huayta, C., Prunier, J., Zouiten, C., Gardon, J., 2013. Transplantation of epiphytic bioaccumulators (*Tillandsia capillaris*) for high spatial resolution biomonitoring of trace elements and point sources deconvolution in a complex mining/smeltering urban context. *Atmos. Environ.* 80, 330–341. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.08.011>

- Guéguen, F., Stille, P., Dietze, V., Gieré, R., 2012. Chemical and isotopic properties and origin of coarse airborne particles collected by passive samplers in industrial, urban, and rural environments. *Atmos. Environ.* 62, 631–645. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.08.044>
- Hesse, R., 2012. Spatial distribution of and topographic controls on *Tillandsia* fog vegetation in coastal southern Peru: Remote sensing and modelling. *J. Arid Environ.* 78, 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.006>
- Hoodaji, M., Ataabadi, M., Najafi, P., 2012. Biomonitoring of Airborne Heavy Metal Contamination, in: *Air Pollution - Monitoring, Modelling, Health and Control*. pp. 97–122. <https://doi.org/10.5772/711>
- INEI, 2007. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. Lima. <https://doi.org/10.1177/1532673X06290911>
- Kassambara, A., Mundt, F., 2017. Extract and visualize the results of multivariate data analyses. R Packag. version.
- Kováčik, J., Klejdus, B., Štork, F., Hedbavny, J., 2012. Physiological responses of *Tillandsia albida* (Bromeliaceae) to long-term foliar metal application. *J. Hazard. Mater.* 239–240, 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2012.08.062>
- Liu, R., Zhang, Z., Shen, J., Wang, Z., 2018. Analysis of metal content and vertical stratification of epiphytic mosses along a Karst Mountain highway. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25, 29605–29613. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2883-4>
- Matin, G., Kargar, N., Buyukisik, H.B., 2016. Bio-monitoring of cadmium, lead, arsenic and mercury in industrial districts of Izmir, Turkey by using honey bees, propolis and pine tree leaves. *Ecol. Eng.* 90, 331–335. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.035>
- MTC, 2018. Aumento continuo del parque automotor, un problema que urge solucionar, Camara de comercio. Lima.
- Nexa, 2017. Annual Report Nexa Resources S.A. San Borja, Perú.
- Pinto, R., Barria, I., Marquet, P.A., 2006. Geographical distribution of *Tillandsia lomas* in the Atacama Desert, northern Chile. *J. Arid Environ.* 65, 543–552. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.08.015>
- R Team Core, 2019. A language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna Austria.
- Rodriguez, J.H., Weller, S.B., Wannaz, E.D., Klumpp, A., Pignata, M.L., 2011. Air quality biomonitoring in agricultural areas nearby to urban and industrial emission sources in Córdoba province, Argentina, employing the bioindicator *Tillandsia capillaris*. *Ecol. Indic.* 11, 1673–1680. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.015>
- Rundel, P.W., Dillon, M.O., 1998. Ecological patterns in the Bromeliaceae of the lomas formations of Coastal Chile and Peru. *Plant Syst. Evol.* 212, 261–278. <https://doi.org/10.1007/BF01089742>
- Sanchez-Chardi, A., 2016. Biomonitoring potential of five sympatric *Tillandsia* species for evaluating urban metal pollution (Cd, Hg and Pb). *Atmos. Environ.* 131, 352–359. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.02.013>

Santos, L. benevides dos, Almeida, A.C., Godoy, J.M., 2017. ALTERNATIVE SOURCE APPORTIONMENT IN THE SURROUNDING REGION OF A LARGE STEEL INDUSTRY APPLYING *TILLANDSIA USNEOIDES* AS BIOMONITOR X, 1–6.

Schreck, E., Sarret, G., Oliva, P., Calas, A., Sobanska, S., Guédron, S., Barraza, F., Point, D., Huayta, C., Couture, R.M., Prunier, J., Henry, M., Tisserand, D., Goix, S., Chincheros, J., Uzu, G., 2016. Is *Tillandsia capillaris* an efficient bioindicator of atmospheric metal and metalloid deposition? Insights from five months of monitoring in an urban mining area. *Ecol. Indic.* 67, 227–237. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.027>

Schreck, E., Viers, J., Blondet, I., Auda, Y., Macouin, M., Zouiten, C., Freydier, R., Dufréchou, G., Chmieleff, J., Darrozes, J., 2020. *Tillandsia usneoides* as biomonitors of trace elements contents in the atmosphere of the mining district of Cartagena-La Unión (Spain): New insights for element transfer and pollution source tracing. *Chemosphere* 241, 13. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124955>

Smodiš, B., Bleise, A., 2002. Internationally harmonized approach to biomonitoring trace element atmospheric deposition. *Environ. Pollut.* 120, 3–10. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(02\)00123-9](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00123-9)

Techato, K., Salaeh, A., van Beem, N.C., 2014. Use of Atmospheric Epiphyte *Tillandsia usneoides* (Bromeliaceae) as Biomonitor. *APCBEE Procedia* 10, 49–53. <https://doi.org/10.1016/j.apcb.2014.10.014>

Tegel, S., 2019. Modern Lima needs more Water. A Pre-Incan technology could keep taps on [WWW Document]. *Am. Q.* URL <https://www.americasquarterly.org/article/modern-lima-needs-more-water-a-pre-incan-technology-could-keep-taps-on/> (accessed 1.17.20).

Vianna, N.A., Gonçalves, D., Brandão, F., de Barros, R.P., Filho, G.M.A., Meire, R.O., Torres, J.P.M., Malm, O., Júnior, A.D.O., Andrade, L.R., 2011. Assessment of heavy metals in the particulate matter of two Brazilian metropolitan areas by using *Tillandsia usneoides* as atmospheric biomonitor. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 18, 416–427. <https://doi.org/10.1007/s11356-010-0387-y>

Wannaz, E.D., Abril, G.A., Rodriguez, J.H., Pignata, M.L., 2013. Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in industrial and urban areas using passive air samplers and leaves of *Tillandsia capillaris*. *J. Environ. Chem. Eng.* 1, 1028–1035. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2013.08.012>

Wannaz, E.D., Carreras, H.A., Pérez, C.A., Pignata, M.L., 2006. Assessment of heavy metal accumulation in two species of *Tillandsia* in relation to atmospheric emission sources in Argentina. *Sci. Total Environ.* 361, 267–278. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.11.005>

Wannaz, E.D., Pignata, M.L., 2006. Calibration of four species of *Tillandsia* as air pollution biomonitors. *J. Atmos. Chem.* 53, 185–209. <https://doi.org/10.1007/s10874-005-9006-6>

CONSUMO, SUSTENTABILIDADE E SOCIEDADE: FATORES CLIMÁTICOS SOB A ÓTICA ECONÔMICO- ECOLÓGICA

Data de aceite: 02/05/2022

Barbara Lúcia Guimarães Alves

Nathalia Guimarães Alves

RESUMO: O texto estabelece uma relação sobre os diferentes tipos de consumo, no contexto da sustentabilidade, onde imperam a natureza e as relações sociais, tendo como pano de fundo a economia ecológica e a redução dos riscos inerentes às mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global. O propósito do estudo é investigar, dialogar e inferir parcelas relevantes para a discussão do consumo, verificando as estratégias mercadológicas utilizadas pelo binômio produtores/consumidores, no panorama dos modelos comentados e a suas relações com a geração de resíduos que podem provocar variações no clima. A essência da pesquisa está centrada nos processos psicossociais do consumo no campo econômico, destacando aspectos provenientes da revolução verde. O estudo se fundamenta em primeiro plano em estudos contemporâneos e a metodologia é de caráter descritivo e qualitativo, baseando-se na pesquisa documental e bibliográfica, de maneira que se possa desvelar as estratificações do consumo, suas relações e delimitações, propiciando o esclarecimento das possíveis oscilações de ideias que perpassam sobre o tema consumo sustentável e aspectos econômico-ecológicos.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo, economia, sustentabilidade, sociedade e mudanças

climáticas.

CONSUMPTION, SUSTAINABILITY
AND SOCIETY: CLIMATIC FACTORS
FROM AN ECONOMIC-ECOLOGICAL
PERSPECTIVE

ABSTRACT: The text establishes a relationship on the different types of consumption, in the context of sustainability, where nature and social relations prevail, with the ecological economy and the reduction of risks inherent to climate change resulting from global warming as a backdrop. The purpose of the study is to investigate, dialogue and infer relevant parts for the discussion of consumption, verifying the marketing strategies used by the producer/consumer binomial, in the panorama of the commented models and their relationship with the generation of waste that can cause variations in the climate. The essence of the research is centered on the psychosocial processes of consumption in the economic field, highlighting aspects arising from the green revolution. The study is based primarily on contemporary studies and the methodology is descriptive and qualitative, based on documental and bibliographic research, so that the stratifications of consumption, their relationships and boundaries can be revealed, providing the clarification of possible oscillations of ideas that pervade the theme sustainable consumption and economic-ecological aspects.

KEYWORDS: Consumption, economy, sustainability, society and climate change.

INTRODUÇÃO

A pesquisa situa-se no desvelamento dos comportamentos psicossociais inseridos no panorama das subjetividades, que se instalam no íntimo dos indivíduos, no contexto da natureza e das relações sociais e, onde atuam as ciências sociais e econômicas, em referência às questões de sustentabilidade. Os horizontes do consumo serão explorados de forma a delinear os conceitos das diferentes faces do consumo. A fundamentação teórica se concentra nos conceitos de identidades, subjetividades, pertencimentos, “modos de ser”, “modos de ter”, que permitam decifrar as identidades entre produtores e consumidores, na lógica da influência das escolhas dos indivíduos, que podem incidir sobre os atores envolvidos e as suas relações econômicas e sob as alterações de ordem climática, uma vez que o tema consumo guarda uma estrita relação com o aumento de resíduos e dos GEEs (gases do efeito estufa). O texto tem como objetivo relacionar o tema consumo aos fatores econômicos e climáticos, abordando os diferentes conceitos que vêm se delineando na seara consumista. A observação dos riscos climáticos, que podem ser imprevisíveis do ponto de vista financeiro. Pode-se buscar por investimentos e tecnologias com intuito de gerar mudanças estruturais, com foco na inovação e na eficiência ambiental, dado que seus efeitos podem estar presentes no cenário das crises econômicas, financeiras, ambientais e sociais. O estudo justifica-se em virtude do aumento na natureza de dióxido de carbono (CO₂), pelo uso intensivo dos combustíveis fósseis, do gás metano (CH₄) proveniente da decomposição da matéria orgânica, juntamente com óxido nitroso (N₂O), que contribui para destruição da camada de ozônio e para o incremento do aquecimento global, numa velocidade acachapante, desde os meados do século XX (IPCC, Climate change, 2014). Desses fatos depreende-se que as atividades econômicas aliadas às questões do consumo podem estar alavancando muitos desdobramentos na questão dos riscos iminentes. A metodologia está centrada nas mitigações para redução de GEEs, em relação ao segmento do consumo e seus impactos, como também abordam outros conceitos interligados às questões econômicas e relativas aos eventos climáticos, no âmbito da sustentabilidade social, econômica e ambiental. O método incide em investigar, dialogar e inferir parcelas relevantes para a discussão das variantes do consumo face a implantação de modelos verdes.

METODOLOGIA

O desenvolvimento de tecnologias de mitigação das mudanças climáticas, sustentadas por processos de geração de conhecimentos, novas combinações e aplicações mercadológicas de peças de conhecimento traduzidas em inovações e processos de difusão tecnológica, é crucial para o crescimento sustentável do nosso planeta. A necessidade de uma mudança radical nos paradigmas tecnológicos que amparam os ciclos de desenvolvimento e de reprodução do capital no sistema econômico e industrial global, a

fim de transformá-lo em um sistema socioambientalmente sustentável constituem as bases do debate sobre intitulada a “revolução verde”, especialmente no que diz respeito à em relação à necessária transição de um sistema baseado em carbono para um sistema limpo, sustentável e não fontes esgotáveis (ANDREÃO et al., 2019; MAZZUCATO; PEREZ, 2014; MAZZUCATO, 2015). Em termos gerais, tecnologias verdes têm a capacidade única de reduzir os impactos das atividades econômicas no meio ambiente, fornecendo soluções para questões relacionadas à produção e distribuição de energia, transporte, gestão de resíduos e emissões de gases de efeito estufa (GEE) entre outros. (HASCIC; MIGOTTO, 2015; FABRIZI; GUARINI; MELICIANI, 2018).

De acordo com as mitigações que podem contribuir para a minimização de GEEs na natureza, segundo Andreão; Avanci e Alves (2019) destaca-se a importância do papel do Estado como articulador de políticas públicas e promotor do desenvolvimento científico tecnológico, bem como indutor do desenvolvimento industrial e do adensamento das redes que compõem os Sistemas Nacionais de Inovação, no contexto Revolução Industrial Verde. Nesse ínterim, especificamente no tema da transformação da infraestrutura de produção de energia dos países, os altos custos afundados relacionados à infraestrutura prévia existente e a coexistência de diferentes safras tecnológicas, tornam crítico o apoio governamental não apenas para o desenvolvimento de novas tecnologias verdes e para a difusão tecnológica, mas também na provisão de infraestrutura necessária – como, por exemplo: baterias e sistemas de carregadores – e na garantia de condições competitividade e reservas de mercado frente às safras tecnológicas prévias em um contexto de heterogeneidade tecnológica e industrial. Cabe ressaltar o esforço adotado por muitos países em termos da realização de investimentos verdes como um motor para o desenvolvimento sustentável, na busca pela redução dos impactos ao meio ambiente e a realização de saltos tecnológicos no sentido da expansão da fronteira científico-tecnológica relacionada à revolução verde (MAZZUCATO, 2015). A figura 1 ilustra a relevância dos investimentos verdes realizados por países como China, Estados Unidos e por alguns países europeus, especialmente Alemanha e o Reino Unido, em energia renovável entre 2010 e 2019.

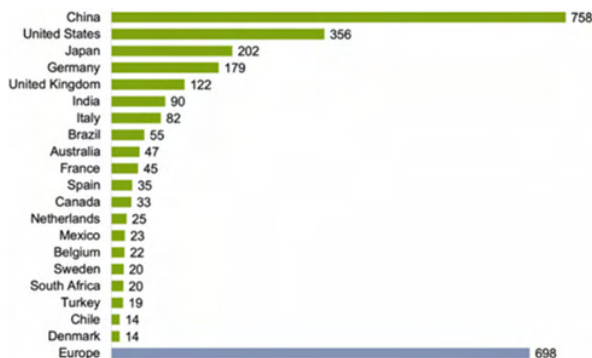


Figura 1: Global green investment - 2010 to 2019 Q2 - Billions of USD.

Fonte: Frankfurt School of Finance & Management; Unep (2019, p. 14).

Para além de posturas protecionistas e isolacionistas, parcerias público-privadas e redes de cooperação técnico-científicas entre agentes dos sistemas nacionais de inovação e com elementos dos sistemas setoriais de inovação, que em âmbito global constituem fonte relevante de inovação nesta área. O apoio público ao desenvolvimento científico-tecnológico no campo das tecnologias verdes é fundamental devido às suas repercussões positivas nos estágios de introdução e difusão, inclusive em termos de encadeamento para frente e para trás dos elos das cadeias de produção, proporcionando incentivo crítico à realização de investimentos de empresas privadas em tecnologias verdes em desenvolvimento quando comparadas às tecnologias não verdes (RENNINGS, 2000; CECERE et al., 2014; WALZ et al., 2017). O desenvolvimento de um arcabouço político, regulatório e institucional, no contexto de cada Sistema Nacional de Inovação, também é fator crítico para a promoção de tecnologias verdes e para os processos de transição tecnológica no âmbito dos parques industriais, principalmente em função do caráter combinatório de fatores como a alta intensidade tecnológica, incerteza fundamental, os requerimentos regulatórios e de mercado, a irreversibilidade dos investimentos e os longos períodos de retorno relacionados aos ativos de tecnologias verdes (CORTAZAR; SCHWARTZ; SALINAS, 1998; GHISETTI; QUATRARO, 2017; GAWEL et al., 2017).

SUSTENTABILIDADE: CONSUMO, ECONOMIA, RESÍDUOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Na pós-modernidade, segundo Bauman (1998), verifica-se a necessidade de se “ter” sobrepujando a qualidade de “ser” dos indivíduos, acelerando os processos de aquisição de coisas e consequentemente maior quantidade de resíduos na natureza, causando alterações climáticas. Esse fator impulsiona à busca de fundamentos e inovações que justifiquem essas mudanças. Por conseguinte, prioriza-se a necessidade de um aprofundamento nas questões de cunho psicossocial, que atente para os diversos aspectos relacionados à mente

dos indivíduos e aos diversos estímulos e trocas com o meio, através de um olhar sobre as formas de investir, consumir e descartar. Assim, o tema “resíduo” guarda uma relação com impactos na natureza e com os aspectos econômicos, com os modos de investimento, produção e consumo. Há uma interdependência também com valores culturais, hábitos cotidianos, níveis de riqueza e a demanda consumista gerada pelos apelos de *marketing* (TAVARES E IRVING, 2013). Assim, na sociedade contemporânea, o capital se ressignifica em função de novos formatos movidos pela abertura às redes que se formam em outras configurações – rizomáticas (Pelbart, 2003). Nesse ínterim, para Pelbart (2003) a lógica do capital atualmente deve envolver as pessoas e ter o máximo de conexões, informações e navegabilidade, a ideia dos novos capitalistas não é aquela de acúmulos de posses e sim de circulação de países, setores, línguas, universalidades. Elencando-se alguns pensamentos contemporâneos, Irving (2014) sublima a ideia da indissociabilidade entre sociedade e ambiente tendo como pano de fundo as crises civilizatórias e os efeitos globalizantes sobre elas. Neste contexto, é levado em consideração a preocupação com os mecanismos para o desenvolvimento, crescimento econômico e padrões de consumo.

Surgem novos debates na esfera daquilo que se considerava como sustentável. Ainda, contraditoriamente a ideia de sustentabilidade nasce da constatação preocupante da insustentabilidade e liquidez reinante no novo mundo globalizado (Bauman, 2010). Em função disso, destaca-se que: “O consumo total da economia humana tem excedido a capacidade de reprodução natural e assimilação de rejeitos da ecosfera, enquanto fazemos uso das riquezas produzidas de uma forma socialmente desigual e injusta” (PORTILHO, 2005, p. 23).

AS DIFERENTES FACES DO CONSUMO E SUAS RELAÇÕES

O consumo, na contemporaneidade, revestiu-se de muitas vertentes, naturalmente por estar, concomitantemente, exposto aos fluxos e tensões nos campos psicossociais e ambientais, e, com a observância da presença de “*Kits* de subjetividades” (TAVARES, 2016), foi deslocando os percursos dessa tendência, desde os tempos modernos até os dias de hoje. Esses “*Kits*” se referem a uma gama de sugestões no nível psicológico que invadem as mentes dos indivíduos. Assim vivemos em tempos nos quais se ressaltam os comportamentos advindos por parte dos agenciamentos de enunciação (DELEUSE, 1992), emitidos por movimentos sociais, econômicos, culturais e ambientais que se configuram na transmissão de mensagens múltiplas e motivadoras, que podem promover ações com intuito de promover o “consumo verde” (PORTILHO, 2004). As questões sobre o consumo serão apreciadas nos próximos títulos visando promover uma diferenciação entre as principais vertentes do consumo.

O CONSUMO

O tema que envolve a pesquisa passou a ser observado com mais ênfase, a partir da identificação da necessidade de mudanças referentes aos padrões de produção, investimento, consumo e consequentemente da geração de resíduos.

Nesse ínterim, ocorrem as ressignificações por parte da sociedade e nas suas relações, fazendo que ocorram as “produtibilizações” (TAVARES, 2014), ou seja, bens que são modificados em novos produtos, oriundos de outras camadas transformando-as em diferentes simbologias para os consumidores. “As subjetividades independentes de sua morada, tendem a ser povoadas por afetos desta profusão cambiante do universo” (ROLNICK, 1997, p.19).

Diante desse consenso, pode-se tomar como definição de consumo, de acordo com Bauman (1998), a seguinte postulação: ‘O consumo é o principal mecanismo da “comodificação” dos consumidores (...) tarefas socialmente empreendidas e administradas pelo Estado, desregulamentada, privatizada e “terceirizada”...’ (BAUMAN, 1988, p.83). Ao fazer uma análise da sociedade de consumo, a questão que enseja a procura pelas compras se manifesta pelo desejo, no qual se depreende uma espécie de insaciabilidade do desejo (Bauman, 1999).

A sociedade de consumo poderia ser definida como consumo de massas e para massas, com alta taxa de consumo e descarte mercadorias *per capita*, envolvendo moda, mercado, com permanente sensação de insaciabilidade do consumidor como um de seus personagens sociais (BARBOSA, 2010). Por conseguinte, perpassando pelo papel da racionalidade limitada na tomada de decisão individual. Assim, o conhecimento efetivo do consumo, como um complexo sistema cultural da sociedade contemporânea, passa por entender as diferenças simbólicas que se inscrevem a partir da equalização dos pré-requisitos econômicos supostos na compra de qualquer bem. (ROCHA; BARROS, 2006, P.37). Dessa forma, evidencia-se o parâmetro “consumo” dentre os mais significativos padrões relativos à sustentabilidade, evidenciando-se suas principais variações.

O CONSUMISMO

O consumismo compõe-se de significados mais abrangentes para o consumo, é, quando de fato, ele se intensifica. Bauman discorre sobre o assunto, colocando a discussão no cerne da sociedade pós-moderna, “é um produto social, e não um veredicto inegociável da evolução *biológica*. Não basta consumir para continuar vivo se você quer viver e agir de acordo com as regras do consumismo (BAUMAN, 2011, p. 83). Destarte, pode-se concluir o consumismo é mais do que o consumo, é sua exacerbação. Assim, “foi a norma que conseguiu estabelecer um elo entre o elemento disciplinar do corpo individual (disciplinas) e o elemento regulamentador de uma multiplicidade biológica (biopoder) (DANNER, 2010,

p..13).

Na condição daquilo que o poder faz sobre a vida (biopolítica), seria necessário avaliar a quem compete esse poder? “(...) na atualidade, os indivíduos são determinados pelo mercado de consumo, pela indústria da medicina, da alimentação, da cultura, da imagem, etc...” (Dante, 2016, p.345). Para o autor, esses elementos podem ser considerados como uma forma de Biopoder.

Assim, passa-se a perceber os riscos dos modelos de desenvolvimento vigentes e sua responsabilidade com as gerações futuras, incluindo, entre as suas preocupações, a conservação do meio ambiente. “Nesse contexto, novas tendências econômicas, sociais, políticas e culturais emergem; os paradigmas mudam em toda amplitude do conhecimento e, a partir desse cenário” (TAVARES; IRVING, 2005, p.80). Na contemporaneidade, o consumidor “mais bem informado e crítico, passa a cobrar das corporações uma postura ambiental mais séria e comprometida.” (FERREIRA; TAVARES, 2017, p. 103). Destarte, propostas ecologicamente corretas foram despertando para novos paralelismos ao tema, que se constituem nas mais recente tendências.

O CONSUMERISMO

No cenário desencadeado, a partir das prerrogativas consumistas, surge uma nova ordem que resulta em um movimento organizado, que tende a expandir os poderes e os direitos dos consumidores, o qual foi chamado de Consumerismo (COSTA, 2010).

Segundo Portilho, o termo consumerismo é um anglicismo da palavra *consumerism*, que surgiu na “esteira dos movimentos de construção dos ‘novos direitos’”: (PORTILHO, 2009, p.205).

Nesse ínterim, a sociedade, a qualidade de vida e os bens devem ser priorizados nas relações comerciais, portanto, “o consumerismo retrata ações sociais voltadas para defender os interesses dos consumidores” (...) “Ao encarar os danos como prejuízo social, o consumidor percebe que as relações de consumo não se esgotam na contrapartida financeira, já que valores morais também são atingidos”: (GIACOMINI FILHO, 2008, p.19-24).

O consumerismo aparece em decorrência das características voltadas para o consumidor “verde”. Como se comportam os consumidores diante de uma ação mercadológica feita por uma organização que se propõe a destinar um produto ou um serviço? Quais seriam as estratégias do uso político do consumo? Sobre esse assunto, Portilho (2004) delibera que os impactos ambientais do consumo foram definidos a partir do conceito de “consumo verde” para que posteriormente fosse denominado “consumo sustentável”. O surgimento da ideia de um consumo verde e, só foi possível a partir da conjunção de três fatores inter-relacionados: o advento, a partir da década de 70, do ambientalismo público; a ambientalização do setor empresarial, a partir da década de 80;

e a emergência, a partir da década de 90, da preocupação com o impacto ambiental de estilos de vida e consumo das sociedades afluentes. “A partir da combinação destes três fatores, especialistas, autoridades, políticos e organizações ambientalistas começaram a considerar o papel e a corresponsabilidade dos indivíduos comuns, em suas tarefas cotidianas, para a crise ambiental (PORTILHO, 2004, p. 4)”.

Essas mudanças em direção a uma sociedade sustentável começaram a refletir sobre as opções e escolhas dos consumidores que, de certa forma viriam trazer algum benefício para o meio ambiente. Depreende-se que consumerismo, sob a ótica do Direito do Consumidor, parte da seguinte premissa: os fatores que encaminharam a evolução do direito para o tratamento autônomo dos eventos de consumo inserem-se num movimento social organizado, que expressou a reação dos adquirentes de produtos e serviços aos abusos cometidos pelo capital. Esse movimento recebe o nome de consumerismo e surgiu em terras norte-americanas, espalhando - se rapidamente por outras sociedades (FERREIRA et al, 2013, p. 204).

A concepção de poder por parte dos consumidores está pautada nos movimentos de organização da sociedade. “O consumerismo é um fenômeno observado desde meados do século XIX e pode ser definido, abreviadamente, como a forma de associação e ação em movimentos ou organizações de defesa dos consumidores (SANTOS, 2010, p.6).” Desta maneira, entendemos ser o consumerismo uma reação às tendências impostas pelo mercado relativas à natureza consumida como produto.

Quanto ao engajamento político em relação ao consumerismo, pode-se perceber que advém das diversas possibilidades de manifestações e disposições que englobam políticas de produção que preconizam as relações comerciais mais justas e equilibradas para esferas produtoras e consumidoras. Portanto, esse engajamento “(...) advém das diversas possibilidades de manifestações e disposições que englobam políticas de produção que preconizam as relações comerciais mais justas e equilibradas para esferas produtoras e consumidoras (...)”. A conotação dada para a ecologia poderia deixar de ser vinculada à imagem de pequenas minorias de amantes da natureza ou de especialistas e demais estudiosos. Dessa forma, para o autor, “ela põe em causa o conjunto da subjetividade e das formações de poder capitalísticos (...)” (GUATTARI, 2001, p. 36).

As demandas atuais, sobre as questões de sustentabilidade, remeteriam a outras possibilidades em relação ao consumo?

O LOCAVORISMO

Para Azevedo e Peled (2015), O locavorismo corresponde ao processo de cultivo e negociação de alimentos orgânicos em um raio de até 160 km, permitindo que essa classificação alimentar alcance as grandes metrópoles ao mesmo tempo em que beneficia a agricultura local e familiar. É consumir localmente, evitando demandas com embalagens,

transportes e consequentemente gerando a redução de impactos ambientais, ainda que funcione em pequena escala. Apresenta-se como uma opção que pode atuar nesse mercado com uma roupagem ativista e/ou através da produtilização da natureza (TAVARES et al, 2017).

O PÓS-CONSUMO

Segundo Kapaz (2013), o termo pós-consumo foi introduzido, na legislação ambiental brasileira pelo Decreto Estadual 54.645/2009, que regulamenta a Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei n. 12.300, de 2006), no estado de São Paulo (JACOBI, 2006), um dos pioneiros na questão dos resíduos sólidos. Assim, as responsabilidades cogitadas neste setor preveem a responsabilidade pós-consumo (RPC). Que se refere “(...) à responsabilidade dos fabricantes, distribuidores ou importadores de uma série de produtos, pela gestão dos resíduos gerados por estes após seu consumo (tais como embalagens, produtos usados, vencidos ou quebrados)” (KAPAZ, 2013, p.4).

O estudo amplia a questão da responsabilidade e torna flexível o termo pós-consumo, instituído em lei, para uma classificação mais abrangente. De acordo com Kapaz (2013), o contexto de “logística reversa”, caracterizada como um conjunto de ações e procedimentos que viabilizam a coleta, armazenagem e retorno dos materiais aos ciclos produtivos, definida na Lei Federal 12.305/2010, determinando (expresso em lei) que “a responsabilidade pós-consumo pretende ir além da logística reversa” (Kapaz, p.5, 2013). Abrindo novas possibilidades dentro do quesito pós-consumo, em função da redução de materiais descartados.

Assim, delimitam-se as definições atribuídas ao tema consumo, que envolvem as decisões individuais de consumir empreendidas na contemporaneidade.

CONCLUSÃO

Conclui-se que foi elaborada uma correlação de conceitos, nos quais se levou em conta elementos de difusão da produção/consumo em diferentes extensões, constituídas dentro da padronização dos mesmos, de modo a atender as demandas do consumo, para efeitos do entendimento das subjetividades presentes e aspectos psicossociais e econômicos que envolvem o estudo. Desvelou-se, para tanto, as diferentes facetas do consumo, a relação entre elas, suas delimitações e os aspectos pontuais que envolvem essas relações, de maneira a esclarecer as possíveis oscilações de ideias que possam pairar sobre esse tema. A escolha do método procurou preconizar os Sistemas Nacionais de Inovação, no contexto Revolução Industrial Verde. Elencando a relevância dos investimentos verdes realizados por diversos países, dando ênfase a energia renovável. A cada mercadoria comercializada há, também, os gases gerados (GEE) na produção dos insumos continuamente, onde pode-se considerar a contabilização toda a geração de

gases na produção da mercadorias até o consumo.

Destacou a relevância das análises de cunho econômico, ressaltando-se a contribuição em torno da transformação da infraestrutura de produção de energia dos países e o incentivo ao desenvolvimento de tecnologias de inovação verdes, em relação à ação conjunta das organizações nacionais privadas e públicas que podem contribuir decisivamente para a redução do aquecimento global e seus efeitos.

As tendências demandadas pelo tema em questão requerem uma apreciação do fator sustentabilidade, que na pós-modernidade se encaminham, por vezes, para uma insustentabilidade. No cenário brasileiro, na contemporaneidade, inicia-se, a exemplo de outros países, a busca por alternativas de cunho econômico-ecológico, acenando para os novos conceitos de inovação, trazidos pelas Redes de Informação e pela Economia Ecológica, as quais põem em prática outras demandas, além da circularidade de produtos, que os recoloca na cadeia produtiva. Assim ressaltam-se, também, as propostas que compartilham alguns traços constitutivos e essenciais de solidariedade, cooperação e autogestão. Contudo, o problema atual, no campo da economia, refere-se à extração de recursos e a captação de energia, atingindo padrões tão altos, que não são passíveis de serem universalizados e nem se propõem a serem garantidores das futuras gerações. Nesse cenário de incertezas, seria necessário atentar para outros modelos socioeconômicos financeiros que pudessem fornecer futuramente um horizonte mais amplo, do ponto de vista político, macroeconômico, geográfico, setoriais e sociais em função das mudanças climáticas. Buscando desenvolvimento industrial e consistência das redes que compõem os Sistemas Nacionais de Inovação em função da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ANDREÃO, Gustavo Onofre; AVANCI, Vanessa; ALVES, Nathalia Guimarães. **Redes de cooperação internacional em energias verdes e tecnologias de mitigação de mudanças climáticas**. Anais do III Simpósio Internacional de Geografia do Conhecimento e da Inovação, p. 354-379, 2019.
- BARBOSA, Livia et al. **As tendências da alimentação**. FIESP/ITAL. Brasil Food Trends, v. 2020, 2010.
- BAUMAN, , Zigmunt. **O mal estar da Pós-modernidade**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1998.
- _____. **Globalização: as consequências humanas**; tradução Marcus Penchel. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1999.
- _____. **Vida para consumo: a transformação das pessoas em mercadoria**. Rio de Janeiro: Zahar Ed., 2008.
- BAUMAN Z. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 2010
- _____. **44 cartas do mundo líquido moderno**; tradução Vera Pereira. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2011.

CECERE, Grazia et al. **Lock-in and Path Dependence: An Evolutionary Approach to Eco-Innovations**. en. Journal of Evolutionary Economics, v. 24, n. 5, p. 1037–1065, nov.2014

CORTAZAR, Gonzalo; SCHWARTZ, Eduardo S.; SALINAS, Marcelo. **Evaluating Environmental Investments: A Real Options Approach**. en. Management Science, v. 44, n. 8, p. 1059–1070, ago. 1998

COSTA, Barbara Regina Lopes. **Fundamentos de marketing**. 2. ed. Curitiba: Aymar, 2010.

DANNER, Fernando. **O Sentido da Biopolítica em Michel Foucault**. Revista Estudos Filosóficos n.4/2010 – versão eletrônica. DFIME-UFSJ – São João Del Rei-MG, p. 143-157. Disponível em: <<http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositório/File/revistaestudosfilosoficos/art9-rev4.pdf>>. Acesso em: 30 de março de 2019.

DANTE, Caroline Rodrigues Celloto; DA MOTTA, Ivan Dias. A personalidade na biopolítica e a ideia de promoção humana. Revista Jurídica, v. 3, n. 44, p.

336-354, 2016.

DANTE, Caroline Rodrigues Celloto; DA MOTTA, Ivan Dias. **A personalidade na biopolítica e a ideia de promoção humana**. Revista Jurídica, v. 3, n. 44, p. 336-354, 2016.

DELEUZE, Gilles. **Conversações**, 1972 – 1990. Tradução Peter Pál Pelbart. São Paulo: Editora 34, 1992.

DE AZEVEDO, Elaine; PELED, Yiftah. **“Ativismo” Alimentar**. Revista Semestral do Departamento e do Programa de Pós-Graduação em Sociologia da UFSCar, v. 5, n. 2, p. 495, 2015.

FABRIZI, Andrea; GUARINI, Giulio; MELICIANI, Valentina. **Green Patents, Regulatory Policies and Research Network Policies**. en. Research Policy, v. 47, n. 6, p. 1018–1031, jul.2018.

FERREIRA, Giovanni Comodaro; CARLUCCI, Juliana Helena; VASCONCELOS, Rita de Cássia Correa. **Apontamentos sobre o código de defesa do consumidor**. Revista vista Reflexão e Crítica do Direito, Ribeirão Preto – SP, a. I, n. 1, p. 198-208, jan./dez. 2013. Disponível em: file:///C:/Users/usuario/Downloads/369-1347-1-PB.pdf. Acesso em 9 de ago. de 2017.

FERREIRA, Giselle Gama Torres; TAVARES, Fred. **Natureza Líquida: as modelagens marcárias e a publicidade verde**. Curitiba: Appris, 2017.

FRANKFURT SCHOOL OF FINANCE & MANAGEMENT; UNEP, United Nations Environment Programme; BNEF, Bloomberg **New Energy Finance. Global Trends in Renewable Energy Investment 2019**. Frankfurt am Main: FS-UNEP Collaborating Centre for Climate & Sustainable Energy Finance, 2019.

GIACOMINI FILHO, Gino. **Consumidor versus propaganda**. 5ª edição, São Paulo, Summus, 2008.

GAWEL, E. et al. Rationales for Technology-Specific RES Support and Their Relevance for German Policy. en. Energy Policy, v. 102, p. 16–26, mar. 2017. ISBN 978-65-87175-10-2373

GHISETTI, Claudia; QUATRARO, Francesco. **Green Technologies and Environmental Productivity: A Cross-Sectoral Analysis of Direct and Indirect Effects in Italian Regions**. en. Ecological Economics, v. 132, p. 1–13, fev. 2017

GUATTARI, Felix. **As Três ecologias**. Tradução de Maria Cristina F. Bitancourt. 11ª ed. 2001. Disponível em <http://escolanomade.org/wp-content/downloads/guattari-as-tres-ecologias.pdf>, acesso em 6 jul. 2017.

HASCIC, Ivan; MIGOTTO, Mauro. **Measuring Environmental Innovation Using Patent Data**. en. Jun. 2015. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/measuring-environmental-innovation-using-patent-data_5js009kf48xw-en. DOI:10.1787/5js009kf48xw-en.

IPCC, 2014: **Climate Change 2014**: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II e III to the Fifth assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate change [Core Witting Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151,pp.

IRVING, Marta de Azevedo. **Sustentabilidade e o futuro que não queremos: polissemias controversas e a construção de sociedades sustentáveis**. Revista Sinais Sociais. Rio de Janeiro: v.9 n. 26, p. 13-38, set.-dez. 2014.

JACOBI, P.; BESEN, G.R. **Gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana de São Paulo: avanços e desafios**. São Paulo) em Perspectiva, São Paulo, Fundação Seade, v. 20, n. 2, p. 90-104, abr./jun. 2006. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>;< <http://www.scielo.br>>.

JUNIOR, Leopoldo Costa. **Produção, consumo e aquecimento global no Brasil sob a ótica dos subsistemas**. REVIBEC-REVISTA IBEROAMERICANA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA, p. 92-108, 2018.

KAPAZ, Emerson. **Política nacional de resíduos sólidos**. São Paulo [internet].[citado 2013 Jul 13]. Disponível em URL: <http://kapaz.com.br>, 2002.

MAZZUCATO, M.; PEREZ, C. **Innovation as Growth Policy: The Challenge for Europe**. Science Policy Research Unity Working Paper series, v. 13, 2014.

MAZZUCATO, M. **The Green Entrepreneurial State**. Science Policy Research Unity Working Paper series, v. 28, 2015.

PELBART, Peter Pál. **Vida capital, ensaios de biopolítica**. São Paulo: Editora Iluminuras LTDA, 2003.

PORTILHO, Fátima. **Consumo verde, consumo sustentável e a ambientalização dos consumidores**. Encontro nacional da ANPPAS, v. 2, p. 1-21, 2004.

PORTILHO, Fátima. **Consumo sustentável**: limites e possibilidades de ambientalização e politização das práticas de consumo. Cadernos Ebape. br, v. 3, n. 3, p. 01-12, 2005.

_____. **“Novos atores no mercado: movimentos sociais econômicos e consumidores politizados”**. Revista Política & Sociedade, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. vol. 8 – n. 15, outubro de 2009, Florianópolis, p.199-224, 2009.

RENNINGS, Klaus. **Redefining Innovation — Eco-Innovation Research and the Contribution from Ecological Economics**. en. Ecological Economics, v. 32, n. 2, p. 319–332, fev. 2000.

ROCHA, Everardo; BARROS, Carla. **Dimensões culturais do marketing: teoria antropológica, etnografia e comportamento do consumidor**. Revista de Administração de Empresas, v. 46, n. 4, p. 1-12, 2006.

ROLNIK, Suely. **Uma insólita viagem à subjetividade**. Cultura e subjetividade, p. 25-34, 1997.

ROLNIK, Suely. **Subjetividade antropofágica**. MACHADO, L.; LAVRADOR, M.; BARROS, 1998.

SANTOS, Djalma Eudes dos. **O Fenômeno Consumerista e os Movimentos Sociais no Brasil**. V Encontro Nacional de Estudos do Consumo. RJ, 2010. Disponível em : http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/VCSA874JX4/1/o_fen_meno_consumerista_e_os_movimentos_sociais_no_brasil.pdf.

TAVARES, Fred; IRVING, M. A. **O consumo verde no Brasil: uma investigação psicossocial e rizomática**. Comum, Rio de Janeiro, v. 10, n. 24, p. 79-96, 2005.

TAVARES, Fred. **Marketing: conceitos, tipos, objetivos e análise de desempenho**. 2007. Disponível em:< <http://www.portaldomarketing.com.br>. Acesso em 2 abril, 2019.

TAVARES; IRVING. **Sustentabilidade líquida II: Ressignificando as relações entre natureza, capital e consumo em tempos de fluidez**. Revista Espaço Acadêmico, v.13, n. 151, p. 01 – 11, 2013.

_____. **“Sustentabilidade Líquida”: o consumo da natureza e a dimensão do capitalismo rizomático nos platôs da sociedade de controle**. Revista Espaço Acadêmico, v.9, n. 26, p. 37 - 69, set. Dez. 2014.

TAVARES, Margarete Ribeiro; SILVA, Analice ARAUJO. **Exemplos e práticas da produção de “kits de subjetividade verde” como narrativas de modelagens marcárias no consumo da natureza**. Revista Espaço Acadêmico, v. 16, n. 187, p. 23-34, 2016.

WALZ, Rainer et al. **Innovations for Reaching the Green Sustainable Development Goals—Where Will They Come From?** en. International Economics and Economic Policy, v. 14, n.3, p. 449–480, jul.2017. ISSN 1612-4804, 1612-4812. WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. **Social Network Analysis: Methods and Applications**. Reprinted. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1999. (Structural Analysis in the Social Sciences, 8).

CAPÍTULO 3

A EDUCAÇÃO NA PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE: CULTURA E NATUREZA COMO PATRIMÔNIOS DE PRESERVAÇÃO

Data de aceite: 02/05/2022

Carlos César Leonardi

Universidade de São Paulo – Instituto de
Energia e Ambiente

RESUMO: O trabalho tem por objetivo conferir importância aos processos educativos progressistas, onde professor e aluno participam ativamente na elaboração de conhecimentos e atribuem sentidos e significados de valores aos patrimônios culturais presentes nos espaços urbanos. Pesquisou-se bibliografias e fez-se a análise do processo de tombamento de um reservatório de água, como eixo transversal para a articulação das discussões na perspectiva educacional que pretende conferir valores sociais ao patrimônio e criar a sensibilidade para a preservação. A pluralidade de elementos socioambientais que estão presentes nas ações transformadoras espaciais, ao longo do tempo, torna-se um problema que as pesquisas devem superar por meio de uma visão interdisciplinar e que contempla os diversos atores na construção educativa da análise problematizadora para a preservação. Conclui-se, que a utilização de um exemplo a partir do expediente de tombamento serve para fomentar os debates dos conceitos educativos e de preservação em projetos de sustentabilidade, os quais deverão superar as fragmentações de conteúdos e levar a uma investigação consciente da realidade, a fim de que conceitos científicos sejam apreendidos e tenham significados de valor aos diversos atores

sociais.

PALAVRAS-CHAVE: Educação, patrimônio, cultura, natureza, sustentabilidade.

ABSTRACT: The work aims to give importance to progressive educational processes, where teacher and student actively participate in the development of knowledge and attribute meanings and meanings of values to cultural heritage present in urban spaces. Bibliographies were researched and the analysis of the process of tipping a water reservoir was carried out, as a transversal axis for the articulation of the discussions in the educational perspective that intends to confer social values to the patrimony and to create the sensitivity for the preservation. The plurality of socio-environmental elements that are present in transforming spatial actions, over time, becomes a problem that research must overcome through an interdisciplinary vision that includes the various actors in the educational construction of the problematizing analysis for preservation. It is concluded that the use of an example from the tipping file serves to encourage debates on educational and preservation concepts in sustainability projects, which should overcome content fragmentations and lead to a conscious investigation. reality, so that scientific concepts are apprehended and have meanings of value to the various social actors.

KEYWORDS: Education, heritage, culture, nature, sustainability.

INTRODUÇÃO

O trabalho objetiva evidenciar as

potencialidades dos processos educativos como fundamentais para a discussão e o entendimento das questões da preservação do patrimônio cultural e ambiental nos espaços urbanos que se transformam muito rapidamente.

A justificativa consiste em fortalecer a compreensão da educação progressista como instrumento eficiente de elaboração dos conhecimentos, onde a questão de abordagem está na utilização de um reservatório de água como tema transversal para a problematização das relações entre educação, patrimônio e preservação, tendo, para tanto, a análise do tombamento do reservatório de Mocó, no espaço urbano de Manaus/AM, o qual ainda hoje é responsável por 60% do abastecimento hídrico urbano (IPHAN, 2020, on-line).

O reservatório de água de Mocó está relacionado com a expansão econômica do final do século XIX e início do XX da cidade de Manaus. Ele narra e recupera um momento da memória urbana e da atuação de grupos sociais no território, além de expressar a maneira de ocupar o espaço por meio da utilização de técnicas e materiais advindos do progresso científico de atuação marcante no território.

Com isso, firma-se entender melhor o processo de tombamento do reservatório d'água e confrontá-lo com a base teórica sobre educação e patrimônio e direcionar para uma visão integradora da produção cultural com os elementos da natureza, muito dicotomizados em estudos de preservação.

O trabalho resultou em conhecimento elaborado que amplia a consciência humana e fomenta os projetos educativos nas diversas áreas do saber, pois se trata de uma pesquisa interdisciplinar, na qual diversos conceitos das ciências estão inseridos nas narrativas construídas e nos patrimônios como fulcro para uma educação progressista.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA

O trabalho sustenta-se na pesquisa teórica atualizada dos fundamentos sobre a educação progressista, nas questões do patrimônio cultural, que engloba as questões dos elementos naturais, e no processo administrativo do então Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), que ensejou estudos sobre o tombamento do reservatório de água de Mocó, na cidade de Manaus/AM.

Embora alguns escritos tenham ocorrido em épocas passadas, não significa que não sejam hodiernos. São clássicos não superados pelo tempo e auxiliam na conformação das questões por nós levantadas.

Termos linguísticos novos para nomear problemas conhecidos e não resolvidos, não permitem o avanço do pensamento para as questões, pois “novas palavras para velhos conceitos são como uma nova cor aplicada a uma velha roupa” (SCHOPENHAUER, 2012, p. 158), ou ainda, “o velho que preserva sua validade ou que encarna uma tradição ou marca uma presença no tempo continua novo” (FREIRE, 2013, p. 45).

Para tanto, busca-se neste trabalho o embasamento de conceitos em Meneses

(2009), Freire (2013) e Scifioni (2019 e 2020), que versam sobre os processos educativos e a importância deles na contextualização do conhecimento e na dotação de valores significativos para a preservação de bens.

Para articular a educação com as questões de patrimônio e a sua legitimação aos bens inseridos para a preservação, ateve-se, nesta apresentação, aos pensamentos de Fonseca (2009), Vianna (2016) e Scifioni (2020), além do amparo da Carta Magna vigente sobre o patrimônio.

O tombamento foi contemplado de modo exemplar pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, órgão responsável pela proteção e promoção de bens culturais no país, de acordo com a compreensão de patrimônio que se tinha na época e confrontado com a ampliação dos conceitos do tempo atual.

A abordagem metodológica foi conferida por meio das pesquisas bibliográficas de cunho histórico e geográfico atreladas às discussões de conceitos de patrimônio, de educação progressista e de tombamento de bens, que ocorrem de acordo com valores estabelecidos por grupos sociais em determinado período.

O levantamento bibliográfico cotejou com o estudo dos documentos originais de tombamento do reservatório de água de Mocó, analisados em formato digital e disponibilizados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) – Superintendência do Amazonas, por meio de sistema eletrônico.

Os textos conceituais, conjuntamente com a análise do processo de tombamento, foram realizados de modo a conferir à educação, ao patrimônio e ao espaço socioambiental, uma mesma esfera de apreensão, diluindo a dicotomia entre cultura e natureza e fortalecendo a compreensão da necessidade da criação de uma visão sustentável integradora, não fragmentária e isolada, para perceber o ambiente como um todo.

Assim, a partir da análise de um bem tombado para o abastecimento hídrico, assevera-se a importância das discussões e análises participativas dos diversos atores, tanto na preservação de equipamentos históricos relevantes para a sociedade, como para a criação e fortalecimento de um ambiente sustentável.

Além disso, o método do trabalho confere um exercício interdisciplinar para ampliar as discussões sobre o patrimônio e a sua preservação em relações sustentáveis entre natureza e a ação humana, permitido por meio da percepção e cognição do espaço físico transformado pela análise dos processos educativos.

OS PROCESSOS EDUCATIVOS NA PRESERVAÇÃO DE CULTURAS E NATUREZA

Ao analisar um expediente de tombamento de bens urbanos, como as construções e equipamentos destinados ao abastecimento de água potável, consideramos as suas potencialidades para os processos educativos, não limitados a mera reprodução de discursos oficiais, mas como amplificador na elaboração de conhecimentos críticos do meio

socioambiental.

A educação propicia o diálogo do sujeito com o seu meio e pode vir a inserir a questão do patrimônio em uma educação patrimonial, no entanto, ressaltamos que o patrimônio é a mediação e não o fim da educação.

Um bem cultural a ser preservado pode ser o objeto crítico de análise por meio do processo educativo, se assim almejarmos uma educação progressista, nos dizeres de Freire (2013).

Para Scifioni (2019), no entanto, não existe necessariamente uma relação “[...] direta e indissociável entre o conhecimento e a preservação [...] não há garantia de que acesso à informação sobre esses bens crie relações de encantamento ou de sensibilidade, que são, em essência, o fator motivador da proteção aos bens culturais” (SCIFIONI, 2019, p. 27 e 28).

Por isso, faz-se necessário uma educação progressista, que permita aos indivíduos a participação colaborativa nas decisões de valorização dos bens culturais, os quais fazem parte de suas vidas.

A educação é um direito social e é a condição fundamental para a preservação cultural e ambiental pois, a nosso ver, somente a partir dela é que se pode problematizar a questão da preservação do patrimônio.

Para Meneses (2009, p. 31), o patrimônio cultural tem sempre como suporte os vetores materiais e pode dar-se a partir de um marco no espaço geográfico. Em estudos sobre os processos educativos, Freire (2013) enfatiza que o dado cronológico do marco espacial não pode ser motivo de recusa na elaboração e aceitação para um pensamento.

Sempre que as pessoas “se reúnem para construir e dividir conhecimentos, investigar para conhecer melhor, entender e transformar a realidade que as cerca estão realizando uma ação educativa”. Expandindo a ideia, uma educação patrimonial é quando isso ocorre ao levar em consideração algo relativo ao patrimônio cultural (IPHAN, 2021, on-line).

Ainda, para o IPHAN (2021, on-line), os processos educativos devem esmerar na elaboração coletiva do conhecimento “[...] por meio da participação efetiva das comunidades detentoras e produtoras das referências culturais, onde convivem diversas noções de patrimônio cultural”.

Os vínculos afetivos do patrimônio com os grupos sociais ou indivíduos só adquirem algum significado quando são transformados em objetos de significação no sentido de uma referência cultural. Para tanto, esses objetos devem relacionar-se com a vida das pessoas, as quais, a partir da sensibilização, tenham a vontade e a ação efetiva da preservação como resultado da importância significativa do bem em suas vidas (SCIFIONI, 2019).

Corroborado ainda por Scifioni (2019), a necessidade da problematização do patrimônio se faz necessária sobretudo àqueles bens reconhecidos como herança coletiva em tempos pretéritos. Assim, a elaboração do pensamento crítico é fundamental para a produção do sentido e a educação é indispensável nesse processo de compreensão e

análise renovadora.

Tanto para Freire (2013), quanto para Scifioni (2019), a educação deve ser propiciadora de uma formação crítica e colaborativa entre os sujeitos, rejeitando o que Freire (2013) denomina de educação “bancária”, que apenas recebe e entrega uma informação pronta, sem haver a possibilidade de uma contrapartida reflexiva na elaboração do conhecimento.

A reflexão sobre a prática torna-se uma exigência e, para isso, a ação educativa deve ser elaborada em sua prática, onde a produção do saber não seja uma simples transferência de conhecimentos, pois “[...] quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado” (FREIRE, 2013, p. 24 e 25).

A educação, de maneira ampla, deve ser o *locus* do esmero do conhecimento produzido a partir do diálogo e da pesquisa que valorizam a relação dos saberes, aprendendo e educando juntos e nas diferenças.

Freire (2013) contribui ainda ao discorrer sobre o processo amplo da educação, no qual o nosso conhecimento do mundo tem historicidade e que devemos reconhecer a história como um processo possibilitador, não como um processo determinístico, e onde o futuro não é inexorável, apesar da existência de uma ideologia fatalista que imobiliza e fortalece o discurso contrário, no qual pouco se pode fazer para atuar na realidade social.

Mais uma vez insistimos na afirmação da necessidade de uma educação emancipadora dos indivíduos em sua atuação social e ambiental, em um espaço geográfico que nos abriga e consiste no reflexo de nossas ações ao longo do tempo.

Assim, a leitura crítica da situação socioespacial, que nos envolve, deve orientar e fomentar as discussões para a preservação das culturas e do meio, em uma relação sustentável dos valores prezados da sociedade e não de um grupo específico que deles se apropriam. Por isso, a relação dialógica e reflexiva entre os sujeitos, tendo por base os processos educativos progressistas, mostram-se tão importantes.

Freire (2013, p. 31 e 32), ao fazer uma referência exemplar e de consideração, utilizou-se da possibilidade de uma abordagem educativa a partir da questão das águas dos córregos e riachos poluídos e da experiência que os sujeitos têm do meio em que vivem. Como consequência, nos é conferido a oportunidade de apresentar um eixo de discussão problematizador de análise reflexiva e participativa, onde a comunidade poderá discutir e analisar os riscos à saúde e a ação do poder público em áreas descuidadas da cidade, em especial quanto à questão das águas.

A educação, a partir do exposto, poderá potencializar a questão do tombamento de um reservatório de água, como o de Mocó, em diversos eixos temáticos de discussões. Questões como a própria construção do reservatório, os equipamentos utilizados, o estilo arquitetônico, o período histórico e econômico regional, o processo de urbanização, a extração vegetal sustentável, as comunidades locais, as relações de trabalho, dentre vários outros temas que se relacionam.

É possível entrelaçar comparações com outros bens tombados, não necessariamente preservados, com outros similares e não tombados, mas preservados por atitudes significativas de valor comunitário. São possibilidades para uma educação crítica e progressista que visam a preservação.

O PATRIMÔNIO CULTURAL: UMA VISÃO INTEGRADORA PARA A PRESERVAÇÃO

Após discutirmos sobre os processos educativos com foco na compreensão e na preservação do patrimônio cultural e ambiental e em sua relação com a história do lugar, procuraremos definir o patrimônio.

Salientamos que os conceitos são fundamentados à luz do tempo histórico e por àqueles quem os interpretam. Basta lembrarmos dos fatos atuais da destruição de monumentos representativos do passado colonial de certas localidades, como o ocorrido com a estátua do bandeirante Borba Gato, em julho de 2021, na cidade de São Paulo, e que suscitou inúmeros debates.

Para Choay (2017, p. 11) o termo patrimônio está em sua origem relacionada “às estruturas familiares, econômicas e jurídicas de uma sociedade estável, enraizada no espaço e no tempo”.

O conceito de patrimônio na cultura ocidental moderna, corroborado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), de modo geral refere-se

a uma gama de coisas, *bens* de grande valor para pessoas, comunidades ou nações ou para todo o conjunto da humanidade. *Patrimônio cultural* remete à riqueza simbólica, cosmológica e tecnológica desenvolvida pelas sociedades, e que é transmitida como herança ou legado. Diz respeito aos conjuntos de conhecimentos e realizações de uma sociedade ou comunidade que são acumulados ao longo de sua história e lhe conferem os traços de sua identidade em relação às outras sociedades ou comunidades (VIANNA, 2016, verbete. *Itálico do autor*).

Tem-se, ainda, a definição legalista apresentada na atual Constituição brasileira, promulgada em 1988. Assim dispõe em seu artigo 216:

Art. 216. Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem: I - as formas de expressão; II - os modos de criar, fazer e viver; III - as criações científicas, artísticas e tecnológicas; IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais; V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988, art. 216).

Ao longo do tempo o patrimônio foi requalificado por vários adjetivos, como o histórico e o natural. O patrimônio histórico, por sua vez, engloba uma adversidade de

objetos que congregam os saberes e os trabalhos de um grupo social em seu passado comum, contudo, a apropriação do termo ‘patrimônio histórico’ vem sendo substituído por ‘patrimônio cultural’(PEREIRA, 2018).

Em 1936, Mário de Andrade assinalou que o patrimônio cultural da nação compreendia muitos outros bens além de monumentos e obras de arte. Mas foi somente a partir de meados da década de 1970 que os critérios adotados pelo IPHAN começaram “a ser objeto de reavaliações sistemáticas, que levaram à proposta de uma nova perspectiva para a preservação de bens culturais. Essas reavaliações partiam de pessoas vinculadas a atividades modernas, como o ‘design’, a indústria e a informática” (FONSECA, 2000, p. 111).

Entre as mudanças foi introduzida a noção de referência cultural e preocupações, até então não formuladas, na implementação das políticas de patrimônio. Conforme Fonseca (2000, p. 111), eram “indagações sobre quem tem legitimidade para selecionar o que deve ser preservado, a partir de que valores, em nome de que interesses e de que grupos”.

O patrimônio cultural, conforme preconizado por Mário de Andrade, deveria expandir o seu entendimento para além dos monumentos da história oficial e incluir as “manifestações culturais representativas para os outros grupos que compõem a sociedade brasileira – os índios, os negros, os imigrantes, as classes populares em geral (FONSECA, 2000, p. 112).

Percebemos a dimensão simbólica dos espaços como plural e diversificada para os seus habitantes, onde a ocupação e a utilização do solo e de seus recursos são utilizados e valorizados diversificadamente por grupos que constroem a sua história e produzem seus objetos, edificações e conhecimentos, constituindo patrimônios a serem considerados.

Segundo Scifioni (2019), a população sabe reconhecer os bens portadores de sua memória coletiva, como também é capaz de se organizar e se mobilizar visando a sua proteção.

Assim, as referências culturais não se constituem nos objetos considerados em si próprios, mas em uma operação de reconhecimento desses elementos, “relacionando-os a uma representação coletiva a que cada membro do grupo de algum modo se identifica”. E ainda, a apreensão das informações dá-se a partir da materialidade, ou suportes, como “sítios, monumentos, conjuntos urbanos, artefatos, relatos, ritos, práticas, etc. – só se constituem como referências culturais quando são consideradas e valorizadas enquanto marcas distintivas por sujeitos definidos.” (FONSECA, 2000, p. 113), visão essa também compartilhada por Meneses (2009).

Antes de qualquer coisa, o primeiro passo para proteger as referências é conhecê-las, identificá-las e enunciá-las. Deve-se considerar a complexidade do espaço e dos bens a serem protegidos, caso contrário pode ocorrer uma iminente perda do bem de referência (FONSECA, 2000, p. 114).

Para tanto, buscou-se um instrumento legal de proteção a partir dos desafios

colocados na realidade espacial e o tombamento constitui uma forma de proteção ao patrimônio cultural.

Entende-se por tombamento, o reconhecimento da importância dos bens como patrimônio e nos impedimentos em relação a sua destruição ou descaracterização. Porém, são permitidas restaurações e reparos, desde que previamente autorizados por órgão competente (SCIFIONI, 2017, p. 2).

Silva e Oliveira (2016) complementam a noção de patrimônio como o resultado da dialética entre o homem e seu ambiente, entendendo esse que sofre modificações no decorrer do tempo. Mas ainda, conforme Pereira (2018, p. 35), as “políticas públicas de seleção do patrimônio cultural brasileiro optaram pela proteção de determinados bens em detrimento de outros, e nesse campo de disputas o patrimônio natural se constituiu historicamente como uma das categorias menos privilegiadas”.

Ao tecermos algumas considerações a respeito do patrimônio natural, notamos que há por parte dos órgãos de preservação uma grande dificuldade na compreensão dialética, abrangente e contraditória no que tange o estudo em dimensões associativas da cultura e da natureza.

Os órgãos de preservação tendem a considerar os elementos da natureza como exclusividade da esfera ambiental, prevalecendo ainda uma visão cartesiana já ultrapassada. “Trata-se de argumentação que desconhece ou ignora a trajetória das políticas públicas na incorporação dos novos objetos e ampliação conceitual em patrimônio e, também, ignora a própria legislação competente” e, ainda, “há muita incompreensão nos discursos oficiais do que venha a ser patrimônio natural - , como também no que diz respeito aos valores culturais atribuídos a ele” (SCIFIONI, 2020, p. 2).

Scifioni (2020, p. 2) também realça que o patrimônio natural, antes de tudo, é “um objeto da natureza, testemunho de processos ecológicos e do meio físico, o que significa que tem dinâmica própria, muito embora sob ação e influência dos fatores sociais”.

O reservatório de água de Mocó, o qual analisaremos adiante, foi construído e incorporado à memória coletiva da cidade com o seu tombamento focado no aparato técnico-construtivo do tratamento da água para o abastecimento urbano. Salientamos que a água, compreendida como natureza, foi o fator que tornou possível e ensejou a construção do sistema de tratamento hídrico pelas técnicas humanas em sua ação cultural sobre a natureza. Não seria a água, o bem maior a ser tombado e preservado? Mais uma questão a ser problematizada pela educação nos projetos de sustentabilidade.

Portanto, em nossa leitura e relacionando ao trabalho de Scifioni (2020), consideramos a água como testemunho natural do meio físico e deve ser compreendida também como patrimônio no sentido de natureza e cultura, pois é um fragmento de importância ambiental e também

de memória, ação e identidade de grupos sociais. Nesse caso, atribui-se a ela um valor cultural, associando-se novo conteúdo que não se restringe

apenas ao fato de ser testemunho de processos ecológicos e do meio físico. A natureza torna-se, assim, concorrentemente, um bem cultural, testemunho da vida social, apropriado por uma ação cultural. Trata-se da criação de mais uma categoria que compõe o conjunto do patrimônio cultural, junto com as demais, como é o caso do edificado, o imaterial, o arqueológico. Dessa maneira, o patrimônio natural não se opõe, mas compõe o patrimônio cultural em sua noção ampliada (SCIFIONI, 2020, p. 4).

Os valores mobilizados pelos atores sociais representam a questão central para Meneses (2009) e constituem uma atribuição que cabe questionar quem os atribuem e quem os criam.

Inicialmente o valor era conferido pelo poder público, o qual instituía o patrimônio cultural composto por bens tombados, fazendo do tombamento uma determinante do valor cultural, como observamos com o reservatório de Mocó. No entanto, o patrimônio é um fato social e os valores culturais são criados pela sociedade, posicionamento esse aceito já há muito tempo nas ciências sociais, mas que não era bem compreendido nos órgãos oficiais de preservação, sobretudo nas décadas 1970 e 1980, mas, sem querer tirar a importância dos órgãos oficiais na questão (MENESES, 2009).

Segundo Meneses (2009) o valor cultural é pensado em componentes cognitivos, formais, afetivos, pragmáticos e éticos, não querendo dizer com isso que tais componentes sejam isolados em si mesmos. Eles se agrupam, se combinam, se transformam e geram conflitos.

O reservatório de Mocó representa e possui um valor cognitivo, pois ele possibilita condições e oportunidades relevantes para o conhecimento. Por meio dele é possível perceber a história, a cidade e a natureza.

Esses valores possibilitam uma recuperação social e ambiental da cidade quanto ao uso múltiplo das águas para o abastecimento e toda uma gama de conhecimento possibilitador que enseja os processos educativos, conforme nos orienta Freire (2013).

Também atribuímos ao reservatório de Mocó um valor afetivo, pois reportando à Meneses (2009), há uma carga simbólica de vinculações subjetivas de sentimento de pertencimento ou identidade. O bem também orienta e referencia um ponto no espaço transformado.

Notamos que o patrimônio cultural e os valores atribuídos a ele não é neutro, é antes de tudo uma orientação de ordem social e política, no qual o patrimônio é o veículo pelo qual mobilizamos os valores e que tem na educação os movimentos necessários para a ampliação da consciência humana voltada para o conhecimento e para ações de sustentabilidade.

O TOMBAMENTO DO RESERVATÓRIO D'ÁGUA DE MOCÓ: EIXO GERADOR PARA OS PROCESSOS EDUCATIVOS VOLTADOS À PRESERVAÇÃO CULTURAL E AMBIENTAL

A vinculação do tombamento de um patrimônio aos processos educativos, e por eles potencializado, cria as possibilidades de gerar e elaborar conhecimentos quanto às questões socioambientais, sobremaneira às reflexões da sustentabilidade.

Para tanto, utilizaremos a importância das águas nos processos de urbanização, com a apresentação e a contextualização do tombamento, em 1985, da caixa d'água de Mocó, na cidade de Manaus/AM, cuja estrutura é utilizada, até hoje, no abastecimento hídrico da cidade (IPHAN, 2021, on-line).

Na década de 1920, o circuito do desenvolvimento econômico no Brasil não estava circunscrito única e exclusivamente em São Paulo, embora este representasse a região mais dinâmica do modelo agroexportador, industrial e populacional do país e de, principalmente, exercer o mais relevante poder de decisões na política nacional (SANTOS, 2005).

Outras cidades do país exerciam um poder regional, sobretudo aquelas que estavam mais distantes geograficamente de São Paulo. Assim aconteceu com Manaus, em plena ecorregião amazônica e vivenciando o Ciclo da Borracha, que definia uma nova paisagem urbana, europeizada no equador.

No início da República verificou-se uma política urbana que já se desenhava desde o final do Império e refletia uma preocupação com o abastecimento e a higiene em virtude do crescimento populacional, do comércio e da indústria, levando ao aumento do uso de reservatórios d'água (SANTOS, 2011).

No último quartel do século XIX, comerciantes e moradores de Belém/PA já se manifestavam por um melhor abastecimento de água, o que motivou, em 1912, a inauguração do reservatório Pais de Carvalho, onde estiveram presentes diversas autoridades, inclusive o Presidente da República, Hermes da Fonseca, fato que mostra a importância do abastecimento de água no desenvolvimento da cidade e nas solenidades políticas (SPHAN, 1984).

Em Manaus, a partir de 1880 e com a implantação de sucessivas obras, estabeleceu-se uma fase cosmopolita à cidade, fato que propiciou a construção de um reservatório de água para o abastecimento hídrico urbano (VICENTINI, 2004).

Trata-se da construção do reservatório de água de Mocó, também chamado de caixa d'água. A sua construção foi iniciada em 1893 e concluída em 1896. Contudo, o tombamento deste reservatório ocorreu apenas em 1985, por meio do Processo de Tombamento do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN), atual Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN): Processo 1127-T-84. Livro de Tombo Histórico: inscrição nº 497, a fl. 88, de 24.04.1985. Livro do Tombo das Belas Artes: inscrição nº 569, fl. 09, de 24.04.1985 (SPHAN, 1985, fl. 65).

Este fato enseja diversas correlações de eixos temáticos para os processos

educativos, nas diversas linguagens do conhecimento e em seus desdobramentos interdisciplinares.

Ao analisarmos os documentos oficiais do tombamento, em arquivos digitalizados, percebemos que os reservatórios de água para o abastecimento urbano exerceram funções importantes na dinâmica da expansão urbana em diversas cidades do país, sobretudo a partir do final do século XIX, época da construção do reservatório.

Mocó foi um dos poucos resquícios da arquitetura industrializada em ferro tombado em esfera nacional. O processo de tombamento foi iniciado em 1982, por meio de ofício do diretor da Divisão de Tombamentos e Conservação do SPHAN ao diretor da Primeira Diretoria Regional, também do SPHAN, solicitando informações sobre exemplares de reservatórios de água construídos no decorrer do século XIX nas cidades de Belém e Manaus.

Como havia poucas referências na época para ensejar a abertura de um processo administrativo para o tombamento do reservatório, o SPHAN buscou uma recuperação histórica do uso múltiplo das águas para o abastecimento humano a partir de cidades brasileiras mais proeminentes, como o Rio de Janeiro, e verificou que desde a Colônia o abastecimento de água vem sofrendo alterações de acordo com as necessidades urbanas: “[...] aguadeiros, fontes, bicas, poços, caixas d’água, açudes e barragens”, onde, muitas vezes eram os escravizados quem faziam o transporte da água, utilizando para isso, “animais, carroças, pipas e barris, entregando a mercadoria de casa em casa (SPHAN, 1984, fl. 15).

Percebe-se que a água, para o serviço de Patrimônio, era uma mercadoria importante a ser transportada e não um bem a ser considerado pelo seu valor intrínseco.

Mais adiante, no processo de tombamento, o parecerista informa que a evolução gradativa da cidade estava relacionada aos projetos básicos de saneamento. O estudo de reservatórios de água, que compunha o sistema de abastecimento hídrico das principais cidades do Brasil, permitiu ao Serviço do Patrimônio selecionar alguns exemplares desse tipo de equipamento urbano e Mocó foi um dos selecionados por representar um “valioso testemunho da qualidade construtiva dada a esse tipo de equipamento [...]” (Informação nº 115/84. Processo Tombamento do Reservatório de Mocó, SPHAN, 1984, fl. 43).

O reservatório de Manaus foi construído com duas técnicas distintas e que causou certo interesse pelo seu tombamento: uma estrutura metálica para a caixa d’água e o seu envoltório externo constituído de alvenaria com arcos em sequência, assemelhando-se a um mercado. O pavimento térreo é ocupado pelas máquinas e controle de operações e o piso superior pelo reservatório d’água, além de consistir em um monumento representativo do início do abastecimento de água da Capital amazônica (SPHAN, 1984, fls. 43-44 e 55).

O relato acima pode ser conferido na leitura da imagem fotográfica (Figura 1), a qual permite visualizar a obra do reservatório ainda em sua fase de construção, na qual observamos a presença dos andaimes e vigas de sustentação no entorno da edificação.

A imagem faz parte de um álbum fotográfico e é indício da memória imagética construída no final do século XIX que tinha por temática a paisagem urbana. Imagens como essas, segundo Pereira (2013), eram divulgadas por meio de diversos suportes, como os álbuns, relatórios, cartões-postais, revistas e jornais. As fotografias serviam, também, como instrumentos de propaganda das obras realizadas pela gestão pública.



Figura 1 – Cópia fotográfica do Reservatório de Mocó, em construção. Final do século XIX.

Fonte: CACCAVONI, Arthur. 1899, on-line.

O relatório de tombamento também enfatiza a importância de se preservar o entorno onde o reservatório está implantado, ressaltando o valor dos aspectos naturais e revelando uma preocupação ambiental já presente naquela época, pois o reservatório “[...] encontra-se situado à cabeceira de parque arborizado, o que acrescenta à edificação ambientação extremamente agradável” (SPHAN, 1984, fl. 44).

A finalização do processo dá-se com a emissão de parecer favorável ao tombamento do reservatório, com o seguinte relato para o deferimento: “[...] equipamento urbano característico de uma fase da evolução do abastecimento d’água nas principais cidades brasileiras e, simultaneamente, como significativo exemplo do emprego de artefatos de ferro no Brasil, na passagem do século XIX ao XX”, e prossegue com a recomendação de inclusão “do parque existente junto ao Reservatório, na área de entorno, a ser estudada para fins de ambientação e respectiva delimitação” (SPHAN, 1984, fl. 46 e 47).

Posteriormente, uma nova informação foi redigida (sob nº 141/84, da Diretoria de Tombamento e Conservação do SPHAN), reforçando outras já proferidas e ratificando quanto à excepcionalidade do reservatório como elemento de destaque “[...] entre as edificações precursoras da utilização de estruturas de ferro [...] de elaboração requintada, ao gosto da arquitetura eclética característica do final do século XIX” (SPHAN, 1984, fl. 48).

Em 24 de abril de 1985, foi providenciada a inscrição nos Livros de Tombo Histórico e das Belas Artes e, em 03 de julho de 1985, foi emitida a certidão definitiva que confere os registros de tombamento (SPHAN, 1984, fls. 69-72).

Porém, o instrumento jurídico do tombamento em si não é garantia de preservação, é um conjunto incessante de ações entre poder público e comunidade que permitirá a sua efetiva implantação.

Percebemos que a colonialidade do saber está presente nos entendimentos que constituem a base para o tombamento, conferindo ao discurso autorizado os fundamentos de valorização do patrimônio, onde a construção do reservatório em si, a sua arquitetura, as técnicas e os materiais utilizados sobressaíram nos estudos que ensejaram a valorização do bem e foi o motivo primaz para o seu tombamento como patrimônio constituído.

Embora a água e a sua potabilidade na origem não tenham sido discutidas como bem para preservação, a educação progressista deve abordar tal discussão que é atual e premente, não só na região amazônica, mas em todo o país e em escala global, respeitadas as singularidades locais quanto às culturas e a conformação físico-territorial.

O tombamento de Mocó possibilita a recuperação histórica e a preservação da memória social, além de discussões entorno da relação homem/natureza, dos discursos e ações sustentáveis de preservação, tudo articulado pelos processos educativos voltados para a elaboração de conhecimentos.

CONCLUSÕES

Só recentemente a defesa de valores como a qualidade de vida, a proteção do meio ambiente e a preservação de referências culturais, não apenas aquelas atribuídas aos detentores do poder de assim defini-las, é que passaram a ser compreendidas como direito do cidadão (FONSECA, 2000).

As análises de inteiro teor do processo de tombamento do reservatório de Mocó, em Manaus, possibilitaram uma melhor compreensão do funcionamento e dos trâmites oficiais e da visão fragmentária de concessão de valores.

As articulações traçadas entre o tombamento, o patrimônio e os processos educativos permitiram dialogar reflexivamente com a conceituação teórica atual, a qual utiliza-se de uma metodologia que instiga a resolução de problemas mobilizando os aspectos cognitivos na busca do conhecimento.

Além disso, verifica-se que a apreensão de conceitos deve levar a uma ação consciente da realidade social, superando a fragmentação das análises e problematizando os projetos de sustentabilidade por meio da interdisciplinaridade.

O tombamento do reservatório de água de Mocó, localizado no espaço urbanizado de Manaus, faz parte da história socioambiental e confere a ele a possibilidade de tema gerador para os processos educativos progressistas, reforçando a ideia de “[...] uma

pedagogicidade indiscutível na materialidade do espaço” (FREIRE, 2013, p. 45).

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. 35ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

CACCAVONI, Arthur. **Album descritivo amazonico**. Gênova: Fratelli Armanino, 1899, anno II. Disponível em: https://issuu.com/bibliovirtualesec/docs/album_descriptivo_amazonico__1899_ Acesso em: 20 out. 2020.

CHOAY, Françoise. **A alegoria do patrimônio**. 6ª. ed. São Paulo: Estação Liberdade; Ed. UNESP, 2017.

FONSECA, Maria Cecília Londres. **Referências culturais**: base para novas políticas de patrimônio. In: IPHAN. Manual de aplicação do INRC. Brasília: MinC/IPHAN/Departamento de Documentação e Identificação, 2000. p. 111-120.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 47ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Sítio: <http://portal.iphan.gov.br/>

IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Sítio: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/343> Acesso em: 07 out. 2021.

MENESES, Ulpiano Toledo Bezerra de. Conferência Magna. **O campo do patrimônio cultural**: uma revisão de premissas. In: I FÓRUM NACIONAL DO PATRIMÔNIO CULTURAL. Sistema Nacional de Patrimônio Cultural: desafios, estratégias e experiências para uma nova gestão. Ouro Preto, 2009. p. 25-40. vol. 1.

PEREIRA, Danilo Celso. **Patrimônio natural**: atualizando o debate sobre identificação e reconhecimento no âmbito do IPHAN. REVISTA CPC (USP), v. 13, 2018. p. 34-59.

SANTOS, Fábio Alexandre dos. **Domando águas**: salubridade e ocupação do espaço na cidade de São Paulo. São Paulo: Alameda, 2011.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5ª ed. São Paulo: Edusp, 2005.

SCHOPENHAUER, Arthur. **A arte de escrever**. Porto Alegre: L&PEM, 2012.

SCIFONI, Simone. **Paisagem cultural no Brasil**: instrumentos legais e desafios da proteção. In: Lopes da Cunha, F.; Santos, M.; Rabassa, J. (Org.). Latin american heritage. Cham: Springer, 2017, v. 1, p. 137-149.

SCIFONI, Simone. **Conhecer para preservar**: uma ideia fora do tempo. Rev. CPC, São Paulo, n.27 especial, p.14-31, jan./jul. 2019.

SCIFONI, S. A natureza na preservação do patrimônio cultural paulista: a contribuição de Aziz Nacib Ab'Saber. **Anais do Museu Paulista: História e Cultura Material**, [S. l.], v. 28, p. 1-30, 2020. DOI: 10.1590/1982-02672020v28d2e26. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/anaismp/article/view/165603>. Acesso em: 14 out. 2021.

SILVA, Rafaela Rogato; OLIVEIRA, Eduardo Romero de. Diretrizes para preservação do patrimônio industrial. Vila Ferroviária de Mairinque /SP. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**. v. 23, n. 40, p. 190-203, 2016. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/110095>. Acesso em: 2 nov. 2020.

SPHAN, Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Processo de Tombamento do Reservatório de Mocó**. Nº 1127-T-84. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/>. Acesso em: 9 out. 2020.

VIANNA, Letícia C. R. Patrimônio Imaterial. In: GRIECO, Bettina; TEIXEIRA, Luciano; THOMPSON, Analucia (Org.). **Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural**. 2ª ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2016. (verbete).

VICENTINI, Yara. **Cidade e história na Amazônia**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

CAPÍTULO 4

INCENTIVOS PÚBLICOS A PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA NA PROPRIEDADE FAMILIAR RURAL DO RS: PROPOSTAS PARA REGULAMENTAÇÃO DO CÓDIGO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DE 2020

Data de aceite: 02/05/2022

Domingos Benedetti Rodrigues

Pós-Doutor em Direito URI Campus de Santo Ângelo - RS
<http://lattes.cnpq.br/8864047874239071>
[Orcid.org/0000-0002-7305-710X](https://orcid.org/0000-0002-7305-710X)

Cristian Maidana

Acadêmico do 7º Semestre do Curso de Direito da Universidade de Cruz Alta - UNICRUZ

Gabriela Colomé Moreira

Acadêmica do 7º Semestre do Curso de Direito da Universidade de Cruz Alta - UNICRUZ

Fabício da Silva Aquino

Acadêmico do 7º Semestre do Curso de Direito da Universidade de Cruz Alta - UNICRUZ

RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo geral elaborar propostas para regulamentação do atual Código de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul - Lei nº 15.434/ 2020, a respeito da concessão de incentivos à preservação e recuperação da vegetação nativa na propriedade familiar rural do Estado, como sendo uma prestação de serviços ambientais ao contexto geral das coletividades e a promoção do desenvolvimento sustentável rural e urbano. Trata-se de um trabalho de cunho interdisciplinar e transdisciplinar entre as áreas do desenvolvimento, direito, técnica ambiental e gestão da propriedade familiar rural do Rio Grande do Sul. Posteriormente, tais propostas serão encaminhadas a um Deputado Estadual,

para elaborar um projeto de lei, que vai originar uma lei estadual. Da mesma forma, o projeto sendo aprovado na Assembleia Legislativa, deverá ser encaminhado ao Governador do Estado para sanção ou veto. Portanto, o resultado do presente estudo trará importantes contribuições para a regulamentação de políticas estaduais, dotadas de incentivos públicos que venham fomentar a preservação e recuperação ambiental da propriedade familiar rural, para além das exigências mínimas já estabelecidas em norma e, ao mesmo tempo, uma contribuição significativa ao desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Incentivos. Preservação Ambiental. Propriedade Familiar. Regulamentação.

ABSTRACT: The presente work has as general purpose to elaborate proposals for the current Environmental Code of Rio Grande do Sul – Law No. 15.434/2020, about concession of incentives to preservation and recovery of native vegetation in the rural family property of the State, as a provision of environmental services to the collectivities' general context and the promotion of rural and urban sustainable development. It is an interdisciplinary and transdisciplinary work between the areas of development, law, environmental technique and management of rural family property in Rio Grande do Sul. Subsequently, such proposals will be sent to a State Deputy to authored a bill that will originate a state law. In the same way, the bill been approved by the Legislative Assembly, it must be sent to the State Governor for sanction or veto. Therefore, the result of the present research will

bring important contributions for the regulation of the state politics, endowed with public incentives that will encourage the environmental preservation and recovery of rural family property, beyond the minimum requirement already established in law and, at the same time, a significant contribution to sustainable development.

KEYWORDS: Incentives. Environmental Preservation. Family Property. Regulation.

1 | CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente trabalho tem por objetivo geral elaborar propostas para regulamentação do atual Código de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul - Lei nº 15.434/ 2020, a respeito da concessão de incentivos à preservação e recuperação da vegetação nativa na propriedade familiar rural do Estado, como sendo uma prestação de serviços ambientais ao contexto geral das coletividades e a promoção do desenvolvimento sustentável rural e urbano.

Está vinculado ao projeto de pesquisa PIBIC voluntário 2021, que é desenvolvido na Universidade de Cruz Alta - RS. Tem como objetivo geral contribuir com subsídios para elaboração de um projeto de Lei Estadual regulamentador da Lei RS nº 15.434 de 2020 sobre incentivos à preservação e recuperação da vegetação nativa na propriedade familiar rural no Rio Grande do Sul, para além do mínimo exigido em norma, como sendo uma forma de prestação de serviços ambientais a toda a coletividade e promoção do desenvolvimento sustentável rural e urbano.

É neste sentido que se justifica o trabalho, com a finalidade de produzir uma proposta de regulamentação por meio Norma Estadual do Rio Grande do Sul. Tal projeto de lei transformado em lei estadual tem como propósito incentivar estes produtores familiares rurais a preservar e recuperar a vegetação nativa em sua propriedade, desde que seja em quantidade superior ao mínimo estabelecido por norma já existente. Sendo assim, se constituirá numa forma de prestação de serviços ambientais voltados a toda a sociedade e com o desenvolvimento sustentável do meio rural e urbano, como menciona o próprio Código Florestal Brasileiro de 2012.

2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia empregada para desenvolver o presente texto, consta do método indutivo, o hipotético-dedutivo e método auxiliar comparativo. A pesquisa adotada na produção do trabalho, quanto sua natureza é aplicada, quanto a seu objetivo e o procedimento é bibliográfica, quanto as técnicas a serem adotadas é uma pesquisa qualitativa, teórica e prescritiva.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A respeito dos incentivos públicos para a preservação e recuperação da vegetação

nativa existente na propriedade familiar rural do Rio Grande do Sul, para uma melhor compreensão do tema, optou-se em construir o texto em três abordagens sequenciais. A primeira consta do estudo de uma base constitucional a respeito da preservação e recuperação da vegetação nativa na propriedade rural. A segunda diz respeito ao Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651/2012 e a Lei RS nº 15.434 de 2020 - Código de Meio Ambiente do RS, quanto aos incentivos governamentais voltados aos produtores familiares que adotarem medidas de preservação e recuperação da vegetação nativa em suas propriedades. Por fim, a terceira abordagem versa num conjunto de propostas para a preservação e recuperação ambiental nas propriedades familiares rurais do RS, a fim de servir de subsídios ao Parlamento Gaúcho regulamentar tais formas de fomento.

Em relação a primeira abordagem o artigo 186 da Constituição Federal de 1988 estabelece que, o direito de propriedade positivado no artigo 22 inciso XXII e XXIII da Constituição de 1988 (BRASIL, 1988) e no artigo 1.228 do Código Civil Brasileiro (BRASIL, 2002) na sua versão individual estabelece ao proprietário da terra, neste caso a propriedade rural, tem o direito de usá-la nas diversas atividades previstas em norma, de usufruir dos produtos nela produzidos e de dispor em forma de venda, doação, herança e outros.

No tocante ao direito de usar, o proprietário possui assegurado o direito dele mesmo e da sua família desenvolver as atividades rurais. No entanto, o proprietário precisa cumprir com a função social, levando em consideração os quatro requisitos previstos no artigo 186 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), que são: a) aproveitamento racional e adequado; b) utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e a preservação do meio ambiente; c) observação das disposições que regulam as relações de trabalho; d) exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores. Por sua vez, o mesmo dispositivo estabelece que todos os requisitos sejam atendidos simultaneamente pelo proprietário, pois do contrário, recai no descumprimento das funções sociais.

Neste sentido, a Constituição determina a obrigatoriedade do cumprimento das funções socioambientais, como forma de proteção e recuperação do ambiente natural, que é a propriedade rural, quando o proprietário desenvolve suas atividades produtivas, no caso deste trabalho, a propriedade de regime familiar, para reunir condições de contribuir com o desenvolvimento sustentável do meio rural.

Considerando os quatro requisitos da função social da propriedade antes mencionados, o desenvolvimento do meio rural será considerado sustentável se apresentar estes seis aportes axiológicos. Segundo Rodrigues (2019, p. 107 - 108).

Um aspecto jurídico que estabelece obrigatoriedade e limites para o seu uso; um caráter ambiental que determina cuidados com o meio ambiente no desenvolvimento das atividades produtivas na propriedade rural; um aspecto político que é extensivo ao fomento das atividades rurais pelo Estado, que devem acontecer de forma universal a todos os proprietários; um viés cultural quanto a preservação de todas as formas de culturas relacionadas com a propriedade; um aspecto econômico que prevê a todos os proprietários

equitativamente participarem da economia do País e por último, um viés social vinculado ao cumprimento dos direitos sociais constitucionais previstos no artigo 6º da Constituição Brasileira de 1988 e a própria função social da propriedade rural preconizada pelo artigo 186.

Então, o cumprimento da função social nos termos antes mencionados, passa a ser uma condição prevista no artigo 186 da Constituição Federal de 1988 e na Lei Federal nº 8.629/1993, para o próprio produtor rural contribuir com o desenvolvimento sustentável do meio rural, mediante seu aporte jurídico, ambiental, econômico, cultural, político e social, no caso do presente trabalho, o proprietário familiar.

A promoção do desenvolvimento sustentável do meio rural, passa pelas questões ambientais, como o Cadastro Ambiental Rural - CAR, que deve ser declarado por todos os proprietários rurais do Brasil, independente da sua condição, como sendo uma questão de economia e cultura ao mesmo tempo. Então, segundo Winckler e Rodrigues (2020, p. 148) “[...] o seu caráter multidimensional reflete a visão de sustentabilidade, vez que, cuida das políticas de desenvolvimento econômico ao homem do campo, garantir a continuidade dos povos tradicionais, por meio da preservação da sua cultura.”

Em relação a segunda abordagem, importa ressaltar que a Lei Federal nº 4.504 de 1964 - Estatuto da Terra em seu artigo 4º conceitua a propriedade familiar no Brasil, como sendo “O imóvel rural que, diretamente e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, eventualmente trabalhado com ajuda de terceiros” (BRASIL, 2013).

Esta norma estabelece critérios para que o proprietário rural consiga se declarar como familiar. A mão de obra a ser utilizada nas atividades produtivas deve ser predominantemente do grupo familiar por ele declarado, podendo utilizar de forma eventual a mão de obra de terceiros, ou seja, pessoas que não integram o grupo familiar. A produção advinda deste tipo de imóvel deve garantir a sobrevivência econômica da família e ainda contribuir com progresso social e econômico.

Esta Lei combinada com o artigo 186, II da Constituição Federal de 1988 ainda estabelece que, as atividades desenvolvidas em todas as propriedades rurais brasileiras, neste caso, a propriedade familiar, sejam desenvolvidas de acordo com as normas de preservação e recuperação do ambiente natural, que abrange a própria propriedade rural. Neste sentido, tal dispositivo constitucional regulamenta o compromisso do grupo familiar em cumprir com a função socioambiental, que também fora regulamentada pelo Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651/2012.

Por sua vez, esta Lei mencionada por (SIRVINSKAS, 2019) regulamenta o uso e a gestão florestal, especialmente das Áreas de Preservação Permanentes - APPs e das Áreas de Reserva Legal - RL existentes no imóvel rural, como sendo um instrumento da função socioambiental da propriedade. Esta norma estabelece a forma de preservação e

recuperação da vegetação nativa e a quantidade mínima obrigatória, tudo de acordo com a situação de cada propriedade.

O artigo 3º, II desta Lei conceitua Área de Preservação Permanente, como sendo “[...] área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental preservar recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações urbanas.”

Ressalta-se que esta Lei em seu artigo 3º, III regulamenta a denominada Reserva Legal, que é a área com a finalidade de “[...] assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.”

Da mesma forma, o seu artigo 1ª - A, inciso VI regulamenta uma questão importante voltada a este estudo. “A criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação e recuperação da vegetação nativa e para promover o desenvolvimento das atividades produtivas sustentáveis.” Neste sentido, o referido dispositivo legal carece de regulamentação jurídica, para que sejam estabelecidas as formas de incentivos a preservação e recuperação da vegetação nativa do imóvel rural, neste caso a propriedade familiar.

De outra forma, a Lei RS nº 15.434 de 2020 cria o Código Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande Sul. Em seu artigo 1º estabelece que, todos são responsáveis para a proteção, garantia da qualidade ambiental, restauração de passivos ambientais e responsabilização por possíveis danos causados, para que o direito a viver num ambiente ecologicamente equilibrado seja garantido para presentes e futuras gerações (RS, 2020).

Salienta-se que a referida norma do RS regulamenta a Política Estadual do Meio Ambiente, estabelecendo pressupostos legais para o Estado como Ente Público regulamentar em norma as ações e instrumentos, para concretizar a proteção e recuperação ambiental, neste caso, a propriedade familiar rural do Rio Grande do Sul.

Então, o Código Estadual do Meio Ambiente - RS em seu artigo 14 inciso primeiro prevê a criação de acordos, convênios, consórcios e outros mecanismos associativos para a gestão de recursos ambientais. Já, nos seus incisos X e XI estão previstos estímulos associativos e a criação de fundos ambientais destinados ao incentivo a preservação e a recuperação ambiental, neste caso, a propriedade familiar.

É neste sentido, que o objeto deste trabalho prevê a participação dos agricultores familiares no cumprimento da função socioambiental e, ao mesmo tempo, apresentarem-se como beneficiários da Política Estadual de Meio Ambiente positivada na Lei nº 15.434/2020, como gestores das ações de proteção e recuperação ambiental no âmbito das suas propriedades.

Importa salientar que, o estudo considera como beneficiário destas políticas de proteção e recuperação ambiental previstas na Lei nº 12.651/2012 - Código Florestal

Brasileiro e aquelas positivadas na Lei 15.434/2020 - Código de Meio Ambiente do RS, no sentido de preservar aquilo que está previsto em norma e que ainda existe na propriedade, bem como a restauração para além do mínimo positivado nos regulamentos jurídicos, constituindo-se assim, numa espécie de prestação de serviços ambientais - PSA voltados a toda a coletividade.

Como a Lei nº 4.504/1964 não deixa explícita a dimensão territorial da propriedade familiar no Brasil, para fins deste estudo, será considerada a previsão jurídica da Lei Federal nº 11.326/2006 (BRASIL, 2013) que estabelece os conceitos, princípios e instrumentos destinados a formulação das políticas públicas direcionadas a Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. O artigo 3º da Lei 11.326/2006 considera,

[...] agricultor familiar e empreendedor familiar rural, aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo simultaneamente, os seguintes requisitos: I - não detenha a qualquer título, área maior do que 4 módulos fiscais; II - utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; III - tenha percentual mínimo de renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento; IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Este mesmo dispositivo normativo considera como beneficiários, os silvicultores, aquicultores, extrativistas, pescadores, povos indígenas, integrantes de comunidades remanescentes de quilombos rurais e demais povos e comunidades que atendam os critérios e condições desta Lei.

A Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais, mencionada nesta Lei, em seu artigo 4º e 5º regulamenta entre outros princípios, o da descentralização e da sustentabilidade ambiental, social e econômica, com ações públicas, especialmente, com linhas de crédito, de infraestrutura e serviços, assistência técnica e extensão rural, educação e capacitação profissional para os envolvidos.

Então, para fins do presente estudo, será considerada propriedade familiar definida pela Lei federal nº 4.504/1964, com as considerações estabelecidas pela Lei Federal nº 11.326/2006, tendo como beneficiário os agricultores familiares e empreendedores familiares possuidores de propriedades de até quatro módulos fiscais.

Marques (2015) destaca a Lei Federal 8.171/1991 que regulamenta o artigo 187 da Constituição Federal de 1988 em relação a Política Agrícola no Brasil. O artigo 2º desta Lei define que a atividade agrícola “[...] compreende processos físicos, químicos e biológicos, onde os recursos naturais envolvidos devem ser utilizados e gerenciados, subordinando-se às normas e princípios de interesse público, de forma que seja cumprida a função social e econômica da propriedade.”

São fundamentos jurídicos federais que serão considerados para a formulação das políticas de fomento previstas pela Lei RS 15.434/2020 a serem regulamentadas pelo Estado do Rio Grande do Sul, quando tratar-se da preservação e recuperação ambiental

na propriedade familiar.

O artigo 14 desta Lei regulamenta os instrumentos da Política Estadual do Meio Ambiente. Dentre outros instrumentos que a norma menciona, para fins deste trabalho, o seu inciso primeiro estabelece a criação de acordos, convênios consórcios e outros mecanismos associativos, para a gestão dos recursos ambientais. Já, o inciso X prevê a criação de estímulos e incentivos, o inciso XI a criação de fundos ambientais e o inciso XVI prevê a criação de planos e programas de conservação, recuperação e uso sustentável dos recursos ambientais (RS, 2020).

No seu intento, o artigo 15 desta mesma Lei Estadual do RS, estabelece os objetivos do Planejamento Ambiental. Dentre os vários objetivos a serem alcançados pela Política Estadual do Meio Ambiente destaca-se o inciso II, alínea I referente a conservação e a recuperação de florestas e demais formas de vegetação nativa localizadas no Estado. Da mesma forma, o inciso X prevê estímulos a proteção ambiental por meio de incentivos, como por exemplo, o pagamento de serviços ambientais - PSA (RS, 2020).

Considera-se que, tanto a Lei Federal 12.651/2012 - Código Florestal Brasileiro, quanto a Lei RS 15.434/2020 - Código de Meio Ambiente do RS, apresentam formas de incentivos a preservação e recuperação ambiental na propriedade rural, neste caso, a propriedade familiar localizada em nosso Estado, como forma de promoção do desenvolvimento sustentável do meio rural.

No entanto, os instrumentos legais previstos nas Leis antes mencionadas, que são formas de incentivos e fomentos para as políticas de preservação e recuperação da vegetação nativa existente na propriedade familiar rural do RS, precisam de regulamentação por normas estaduais para que possam ter efetividade prática. São fatores necessários para o agricultor familiar reunir as condições de preservar e recuperar os passivos ambientais para além da quantia mínima estabelecida pela legislação ambiental federal e estadual em vigor.

A terceira e última abordagem desta produção, volta-se a um conjunto de propostas para a preservação e recuperação ambiental nas propriedades familiares rurais do RS, que sejam além do mínimo já determinado por normas federais e estaduais em vigor, com o propósito de servir de subsídios ao Parlamento Gaúcho regulamentar em normas estaduais as formas de incentivos e fomentos.

Importa salientar que, o objeto deste trabalho visa apresentar alguns mecanismos e instrumentos voltados ao agricultor familiar localizado no RS, sem prejuízo de outras tantas propostas que ainda poderão surgir ao longo deste Projeto de PIBIC Voluntário desenvolvido na Universidade de Cruz Alta - RS durante o ano de 2020/2021. As propostas apresentadas a seguir não tem uma ordem numérica de importância, mas todas elas estão numa mesma horizontalidade de valor para o estudo.

Então, esta proposta diz respeito a destinação de um percentual dos valores pecuniários arrecadados pela aplicação das multas ambientais pelos Órgãos Ambientais

do RS, produzindo um fundo para fomentar políticas ambientais previstas neste trabalho. A norma do RS pode prever que, possíveis retornos financeiros da União no tocante a multas ambientais, também poderão ser utilizados como forma de fomento a estas políticas ambientais voltadas a propriedade familiar.

Esta proposta está relacionada a questão do artigo 177 § 4º, II, b da Constituição Federal de 1988, que regulamenta o financiamento de projetos ambientais relacionados com a indústria do petróleo e do gás (BRASIL, 2021). Assim, a norma regulamentadora estadual do RS pode prever que, o repasse de partes destes fundos ambientais federais que o RS tem direito, podem ser destinados para fomentar estes incentivos para a agricultura familiar.

Na mesma linha, a norma estadual pode regulamentar que as empresas privadas do ramo do petróleo e do gás localizadas no RS, produzam um fundo ambiental com base no dispositivo constitucional antes mencionado, sendo que, parte dele seja destinado, especificamente, à agricultura familiar nas condições desta temática.

Como bem menciona a Lei 15.434/2020 (RS, 2020), o Poder Público Estadual criará mecanismos compensatórios aos Municípios que possuam espaços territoriais ambientais protegidos, reconhecidos pelo Órgão Estadual competente, conforme prevê o artigo 26 desta Lei. Assim, os Municípios que estão com a sua situação ambiental regularizada em relação ao Código Estadual do Meio Ambiente, poderão ter compensações emanadas da Política Estadual de Meio Ambiente. Neste sentido, tais compensações do Estado aos Municípios, terão que ser regulamentadas por norma Estadual, sendo que, um percentual pode ser destinado diretamente ao Município aplicar na agricultura familiar em ações ambientais, como as previstas no presente trabalho.

Importa salientar que, o artigo 27 do Código Estadual do Meio Ambiente prevê e lança diretrizes para a garantia da educação ambiental, regulamentando assim, o artigo 225 § 1º, VI da Constituição Federal de 1988, que estabelece a obrigatoriedade da educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente.

Ao Poder Público, segundo este Código, compete promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino da rede estadual de escolas, como sendo a denominada educação ambiental formal. Segundo Rodrigues (2017, p. 478) “[...] o desenvolvimento da educação ambiental em todas as esferas da Federação Brasileira possibilita à escola assumir papel decisivo na construção da cidadania ambiental individual e coletiva [...]”, por meio da atuação direta com os filhos dos produtores rurais, que é o caso deste trabalho.

De outra forma, é prevista a educação ambiental informal, que é desenvolvida no âmbito das organizações civis, como por exemplo, uma associação de produtores familiares de uma determinada localidade ou o Sindicato dos Trabalhadores Rurais do Município. Então, a norma regulamentadora do Código Estadual de Meio Ambiente, pode

prever recursos para financiar ações de educação ambiental escolar formal e as ações de educação ambiental informal voltada aos próprios agricultores familiares, com a finalidade educativa e formativa à preservação e recuperação ambiental em sua propriedade.

Da mesma forma, a norma regulamentadora do Código Estadual do Meio Ambiente pode estabelecer que, um percentual dos lucros líquidos dos bancos públicos e privados do RS sejam transferidos diretamente aos agricultores familiares interessados. Repasses às suas entidades representativas, a fim de fomentar as ações ambientais mencionadas neste trabalho, como forma de promover a prestação de serviços ambientais voltados ao desenvolvimento sustentável do meio rural e a produção de renda futura aos agricultores familiares.

Outro aspecto importante a ser previstos na norma regulamentadora, diz respeito a definição de valores a serem positivados na Lei Orçamentária anual do Estado, com a finalidade de fomentar ações ambientais a serem desenvolvidas nas propriedades familiares, com vistas a promoção do equilíbrio do meio ambiente, a geração de emprego e de renda futura para as famílias rurais.

Por fim, a norma regulamentadora da Lei RS 15.434/2020 pode positivar um orçamento anual para fortalecer a atuação da EMATER, como entidade que presta assistência técnica aos proprietários familiares, mediante o aumento do seu quadro de pessoal e equipamentos. Ainda, prever orçamento para que, empresas privadas possam ser contratadas mediante licitação pública estadual, a fim de promover a assistência técnica diretamente ao proprietário familiar nestas atividades mencionadas neste trabalho, como por exemplo, a promoção do manejo sustentável de florestas nativas, notadamente em áreas de Reserva Legal - RL e Áreas de Preservação Permanente - APPs, prevista na Lei do Código Florestal Brasileiro e no Código de Meio Ambiente do RS.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como considerações finais tem-se que, a proposta de regulamentação do Código Estadual de Meio Ambiente mencionada no presente trabalho, passa, igualmente, pela formação de parcerias entre as diferentes partes interessadas (Ministérios Federais, Secretarias Estaduais, Prefeituras, EMATER, empresas e associações civis criadas na forma da legislação), que vão garantir a efetividade dos programas e a inserção dos beneficiários da agricultura familiar nesta cadeia produtiva, que será gerada pela proteção e recuperação ambiental nas propriedades do Rio Grande do Sul.

A regulamentação do Código de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul de 2020 e do Código Florestal Brasileiro de 2012 aqui mencionados, se restringem em algumas propostas dentre um universo ainda maior de possibilidades. Ressalta-se que, elas não afetam as políticas já regulamentadas e efetivas por outras normas federais ou estaduais em vigor. Mas, se constituem num rol de possibilidades colocadas a

disposição do Legislador Estadual Gaúcho, no momento da elaboração do Projeto de Lei regulamentadora do nosso Código.

Portanto, este trabalho atinge o seu objetivo geral de apresentar propostas para regulamentação do atual Código de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul - Lei nº 15.434/2020 e do Código Florestal Brasileiro - Lei 12.651/2012, por normativa estadual, a respeito da concessão de incentivos à preservação e recuperação da vegetação nativa na propriedade familiar rural do Estado, como sendo uma prestação de serviços ambientais ao contexto geral das coletividades e a promoção do desenvolvimento sustentável rural e urbano. Tudo isso, é no sentido de suscitar um debate entre os produtores familiares por meio das suas entidades representativas sindicais, nas suas entidades associativas, nos Órgãos do Governo Estadual e, em especial, na Assembleia Legislativa, aproveitando tais propostas para a elaboração de projetos de leis regulamentadores deste Código.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html> . Acesso em: 07 de março de 2022.

BRASIL, Lei nº 10.406 de 10 de janeiro de 2002 - Código Civil Brasileiro. **Vade Mecum**. Thomson Reuters (Org.). 11. Edição revisada, atualizada e ampliada. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

BRASIL, Lei nº 4.504 de 1964. **Estatuto da Terra**. Coleção Saraiva de Legislação. 24. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

BRASIL, Lei nº 11.326 de 2006. **Políticas públicas direcionadas a Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais**. Coleção Saraiva de Legislação. 24. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

MARQUES, Benedito Ferreira. **Direito Agrário Brasileiro**. Colaboração de Carla Regina Silva Marques. 11. Edição Revisada e Ampliada. São Paulo: Atlas, 2015.

RODRIGUES, Domingos Benedetti. **Estado de Direito do Ambiente, Educação Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável do Meio Rural**. Cruz Alta - RS, Editora Ilustração, 2019.

RODRIGUES, Domingos Benedetti. **Educação Ambiental Republicanismo e o Paradigma do Estado de Direito do Ambiente**. Santa Maria - RS: Editora Gráfica Curso Caxias, 20217.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Legislação de Direito Ambiental**. 14. ed. São Paulo: Editora Ridel, 2019.

RS, Leis Estaduais do Rio Grande do Sul. **Lei Ordinária nº 15.434 de 09 de janeiro de 2020**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente. <https://leisestaduais.com.br/rs/lei-ordinaria-n-15434-2020-rio-grande...>

WINCLER, Patrick Couto; RODRIGUES, Domingos Benedetti. **O Cadastro Ambiental do Imóvel Rural no Brasil Como Pressuposto ao Desenvolvimento Sustentável do Meio Rural**. Cruz Alta - RS: Editora Ilustração, 2020.

CONTRIBUIÇÃO DAS COOPERATIVAS DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS PARA A REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Data de aceite: 02/05/2022

Jefferson Faria Dionisio de Oliveira

Pesquisador. FLUXUS. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo [FECFAU]. Universidade Estadual de Campinas [UNICAMP]

Emília Wanda Rutkowski

Professora Associada. FLUXUS. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo [FECFAU]. Universidade Estadual de Campinas [UNICAMP]
Campinas/SP, Brasil

Primeira versão foi apresentada no 7º Congresso Interamericano de Resíduos Sólidos [DIRSA/AIDIS].

RESUMO: Produzir resíduos é intrínseco ao modo de vida urbano e contribui direta ou indiretamente para com o aquecimento global e as mudanças do clima. Diversos processos relacionados à geração e gestão de resíduos sólidos urbanos emitem, direta ou indiretamente, gases de efeito estufa (GEE). Alguns estudos internacionais mostram que a reciclagem de resíduos sólidos urbanos resulta na diminuição da produção desses gases. No Brasil, grande parte dos materiais recicláveis são reintroduzidos na cadeia produtiva por meio do trabalho realizado pelos catadores de materiais recicláveis. Este artigo objetiva apresentar a contribuição das cooperativas de catadores de materiais recicláveis na redução das emissões dos GEE.

Para a realização da presente pesquisa, foi utilizado um método dedutivo para relacionar a redução da emissão de GEE com a recuperação de materiais recicláveis. Foi possível mostrar uma significativa redução das emissões.

PALAVRAS-CHAVE: Cooperativa de catadores de materiais recicláveis, reciclagem, gás de efeito estufa, mudança climática.

ABSTRACT: Producing waste is intrinsic to the urban way of life and contributes directly or indirectly to global warming and climate change. Several processes related to the generation and management of municipal solid waste emit, directly or indirectly, greenhouse gases (GHG). Some international studies show that recycling urban solid waste results in a decrease in the production of these gases. In Brazil, most recyclable materials are reintroduced into the productive chain through the work performed by waste pickers. This article aims to present the contribution of waste picker cooperatives in the reduction of GHG emissions. To carry out this research, a deductive method was used to relate the reduction of GHG emissions to the recovery of recyclable materials. It was possible to show a significant reduction of emissions.

KEYWORDS: Waste pickers cooperatives, recycling, greenhouse gas, climate change.

INTRODUÇÃO

Produzir resíduos é intrínseco ao modo de vida urbano e contribui direta ou indiretamente para com o aquecimento global e as mudanças do clima. Desde a Rio92, a gestão sustentável

de resíduos sólidos é uma proposta prioritária de políticas públicas. Nessas prioridades incluem-se a redução de resíduos nas fontes geradoras e a redução da disposição final no solo pelo aumento da reciclagem. Esta redução acontece pela maximização do reaproveitamento da coleta seletiva e da reciclagem com inclusão socioprodutiva de catadores e participação da sociedade, bem como com a compostagem (JACOBI; BESEN, 2011).

Para King; Gutberlet; Silva (2016), diversos processos relacionados à geração e gestão de resíduos sólidos urbanos emitem, direta ou indiretamente, gases de efeito estufa - GEE, referidos na literatura como CO₂ equivalentes. Os principais GEE gerados nas atividades de gestão de resíduos sólidos relevantes para os processos de mudança climática são o metano (CH₄), o dióxido de carbono (CO₂) e o óxido nitroso (N₂O). Esses gases são emitidos tanto a montante quanto a jusante do sistema de gestão de resíduos sólidos. As emissões a montante acontecem no processo de aquisição de matérias-primas virgens e na manufatura de produtos. As emissões a jusante ocorrem nas atividades de gestão de resíduos, incluindo a disposição em aterro, a incineração, a compostagem e a reciclagem. De acordo com Gouveia (2012), a disposição inadequada de resíduos sólidos em aterro pode comprometer a qualidade da água, do solo e do ar. Além disso, também pode contribuir com o processo de mudanças climáticas, devido à geração de grandes quantidades de GEE, decorrentes da decomposição anaeróbica da matéria orgânica presente nos resíduos. O metano (CH₄), segundo gás em importância dentre os considerados responsáveis pelo aquecimento global, é um dos principais GEE gerados pela decomposição anaeróbica da matéria orgânica.

Para poder padronizar a redução de GEE, foi determinado o Potencial de Aquecimento Global dos gases emitidos. Esse fator é uma medida de como uma determinada quantidade de gás de efeito estufa contribui para o aquecimento global, referido pela sigla em inglês GWP (Global Warming Potential). O GWP é uma medida relativa que compara o gás em questão com a mesma quantidade de dióxido de carbono, cujo potencial é definido como 1. O uso do GWP permite que as reduções de emissões sejam denominadas em dióxido de carbono equivalente ou CO₂ equivalente ou CO₂-eq (MCTI, 2014). Segundo Friedrich e Trois (2013), alguns estudos internacionais mostram que a reciclagem de resíduos sólidos urbanos resulta na minimização de GEE liberados para a atmosfera. Em especial, os materiais que substituem matérias-primas virgens, que necessitam de grandes quantidades de energia no processo de produção, têm o potencial para trazer as maiores economias de GEE.

De acordo com a Lei Federal n.12.305/10 (Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS), a reciclagem é o processo de transformação dos resíduos envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação destes em insumos ou novos produtos. Essa atividade foi inserida, na referida lei, como uma das primeiras ações no princípio da hierarquia de gestão de resíduos. Para King;

Gutberlet; Silva (2016), a reutilização ou a reciclagem dos resíduos sólidos são práticas ambientais e sociais mais vantajosas do que o descarte ou a incineração. A reciclagem de resíduos sólidos promove:

- a diminuição do volume de materiais para deposição em aterro, conservando assim a capacidade e a vida útil dos aterros existentes;
- a redução dos custos de descarte;
- a utilização eficiente dos recursos, e a conservação de energia e recursos naturais;
- a mitigação da mudança climática, evitando a emissão de gases de efeito estufa relevantes para o clima, principalmente o metano, o dióxido de carbono e o óxido nitroso.

No Brasil, grande parte dos materiais recicláveis são reintroduzidos na cadeia produtiva por meio do trabalho realizado pelas cooperativas de catadores de materiais recicláveis (ANCAT, 2020). Considerando o potencial de redução das emissões de GEE através da reciclagem, esse trabalho objetiva apresentar a contribuição das cooperativas de catadores de materiais recicláveis na redução das emissões dos GEE.

METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma pesquisa aplicada, descritiva, com abordagens quantitativas. A pesquisa foi realizada por método dedutivo, relacionando a redução da emissão de GEE com a recuperação de materiais recicláveis.

A primeira etapa consistiu em um levantamento de dados, no ano de 2019, sobre o material reciclado presente no resíduo sólido urbano coletado e o percentual recuperado. Na sequência, foi realizado o levantamento sobre as emissões de GEE provenientes da disposição final de RSU no Brasil. Com base nos dados obtidos, foi feita uma análise relacionando a emissão de GEE com a recuperação de materiais recicláveis.

Por fim, foi apresentado um estudo de caso, realizado por King; Gutberlet; Silva (2016), sobre a contribuição de cooperativas de reciclagem na redução de emissão de gases de efeito estufa, o qual consistiu em estimar a redução anual de emissões de CO₂-eq alcançada pela cooperativa em estudo.

PANORAMA DA RECICLAGEM NO BRASIL

De acordo com o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), em 2019 foram coletadas aproximadamente 65,11 milhões de toneladas de RSU (BRASIL, 2020). Em relação à quantidade de recicláveis secos recuperados, estima-se, em 2019, a recuperação de aproximadamente 1,04 milhão de toneladas, correspondente a 1,6% do total coletado (Brasil, 2020). ABRELPE (2015) aponta que por volta de 80% do resíduo

produzido no Brasil é material reusavel ou reciclável, estima-se 30% como reciclável seco (papel, plástico, metal e vidro). Sendo assim, o montante de 1,04 milhão de toneladas estimado para o país significa aproximadamente 5,3% do total potencialmente recuperável de recicláveis secos. Vale ressaltar que, se 5,3% dos recicláveis secos são recuperados, ainda resta um saldo de 94,7% dos recicláveis secos a serem recuperados.

A PNRS define coleta seletiva como a coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com a sua constituição e composição. De acordo com ABRELPE (2019), dos 5570 municípios brasileiros, 4070 apresentam iniciativas de coleta seletiva, o que corresponde a 73% dos municípios brasileiros. Porém, isso não significa que a coleta seletiva seja realizada, sob controle do poder público, em todo o território dos municípios que declararam. A Tabela 1 traz informações sobre a coleta seletiva no Brasil no ano de 2019, de acordo com o SNIS (Brasil, 2020).

Municípios com coleta seletiva		População atendida
número	%	habitantes
1438	38,7%	63,8 milhões

Tabela 1 – Coleta Seletiva no Brasil no ano de 2019.

Fonte: Adaptado de Brasil (2020).

Quanto à execução da coleta seletiva, a Tabela 2 aponta que o percentual de participação dos catadores na coleta seletiva com apoio do poder público vem aumentando a cada ano. Brasil (2020) ressalta que não está sendo analisada a qualidade do material reciclável coletado. Porém, se conhece que os materiais coletados pelas associações de catadores apresentam um menor índice de rejeito. Também cabe destacar que a Tabela 2 não apresenta informações relacionadas à triagem/recuperação de materiais recicláveis secos. Em muitas cidades, o material reciclável coletado pela Prefeitura ou pela empresa contratada pela prefeitura é enviado para as cooperativas de catadores de materiais recicláveis para a execução da triagem.

Ano	Prefeitura	Empresa contratada pela Prefeitura	Catadores com apoio da Prefeitura	Outros agentes em parceria com a Prefeitura
2019	17,00%	45,30%	36,80%	0,90%
2018	21,00%	47,70%	30,70%	0,60%
2017	17,20%	46,40%	35,70%	0,70%

Tabela 2 – Percentual da massa de recicláveis recolhida na coleta seletiva por agente executor em 2019.

Fonte: Adaptado de Brasil (2020).

PAPEL DA RECICLAGEM NO CONTROLE DE EMISSÃO DE GEE

Nas atividades de gestão de resíduos sólidos — disposição em aterro, compostagem e reciclagem — ocorrem emissões de GEE. No Brasil, apesar da PNRS definir que aterramento deva ser para rejeitos, o aterramento de resíduos ainda é a ação mais comum, principalmente em lixões. A Tabela 3 apresenta estimativa, proposta pela ABRELPE (2013), de emissão de GEE, atribuído ao aterramento de resíduos, no período de 2009 – 2039. A estimativa total de 892 milhões de toneladas de CO₂ equivalente o seja, uma média anual de 29,7 milhões de toneladas.

Aterro Sanitário	Aterro Controlado	Lixão	Total
650.760.113	174.617.547	66.864.950	892242611

Tabela 3 - Estimativa de emissões de GEE (t/Co2-e) por tipo de aterramento. Período: 2009-2039.

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2013).

No período de transição para a economia circular, a reciclagem, ao reintroduzir materiais recicláveis na cadeia produtiva, minimiza as emissões de GEE, seja as emitidas pelo aterramento, seja pelo processo de extração de matéria virgem. Segundo King; Gutberlet; Silva (2016), as reduções de emissões de GEE em decorrência da reciclagem podem ser calculadas subtraindo-se as emissões que estão ocorrendo como resultado de uma atividade de reciclagem atual das emissões que ocorreriam se esta atividade não existisse. Esse esquema pode ser observado nas Figuras 1 e 2. Elas representam cenários sem e com o processo de reciclagem, respectivamente. A existência da reciclagem proporciona a diminuição de emissão de GEE.

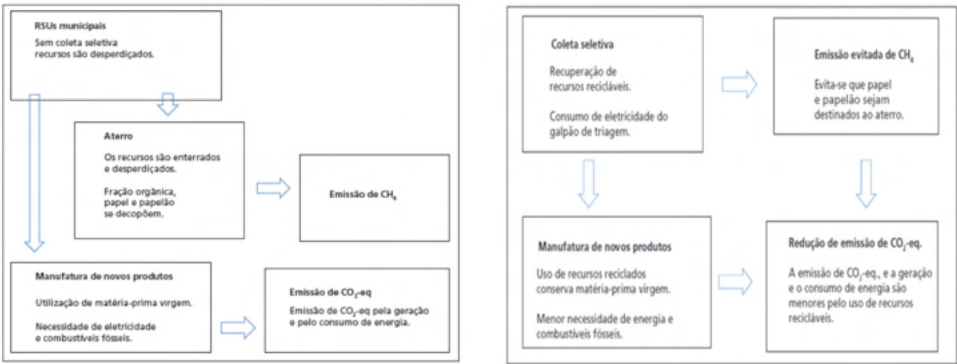


Figura 1 – Cenário com ausência de reciclagem. Figura 2 – Cenário com a presença de reciclagem.

Para ampliar as ações da reciclagem é necessário investir na coleta seletiva e segregação na fonte. Rutkowski; Rutkowski (2015) apontam que a qualidade e quantidade

de material recuperado para reciclagem é melhor quando o sistema municipal de gestão de resíduos conta com as cooperativas de catadores de materiais recicláveis como prestadores de serviços. As cooperativas que fazem a triagem a partir de material que é coletado ou pela Prefeitura ou por empresas contratadas reportam, como é o caso de Campinas/SP, uma taxa de rejeito da ordem de 30%. O investimento em cooperativas/associações de catadores de materiais recicláveis pode significar o aprimoramento fundamental para que o Brasil atinja as metas propostas na COP15.

King; Gutberlet; Silva (2016) estimaram a contribuição de cooperativas de reciclagem para a redução de emissão de GEE. CooperPires é uma cooperativa localizada na cidade de Ribeirão Pires/SP, com uma população de 112.011 habitantes na época do estudo. Foram utilizados dados do ano de 2010, quando foram comercializados cerca de 290 ton de materiais. Desse total, 4 ton não foram especificados como recicláveis. (KING; GUTBERLET; SILVA, 2016). O cálculo foi realizado com auxílio da calculadora de gases de efeito estufa. As reduções de emissões de GEE foram calculadas subtraindo-se as emissões que estão ocorrendo como resultado de uma atividade de reciclagem atual das emissões que ocorreriam se esta atividade não existisse (Figura 3). As atividades de reciclagem da CooperPires contribuíram, em 2010, para uma redução de emissões da ordem de 1.277ton - 3.084ton de CO₂-eq. A reciclagem reduziu entre 166 ton a 276 ton de CO₂-eq. O desvio de papel e papelão de aterro contribuiu em uma redução de 1.111 ton a 2.808 ton de CO₂-eq.

Material reciclável	Toneladas vendidas	Emissões da linha de referência (A)		Emissões do projeto (B)		Redução de emissões de CO ₂ -eq. (A - B)
		Emissões por tonelada de recursos brutos naturais	Emissões da linha de referência	Emissões por tonelada de recursos recicláveis	Emissões do projeto	Total ¹
PEAD e PP	0	0,767	0,000	0,183	0,000	-0,001
PEBD	0	0,906	0,000	0,183	0,000	-0,001
PET e PS	0	0,813	0,000	0,183	0,000	-0,001
Papel e papelão	0	0,898	0,000	0,323	0,000	-0,001
Vidro	0	0,935	0,000	0,922	0,000	-0,001
Alumínio	0	3,872	0,000	0,154	0,000	-0,001
Aço	0	1,264	0,000	0,392	0,000	-0,001
Total	0		0,000		0,000	-0,001
Papel e papelão	0	5,877	0,000			
Total de emissões evitadas pela substituição de recursos brutos naturais por recursos recicláveis (CO ₂ -eq. t/ano)						-0,001
Total de emissões evitadas pela não deposição de papel e papelão no aterro (CO ₂ -eq. t/ano)						0,000
Total de redução de emissões (CO ₂ -eq. t/ano)						-0,001

Figura 3 – Calculadora de GEE: estimativa da redução anual de emissões de CO₂-eq. pela CooperPires em 2010 (em toneladas).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados referentes à reciclagem no Brasil, podemos observar que mais de 90% dos materiais recicláveis ainda não são recuperados. Um dos caminhos para se alcançar uma redução significativa na emissão de gases de efeito estufa através da reciclagem é incluindo as cooperativas/associações de catadores como prestadores de serviço no sistema municipal de gestão de resíduos sólidos, garantindo uma melhora na qualidade e quantidade do material reciclável recuperado. O estudo realizado com a CooperPires demonstra o potencial de redução das emissões de GEE pela reciclagem, principalmente em relação a papel e papelão. No Brasil, o material reciclável é absorvido pela indústria existente, que tem potencial para receber o material que atualmente é aterrado ou abandonado a céu aberto, poluindo corpos d'água e nascentes. Investir na organização dos catadores autônomos e reconhecer as cooperativas/associações de catadores de materiais recicláveis como prestadores de um serviço público essencial são ações que alteram as taxas de emissões de GEE pelas cidades brasileiras.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Pública E Resíduos Especiais. Atlas Brasileiro de Emissões de GEE e Potencial Energético na Destinação de Resíduos Sólidos. p. 172, São Paulo, 2013.

_____. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015*. São Paulo/SP, 2015. 92p

_____. Associação Brasileira De Empresas De Limpeza Pública E Resíduos Especiais. *Panorama Dos Resíduos Sólidos No Brasil 2018/2019*. p. 68, São Paulo, 2019.

ANCAT. Associação Nacional de Catadores. Anuário da Reciclagem. 2020. Disponível em <http://anuariodareciclagem.eco.br/>

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020. 244 p. il.

BRASIL. Lei Federal no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

FRIEDRICH, E.; TROIS, C. GHG emission factors developed for the recycling and composting of municipal waste in South African municipalities. **Waste Management**, v. 33, n. 11, p. 2520–2531, 2013.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, jun. 2012. Disponível em <http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000600014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 11 maio 2016.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135–158, 2011.

KING, M. F.; GUTBERLET, J.; SILVA, D. M. Redução De Emissão De Gases De Efeito Estufa. **In**: Catadores de Materiais Recicláveis um encontro nacional. Rio de Janeiro: Ipea, 2016. p. 507–536.

MCTI. Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil. Segunda edição. p. 168, 2014.

RUTKOWSKI, J. E.; RUTKOWSKI, E. W. Expanding worldwide urban solid waste recycling: The Brazilian social technology in waste pickers inclusion. **Waste Management and Research**, v. 33, n. 12, p. 1084–1093, 2015.

CAPÍTULO 6

BIOMONITORING OF TOXIC ELEMENTS IN PLANTS COLLECTED NEAR LEATHER TANNING INDUSTRY

Data de aceite: 02/05/2022

Alex Rubén Huamán de La Cruz

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental,
Universidad Nacional Intercultural de la Selva
Central Juan Santos Atahualpa (UNISCJSA)
La Merced – Perú
<https://orcid.org/0000-0003-4583-9136>

Adriana Gioda

Departamento de Química, Pontifícia
Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-
Rio)
Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/3948737758921845>

Nancy Curasi Rafael

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental,
Universidad Peruana Unión (UPeU)
Lima – Perú
<https://orcid.org/0000-0001-8148-4366>

Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

Vicerrectorado de Investigación, Universidad
Peruana Los Andes (UPLA)
Huancayo – Perú
<https://orcid.org/0000-0003-1940-8383>

Andrés Camargo Caysahuana

Escuela Profesional de Ingeniería Civil,
Universidad Nacional Intercultural de la Selva
Central Juan Santos Atahualpa (UNISCJSA)
La Merced – Perú
<https://orcid.org/0000-0003-3509-4919>

Alberto Rivelino Patiño Rivera

Escuela Profesional de Administración de
Negocios Internacionales, Universidad Nacional
Intercultural de la Selva Central Juan Santos
Atahualpa (UNISCJSA)
La Merced – Perú
<https://orcid.org/0000-0002-3783-9796>

Julio Ángeles Suazo

Escuela Profesional de ingeniería Forestal y
Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de
Tayacaja Daniel Hernández Morillo
Pampas – Perú
<https://orcid.org/0000-0001-8327-9032>

Ide Unchupaico Payano

Vicerrectorado de Investigación, Universidad
Nacional Intercultural de la Selva Central Juan
Santos Atahualpa (UNISCJSA)
La Merced – Perú
<https://orcid.org/0000-0002-6441-5016>

ABSTRACT: The present work aimed the study of atmospheric deposition of toxic elements near to a tannery industry from black material deposited collected on leaf surfaces of cinnamon trees (*Cinnamomum zeylanicum*). Elements such as As, Ba, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, V, and Zn were analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). For comparison purpose two sites with similar black particles deposited on leaves away from tannery industry were considered. Results showed that toxic elements measured in the black particles collected near tannery area were significantly higher than those in comparison sites. Enrichment factors (EF) of

As and Cr were markedly impacted by anthropogenic emissions, whereas the other elements were moderately/slightly enriched. Cluster analysis identified Cr element as anthropogenic source from leather industry, while As possibly attributed to wide use of pesticides and herbicides in agricultural practices. The results indicated that emissions from the leather industry and agricultural activities are the main source of pollution in this area.

KEYWORDS: Leather industry, ICP-MS, toxic elements, biomonitoring, atmospheric particles.

INTRODUCTION

Leather industry, an age-old activity, covers diverse products, industrial processes, and has significant economic influence. Leather tanning is the conversion of raw materials as hides and skins into leather, which can be used to manufacture a wide range of consumer products such as footwear, garment, furniture, automotive, clothes, and leather goods. Turning skin into leather requires of several stages (preparatory stage, tanning, and crusting) and use of massive amounts of hazardous chemicals such as chromium (Cr), synthetic tannins, oils, resins, biocide, detergents, among other reagents.

As content of pollutants depend on the nature of the source, environments that are not affected by contaminant sources from natural or anthropogenic activities will contain low levels of the analyte of interest. Usually, higher chromium levels in an environment (soil, air, or water) are resulted from improper discharge of solid waste, wastewater, and gaseous emission from anthropogenic activities such as leather tanning, steel alloys, stainless steel, chrome plating, paint pigments, wood preserving, textile, ceramic glazes, electroplating, and other activities (Sverre and Acosta 2007). The leather industry is considered as major source of environmental pollution of chromium because tanning process use significant amounts of chromium salts as dyeing (Ribeiro 2002).

Chromium is a hard steel-grey toxic metal element and may occur naturally as chromite (FeCr_2O_4) in the environment. This element is usually found in two oxidation states: trivalent chromium, Cr (III), and hexavalent chromium, Cr (VI). Other valence states (minus stable or short-lived) in biological materials can also occur. Trivalent form is more abundant and much less toxic and less mobile than Cr (VI). It acts as essential dietary nutrient to maintenance of normal glucose tolerance for human and animals in low doses, while Cr (VI) compounds are considered 1,000 times more toxic than Cr (III) (Kimbrough et al. 1999). Its toxicity is related to its high redox potential, mobility, and ability to penetrate biological membranes. Chromium (VI) is also known as carcinogenic and mutagenic agent (World Health Organization 2000) and can cause several hazardous.

Nova Esperança do Sul, a small city in the south of Brazil, named the capital of the boot, has a big tannery, whose main articles are semi-finished and finished full grain leather and splits for the furniture and the automotive industries (Giannetti et al. 2004; BRASIL 2016). These goods are mainly sold to the foreign market. In general, leather industries eliminate leftover materials and leather shaving through burning. As the industry

is located in the center of the city, there are complaints from the population due to the constant atmospheric emissions (Joseph and Nithya 2009). The particles generated during the burning spread throughout the city, leaving the houses dirty, causing bad smell and health problems, although there is no official record. For this reason, the objective of this study was to verify if the particles deposited in the soil and on the surfaces of plants are from natural origin or related to tanning activities. The specific goals of this study were (1) to investigate the levels of toxic elements (As, Ba, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, V, and Zn) present in the deposited material on the surface of the leaves of *Cinnamomum zeylanicum*, (2) to assess contamination levels, and (3) to identify the likely source(s) of the elements comparing to soil composition.

MATERIALS AND METHODS

Study area

This study was conducted in the city of Nova Esperança do Sul (S1) (29° 24' 24" S, 54° 49' 50" W), state of Rio Grande do Sul, Brazil (Fig. 1). It is located southernmost part of the country covering an area of about 190,85 km² of which 39,36 % is field, 27,15 % is used to agricultural activities, and 0.72 % is urban area with 5,087 inhabitants (IBGE 2016). The climate is subtropical with a variation of average temperature maximum of 38 °C, medium of 17,8 °C, and minimum of 3 °C. The average annual of precipitation is of 1.794,59 mm. The predominant wind direction is from the northwest. In this region, two sites were chosen: S1A-center that is located about 300 m far from the tannery and S1B-Planalto that is located about 5 km from the tannery.

The presence of fungi also causes deposits of black particles on the leaves of various types of plants. In order to evaluate if the particles deposited in the plants sampled in Nova Esperança do Sul are from natural or anthropogenic origin, a site located in Lumiar (S2) (22° 22' 0.12" S, 42° 12' 0" W, S2), district of Nova Friburgo, state of Rio de Janeiro, Brazil (Fig. 1), about 100 km from Rio de Janeiro city, was chosen. This site is placed in a mountainous region, in the Atlantic Forest covering an area of 7 km² and 5,000 inhabitants (IBGE 2016), without pollution of industries or traffic. Climate is warm and temperate with average annual precipitation and temperature of 1437 mm and 19.5 °C.

Sampling

A total of three periods, May 2016 (P1), September 2016 (P2) and October 2017 (P3), of sampling of leaves of cinnamon tree (*Cinnamomum zeylanicum*) was carried out at Nova Esperança do Sul, RS (S1). About 300 g of both leaves without particles on its surface (clean leaves, CLS1A and CLS1B) and leaves with particles for three periods at S1A (Fig. 1a) were collected (were no found leaves with particles at S1B). Additional dry leaves were collected at S1A (DLS1A). Soil samples (about 500 g) at surface and at 10 cm depth

were also taken adjacent to the trees from which leaves samples were collected (SS1A and SS1B). For comparison purpose, clean leaves (CLS2) and leaves of lemon tree (*Citrus limon*) covered with similar black particles (PS2) (Fig. 1b) were collected at Lumiar, RJ (S2) on February 2017. Sampling collection was at a height of 1.5-2 m above the ground, using gloves latex, stored in self-sealing plastic bags and posteriorly transported to the laboratory.

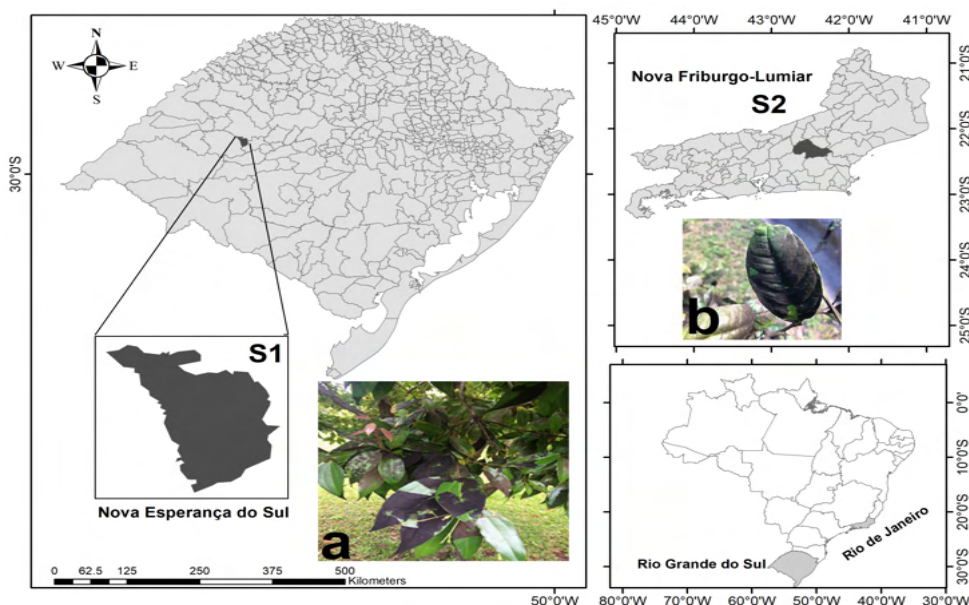


Fig. 1 Location of the study area and samples collected in Rio Grande do Sul (Nova Esperança do Sul, S1) and Rio de Janeiro states (Nova Friburgo-Lumiar, S2).

Sample preparation and chemical analysis

In the laboratory, the deposited material (black particles) on leaf surface was removed carefully using plastic knife and stored in Falcon tubes (50 mL). The black particles, leaves and soil samples were dried in an oven at 50 °C until completely dried. Dried samples were grounded in agate ceramic mortar. The elements were extracted from 0.25 g samples using mixed-acid digestion method into a Teflon bottle (savillex) on a hotplate for 4 h at 250 °C (Bing et al. 2016). After digestion, the samples were cooled to room temperature and transferred into a Falcon tube (15 mL) and diluted with deionized water. The concentration of As, Ba, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, V, and Zn in the final solutions were measured by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) Elan DRC II mass spectrometer (PerkinElmer, USA). Blank and triplicate samples were analyzed to provide quality control. The sample digestion and analysis procedure were checked using Certified Reference Material (CRMs), NIST SRM 1648a - Urban Particulate Matter and NIST SRM 1515 - Apple Leaves. Table 1 shows

the limits of detection (LOD) and limits of quantification (LOQ), and the extraction efficiencies of the CRMs used. As it is seen, extraction efficiencies higher than 80 % were obtained for most elements in both CRMs.

Elements	LOD ($\mu\text{g g}^{-1}$)	LOQ ($\mu\text{g g}^{-1}$)	CRM – Apple leaves			CRM – Urban particulate matter		
			Certified value ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Found value ($\mu\text{g g}^{-1}$)	% Extracted	Certified value ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Found value ($\mu\text{g g}^{-1}$)	% extracted
As	0.004	0.013	0.038±0.007	0.041±0.011	108	115.5 ± 3.9	94.13 ± 4.21	81.5
Ba	0.11	0.36	49±2	45.13 ± 1.22	77.9	-	-	-
Cr	0.02	0.07	0.30	0.34 ± 0.03	113	402 ± 13	347 ± 10	86.3
Cu	0.01	0.04	5.64 ± 0.24	4.94 ± 0.51	87.6	610 ± 70	616 ± 21	101
Fe	4.16	13.73	83 ± 5	76 ± 7	91.0	39200 ± 2100	35320 ± 256	90.0
Ni	0.02	0.06	0.91 ± 0.12	1.02 ± 0.05	112	81.1 ± 6.8	80.3 ± 5.2	99.0
Pb	0.09	0.30	0.470 ±0.024	0.44 ± 0.03	93.5	6550 ± 33	6173 ± 21	94.2
Sb	0.002	0.006	0.013	0.012 ± 0.004	90.9	45.4 ± 1.4	29.41 ± 3.12	64.8
V	0.02	0.08	0.26 ± 0.03	0.30 ± 0.04	115	127 ± 11	138 ± 8	109
Zn	0.15	0.49	12.5 ± 0.3	13.40 ± 1.30	107	4800 ± 270	4286 ± 167	89.2

- Non reported.

Table 1 Limits of detection (LOD) and limits of quantification (LOQ) by ICP-MS and concentration of Certified Reference Materials of leaves (NIST SRM 151 – apple leaves) and PM (NIST SRM 1648 – urban particulate matter) used to evaluate the extraction efficiencies.

Statistical Analysis

One-way ANOVA (with Tukey post hoc test) was used to assess the significant differences ($p<0.05$) between pairs of means concentration among different sampling periods and sampling sites.

Using the measured concentrations of the elements, the enrichment factors (EFs) of each element to evaluate the source contribution have been calculated, as follow:

$$EF_X = \frac{(C_X/C_n)_{sample}}{(C_X/C_n)_{background}}$$

(1)

where C_x and C_n are the concentration of the element X and n in the sample and in the background. The “sample” refers to the concentrations of the elements present in the black particles removed from the leaves at S1 and S2, while the “background” for S1 consist in the average soil composition value of both soils (superficial and deep) collected surrounding and for S2 was considered the composition given by Taylor and McLennan (1985). In this work, Fe was used as reference. If enrichment factor is < 1, the element is depleted in the environment and natural sources are predominant. If $EF > 1$ means that the element is relatively enrichment in the environment, while $EF > 5$ suggests that a large fraction of the

element may be ascribed to anthropogenic sources (Wu et al. 2007; Enamorado-Báez et al. 2015).

Cluster analysis (CA) was used to identify and characterize the association of the group of elements as well as to have idea the probable source origin. Statistical analyses were performed using CRAN R (R Team Core 2015) free software through of the following packages: ggplot2 (Wickham 2016), dplyr (Wickham et al. 2017), and ClusterofVar (Chavent et al. 2012).

RESULTS

Descriptive statistics

Table 2 presents the elemental concentrations of As, Ba, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, V, and Zn measured and ANOVA results among leaves collected from: CLS1A, DLS1A, CLS1B, and CLS2. We can see from the Table 2 that there is a statistically significant difference (except Sb ($p > 0.05$)) among the different sites of collection ($p < 0.05$) for most of the elements measured. Dead leaves (DLS1A) show more elevated concentration values for most of the elements than CLS1A. However, it is very immature attribute the dead of the leaves to these elements. Difference between the elements measured in the leaves from S2 and S1 may be ascribed to that are different species of tree and soil.

Table 3 shows the elemental concentrations of As, Ba, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Sb, V, and Zn analyzed and ANOVA results from black particles removed from the leaves collected at S1 (three periods, P1, P2, and P3) and S2 (PS2). All elements present higher concentration values at S1 than S2. Statistically significant differences were observed between the three periods and PS2 for most of the elements. Among periods was observed a similar tendency.

Soil samples analysis collected at 300 m and 5.0 km far from tannery area (S1) are showed in Table 4. Metal concentrations in the deep soil and superficial soil showed minimal variation between them at 300 m of tannery area. Both soil analyses at 300 m present higher concentration values for all toxic metals than deep soils analysed at 5.0 km.

Element	S1		S2		ANOVA
	CLS1A, 300 m Mean $\pm$ S.D.	DLS1A, 300m Mean $\pm$ S.D.	CLS1B, 5 km Mean $\pm$ S.D.	CLS2 Mean $\pm$ S.D.	
As	0.37 $\pm$ 0.06 b	0.44 $\pm$ 0.05 ab	0.49 $\pm$ 0.04 a	0.15 $\pm$ 0.04 c	***
Ba	64.61 $\pm$ 5.44 a	63.18 $\pm$ 2.79 a	69.58 $\pm$ 2.79 a	27.19 $\pm$ 3.38 b	***
Cr	0.28 $\pm$ 0.04 c	3.82 $\pm$ 0.88 a	0.78 $\pm$ 0.08 c	2.58 $\pm$ 0.20 b	***
Cu	3.96 $\pm$ 0.30 c	6.57 $\pm$ 0.39 b	8.40 $\pm$ 0.68 a	2.59 $\pm$ 0.29 d	***
Fe	113 $\pm$ 8 c	135 $\pm$ 19 c	180 $\pm$ 35 b	573 $\pm$ 18 a	***
Ni	1.27 $\pm$ 0.11 c	2.40 $\pm$ 0.53 b	5.65 $\pm$ 0.58 a	1.51 $\pm$ 0.27 c	***
Pb	0.12 $\pm$ 0.03 b	0.15 $\pm$ 0.02 b	0.26 $\pm$ 0.03 a	0.29 $\pm$ 0.04 a	***
Sb	0.05 $\pm$ 0.01 a	0.03 $\pm$ 0.02 ab	0.02 $\pm$ 0.01 b	0.03 $\pm$ 0.01 ab	0.1079
V	0.12 $\pm$ 0.03 b	0.51 $\pm$ 0.14 a	0.42 $\pm$ 0.07 a	0.42 $\pm$ 0.04 a	**
Zn	22.6 $\pm$ 1.3 b	21.3 $\pm$ 2.66 bc	18.4 $\pm$ 1.6 c	23.7 $\pm$ 1.4 b	**

^p Values on each horizontal line followed by the same letter do not differ significantly ($p = 0.05$). * Significance at 0.05 probability level. ** Significant at 0.01 probability level. *** Significant at 0.001 probability level.

Table 2 Mean values ($\pm$ standard deviation, S.D.) and results of the analysis de variance (ANOVA) of the elements measured in leaves without material deposited on surface collected in different at Nova Esperança do Sul (S1) and Lumiar (S2).

Element	S1			S2	ANOVA
	P1 Mean $\pm$ S.D.	P2 Mean $\pm$ S.D.	P3 Mean $\pm$ S.D.	PS2 Mean $\pm$ S.D.	
As	3.75 $\pm$ 0.20 ab	4.12 $\pm$ 0.38 a	3.13 $\pm$ 0.62 b	0.34 $\pm$ 0.05 c	***
Ba	86.7 $\pm$ 2.6 ab	91.0 $\pm$ 3.0 a	82.8 $\pm$ 5.9 b	61.2 $\pm$ 1.8 c	***
Cr	68.7 $\pm$ 3.1 a	44.3 $\pm$ 1.9 b	51.7 $\pm$ 11.6 b	10.7 $\pm$ 1.0 c	***
Cu	18.41 $\pm$ 1.73 b	24.70 $\pm$ 2.47 a	26.48 $\pm$ 1.95 a	4.14 $\pm$ 0.46 c	***
Fe	7484 $\pm$ 189 a	7083 $\pm$ 259 a	7107 $\pm$ 825 a	4745 $\pm$ 123 b	***
Ni	4.01 $\pm$ 0.19 a	5.21 $\pm$ 0.19 b	5.31 $\pm$ 1.11 b	3.05 $\pm$ 0.32 b	***
Pb	5.10 $\pm$ 0.41 ab	7.40 $\pm$ 0.40 a	7.17 $\pm$ 2.43 a	2.97 $\pm$ 0.30 b	**
Sb	0.37 $\pm$ 0.04 a	0.54 $\pm$ 0.05 b	0.29 $\pm$ 0.02 c	0.05 $\pm$ 0.02 d	***
V	23.7 $\pm$ 2.5 b	31.6 $\pm$ 2.5 a	24.8 $\pm$ 1.9 b	6.2 $\pm$ 0.3 c	***
Zn	75.6 $\pm$ 1.7 b	83.8 $\pm$ 4.7 a	79.5 $\pm$ 2.1 ab	30.3 $\pm$ 3.9 c	***

^p Values on each horizontal line followed by the same letter do not differ significantly ($p = 0.05$). * Significance at 0.05 probability level. ** Significant at 0.01 probability level. *** Significant at 0.001 probability level.

Table 3 Mean values ($\pm$ standard deviation, S.D.) and results of the analysis de variance (ANOVA) of the elements measured in black particles collected at Nova Esperança do Sul (S1) during the three periods (P1, P2, and P3) and Lumiar (PS2).

Elements	Deep soil 300 m Mean $\pm$ S.D.	Superficial Soil 300 m Mean $\pm$ S.D.	Deep Soil 5.0 km Mean $\pm$ S.D.	ANOVA
As	5.79 $\pm$ 1.20 a	5.92 $\pm$ 1.19 a	1.54 $\pm$ 0.34 b	**
Ba	421 $\pm$ 22 a	358 $\pm$ 86 a	47.6 $\pm$ 1.4 b	***
Cr	47.78 $\pm$ 2.24 b	60.93 $\pm$ 3.82 a	5.43 $\pm$ 0.14 c	***
Cu	83.01 $\pm$ 2.15 a	70.81 $\pm$ 6.13 b	5.35 $\pm$ 0.18 c	***
Fe	54496 $\pm$ 1427 a	54940 $\pm$ 1486 a	4582 $\pm$ 249 b	***
Ni	13.68 $\pm$ 1.50 a	9.93 $\pm$ 0.83 b	2.10 $\pm$ 0.03 c	***
Pb	35.87 $\pm$ 2.77 a	34.03 $\pm$ 1.48 a	4.93 $\pm$ 0.67 b	***
Sb	1.24 $\pm$ 0.79 a	0.45 $\pm$ 0.07 ab	0.09 $\pm$ 0.02 b	0.051
V	167 $\pm$ 27 a	183 $\pm$ 29 a	18.97 $\pm$ 1.11 b	***
Zn	197 $\pm$ 5 a	209 $\pm$ 9 b	14.73 $\pm$ 2.14 c	***

^p Values on each horizontal line followed by the same letter do not differ significantly ($p = 0.05$). * Significance at 0.05 probability level. ** Significant at 0.01 probability level. *** Significant at 0.001 probability level.

Table 4 Mean values ($\pm$ standard deviation, S.D.) and results of the analysis de variance (ANOVA) of the trace elements measured soil samples collected at 300 m and 5.0 km of distance from tannery area. All samples collected on October 2017.

Enrichment factor (EF)

The enrichment factors, for all elements in black particles for the three periods at site S1A (P1, P2, and P3) and S2 were calculated as described in statistical analysis, and is shown in Fig. 2. $EF > 5$, suggest anthropogenic influence, as it is seen here for Cr (all periods) and As (P1 and P2) in site SA1. Enrichment factors between 1 and 4 were found for the other elements, indicating slight enrichment of these elements in the environment. In site S2, $EF < 2$ was observed for most elements, except for Zn ($EF \approx 4$). In general, EF values were in the order $Cr > As > Zn > Ni > Cu > Sb > Ba > V > Pb$, with Cr exhibiting always highest levels during the three periods of sampling at S1A.

Cluster analysis (CA)

Cluster analysis (CA) was applied to the data of soils (superficial and deep) and black particles removed from leaves (three periods) collected at site S1A. Elements with $EF < 2$ were not considered in CA. The resulting dendrogram from these toxic elements revealed two main groups: Cr constitutes the Group I, while Sb (subgroup 2A), As, Ni, Cu, Zn (subgroup 2B) constitute the Group 2. These results suggest that Group I has anthropogenic origin, while Group 2 may have a mixture of anthropogenic sources (As, Ni, Cu, and Zn) and soil particles (Sb).

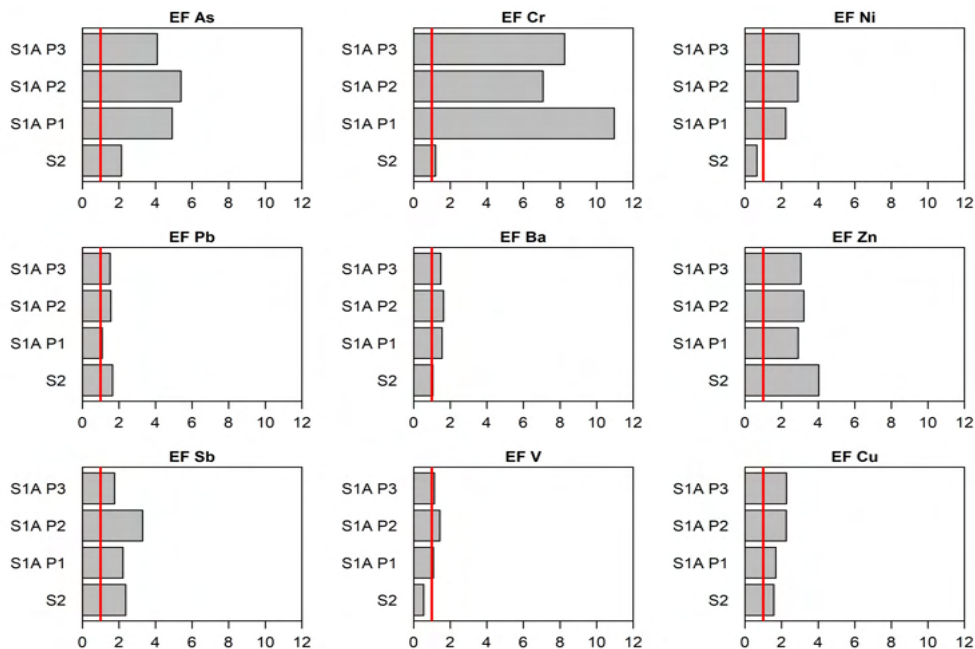


Fig. 2 Comparison among EFs of the elements measured on black particles removed from leaves in Nova Esperança do Sul, RS (S1) (three periods P1, P2, and P3) and Lumiar, RJ (S2). Fe is used as reference element.

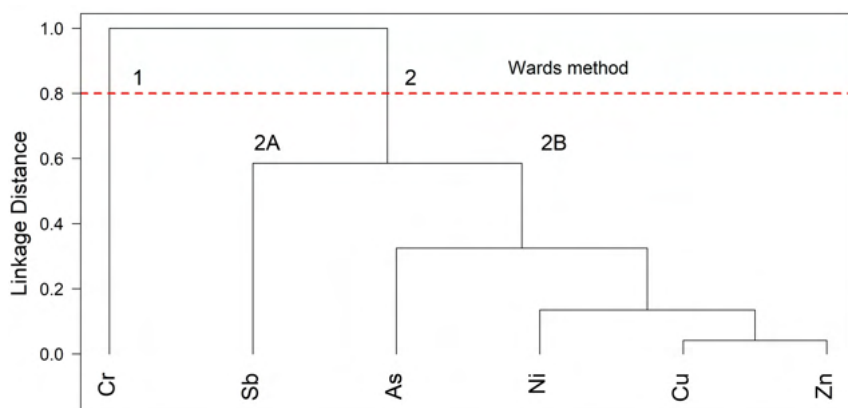


Fig. 3 Dendrogram representing the grouping of elements based on analysis of black particles removed from leaves of the three sampling periods and soil samples collected at Nova Esperança do Sul, RS (S1A).

DISCUSSION

Concentration levels of Cr obtained near tannery area for both soils and black particles were always higher than samples collected at 5.0 km and in Lumiar site. In terms

of EFs, Cr and As total were clearly enriched in the three sampling periods at Rio Grande do Sul (site S1A), which are likely associated with anthropogenic activities. Leather industry is one of the industries considered as major source pollution of chromium because use significant amounts of chromium salt during tanning process (Kimbrough et al. 1999; Dixit et al. 2015). In the study area, chromium-tanned leather has been used for many decades to the manufacturing of a large variety of products; therefore the enrichment of this element may be attributed to tannery industry. Arsenic is a metalloid belongs to Group 15 of the periodic table and occurs naturally in the environment (Wilson et al. 2010). However, this element was recognized as a potentially harmful element (Morais et al. 2012). Arsenic is used in the manufacture of several products such as glass, ceramics, electronics, cosmetics, but also is used in agricultural activities through of pesticides, herbicides formulations (Zhou et al. 2018) and biocides that usually are used to wastewater treatment effluent (Bollmann et al. 2014). The land in the study area is used to produce a variety of products, such as corn, soy, tobacco, cassava, sugar cane and rice, where agrochemical are usually employed by farmers. Like other industries do not exist in this area, we may to affirm that a big part from As is related to agricultural activities. For instance, Zhou et al (2018) determined As concentrations in arable soils and found an increasing accumulation trend compared over past decades, which is related with the long-term application of phosphate fertilizers in agricultural practice.

In relation to the other elements Ni, Pb, Ba, Zn, Sb, V, and Cu was observed low enrichment of these metals in this area. These elements usually are related to vehicular sources (Akiyama 2006; Matti Maricq 2007; Amato et al. 2009; Kertész et al. 2010), and its low enrichment may be attributed to that this region is a rural area with reduced vehicular fleet.

The Group 1 of CA shows clearly Cr as a separate variable, which is consistent with the fact that chromium is a key element in tanning process to obtain leather. Sb is a metalloid occurring naturally in the environment as trace elements (Wilson et al. 2010). However in the last decades Sb is associated to traffic due to that several parts of vehicle contain Sb alloys and other Sb compounds (Fujiwara et al. 2011; Hu et al. 2015; Sanchez-Rodas et al. 2017). As it is seen in the subgroup 2B, arsenic is a little separated of the other elements, which may indicate that is released from anthropogenic sources but no necessarily of the same source of Ni, Cu and Zn. Arsenic also occurs naturally and it is noted their relation with Sb. Both elements were related to anthropogenic activities that can produce adverse effects to humans and the environment (Cooper and Harrison 2009).

CONCLUSIONS

This study evaluated the content of toxic elements in a region surrounding a large tannery area, located at Nova Esperanca do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil. The results of

the analysis of black particles collected near leather industry show higher concentration of all elements analyzed in the three sampling periods (approximately two years) compared to an area rural (Lumiar). In the same way, soil samples (both deep soil and surface soil) collected around tannery area shown higher concentration for all elements than deep soil collected to 5.0 km of distance. Enrichment factor higher than 5 were obtained for Cr (three periods) and As (two periods) suggesting anthropogenic influence of both elements. $EF > 4$ for Ni, Pb, Ba, Zn, Sb, and Cu were found. Cluster analysis related Cr to leather industry, whereas As was related to the use of pesticides or herbicides.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brazil) and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brazil).

REFERENCES

Akiyama K (2006) Gas chromatographic analysis and aerosol mass spectrometer measurement of diesel exhaust particles composition. *Talanta* 70:178–181. doi: 10.1016/j.talanta.2006.02.044

Amato F, Pandolfi M, Viana M, et al (2009) Spatial and chemical patterns of PM10 in road dust deposited in urban environment. *Atmos Environ* 43:1650–1659. doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.12.009

Bing H, Wu Y, Zhou J, Sun H (2016) Biomonitoring trace metal contamination by seven sympatric alpine species in Eastern Tibetan Plateau. *Chemosphere* 165:388–398. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.09.042

Bollmann UE, Tang C, Eriksson E, et al (2014) Biocides in urban wastewater treatment plant influent at dry and wet weather: Concentrations, mass flows and possible sources. *Water Res* 60:64–74. doi: 10.1016/j.watres.2014.04.014

BRASIL CRDB (2016) AGRICULTORES FAMILIARES PLURIATIVOS NA REGIÃO DO VALE DO JAGUARI/RS: UM ESTUDO EM NOVA ESPERANÇA DO SUL. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Chavent M, Simonet VK, Lique B, Kuentz-simonet V (2012) ClustOfVar : An R Package for the Clustering of Variables

Cooper RG, Harrison AP (2009) The exposure to and health effects of antimony - review article. *Indian J Occup Environ Med* 13:3–10. doi: 10.4103/0019-5278.50716

Dixit S, Yadav A, Dwivedi PD, Das M (2015) Toxic hazards of leather industry and technologies to combat threat: A review. *J Clean Prod* 87:39–49. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.10.017

Enamorado-Báez SM, Gómez-Guzmán JM, Chamizo E, Abril JM (2015) Levels of 25 trace elements in high-volume air filter samples from Seville (2001–2002): Sources, enrichment factors and temporal variations. *Atmos Res* 155:118–129. doi: 10.1016/j.atmosres.2014.12.005

Fujiwara F, Rebagliati RJ, Marrero J, et al (2011) Antimony as a traffic-related element in size-fractionated road dust samples collected in Buenos Aires. *Microchem J* 97:62–67. doi: 10.1016/j.microc.2010.05.006

Giannetti BF, Bonilla SH, Almeida CMVB (2004) Developing eco-technologies: A possibility to minimize environmental impact in Southern Brazil. *J Clean Prod* 12:361–368. doi: 10.1016/S0959-6526(03)00033-7

Hu X, He M, Li S (2015) Antimony leaching release from brake pads: Effect of pH, temperature and organic acids. *J Environ Sci (China)* 29:11–17. doi: 10.1016/j.jes.2014.08.020

IBGE (2016) Estimativas da populacao residente no brasil e unidades da federacao com data de referencia em 1 julho de 2016

Joseph K, Nithya N (2009) Material flows in the life cycle of leather. *J Clean Prod* 17:676–682. doi: 10.1016/j.jclepro.2008.11.018

Kertész Z, Szoboszlai Z, Angyal A, et al (2010) Identification and characterization of fine and coarse particulate matter sources in a middle-European urban environment. *Nucl Instruments Methods Phys Res Sect B Beam Interact with Mater Atoms* 268:1924–1928. doi: 10.1016/j.nimb.2010.02.103

Kimbrough DE, Cohen Y, Winer AM, et al (1999) A critical assessment of chromium in the environment. *Crit Rev Environ Sci Technol* 29:1–46. doi: 10.1080/10643389991259164

Matti Maricq M (2007) Chemical characterization of particulate emissions from diesel engines: A review. *J Aerosol Sci* 38:1079–1118. doi: 10.1016/j.jaerosci.2007.08.001

Moraes S, Garcia F, Pereira M de L (2012) Heavy Metals and Human Health. In: *Environmental Health - Emerging Issues and Practice*. pp 227–246

R Team Core (2015) *A language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna Austria. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria

Ribeiro SH (2002) Determination of total chromium traces in tannery effluents by electrothermal atomic absorption spectrometry, flame atomic absorption spectrometry and UV-Vis spectrophotometric methods. 58:629–633

Sanchez-Rodas D, Alsioufi L, Sanchez de la Campa AM, Gonzalez-Castanedo Y (2017) Antimony speciation as geochemical tracer for anthropogenic emissions of atmospheric particulate matter. *J Hazard Mater* 324:213–220. doi: 10.1016/j.jhazmat.2016.10.051

Sverre L, Acosta M (2007) *Handbook on the Toxicology of Metals*, Chapter 24, 3rd edn.

Taylor S, McLennan R (1985) Chemical Composition of Continental Crust and the Primitive Mantle. 136. doi: 10.1007/978-4-431-53996-4

Wickham H, Francois R, Henry L, Müller K (2017) *A Grammar of Data Manipulation*. Cran

Wickham MH (2016) An Implementation of the Grammar of Graphics

Wilson SC, Lockwood P V., Ashley PM, Tighe M (2010) The chemistry and behaviour of antimony in the soil environment with comparisons to arsenic: A critical review. *Environ Pollut* 158:1169–1181. doi: 10.1016/j.envpol.2009.10.045

World Health Organization (2000) Chapter 6.4 Chromium. *Air Qual Guidel - Second Ed* 3:1–14. doi: 10.1016/S0959-6380(00)80018-5

Wu YS, Fang GC, Lee WJ, et al (2007) A review of atmospheric fine particulate matter and its associated trace metal pollutants in Asian countries during the period 1995-2005. *J Hazard Mater* 143:511–515. doi: 10.1016/j.jhazmat.2006.09.066

Zhou Y, Niu L, Liu K, et al (2018) Arsenic in agricultural soils across China : Distribution pattern, accumulation trend, influencing factors, and risk assessment. *Sci Total Environ* 616–617:156–163. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.232

CAPÍTULO 7

UM ESTUDO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS TÊXTEIS DESCARTADOS DA INDÚSTRIA DE VESTUÁRIO

Data de aceite: 02/05/2022

Natalia Gonçalves dos Santos

<http://lattes.cnpq.br/0339313292026535>
<https://orcid.org/0000-0003-3759-2284>

RESUMO: Este trabalho apresenta uma revisão exploratória da literatura sobre artigos que abordam assuntos relacionados à reciclagem e reutilização de resíduos sólidos que são gerados durante o processo de fabricação das indústrias de confecção. Para esse levantamento bibliográfico foi utilizado o método TEMAC - Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado. A partir dos apontamentos deste estudo busca-se contribuir para as pesquisas de materiais reciclados a partir do descarte de resíduos de tecido. A importância de pesquisas voltadas para esse assunto ocorre devido ao impacto ambiental provocado pelo descarte desses resíduos que muitas vezes se originam na indústria do petróleo. A partir dos resultados do levantamento bibliográfico são realizadas reflexões sobre o descarte precoce desses materiais e as possibilidades de se promover a diversidade de matérias-primas, instigar o desenvolvimento de métodos criativos e de novos materiais.

PALAVRAS-CHAVE: Vestuário; Reciclagem; Sustentabilidade.

A STUDY OF SOLID WASTE RECYCLING AND REUSE FROM THE TEXTILE MANUFACTURING INDUSTRY

ABSTRACT: This study presents an exploratory literature review of articles that investigates issues related to the reuse of solid waste generated during the manufacturing process of the confection industries. This bibliographical survey was provided by the TEMAC method - Consolidated Meta-Analytical Approach Theory. From the notes of this study we seek to contribute to the research of recycled materials from the disposal of fabric waste. The importance of research on this subject is due to the environmental impact caused by the disposal of these residues that often originate in the oil industry. Based on the results provided by the bibliographic survey, reflections are made on the early disposal of these materials and the possibilities of promoting the diversity of raw materials, instigating the development of creative methods and new materials.

KEYWORDS: Clothing; Recycling; Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um importante produtor de materiais têxteis, pois além de ser o 5º maior produtor mundial (cerca de 1,8 milhões de toneladas por ano) é também o 7º na produção de fios e tecidos planos e 3º na produção de malhas, garantindo milhões de empregos diretos e indiretos. Sob outra perspectiva, o Brasil produz cerca de 170.000 toneladas de resíduos têxteis por ano e cerca de 80% desses

resíduos têm destinos irregulares e aterros (BARUQUE-RAMOS, 2017).

Enez e Kipoz (2019) classificam os resíduos da indústria de vestuário em dois tipos: **pré-consumo** — aqueles gerados antes do produto chegar ao consumidor, como os resíduos de corte e costura, tecelagem, amostragem e não conformidades, descartados ao longo do processo de produção. E, **pós-consumo** — que envolve o descarte das roupas após o seu uso.

Os resíduos pré-consumo, gerados pelas confecções têxteis, têm grande potencial de reciclagem na própria indústria de vestuário por se tratarem de matéria-prima de qualidade, sem usos antecedentes. De outro modo, os resíduos de pós-consumo podem ser reutilizados ou reciclados, sendo que a maioria desses resíduos sofre um processo de *downcycling*.

A quantidade de resíduos da indústria têxtil e de vestuário causa preocupação com a destinação, tendo em vista a redução do impacto ambiental. Por outro lado, dados de 2013 a 2015 do antigo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio - MDIC apontados por Amaral (2016, p. 35) indicaram um volume significativo nas importações brasileiras de trapos e desperdícios (seda, lã, algodão, fibras artificiais e sintéticas), sinalizando que há um mercado interno a ser explorado.

Nesse sentido, nota-se que há diversos pontos a serem discutidos e aprimorados nesse segmento. Segundo Baruque-Ramos (2017) um dos principais desafios nessa indústria consistem na necessidade de um sistema de coleta e separação adequado dos resíduos, assim como informações sobre os materiais descartados e ainda, métodos eficientes para a reciclagem e reutilização.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo contribuir com as discussões sobre a reciclagem de resíduos da indústria do vestuário, que muitas vezes não possuem destinação planejada e são descartados precocemente no meio ambiente. A reciclagem desses resíduos pode promover a diversidade de matérias-primas, instigar o desenvolvimento de métodos criativos e de novos materiais e estimular a economia local e nacional, gerando novos empregos.

Para isso é realizada uma revisão sistemática da literatura a partir da aplicação do método da Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado — **TEMAC**, que possibilita a análise e inter-relação dos dados encontrados. A revisão da literatura, quando aplicada em modo sistemático, confere um rigor metodológico relacionado a índices bibliométricos e análises estatísticas, reduzindo assim incorreções na seleção de documentos a serem estudados (MARIANO; ROCHA, 2017).

2 | PROCESSO DE PRODUÇÃO E RECICLAGEM

As fibras têxteis são classificadas basicamente em dois grandes grupos: (i) **Naturais**: linho, algodão, cânhamo, juta, sisal, seda, lã, que são assim denominadas quando

encontradas em forma pura na natureza, precisam ser transformadas somente por meio de processos mecânicos para sua finalidade. (ii) **Químicas**: poliéster, poliamida, acrílico, elas são definidas assim por terem sua origem ou transformação à base de químicos em laboratório e se subdividem em artificiais e sintéticas. As artificiais são categorizadas por sua base ser de origem natural e transformadas através de processos químicos que resultam na polimerização de monômeros para o estado fibroso; as sintéticas são classificadas por terem origem e processos totalmente químicos (carbono ou petroquímicos).

O processo de produção da indústria de vestuário consiste primeiramente na elaboração e no planejamento do produto a ser produzido. Após a escolha do material e a definição do modelo a ser feito em larga escala, é realizado o desenho geométrico em 2D (modelagem) que será utilizado como base para o corte no tecido. Em seguida é feito o enfiado — operação na qual o tecido é estendido em camadas, completamente planas e alinhadas, a fim de serem cortadas em pilhas. Depois disso, os moldes de papel são posicionados sobre o tecido para realizar o corte do material. Embora existam *softwares* que otimizem o planejamento do corte no tecido, para realizar esta etapa é desperdiçada aproximadamente 12% da matéria-prima em média. (PEREIRA et. al, 2016). Após o corte, o material é levado para a costura.

A fase seguinte consiste na separação dos resíduos de acordo com sua composição, pois os tecidos são constituídos de diferentes matérias-primas. Dessa forma, para cada resíduo deve haver um método de reciclagem ou de reaproveitamento diferente, a fim de que a destinação ocorra de forma adequada. A separação é realizada de acordo com a composição e/ou cor do material têxtil de maneira manual ou mecânica, uma das maiores dificuldades do processo de reciclagem é conseguir realizar esta atividade de modo eficiente. A segmentação é importante porque esta etapa define a destinação e o processo a ser utilizado para cada material.

Cabe apontar uma pesquisa recente (RIBA, 2020) que mostra a possibilidade de separação das fibras por espectroscopia por infravermelho, gerando um grande avanço nos estudos sobre reciclagem de resíduos sólidos têxteis, podendo assim acelerar e otimizar o processo de separação dos tecidos.

As rotas de reciclagem de têxteis envolvem os seguintes processos: (i) **mecânicos**, como moagem e trituração, e (ii) **químicos**. Por exemplo, no caso de fibras de polímeros sintéticos derivados de produtos petroquímicos (como o poliéster) que passam por despolimerização, ou no caso de fibras celulósicas naturais ou sintéticas (como algodão e viscose) que passam por dissolução, transformando-as a níveis moleculares em monômeros ou oligômeros, que, por sua vez, são repolimerizados e os polímeros reaparecem em novas fibras; (iii) e **térmicos**, incineração para geração de energia e calor. Esses processos podem ser combinados como a conversão de flocos de PET ou lascas em fibras por extrusão de fusão. Também a reciclagem térmica pode ser confundida com recuperação térmica, que é quando os resíduos são incinerados para gerar calor e/ou eletricidade. (SANDIN e

PETERS, 2018).

A despeito dos processos de reciclagem, observa-se que as sobras dos tecidos muitas vezes são descartadas por meio de doação, venda de baixo custo, ou vão para lixões e aterros.

3 | MÉTODO

3.1 Etapa 1 – Preparação da pesquisa e levantamento bibliográfico

A pesquisa foi realizada a partir de duas bases de dados utilizando o método da TEMAC - Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado. Segundo Mariano e Rocha (2017), a TEMAC fundamenta-se em leis bibliométricas e abrange três etapas gerais: a) preparação da pesquisa; b) levantamento, apresentação e interconexão de dados; e c) detalhamento, modelo integrador e validação por evidências. De acordo com os autores, os recursos gerados com tal abordagem suscitam comparações em diversos contextos e oportunizam o desenvolvimento de instrumentos e escalas de mensuração.

Antes de iniciar o levantamento dos resultados nas plataformas, foram definidos os descritores mais relevantes para a pesquisa na plataforma Web of Science. A relevância foi avaliada com base em trabalhos que abordassem métodos e processos de reciclagem de resíduos sólidos têxteis. São estes: “*textile waste*” - 7495 resultados; “*textile waste recycling*” - 768 resultados; “*clothing recycling*” - 340 resultados. Também foram incluídos descritores relacionados à sustentabilidade.

As buscas foram realizadas em outubro de 2020, por meio da análise dos títulos, resumos e palavras-chaves mais relevantes para pesquisa nas duas plataformas de busca do site *Periódicos Capes*, *Web of Science (WoS)* e *Scopus*.

Na plataforma *WoS* foi realizado um levantamento preliminar utilizando as seguintes palavras-chaves: *wasting AND clothing AND textile AND recycling*, o qual obteve 71 resultados.

Em seguida, foi realizado um segundo levantamento, utilizando as palavras-chave: *clothing AND recycling* no qual obteve-se 340 resultados na *WoS* e 441 resultados na *Scopus*, na data de 21 de outubro de 2020. Nas duas bases de dados foi utilizado como critério de exclusão trabalhos relacionados à área de saúde, para evitar estudos sobre resíduos hospitalares. Após a obtenção dos resultados foram aplicados os critérios definidos pela **TEMAC** e, em seguida, analisados os dados disponibilizados pelas plataformas para embasar as discussões deste trabalho, através de um software (*VOSviewer*) para construção e visualização de redes bibliométricas.

3.2 Etapa 2 – Apresentação e inter-relação de dados

Web of Science

Com base na análise preliminar dos registros de 71 resultados, observou-se que o artigo mais antigo foi publicado por Negulescu, I. (1998), o qual aborda a utilização de métodos térmicos como análise termogravimétrica/térmica diferencial e calorimetria exploratória diferencial para determinar a eficiência dos métodos de separação de algodão e poliéster de tecidos confeccionados com fibras intimamente mescladas. Neste trabalho o método foi aplicado à reciclagem de vestuário.

A reciclagem de vestuário foi abordada novamente no trabalho de Woolridge (2006) apontando que o reaproveitamento e a reciclagem de roupas podem resultar em uma redução do impacto ambiental em relação à compra de roupas novas confeccionadas com materiais virgens.

A partir de 2006, verificou-se um avanço significativo em pesquisas já focadas no planejamento de destinação de resíduos sólidos da cadeia de produção têxtil. Dados obtidos da *Clarivate Analytics*, ilustrados na Figura 2, apontam que 2017 foi o ano com o maior número de publicações sobre a gestão de resíduos na indústria têxtil, com temas voltados para para o desenvolvimento sustentável e novas perspectivas de consumo e descarte.

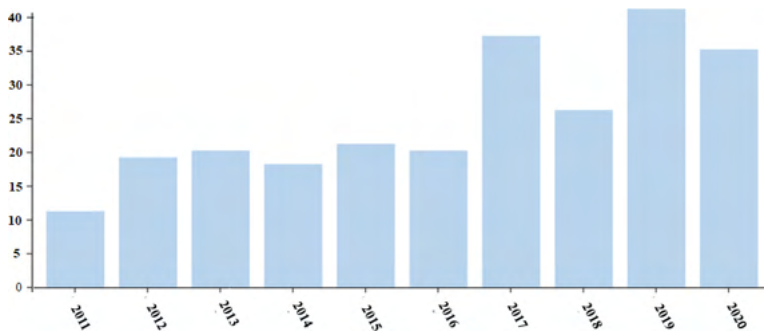


Figura 1: Número de publicações por ano.

Notou-se que o artigo mais citado foi o de Morgan e Birtwistle (2009), o qual apresenta um estudo sobre o comportamento dos jovens em relação ao descarte de roupas, concluindo que faltam informações sobre a importância da reciclagem e do descarte adequado dos tecidos têxteis.

Outro trabalho que também chama a atenção é o de autoria de Sadin e Peters (2017), o qual esclarece as formas de reciclagem e o ganho de eficiência relacionado ao processo, pois assim garantem a destinação adequada para cada material. Especificando

os dois tipos de circuitos empregados (i) **reciclagem de circuito fechado** — que refere-se ao processo em que o material de um produto é reciclado e usado em um produto idêntico ou semelhante; (ii) **reciclagem em circuito aberto** (também chamada de reciclagem em cascata) — refere-se a processos em que o material de um produto é utilizado em produtos de outros segmentos.

Os países que mais publicaram no tema (com as quantidades de trabalhos expressas entre parêntesis) foram, respectivamente: China (64), Estados Unidos (53) e Inglaterra (40). O Brasil fica em 7º lugar, com 14 trabalhos. As áreas de maior interesse sobre o tema são: Ciência dos Materiais e Engenharias. Os periódicos que mais publicam sobre o assunto são: *Journal of Cleaner Production* e *International Journal of Consumer Studies*, com um total de 7 e 4 artigos, respectivamente, neste levantamento.

A Figura 3 ilustra a análise de *coupling* — os trabalhos que referenciam os mesmos artigos juntos — e frentes de pesquisa de maior relevância no período de outubro/2020 a novembro/2020. A análise de *coupling* organiza os trabalhos encontrados na pesquisa da seguinte maneira: em núcleos de acordo com as referências em comum.

A área de maior concentração de cor diz respeito a artigos voltados para pesquisas de campo, sobre a produção e o descarte de resíduos têxteis. As áreas com menor concentração de calor referem-se às pesquisas de comportamento dos consumidores em relação ao descarte e/ou a reutilização de matéria-prima têxtil.

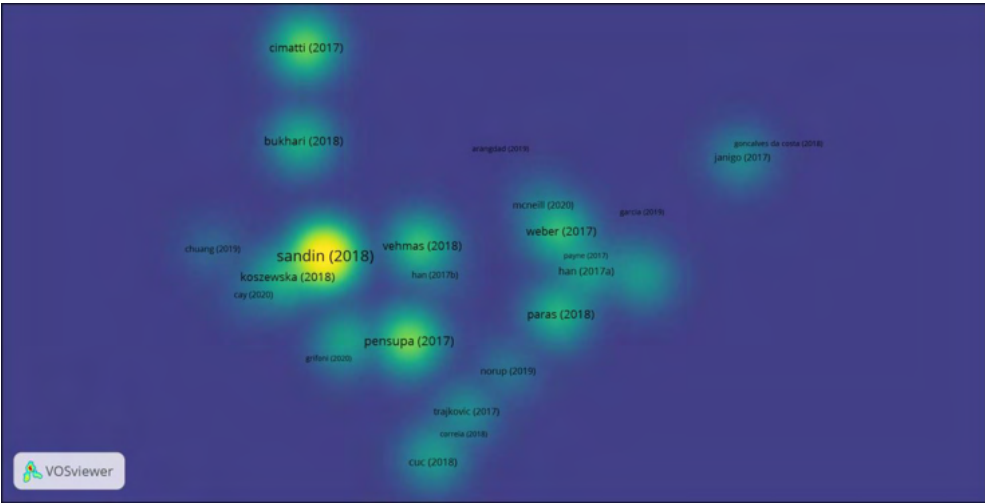


Figura 2: Mapa de coupling gerado a partir de dados da plataforma Web of Science.

De acordo com o gráfico de calor (figura 3), o trabalho de maior destaque é o de Sandin e Peters (2017) no qual eles fizeram uma revisão bibliográfica sobre a reutilização e a reciclagem de resíduos têxteis. Eles apontam para a importância do tema por esclarecem

tecnicamente qual a diferença entre **reutilização** (quando a fibra não sofre processo químico, ou seja não altera sua estrutura molecular) e **reciclagem** (quando a fibra passa por alteração mecânica, química e/ou térmica) e elucidam os diferentes processos de reciclagem de têxteis que são normalmente classificados como sendo mecânicos, químicos ou, com menos frequência, térmicos. Por exemplo, a reciclagem de produtos químicos muitas vezes se refere a uma rota de reutilização na qual os polímeros são despolimerizados (no caso de fibras de polímero sintético derivados de produtos petroquímicos, como poliéster) ou dissolvidos (no caso de fibras celulósicas naturais ou sintéticas, como algodão e viscose). Sendo assim transformados para níveis moleculares, monômeros ou oligômeros são repolimerizados, e os polímeros reaparecem em novas fibras. Eles também alertam para falta de informações técnicas e soluções eficientes.

Além das questões técnicas relacionadas à reutilização e reciclagem, outra frente de pesquisa que se destaca está relacionada à publicação sobre economia circular. O trabalho de Pensupa et al. (2017), ressalta a importância do tema e mostra dados do comportamento dos consumidores e a quantidade de resíduos gerados.

Ainda sobre economia circular, um artigo que chama a atenção é o trabalho de Riba et al. (2020). Eles mostram a possibilidade de separação das fibras por espectroscopia de infravermelho, o que aponta para um avanço nos estudos sobre reciclagem de resíduos sólidos têxteis, uma vez que grande parte dos artigos analisados pontuam a dificuldade na separação das fibras de acordo com suas propriedades. O estudo indica, portanto, uma maior eficiência na separação do material têxtil por meio de espectroscopia.

Os artigos que sucedem são uma explanação sobre a atual situação das necessidades de atitudes sustentáveis diante dos resíduos têxteis, mas não apontam soluções significativas e nem técnicas de reciclagem. Dentre os artigos investigados encontrou-se uma pesquisa referente à reciclagem de Baruque-Ramos et al. (2018), na qual aponta para a necessidade de estudos e iniciativas sobre a reutilização e a reciclagem de resíduos têxteis no Brasil. Em sua pesquisa, eles informam sobre possibilidades de reuso e alertam ainda sobre a dificuldade que as empresas encontram no reaproveitamento desses resíduos, pois não possuem uma logística eficiente. Os autores estimam que 80% dos refugos são descartados ou incinerados no país. Eles destacam que a cidade de São Paulo é a única no território nacional a ter atividades de reciclagem de fibras têxteis e o Brasil é o 5º maior em confecção têxtil, voltada em grande parte para exportação.

Diante dessas constatações, é possível justificar o interesse maior em reciclagem e reutilização de sobras de tecidos da indústria de confecção e não tanto para o descarte de roupas em desuso — preocupação de alguns países mais desenvolvidos, como Reino Unido e Estados Unidos (BARUQUE-RAMOS et al., 2018).

Após análise de dados, observou-se que o primeiro registro sobre resíduo têxtil, ocorreu em 1973, ele já alertava sobre a relação do crescimento populacional e as indústrias de produção e também apontava para iniciativas sustentáveis visando a prevenir contra um colapso na qualidade de vida (CHASE, 1973). A partir da primeira publicação o tema vem sendo abordado ano a ano com um crescimento significativo, ganhando força a partir de 2004 em diante (Figura 4).

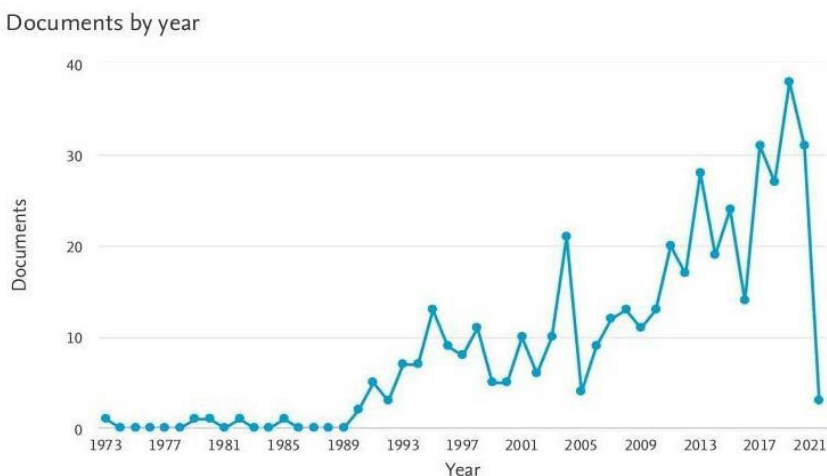


Figura 3 - Publicações anuais.

Fonte: Periódicos Scopus.

O artigo mais citado foi de Rahimi e García, publicado em 2017, no qual mostra uma crescente preocupação com a criação de novos materiais sustentáveis para produção de plásticos regenerados. Outro estudo que se sobressaiu foi o de Birtwistle, G. e Moore (2009), devido a quantidade de citações que este trabalho possui. Essa pesquisa revela uma preocupação no comportamento dos consumidores quanto ao descarte desses resíduos. Importante destacar que os países que mais fazem pesquisa nesta área respectivamente são: Estados Unidos (64), China (60), Reino Unido (42), Alemanha (25) e Brasil (17).

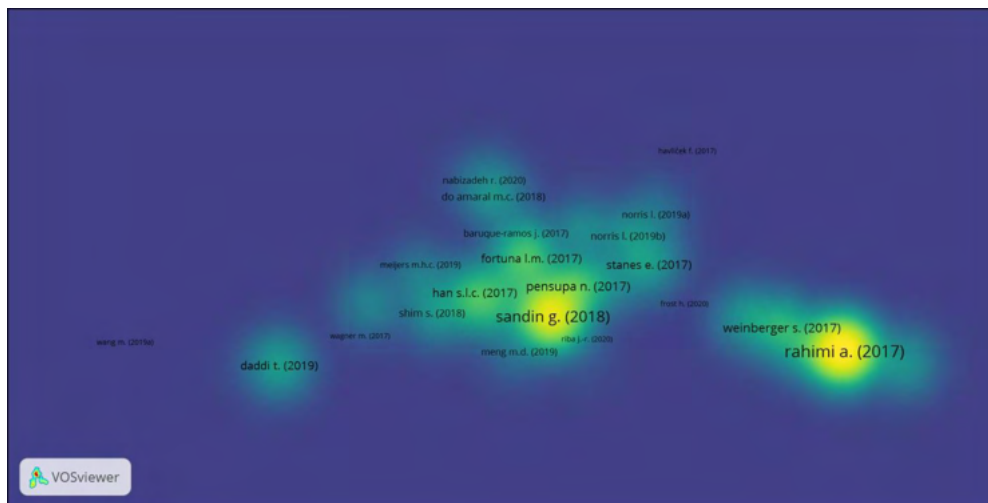


Figura 4 - Mapa de coupling gerado a partir de dados Scopus.

Utilizando as manchas de calor elaboradas pela plataforma *VOSviewer*, a pesquisa com maior destaque (RAHIMI & GARCÍA, 2017) traz à luz técnicas de reciclagens químicas de resíduos plásticos, esclarecendo classificações e processos desses compósitos, por se tratar de resíduos plásticos, que em sua grande maioria compõe as fibras sintéticas têxteis. Simone Weinberger *et al.* (2017) abordam a degradação e a criação de plásticos sustentáveis e também a preocupação na criação de novos materiais biodegradáveis através de enzimas aceleradoras do processo tradicional de decomposição dos plásticos atuais por meio de uma implementação de *framework* (FORTUNA & DIYAMANDOGLU, 2017) — um sistema que calcula o desperdício de produção e redireciona para reciclagem, facilitando assim o processo de recolhimento desses materiais para serem utilizados de maneira responsável.

O estudo de caso de Mariana Amaral *et al.* (2016) sobre as indústrias de produção e reciclagem têxtil no Brasil, investiga as diversas iniciativas nacionais sobre o tema. O artigo evidencia a falta de empreendimentos em economia circular e reciclagem no país, apesar de ter uma das maiores produções mundiais em artigos têxteis, sobretudo de algodão. Devido a sua alta produtividade, grande parte da produção é exportada. Estima-se que 80% dos resíduos sólidos são descartados, embora já tenham iniciativas de reciclagem, ela ainda é precária. A pesquisa ressalta a falta de iniciativa política quanto a separação e a destinação desses resíduos descartados. (AMARAL *et al.*, 2016).

4 | DISCUSSÃO

O sistema de reutilização de resíduos se baseia em duas definições básicas: **circuito aberto** (efeito cascata) — quando os resíduos se destinam à criação de novos

produtos sem necessariamente fazer parte do sistema de onde foi gerado. A vantagem desse processo é levar esses materiais para outras áreas do conhecimento, gerando produtos diferenciados com alto nível de valor agregado com possibilidades de valorização e durabilidade de novos produtos com mais vantagens do que em sistemas de circuito fechado. Já a desvantagem é a busca por informações ainda muito escassas nessa área; **circuito fechado** — quando a matéria-prima volta à mesma destinação (ou produtos semelhantes) de onde foi gerada. A vantagem desse método é estar na mesma área, podendo assim utilizar as mesmas técnicas e conhecimentos já existentes; a desvantagem é a perda de qualidade do produto final, pois as fibras tendem a perder a qualidade de suas propriedades no processo de reutilização em circuito fechado. Ambos os circuitos precisam de um sistema de recolhimento e separação desses resíduos para assim dar origem a novos produtos.

A cadeia de valor de **circuito fechado** é um conceito que visa maximizar a utilidade de um produto, antes e depois do fim da vida. Seus principais componentes são reutilização direta, reparo e reciclagem. Dois termos que abordam a reutilização direta — *upcycling* e *downcycling* — são processos ecológicos em comparação a aterro ou incineração. Os produtos são movidos para incineração ou aterro, se não considerado adequado para reutilização direta, reparo ou reciclagem (PARAS, 2019). *Upcycling* se traduz no reverso da cadeia de valor que consiste principalmente em três processos: coleta, classificação e processamento. A coleta é o processo de receber de volta os produtos descartados do consumidor. A classificação é responsável pela inspeção e categorização do produto de acordo com a sua qualidade/tipo. O processamento envolve diferentes atividades como consertar, lavar, redesenhar, restaurar a funcionalidade e aprimorar a utilidade dos produtos com maior valor estético. Quando adequados para reutilização direta, tornam-se adequados para *upcycling*. Critérios como separação, moagem, restituição de fibras, definem a habilidade de *downcycle* (PARAS, 2018), ou seja, quando os resíduos não servem para serem utilizados em sua forma encontrada, necessitando passar pelo processo de transformação para assim serem melhor aproveitados.

Uma boa iniciativa para o melhor reaproveitamento dos resíduos sólidos é adotar ferramentas de *framework* para mapear e organizar toda cadeia de produção têxtil e direcionar os resíduos diretamente para reciclagem. Iniciativas neste sentido são poucas, mas já existem estudos nesta área com essas ferramentas: uma nova estrutura que utiliza a otimização para minimizar as emissões de gases de efeito estufa de um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos que inclui estratégias e práticas de reutilização, como empreendimentos de reutilização, plataformas online e trocas de materiais, juntamente com práticas tradicionais de gestão de resíduos sólidos, como reciclagem, aterro sanitário e incineração (FORTUNA E DIYAMANDOGLU, 2020).

Um estudo feito por Gislaine Pereira (2016), comparou os níveis de poluição entre a produção de tecidos de algodão de matéria virgem *versus* matéria reciclada constatou

que a matéria prima dos fios reciclados é o retalho, eliminando o cultivo do algodão que é uma das etapas que mais agride o meio ambiente pelo uso de defensivos agrícolas e água para irrigação. Na fase do beneficiamento (lavagem, clareamento, pigmentação, etc.) a malha produzida com fios reciclados somente é amaciada, economizando água em relação à tecidos 100% de origem virgem. A pesquisa realizada mostrou que a produção de tecidos com fios reciclados agride menos o meio ambiente, pois seu processo produtivo é menor. Mesmo sendo ecologicamente viável, essa prática ainda é pouco empregada devido à ausência de mercado para os produtos reciclados, o alto custo dos produtos, a falta de tecnologia e equipamentos, e a ausência de uma logística de coleta de retalhos eficiente que necessitaria (além de realizar uma coleta limpa) realizar a separação do material coletado por cor e composição (PEREIRA, 2016).

Na engenharia civil os têxteis também vem ganhando visibilidade. Como o exemplo do produto desenvolvido por (PETER e WILLIAM, 2004), denominado *concrete canvas* — que se trata de uma ligadura de gesso que se molda com a adição de água, podendo se transformar em casas, ornamentos, etc. Inicialmente, o projeto foi desenvolvido para criar abrigos e, posteriormente, a engenharia civil passou a adotar o material para correções de vazamentos, dutos, reparações de tubulações, entre outras.

A partir deste levantamento bibliográfico, é possível inferir que a colaboração de pesquisas sobre resíduos têxteis podem fomentar a criação de novos materiais provenientes da reciclagem têxtil, possibilitando ganhos nas variedades de materiais dos resíduos, aumento em oportunidades de trabalho, redução de descartes e possíveis avanços no desenvolvimento econômico.

5 | CONCLUSÃO

Os consumidores, de maneira geral, desconhecem a necessidade do reaproveitamento de resíduos têxteis. A falta de informação e de eficiência dificulta o entendimento e o avanço nas pesquisas. Acredita-se que uma das possibilidades dessa falta de conscientização generalizada seja a escassa cobertura das mídias contemporâneas sobre a importância do conhecimento e debate sobre o assunto. Se o impacto ambiental da fabricação e descarte de roupas fosse mais amplamente divulgado, ações de coleta, separação e destinação dos resíduos sólidos poderiam ser facilitadas com a ajuda da população (MORGAN & BIRTWISTLE, 2009).

A reciclagem de resíduos têxteis pós-consumo é uma tarefa considerada complexa, uma vez que o processo inclui muitas operações, como classificação, separação e há muitos desafios e dificuldades a serem superadas para tornar o processo bem sucedido. Após a classificação, cada categoria de resíduo deve ser processado de uma maneira única para reciclá-los e convertê-los em algum tipo de produto útil. Tecnologias de reciclagem podem ser divididas nos seguintes métodos: **reciclagem primária** — reutilizar um produto em

sua forma original); **reciclagem secundária** — para converter os resíduos em um novo produto, provavelmente com um nível inferior de qualidade, que podem ser elaboradas por meios mecânicos, físicos e/ou químicos); **reciclagem terciária** (pirólise, gaseificação e hidrólise) — convertendo os resíduos em básicos produtos químicos ou combustíveis e, finalmente, **reciclagem quaternária** — incineração para utilizar o calor gerado.

Contudo são inúmeras possibilidades que os têxteis podem proporcionar. Em termos técnicos, o desenvolvimento de novos produtos provenientes de resíduos sólidos têxteis não somente são possíveis, mas como necessários. Por um lado temos questões sustentáveis que precisam ser solucionadas e por outro lado isso possibilita o crescimento econômico em vários setores. O design como catalisador de transformações sociais tem como responsabilidade promover novas formas e materiais para desenvolvimento de novos produtos. Consequentemente, pesquisas nestas áreas são necessárias para disseminar o conhecimento e suas aplicações.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Mariana C. Reaproveitamento e Reciclagem Textil no Brasil: ações e prospecto de triagem de resíduos para pequenos geradores. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, p. 123, 2016.

BUKHARI, Mohammad A. Ruth Carrasco-G. Eva Ponce-C. Developing a national programme for textiles and clothing recovery. *Journals Sagepub*. Vol. 36, p. 321 –331, 2018.

CHASE, S. The club of Rome and its computer. *The bulletin of the atomic scientists*. Vol. 29, ed. 3, p. 36-39, Mar. 1973.

ENES, E., KIPÖZ, S. Turkey Fashion Industry's Cut-and-Sew Waste Problem and Its Waste Management Strategies, *Tekstil ve Mühendis*, 26: 113, 97-103, 2019.

FORTUNA, Lorena M., Vasil Diyamandoglu. Optimization of greenhouse gas emissions in second-hand consumer product recovery through reuse platforms. *Waste Management*. Vol. 66, p. 178-189, Ago. 2017.

GRUBER, Valdirene, Adriane Santos. Material têxtil e a interação no design e indústria. Designer e materiais. II Congresso Internacional e VIII Workshop, Joinville, 11-14 Junho, 2017.

LOUISE, R. Morgan. Grete Birtwistle. An investigation of young fashion consumers' disposal habits. *International Journal of Consumer Studies* ISSN. Vol. 33, p. 190-198, 2009.

MARIANO, A.M; ROCHA, M.S. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. AEDM International Conference – Economy, Business and Uncertainty: Ideas for a European and Mediterranean industrial policy. Reggio Calabria (Italia), p. 427- 443, 2017.

MORGAN, R; Grete Birtwistle. An investigation of young fashion consumers' disposal habits. *International Journal of Consumer Studies*. Vol. 33, p. 190-198, 2009.

NEGULESCU, II; Kwon, H; Collier, BJ. Determining fiber content of blended textiles. Textile chemist and colorist. Vol. 30, ed. 6, p. 21-25, Jun. 1998.

PARAS, Manoj; Curteza A; Varshneya G. Identification of best reverse value chain alternatives. Journal of Fashion Marketing and Management. Vol. 23, ed. 3, p. 396-412, May. 2019.

PEREIRA, Gislaïne; Berretta-Hurtado, A. L; Furtami, A. H; Gouvêa, C. A; Recouvreux, D. Estudo comparativo entre o impacto ambiental resultante da fabricação de malha 100% algodão e com fios reciclados. Revista Espacios. Vol.37, ed. 22, p. 37, 2016.

RAHIMI Alireza; García J.M. Chemical recycling of waste plastics for new materials production. Nature Reviews Chemistry. Vol. 46, Jun. 2017.

RAMOS RIBA, Jordi-Roger. Cantero, Rosa. Canals, Trini. Pluig, Rita. Circular economy of post-consumer textile waste: Classification through infrared spectroscopy. Journal of cleaner production. Vol.272, Nov. 2020.

SADIN Gustav; Peters Greg M. Environmental impact of textile reuse and recycling - A review. Journal of cleaner production. Vol. 184, p. 353-365, Oct. 2017.

SUBRAMANIAN S. Muthu, Yi Li*, Jun Y. Hu e Li Ze. Carbon footprint reduction in the textile process chain: Recycling of textile materials. Fibers and Polymers, Vol.13, p.1065-1070.

WEINBERGER Simone; Canadell J.; Quartinello F; Yenzi B.; Arias A; Pellis A; Georg

M. Enzymatic Degradation of Poly(ethylene 2,5-furanoate) Powders and Amorphous Films. Journal Catalysts, Oct. 2017.

WOOLRIDGE, AC; Ward, GD; Phillips, PS; Collin, M; Gandy, S. Life cycle assessment for reuse/recycling of donated waste textiles compared to use compared to use of virgin material: An UK energy saving perspective. Resources conservation and recycling. Vol. 46, Ed. 1, p. 94-103, Jan. 2006.

CAPÍTULO 8

CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E COEXISTÊNCIA DO RURAL NO URBANO NA APA BACIA DO RIO DO COBRE/SÃO BARTOLOMEU, SALVADOR-BA (BR)

Data de aceite: 02/05/2022

Data de submissão: 12/03/2022

Débora Carol Luz da Porciúncula

PPG Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL)
Salvador-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/1801383100333154>

Cristina Maria Macêdo de Alencar

PPG Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL)
Salvador-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2257876241055037>

Manuel Vitor Portugal Gonçalves

PPG Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL)
Salvador-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8028380853221190>

Mariana Reis Santana

Mestranda do PPG Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL)
Salvador-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3899290050137260>

Vinnie Mayana Lima Ramos

Doutoranda em Sociedade, Economia, Estado e Ambiente, no PPG de Integração da América Latina (PROLAM/USP)
São Paulo-São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9037309575561587>

André Augusto Araújo Oliveira

Mestrando do PPG Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social (UCSAL)
Salvador-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6122206476748528>

Gláucio Alã Vasconcelos Moreira

Mestrando do PPG Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL)
Salvador-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/5240499025063564>

Thiago Guimarães Siqueira de Araújo

Doutorando do PPG Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL)
<http://lattes.cnpq.br/6460670706400864>

Fátima Carmelo Balthazar da Silveira Lima

Secretária de Educação do Estado da Bahia (SEC)
Salvador-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8046654939648260>

Flávio Souza Batista

Doutorando do PPG em Geologia (UFBA)
Salvador-Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9541421462821227>

RESUMO: Neste artigo investiga-se os usos culturais da natureza relativos à dinâmica da ruralidade metropolitana e as estratégias desenvolvidas para a conservação ambiental dos fragmentos remanescentes urbanos da Mata Atlântica na Área de Proteção Ambiental do rio do Cobre/São Bartolomeu, Salvador, Bahia. Pautou-se metodologicamente na pesquisa-ação como atividade de extensão, realizada desde 2017, por pesquisadores do grupo de Pesquisa Desenvolvimento, Sociedade e Natureza, do Programa de Pós-Graduação em Território, Ambiente e Sociedade, da Universidade Católica do Salvador (UCSAL), junto aos membros do Conselho Gestor da APA Bacia do Cobre/São

Bartolomeu, coletivo Guardiões da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, associações de moradores e lideranças locais. Os resultados da pesquisa ressaltaram a indissociabilidade entre o ensino, pesquisa e extensão, que possibilitaram a efetivação do conhecimento formal e informal sobre a relação sociedade e ambiente na APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, bem como pode-se destacar a coexistência entre os modos de vida rural e urbano. Além disso, emergiu, da análise dos resultados, a constatação socioambiental de interdependência entre a conservação da natureza e as condições de vida, para que se possa garantir o mínimo existencial ambiental e a dignidade humana, cujo acesso aos projetos ecológicos-ambientais pode configurar uma via alternativa socioambiental e possível de desenvolvimento humano e social.

PALAVRAS-CHAVE: Mata Atlântica; Sustentabilidade; Mínimo Existencial Ambiental; Dignidade Humana; Ruralidade Metropolitana.

NATURE CONSERVATION AND COEXISTENCE IN URBAN IN THE APA RIVER BASIN OF COPPER/ST. BARTOLOMEU, SALVADOR-BA (BR)

ABSTRACT: This article analyzes the cultural uses of nature related to the dynamics of metropolitan rurality and the strategies developed for the environmental conservation of the urban remnants fragments of the Atlantic Forest in the Environmental Protection Area of Copper Watershed/São Bartolomeu, Salvador, Bahia. These strategies were methodologically based on the action research developed as an extension activity, since 2017, by the researchers of the Development, Society and Nature Research Group and the Postgraduate Program in Territory, Environment and Society, at the Catholic University of Salvador (UCSAL), together with the members of the Management Council of the River Copper Watershed APA/St. Bartolomeu APA, the Guardians of the River Copper Watershed APA/St. Bartolomeu APA collective, residents' associations and local leaders. The research results highlighted the inseparability between teaching, research and extension, which enabled the realization of formal and informal knowledge about the relationship between society and environment in the River Copper Watershed APA/St. Bartolomeu, as well as the coexistence between the of rural and urban life. Moreover, from the analysis of the results, the socio-environmental finding of interdependence between nature conservation and living conditions emerged, so that the minimum existential environmental and human dignity can be guaranteed, whose access to ecological-environmental projects can configure a socio-environmental and possible alternative way of human and social development.

KEYWORDS: Atlantic Flores; Sustainability; Human Dignity; Environmental Existential Minimum; Metropolitan Rurality.

1 | INTRODUÇÃO

A recente crise socioambiental ameaça a reprodução das sociedades globais e dos ecossistemas da Terra enquanto natureza (RUSCHEINSKY, 2004). Assim, a conservação ambiental passa a configurar o dilema ambiental, uma tensão, entre o crescimento econômico e a conservação da biodiversidade que é vivenciado pelas sociedades urbano-industriais (SACHS, 2005; BOFF).

Neste contexto, a Ecologia Política e o “Ecologismo dos Pobres”, uma das vertentes do movimento socioambiental, conforme Martinez-Alier (2008), opõem-se ao projeto neoliberal e reivindicam, ao mesmo tempo, a conservação da base material da vida e a superação da pobreza e das injustiças sociais. Loureiro (2012) assinala que a Ecologia Política centra-se no reconhecimento da demanda de agentes sociais com distintos e desiguais níveis de poder por natureza, bens e serviços dos ecossistemas na produção de suas existências.

Nesta óptica, destaca-se a Comissão de Diversidade Biológica (CDB) entre as contribuições documentais e políticas da Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente do Rio de Janeiro, a Rio-92. A CDB foi ratificada em 1994, propôs que os programas de educação e gestão ambiental contribuíssem para a superação do modelo do padrão civilizatório urbano-industrial vigente. Outrossim, tem contribuído para identificação de áreas prioritárias à conservação, ao uso sustentável e à repartição dos benefícios do manejo da biodiversidade e à percepção da complexidade política e socioambiental da etnobiodiversidade.

A CDB propiciou a elaboração do Programa Nacional de Biodiversidade (PRONABIO) e o debate sobre o acesso aos recursos genéticos, conhecimento tradicional e a repartição de benefícios do uso da biodiversidade e sobre a biossegurança. Com isso, emergiu uma parte das reivindicações do movimento socioambiental, compreendido na sua heterogeneidade, para a conservação.

Camargo, Capobianco e Oliveira (2004) reconhecem avanços legais e a adesão da sociedade civil às teses conservacionistas, embora pouco se tenha feito após a Rio-92 que pudesse conter efetivamente a degradação de biomas neotropicais brasileiros e do Planeta. Outrossim, o Brasil destacou-se entre as nações detentoras de megadiversidade ameaçada do Planeta desde a Rio-92. Ressalta-se a relevância ambiental e o estado crítico de ameaça dos remanescentes do bioma neotropical da Mata Atlântica da Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio do Cobre/São Bartolomeu, além do Parque Metropolitano de Pituauçu e do Jardim Botânico, em Salvador, Bahia, Brasil.

No Brasil, a Lei nº 9.985/00 (BRASIL, 2000) regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), que permitiu a efetivação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), nos termos da Lei nº 9.938/81 (BRASIL, 1981). Bensusan (2006) assinala que a gestão ambiental de áreas protegidas ainda se destaca entre os instrumentos para a conservação da biodiversidade frente a crise societária planetária do modelo urbano-industrial.

Concorda-se com a ressalva de Sachs (2002) que adverte que os santuários ecológicos invioláveis não devem ser a única via para conservação da natureza, embora seja primordial a existência de uma rede de áreas protegidas para a gestão territorial e proteção e conservação da biodiversidade. Diegues (2001) e Martínez-Alier (2007) destacam os

limites políticos da aposta na existência de ilhas naturais intocadas, associadas a rede de espaços especialmente protegidos, como a principal via de resistência à apropriação capitalista da natureza do projeto neoliberal e de superação da crise ambiental. Este modelo ignora os usos culturais da natureza e se reproduz por meio da multiplicação de parques e reservas sem os meios suficientes à sua proteção.

A superação da crise ambiental depende da compreensão das origens da negação da categoria ambiente do projeto pela educação moderna e pelas sociedades urbano-industriais (GRUN, 1996). Ao contrário, demanda-se por uma apreensão da complexidade e unidade da vida, de maneira (i) material, devendo-se evitar as simplificações sobre a existência de território sem sujeitos sociais ou da existência de sujeitos sociais sem território (SAQUET, 2007). Assim, a rede de áreas protegidas precisa abranger a complexidade e unidade da vida, a indissociabilidade entre a conservação ambiental e dinâmica social.

A conservação ambiental tem se preocupado, de acordo com Costa (2002), desde 1990, em especial nos países tropicais megadiversos, como o Brasil, com a relação entre o desenvolvimento social das comunidades no interior e no entorno de unidades de conservação. Neste sentido, a importância da sustentabilidade dos “povos dos ecossistemas” na conservação ambiental tem sido reconhecida por instituições internacionais, como a União Mundial para a Natureza (IUCN). Considera-se, também, os motivos da negação das categorias ambiente e rural na dinâmica de apropriação capitalista da natureza.

No Brasil, a urbanização tem se efetivado a partir da transformação impositiva de espaços rurais em espaços urbanos, segundo critérios quantitativos populacional e demográfico, com base estatística, principalmente, mas também de ordem político administrativa dos municípios. Isto coloca em questão a condição cidadã dos sujeitos rurais, porque este processo exclui a categoria ambiente e o mundo rural como existência própria e como integrante da dinâmica de desenvolvimento regional metropolitano, de modo que o mundo rural passa a ser negado pela industrialização e pela urbanização hegemônica.

Este processo de invisibilização e negação da categoria ambiente e dos espaços rurais pelos espaços urbanos é legitimado pela produção sociológica de ausências (BOAVENTURA, 2002). Ressalta-se, também, que a perspectiva de ausências é acompanhada pelas ciências sociais, no geral, que silenciam e inviabilizam o modo de vida rural no espaço metropolitano de Salvador. Porciúncula (2017) entende que o início deste processo, dicotômico, dá-se a partir da década de 1970, quando espaços rurais e a natureza foram apontados pelo planejamento da Região Metropolitana de Salvador como empecilhos e desqualificadores ao pleno desenvolvimento urbano-industrial da metrópole.

A dicotomia teórica que dissociou o rural do urbano estabeleceu uma oposição excludente entre ambos (CARNEIRO, 2008). Esta perspectiva pode ser superada pela perspectiva teórica da coexistência do rural no urbano e compreendida a partir da noção de natureza que lhe é imanente. Explicitam-se as relações entre as categorias rural e urbano como exercício de redescobrir, na análise sócio-espacial de existências interligadas. Isto

é possível, tendo-se em vista que existe, na experiência concreta de homens e mulheres simples, uma coexistência sob tensões, em resistência e uma significativa resiliência.

Considera-se possível reconectar a vida urbana e a própria urbanização com a natureza, isto porque admite-se a natureza como produto da cultura (MARX, 1972). Entretanto, no momento que se identifica os esforços individuais e coletivos de ressignificação dos espaços públicos degradados da metrópole, que os transformam em hortas “urbanas”, desvela-se o aprofundamento da dicotomia rural-urbana na invisibilidade do rural, posto que existem diversas hortas na metrópole que antecedem sócio historicamente o movimento atual. Estas estratégias de resistência, que não se enquadram no modelo urbano-industrial dominante, foram instituídas há 50 anos, a partir das primeiras Regiões Metropolitanas no Brasil, como a RMS, no Estado da Bahia.

As categorias rural e urbano podem ser apreendidas pelo modo de vida, por suas dimensões constituintes, como o trabalho e cultura, ou como se relacionam e se apropriam da natureza (PORCIÚNCULA, 2017). Reporta-se a uma extensão da vida que se materializa na inter-relação com a natureza, com seus tempos, simbolismos, metabolismo e representações sociais de natureza.

Assinala-se que as categorias rural e urbano mostram-se plena de significados, significantes e de subjetividades, cujo reconhecimento do rural no urbano pode contribuir ao desenvolvimento social, local e endógeno, e para a garantia dos direitos humanos fundamentais, da dignidade humana e do mínimo existencial ambiental. Destaca-se que o princípio do mínimo existencial ambiental abrange a sobrevivência física e um mínimo existencial sociocultural (SARLET, 2010).

Por outro lado, um modo diferente de apropriação da natureza emerge de sua transformação em mercadoria a ser consumida, reificada, degradada e poluída de tal forma que os seus elementos na paisagem urbana estejam cada vez menos perceptíveis e destituídos de conteúdo sócio histórico, simbologias e importância ecossistêmica. Reside nesta apropriação a noção equivocada de haver um lugar da natureza conservada, mas distantes dos centros urbanos e, por isso, possível apenas de ser acessada como ilhas para a contemplação. Deste equívoco, resultará a estranheza ao se constatar no espaço urbano as dinâmicas rurais na integração metabólica com florestas, rios, lagoas e mar, através do trabalho nas relações sociais produtivas, religiosidade e na cultura.

A forma como a natureza é apropriada reflete a constituição do modo de vida, que aproxima os sujeitos sociais a partir de elementos socioculturais, cotidiano e sociabilidade tensionadas pelo adensamento populacional na RMS. Assim, a concepção de Natureza que nos orienta é a histórico materialista, que encerra um sentido prático na produção material e social da vida em unidade entre a sociedade e natureza (não humana). Esta concepção de Natureza, partilhada por Morin (2000), Moreira (2007) e Porciúncula (2017), quando apreendida como totalidade permite que se torne visível as dimensões mental, emocional, energética, a espiritual humana e a dimensão cultural da natureza.

Neste contexto, os planejamentos territorial e ambiental e a conservação da biodiversidade nos espaços da RMS, como na APA Rio do Cobre/São Bartolomeu, na sua metrópole Salvador, devem considerar os usos da natureza e os modos de vida rural. Pretendeu-se, neste estudo, investigar os usos culturais da natureza relativos à dinâmica da ruralidade metropolitana e as estratégias desenvolvidas para a conservação dos remanescentes urbanos da Mata Atlântica na Área de Proteção Ambiental do rio do Cobre/São Bartolomeu, Salvador, Bahia.

2 | METODOLOGIA: COMPREENSÃO DA RURALIDADE-METROPOLITANA

Adotou-se uma abordagem de pesquisa interdisciplinar e acolheu-se duas etapas, iniciando-se com a caracterização sócio-espacial da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, e das unidades de conservação associadas, do bioma Mata Atlântica e a coexistência do rural no urbano, em área territorial apontados pelo planejamento metropolitano como área urbana. Seguiu-se com a identificação e discussão das estratégias interdependentes desenvolvidas a partir de 2017 dirigidas para a conservação da natureza e valorização do rural.

As estratégias denominadas de Estratégia 01 - Visibilidade e de Estratégia 2 □ Conhecimento, orientaram-se metodologicamente na pesquisa-ação. Contou-se com a participação de pesquisadores no Conselho Gestor da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, com a participação direta do grupo de pesquisa Desenvolvimento, Sociedade e Natureza e da Pós-Graduação em Território, Ambiente e Sociedade, da Universidade Católica do Salvador (UCSAL), e contaram com a colaboração do grupo Guardiões da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, das associações de moradores e das lideranças locais.

As características da perspectiva teórico-metodológica da pesquisa-ação podem ser encontradas em Tripp (2005). Precisa-se da integração entre a ação empírica, a realidade e a pesquisa, pela inserção da ação dos sujeitos-pesquisadores na realidade que se configura o objeto empírico da pesquisa. Exige-se a permanência do pesquisador em reconhecimento da importância da ação cidadã e do dever da universidade em contribuir com as demandas da sociedade quanto às questões que solicitam atenção, criatividade e inovação.

Orienta-se, igualmente, a análise dos resultados do presente trabalho na categoria de ruralidade metropolitana para a compreensão do espaço do rural e no espaço urbano metropolitano. Alencar (2003) compreende que a superação das dicotomias teóricas que envolvem o rural e o urbano que se materializam no espaço metropolitano nos conduz ao entendimento de que é possível que sejam apreendidos relacionalmente ainda que sob a hegemonia do urbano.

A categoria ruralidade metropolitana foi desenvolvida com o propósito de apreender o fenômeno da presença do rural em espaço metropolitano, a partir do reconhecimento de

que diferentes modos de vida caracterizam a identidade cultural metropolitana e orientam a forma como os sujeitos sociais se apropriam da natureza, o que permite que sejam identificados como rurais ou urbanos. Aponta-se que a ação da urbanização não se realiza homogeneamente no plano da realidade vivida, sendo possível identificar os modos de vida rurais em espaço metropolitano, que produz, reproduz e organiza o espaço sociocultural, e representam formas de resistência ao modelo civilizatório urbano-industrial.

A ruralidade metropolitana pode ser apreendida e operacionalizada para a superação, no plano teórico, da dicotomia entre o rural e urbano e, no plano empírico, por revelar a resiliência com a qual o rural desenvolve-se e resiste no urbano. Desvela-se uma noção interpretativa, a ruralidade metropolita, que emerge como uma formulação teórica contra-hegemônica capaz de apreender elementos que configuram um novo padrão civilizatório favorável a um modelo "de desenvolvimento que integre múltiplas dimensões do ser humano em condições materiais, sociais, psíquicas e culturais" (ALENCAR, 2003, p. 167).

Ressalva-se que a perspectiva da pesquisa-ação permite demonstrar o potencial da coexistência do rural no urbano para a conservação da natureza, a partir do acolhimento da experiência cotidiana da realidade pesquisada em objetivação, e interação dialética entre objetividade e subjetividade, que lastreia a validação empírica da categoria ruralidade metropolitana. Assim, coaduna-se com a extensão universitária, pesquisa acadêmica e configura-se como um laboratório de territorialização contra-hegemônica em espaço metropolitano.

A linguagem que denota a concepção urbana de mundo atua como nebulosa (MOREIRA, 2007) no que tange às dinâmicas ecológica e rural, embora aproxime as pessoas dos processos ecológicos com inovações tecnológicas e cultivo de alimentos. Com isto, recolhe-se a ruralidade onde a urbanização induzida pela industrialização produziu territórios tensionados como lugar de conflito. Haesbaert (2002) compreende o território como um espaço apropriado, concreta ou abstratamente, pelos sujeitos que ao fazê-lo territorializa-o, imprimem a sua identidade e constroem laços de afetividade.

Por sua vez, na presente pesquisa investiga-se a coexistência do espaço rural no espaço metropolitano da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, Salvador. Assinala-se que a relevância da biodiversidade dos remanescentes de Mata Atlântica nos espaços urbanos da cidade de Salvador para os usos culturais da natureza ético-religioso-econômico e para os modos de vida associados à dinâmica rural, marcado pela relação mais direta com a natureza.

3 | A APA BACIA DO COBRE/SÃO BARTOLOMEU

A Área de Proteção Ambiental Bacia do rio do Cobre/São Bartolomeu (Figura 1), foi criada pelo Decreto Estadual nº 7.970 de 5 de junho de 2001, como medida de preservação

do espelho d'água e matas ciliares no relacionados aos remanescentes de Mata Atlântica e da Represa do Cobre. Desta forma, foram estabelecidos como principais objetivos de sua criação: I - assegurar a qualidade das águas da Represa do Cobre, parte integrante do sistema de abastecimento humano de Salvador, dentro de limites compatíveis com o uso doméstico; II - disciplinar o uso e a ocupação do solo na área; III - tornar-se uma zona de proteção da Represa do Cobre; IV - preservar e recuperar os ecossistemas de matas ciliares no entorno do espelho d'água.

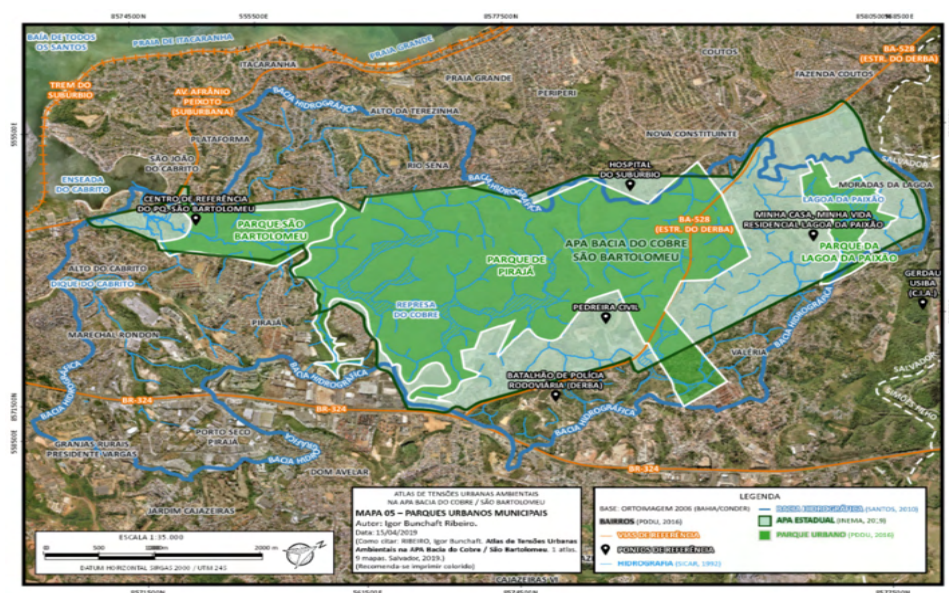


Figura 1. APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu: Parque São Bartolomeu, Parque de Pirajá e Lagoa da Paixão.

Fonte: Ribeiro (2019).

A APA abrange os municípios de Salvador e Simões Filho e contém em seus limites os Parques São Bartolomeu, Pirajá e Lagoa da Paixão, que são unidades de conservação de uso mais restritivos e que integram a política nacional de meio ambiente (PNMA) e a rede de áreas protegidos (Figura 1). Esta APA integra os territórios priorizados e as comunidades do entorno dos bairros de Valéria, Periperi, Rio Sena, Ilha Amarela, Teresinha, Pirajá e de São Bartolomeu, que constituem o Subúrbio Ferroviário do município de Salvador.

Os bairros que constituem o Subúrbio Ferroviário do município de Salvador, onde, no passado, situavam-se aldeamentos dos indígenas da nação Tupinambá, Quilombo do Urubu, cujas antigas fazendas foram substituídas pela via férrea, suas oficinas e fábricas da Leste do Brasil e, com a instalação da primeira indústria têxtil, no início do século XX, emergiram os atuais núcleos urbanos e bairros do Subúrbio Ferroviário (FONSECA; SILVA,

1992).

Esta unidade de conservação de uso sustentável do SNUC, a APA, possui no plano de manejo o seu principal instrumento de gestão, o qual deve apresentar o zoneamento, o plano de gestão da unidade de conservação e ser construído de forma participativa, abrangendo os membros do conselho gestor desta APA. Contudo, a APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu não dispõe de um Plano de Manejo mesmo após mais de 16 anos da criação do conselho gestor.

Ressalta-se que a ausência do Plano de Manejo da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu a torna ainda mais vulnerável à pressão da urbanização e da expansão imobiliária, a apropriação capitalista da natureza, por conta de uma noção equivocada que se cristalizou no país quanto a relativização dos limites de uso desta unidade de conservação de uso sustentável. Com isso, considera-se a Áreas de Proteção Ambiental como a unidade de conservação mais permissível do SNUC e a mais vulnerável à apropriação capitalista da natureza, a alteração da paisagem e a invisibilização da comunidade local e dos modos de vida rurais que coexistem no espaço metropolitano da RMS.

Ferreira (2007) chama atenção para a relevância social das áreas protegidas, ao considerar que parte da biodiversidade mundial se situa em territórios sob controle ou gestão dos "povos dos ecossistemas" e comunidades tradicionais, os quais constituem os patrimônios cultural e natural brasileiros. Este autor considera, outrossim, que parte dos conservacionistas entendem que as áreas protegidas devam ser orientadas para a redução da pobreza e distribuição equitativa dos benefícios do manejo sustentável da biodiversidade.

Pode-se destacar os aspectos socioambientais e da biodiversidade da APA a seguir: a presença de remanescentes do bioma de Mata Atlântica, e dos ecossistemas associados como ambientes flúvio-marinho, brejo e manguezais; a Lagoa da Paixão, principal nascente do rio do Cobre, e demais nascentes. Este complexo de ecossistemas abriga uma diversidade faunística, marcada pelo voo e canto de uma variedade pássaros, a exemplo da ave tiê-sangue (*Ramphocelus bresilius*), considerada uma ave símbolo da Mata Atlântica; bem como de mamíferos, hepertoфаuna, microrganismos e uma rica geodiversidade. As nascentes, lagoas, rios e os remanescentes da Mata Atlântica desta APA apresentam beleza cênica e relevância para o conforto térmico de Salvador.

O Parque São Bartolomeu está inserido num contexto mais amplo de importância à conservação, por ter sido indicado como uma área candidata a tornar-se uma Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, na Bahia. Estas áreas foram concebidas para a conservação da biodiversidade, sustentabilidade e para a pesquisa e a educação ambiental, que são as atividades recomendadas pelo *Programa Man and the Biosphere* (MaB), da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) (BAHIA, 2012, p.11).

A APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu e os Parque de Pituáçu e a Lagoa da Paixão abrigam um dos maiores fragmentos de Mata Atlântica em espaço urbano no Brasil.

Outrossim, a geodiversidade da APA contempla a única área de ocorrência de cachoeiras na Região Metropolitana de Salvador, com relevância sociocultural para os cultos afro-brasileiros. O Parque São Bartolomeu é reconhecido como território sagrado e a área mais relevante para os cultos afro-brasileiros da cidade de Salvador, e da Bahia (PINHA, 2016).

Na área de abrangência da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, a Represa do Cobre, construída em 1932, a qual integrou o primeiro sistema de abastecimento de água da metrópole Salvador. Este sistema de abastecimento foi desativado em 2006, pela Empresa Baiana de Água e Esgoto (EMBASA). Atribuiu-se, no geral, a desativação deste sistema de abastecimento de água, da EMBASA, a descaracterização socioambiental e a perda da qualidade água por despejos de efluentes líquidos (“esgotos”) *in natura* nos corpos hídricos.

Ademais, a desativação da Represa do rio Cobre e a suspensão definitiva do abastecimento deu-se sem nenhuma perspectiva de criação de um plano de recuperação do manancial e de manejo ambiental. Com isso, após o abandono dos mananciais usados no sistema de abastecimento de água, que integra o complexo ecológico da Bacia APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, passou a constituir os passivos socioambientais da EMBASA. Outrossim, as águas da Represa do rio do Cobre continuam sendo usadas pela população no entorno da APA, para o banho, pesca e celebração de cultos afro-brasileiros.

A APA está sobre a influência de uma série de impactos e pressões socioambientais, a exemplo da supressão da vegetação e das queimadas, com efeitos deletérios sobre a biodiversidade, do avanço da especulação imobiliária em desalinho à legislação ambiental, avanço da mineração em área protegida, disposição final de resíduos sólidos em áreas de preservação permanente e os despejos de efluentes líquidos *in natura* (“esgotos”) nos corpos hídricos. Estas alterações da qualidade das componentes ambientais representam um fator de risco à saúde humana devido a proliferação de vetores e riscos higiênico-sanitários, extração ilegais de substâncias minerais e caça predatória.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estratégia 01: visibilidade

Na Estratégia 1 busca-se tornar visível a dinâmica de produção material e social da vida na APA, a qual teve como motivação as falas dos integrantes do Conselho Gestor da APA, durante as reuniões entre os anos de 2016 e 2017. Neste sentido, explicitou-se a partir das falas dos membros da sociedade civil organizada o questionamento sobre os motivos desta APA não ser objeto de políticas públicas estadual e municipal centradas na conservação ambiental, e a cobrança pela elaboração de um Plano de Manejo para a gestão ambiental, ao passo que se trata de uma unidade de conservação, da metrópole, que contém os remanescentes em diferentes estados de regeneração da Mata Atlântica,

cachoeiras, lagoas, barragem e parques com relevância sociocultural.

No entanto, as questões referidas anteriormente perduravam e inexistia resposta ou ações efetivas que auxiliassem os conselheiros, sobretudo os que compunha o seguimento sociedade civil organizada a conter o avanço das ocupações/invasões e a especulação imobiliária em áreas de preservação permanente, as queimadas, o lançamento de efluentes líquidos *in natura*, “esgoto”, nos corpos hídricos. Ressalta-se, outrossim, que algumas das fontes de poluição dos solos e das águas eram, e ainda são, o extravasamento das antigas caixas de esgoto entupidas, sem que a concessionária responsável monitorasse ou agisse prontamente, e rápido, para reparar o dano ambiental.

Estes problemas pareciam insolúveis até o momento em que em uma das reuniões do Conselho a fala de uma servidora pública chamou atenção de todos, porque alertava para algo que não havia sido percebido até a ocasião: não havia qualquer outro seguimento interessado na conservação ambiental da APA, além da sociedade civil organizada que lutava pela conservação da APA. Esta situação invisibilizava a relevância ambiental do complexo ecológico que abrange remanescentes de Mata Atlântica, rios, cachoeira, lagoas e barragem, os usos da natureza estéticos-culturais e religiosos dos cultos afro-brasileiros e dos modos de vida rurais na APA em coexistência com o urbano metropolitano.

A questão socioambiental da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu não era vista, ou não era reconhecida por aqueles que buscavam a natureza fora da metrópole, que desconheciam dentro do tecido da urbe a presença da natureza não reificada ou não artificializada. Dito de outro modo, uma parcela da população soteropolitana, e dos turistas, não reconheciam a natureza em estado mais conservado e ecologicamente funcional e socialmente relevante na cidade e desconheciam as dinâmicas socio-espaciais de sujeitos que convivem com o bioma e realizam a sua vida pelo trabalho e pelo modo de vida rural na metrópole. Estes sujeitos sociais integrados a natureza e o modo de vida rural seguem invisibilizados, negando-se a “biocivilização” (SACHS, 2009).

Desta forma, pensou-se na realização de uma atividade socioambiental, com caráter educativo não-formal, continuada, como preconizado na Política Nacional de Educação Ambiental, Lei nº 9.795/99 (BRASL, 1999). Assim, elaborou-se a Trilha Ecológica APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, uma atividade que tinha o objetivo de sensibilizar os visitantes para as questões socioambientais, e das mazelas, mas, sobretudo, para a presença de natureza exuberante, inserida no Subúrbio da metrópole. Outrossim, pretendia-se destacar o modo de vida rural em coexistência na metrópole, a partir das identidades territoriais de sujeitos que vivem em relação direta com a natureza, a qual tem centralidade na vida e como fonte de trabalho, lazer e religiosidade.

A primeira edição da Trilha Ecológica aconteceu em 24 de setembro de 2017, com 5km de percurso ida e volta, saindo do Centro de Referência do Parque São Bartolomeu, até a barragem do Cobre, no Parque de Pirajá e retornando até o Centro de Referência. Buscou-se o apoio de instituições e associações de moradores locais: Núcleo de

Desenvolvimento de Pirajá; Funcionários do Parque, que são moradores; Administração do Parque São Bartolomeu; Programa de Pós-Graduação em Território, Ambiente e Sociedade (PPGTAS/UCSAL/DSN); Grupo Ambientalista da Bahia (GAMBA); Fundação Terra Mirim e da Companhia de Polícia de Proteção Ambiental (COPPA).

Como estratégia de divulgação utilizou-se as mídias sociais onde exibia-se imagens da área que revelavam os atributos naturais mais exuberantes: as cachoeiras, o lago da barragem do Cobre e a floresta ombrófila densa no seu entorno (Figura 2). Buscou-se despertar a curiosidade das pessoas, de forma que se sentissem provocadas a conferir pessoalmente o que as imagens revelavam. De forma a incrementar a programação da trilha, tornando-a mais atraente aos visitantes, outras atividades foram propostas, como: apresentação de um grupo de capoeira local, aulas de ioga, dança circular/sagrada, zumba, passeio guiado a cavalo (usando os animais dos criadores locais) e rappel.



(A)



(B)

Figura 2. Folders de divulgação da Trilha Ecológica APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu. A. Folders de divulgação da 1ª Trilha Ecológica (24 de setembro de 2017). B. Folders de divulgação da 13ª Trilha Ecológica (24 de novembro de 2019).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Realizou-se a 1ª Trilha Ecológica em 24.09.2017, registrando-se no evento a presença de 290 pessoas no livro de registro de visitantes do Parque. Manteve-se, regularmente, uma nova trilha a cada dois meses, contemplando-se novos e antigos visitantes, os quais contribuíram para a divulgação da atividade e relevância socioambiental da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu. Atingiu-se um número máximo de 4 mil pessoas em uma única trilha, embora a presença de visitantes oscilou de acordo com as condições do tempo, variando de ± 300 (dias chuvosos) a ± 1000 visitantes (dias ensolarados). Promoveu-se a 13ª edição em 24.11.2019 (Figura 2b), e a última edição foi em 24.01.2020, suspendendo-

se o evento devido a emergência da Pandemia da COVID-19.

Comprovou-se o êxito da atividade a partir dos relatos dos visitantes, os quais contribuíram para a compreensão do quanto as pessoas desconheciam o Parque. Além disso, registrou-se os relatos de alguns dos visitantes que desconheciam a importância sociocultural do Parque ou se pertenciam à APA. Observou-se que o “medo da violência” situava-se dentre as justificativas mais comuns o desconhecimento dos visitantes quanto a relevância socioambiental do Parque, os quais tendiam a relacionar o fenômeno social da violência como imanente ao fato do Parque localiza-se no Subúrbio Ferroviário de Salvador. Outra parcela dos visitantes relatou que desconheciam totalmente o Parque e que se surpreenderam com a beleza estética do lugar, como as cachoeiras.

Sobre isto, muitos visitantes revelaram desconhecer a existência de cachoeiras em Salvador, os quais viajavam para encontrá-las nos municípios no interior da Bahia. Este é um dado da realidade a ser destacado porque revela que uma ótica dicotômica associada ao imaginário das pessoas repleto de ideias sobre o que deve existir na paisagem dos espaços urbano e rural. Para este entendimento, a natureza primeira, próxima a sua condição natural, exuberante, com florestas, corredeiras e cachoeiras, não caberia nos espaços metropolitanos ou da cidade, cabendo o “lugar do rural” no interior do Estado.

O segundo maior impacto relatado pelos visitantes associados decorreu da percepção dos usos da natureza estético-sociocultural e no lazer da pelos moradores, como por exemplo, pesca, contemplação e banho em rio e nas cachoeiras – especialmente quando não estão poluídas ou em condições de balneabilidade (Figura 3a). Constatar a interação dos moradores os fizeram se sentir estimulados e confiantes em fazer o mesmo. Observou-se a surpresa dos visitantes durante o trajeto percorrido, de 5 km, ao se depararem com a coexistência no urbano de características atribuídas ao rural, como a presença de baías, chácaras, cavalos e cavaleiros, vacas, porcos, hortas e extrativistas de frutas da estação nos remanescentes do bioma Mata Atlântica (Figura 3b).



Figuras 3. Registro fotográfico dos visitantes e moradores locais no banho de cachoeira do Campo, animais domésticos, cavaleiro e seu cavalo (julho de 2019). A. Banho de cachoeira da localidade do Campo; B. Observou-se, a presença de porco, cavaleiro e seu cavalo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com isso, pode-se ressaltar a coexistência do rural no urbano, modo de vida rural, alteridade, as ameaças e os usos da biodiversidade, as identidades territoriais e a resignificação do espaço humano na área de influência da rede de espaços especialmente protegidos da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu. Figueira (2013) assinala que a vizinhança nas diferentes de análise escalas sócio-espaciais e temporais é central perspectiva da Ecologia da Paisagem. Outrossim, o interesse da Ecologia contempla a dinâmica dos ecossistemas, a paisagem e temas das geociências e humanidades, o que permite confrontá-los com a emergência de questões ético-socioambientais (BARBAULT, 2011).

Além disso, destaca-se a ótica da Ecologia Humana, que se reporta aos estudos de transição da base epistemológica antropocêntrica para ecocêntrica, a partir da integração ontológica do ser humano ao Planeta (CESARIO, 2014). Alvim, Badiru e Marques (2014) assinalam que a Ecologia Humana representa um campo de estudo pluridisciplinar da interdependência entre sistemas sociais e ecológico. Acolhe uma abordagem dialógica e de alteridade científica com as diversas perspectivas que estudam as múltiplas dimensões da realidade, a exemplo da Biologia da Conservação, da ecologia cultural, da geografia médica, das interações entre o ambiente, território e o desenvolvimento social, bem como a emergência da coexistência do espaço rural no espaço urbano.

Pode-se destacar os pressupostos éticos-culturais e socioambientais da emergência política e plural do movimento ambiental ao reivindicar a categoria ambiente, excluída

da realidade pelo projeto moderno de sociedade e de educação associados ao padrão civilizatório urbano-industrial (GRÜN, 1996). Assim, destaca-se a vertente política do movimento ambiental, denominada por Martínez-Alier (2008) de “Culto a Vida Silvestre”, associada a uma perspectiva epistemológica ecocêntrica, a Biologia da Conservação, critica o reducionismo da vida e da realidade social a dimensão econômica, ao projeto neoliberal, que nega a categoria ambiente, às injustiças sociais e a crise ambiental-civilizatória.

Neste sentido, Soulé (1985) e Primack e Rodrigues (2001) ressaltam que a Biologia da Conservação assume que a diversidade de organismos, a complexidade ecológica e a evolução têm valor em si mesmo, são benéficos ao Planeta e fornecem serviços ecossistêmicos para a garantia do bem-estar, do mínimo existencial ambiental e da dignidade da pessoa humana e da natureza. Entretanto, a perspectiva do “Culto da Vida Silvestre” aceita, em alguma medida, de acordo com Martínez-Alier (2007), a insustentabilidade do padrão civilizatório urbano-industrial e a apropriação neoliberal capitalista da natureza, buscando-se uma atenuação dos impactos nas dinâmicas ecológicas e sociais.

Por isso, esta pesquisa aproxima-se, além da Biologia da Conservação, da vertente ético-política do movimento ambiental denominada de “Ecologismo dos Pobres”, e da Ecologia Política, que se opõem a negação neoliberal da existência de tensões pelo acesso aos bens e serviços socioambientais, da importância local e planetária das ameaças da devastação e do analfabetismo socioambiental à reprodução da vida, das injustiças socioambientais e do relativismo ético que fundamenta a continuidade da imprudência ecológica da apropriação capitalista da natureza e da negação da cidadania ambiental.

Desta forma, a ação da Trilha Ecológica representa uma estratégia de sensibilização e conservação ambiental e de resistência e cidadania ambiental. Por conta disso, esta ação socioambiental tem estimulado à organização de outras ações, a julgar pela Trilha Ecológica da terceira idade e a Cavalgada Ecológica. Este último evento, anual, iniciado em 2018, reúne cavaleiros e amazonas de vários bairros do Subúrbio e demais municípios da RMS. Outrossim, registrou-se o aumento e a regularidade de eventos artísticos e culturais locais, como o Sarau artístico, que é antecedeu as Trilhas Ecológicas.

Destaca-se, por conseguinte, que o aumento significativo de visitas de discentes de escolas públicas e privadas agendadas e acompanhadas pelos guias do Parque São Bartolomeu. Esta movimentação de pessoas atraídas pelas ações culturais e socioambientais no Parque, em especial pela Trilha Ecológica, tem produzido dinamismo e oportunidades a economia local, a partir da venda de lanches, de comidas, de bebidas e de frutas do Parque, e da APA.

Ressalta-se, outrossim, que a segurança dos visitantes tem sido uma preocupação central dos envolvidos na organização, desde a 1ª edição da Trilha Ecológica. Optou-se por duas formas de lidar com a questão da segurança: (i) a formal, onde enviou-se ofícios às Companhias de policiamento da região e da Companhia de Polícia de Proteção Ambiental (COPPA), informou-se a instituição sobre a ação e solicitou-se o policiamento; (ii) a informal,

onde estabeleceu-se ampla mobilização social das comunidades locais, mostrando-se viável, necessária, relevante, efetiva e complementar. Pautou-se na perspectiva da segurança cidadã com protagonismo comunitário, sensibilização e envolvimento de todos, como propõe Macêdo Filha (2018).

A Trilha Ecológica vem cumprindo a função social de sensibilizar os visitantes sobre as questões socioambientais e a presença do rural no urbano e permitiu a criação em 2018 do coletivo Guardiões da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, constituído por organizadores da Trilha e moradores locais. Além disto, a regularidade bimestral da Trilha atraiu a atenção de Organizações Não Governamentais ambientalistas, políticos e de pesquisadores de universidades.

Por fim, registra-se que a divulgação das ações da Trilha Ecológica nas mídias sociais tem atraído o interesse da sociedade pela conservação da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, o engajamento ético-político na luta pela vida e o aumento de denúncias de crimes ambientais e de impactos da urbanização.

4.2 Estratégia 02: conhecimento

A segunda estratégia proposta é inerente à produção de conhecimento, explicitada no potencial para elaboração de pesquisas e extensão universitária. Essa estratégia teve como base a inserção, que se consolidou com o tempo, da pesquisadora Dra. Débora Porciúncula no Grupo Desenvolvimento, Sociedade, Natureza (DSN), da UCSAL, como bolsista PNPd/CApES, no Conselho Gestor da APA Bacia do Cobre e na comunidade integrada à APA. Reforçou-se, ainda mais, a estratégia com a integração desta pesquisadora ao Programa de Pós-Graduação em Território, Ambiente e Sociedade da UCSAL.

Ampliou-se a rede de afetos, de pesquisa e de mobilização política e socioambiental que configura a Estratégia 2 - Conhecimento, com a integração de alguns docentes e discentes de cursos de pós-graduação lato e *strictu sensu*, dos cursos de graduação em Geografia e Arquitetura e Urbanismo. Além disso, a Estratégia 2 contou com a participação de pesquisadores vinculados ao Grupo DSN, ao Observatório de Tensões do Uso da Água (UCSAL) e ao Grupo de Pesquisa Desenvolvimento Municipal (UCSAL).

Os pesquisadores da rede de ações socioambientais desenvolveram dissertações de mestrado e o artigo científico, intitulado "Coexistência do rural no urbano como potencial para conservação da natureza na APA bacia do rio do Cobre/São Bartolomeu, Salvador-BA (BR)" (PORCIÚNCULA *et al.*, 2021). Pode-se destacar a dissertação do PPG em Planejamento Ambiental (UCSAL), "Direito à Conservação Ambiental e o Direito ao Desenvolvimento: O Caso da Área de Proteção Ambiental - APA Bacia Do Cobre/São Bartolomeu - Ba" (LIMA, 2019), cujo objetivo foi o de analisar em que medida a implantação da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu impactou o equilíbrio entre o direito a conservação ambiental e o direito ao desenvolvimento previsto na CF/88.

Ressalta-se, igualmente, a dissertação do Curso de Mestrado em Meio Ambiente,

Água e Saneamento (UFBA), intitulada “Análise das Proposições do Programa de Requalificação Urbana e Saneamento Ambiental da Bacia do Riacho Mané Dendê quanto ao seu potencial de Sustentabilidade e Resiliência” (LIMA e LIMA, 2019) (2019-em curso), que almejou analisar os riscos hidrológicos do Programa de Requalificação Urbana e Saneamento Ambiental da Bacia do Riacho Mané Dendê e o estudo de uma via alternativa sustentável.

A Universidade Federal da Bahia (UFBA) aproximou-se das ações socioambientais da APA Bacia do Cobre/Parque São Bartolomeu a partir de atividades de campo em parceria com pesquisadores, docentes e discentes do Curso de Especialização em Gestão de Ambientes Costeiros e do Curso de Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento. Os colaboradores do curso de especialização produziram relatórios de campo e da análise estatística dos dados de qualidade da água disponíveis do Programa Monitora do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) (Figura 4). Estas atividades contaram com a parceria entre lideranças locais e pesquisadores vinculados aos Grupos DSN (UCSAL) e Geoquímica das Interfaces (UFBA).



Figuras 4. Registro fotográfico da aula de campo da disciplina Qualidade das Águas Costeiras, do Curso de Especialização em Gestão de Ambientes Costeiro da UFBA, no primeiro semestre de 2019. A. e B. Complexo Ecológico da Mata Atlântica e da Barragem da Bacia do Cobre, e Cacheira associada àquela; C. e D. Pesca de camarão e peixe por moradores locais; E. Extrativismo de frutas, representado pela espécie *Spondias mombin* (L.) (cajá); F. até I. Aula de campo e amostragem de águas superficiais; J. Presença de habitação com criação de animais domésticos e elementos do rural no urbano no interior do Parque São Bartolomeu.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se a contribuição do Projeto de Pós-doutorado, com bolsa PNPd/CAPES, vinculado ao PPG Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL), intitulado "Parque São Bartolomeu, Salvador - BA: onde a anterioridade sócia histórica resiste à provisoriade

planejada pela civilidade metropolitana”, (2019-em curso). Pretende-se recuperar informações históricas que permitam precisar a trajetória sócio histórica dos sujeitos que habitam e desenvolvem atividades dentro e nos limites do Parque de São Bartolomeu. Evidenciou-se a permanência do modo de vida rural frente à delimitação legal da área do Parque, em 1978, com vistas a problematizar o potencial destes indivíduos em contribuir com conservação ambiental, fiscalização e cuidados do Parque.

Desenvolveu-se 5 projetos de pesquisa, sendo que dois de tecnologias sociais na APA, outro de identidade visual da APA e o último voltado a implantação de cerca viva em área degradada. Submetidos às agências de fomento à pesquisa, editais públicos, com financiamento e apoio financeiro de organizações locais, como o Centro de Estudos e Assistência Social (CEAS). Assim, o "Projeto de Tecnologia Social Inovação METABÓLICA: resiliência na coexistência do rural no urbano na APA bacia do Cobre/São Bartolomeu, Salvador-BA", desenvolvido em cooperação com a UNINOVE/SP e UCSAL, teve como objetivo identificar as atividades produtivas rurais existentes na APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu a partir da visibilização do rural no urbano como espaço de trabalho e vida, atrelado à economia popular e potenciais negócios sociais.

O Projeto "Sinalização da Unidade de Conservação de Usos Sustentável APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu¹", financiado pelo Ministério Público da Bahia, através da Promotoria de Justiça, Habitação e Urbanismo, a partir da chamada Pública Projetos 2018/19, cujo objetivo foi construir identidade visual da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu através da implantação de placas de em locais estratégicos segundo a comunidade e a sociedade civil organizada.

O Projeto “Ojú Odé: Implantação de Cerca Viva para auxiliar na Conservação da Floresta do bioma Mata Atlântica, na APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu, Salvador-BA” (2021-atual), financiado pelo Centro de Estudos e Assistência Social (CEAS). Cujo objetivo é implantar barreira física, no modelo de cerca viva, numa área de 1.105 metros lineares utilizando mudas de espécies resistentes do bioma Mata Atlântica. A cerca viva cumprirá uma dupla função: 1- delimitar o território pertencente ao Parque Florestal da Represa do Cobre/Pirajá, de forma a conter um possível processo de degradação da floresta com a ocupação do conjunto habitacional Paraguari II, construído a menos de 200 metros de distância da floresta, com entrega prevista para o primeiro semestre de 2022 e com capacidade para receber cerca de 3 mil famílias e; 2- Iniciar o processo de reflorestamento dessa área.

O “Projeto Mobilização comunitária para a transformação social na comunidade do Mané Dendê, Salvador-BA através da aplicação de Tecnologia Social”, desenvolvido pela parceria entre o DSN (UCSAL) e associações de moradores, a Associação Guerreiros do Mané Dendê (AGMD) e Associação de Moradores Nova Esperança Ilha Amarela (ASSMOILHA). Visa a aplicar a tecnologia social "Jogo Oasis" na referida comunidade,

1 Relatório disponível em: <http://ri.ucsal.br:8080/jspui/handle/prefix/2527>

como parte da assessoria técnica, social e jurídica prestada pelo grupo de pesquisa DSN (UCSAL). Nas reuniões para a apresentação da proposta, as lideranças locais explicitaram que a intervenção desejada seria a criação de uma horta coletiva.

Pode-se apontar a colaboração do Projeto "Parques em Conexão: Educomunicação e Pertencimento nos Parques de Pituáçu, Abaeté, São Bartolomeu e Pirajá," financiado pelo Ministério Público, chamada Pública Projetos 2018/19. Este Projeto teve como objetivo empreender uma campanha de comunicação social de promoção do conhecimento de Parques de Salvador, estimulando a visitação e integração destes ao roteiro turístico da metrópole.

Contou-se com a realização de "Oficina de Mapeamento do Parque São Bartolomeu", organizada por estudantes da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, (FAU/UFBA), com parte da avaliação da disciplina de Ateliê de Planejamento Urbano e Regional, em 13 de julho de 2019, em parceria com o DSN e membros do Conselho Gestor e lideranças locais. Os estudantes apresentaram aos membros da comunidade os resultados do trabalho de pesquisa realizado no primeiro semestre de 2019, a partir de conversas, mapeamento e da Cartografia Social da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu.

Realizou-se a palestra com o tema "Questões contemporâneas: usos, alterações e abandono das águas na civilidade metropolitana", no âmbito do Seminário Questões Contemporâneas (PPGTAS/UCSAL), organizada pelas professoras Dra. Laila Nazem Mourad e Dra. Aparecida Netto, no Centro de Referência do Parque São Bartolomeu, em 04/04/2018. Onde participaram os alunos de cursos de graduação e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, de membros da comunidade, de associações e do Conselho Gestor da APA.

Somaram-se os produtos de discentes da disciplina de Legislação Ambiental (2018.1 e 2019.2), do PPGTAS (UCSAL), quanto à análise da efetividade ou não da legislação ambiental no Parque São Bartolomeu. Produziu-se um artigo científico e a apresentação dos seus resultados para os membros da comunidade e convidados em uma roda de conversas e diálogo. Além disso, aponta-se a assessoria técnica, social e jurídica prestada pelo PPGTAS/DSN (UCSAL) à comunidade da sub-bacia do riacho Mané Dendê, que integra a bacia hidrográfica do rio do Cobre, que interagem com o Parque.

A demanda por Assessoria nasceu após a Fundação Mario Leal Ferreira (FMLF) revelar o Programa de Requalificação Urbana e Saneamento Ambiental da Bacia do Riacho, e o "Projeto Novo Mané Dendê" (SALVADOR, 2018), financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), ao Conselho gestor da APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu. Com isso, os pesquisadores membros do Conselho Gestor provocaram a coordenação do PPGTAS que solicitasse a FMLF que apresentasse o Projeto à comunidade acadêmica. Em 20.09.2018 o Projeto Novo Mané Dendê foi apresentado no Campus de Pituáçu (UCSAL), com a presença de membros da comunidade acadêmica, ambientalista, membros da comunidade e as lideranças locais do Mané Dendê.

Nesta ocasião, membros da comunidade e lideranças locais solicitaram a Universidade apoio para compreenderem o Projeto Novo Mané Dendê e superarem a dificuldade da linguagem técnica, firmando-se a Assessoria, e a contraposição qualificada ao diagnóstico socioambiental mostrado pela FMLF. Buscava-se a garantia dos direitos fundamentais e o reconhecimento do modo de vida rural em espaço urbano, das identidades territoriais e das atividades econômicas fora do circuito formal na experiência de planejamento insurgente.

Observou-se, a partir da análise dos resultados da pesquisa-ação e das falas dos moradores a mudança do *status* quanto ao conhecimento do modo de vida rural. Com isso, passou-se, a partir das discussões e imersão na realidade socioespacial da comunidade a discutir o rural no urbano, em coexistência, tratando-o como modo de vida associado à relação imanente com a natureza. Demonstrou-se empiricamente a existência de um rural resiliente no urbano, que pode coexistir ainda que sob tensão, com base no campo na comunidade.

Verificou-se nas falas de vários moradores que as mudanças indicadas no Projeto Novo Mané poderiam alterar negativamente a vida que levam, qualificada por eles como “interiorana” ou de vida do “tipo cidade do interior”. Estas falas foram registradas durante os encontros realizados com o objetivo de compreender as realidades sociais que a comunidade buscava tornar visível para contraposição do diagnóstico socioambiental apresentado pela FMLF. Explicitam os elementos que constituem uma identidade territorial constituído sócio historicamente, a partir de 1970, com a metropolização urbano-industrial, mas também a partir do êxodo rural e pela coexistência do rural no urbano.

Com isso, a comunidade foi se dando conta da sua maior proximidade ao modo de vida rural que do urbano, embora este estivesse presente em suas falas, sobretudo quando reclamavam da falta de acesso à infraestrutura básica de saneamento, ao transporte público de qualidade, à educação e à saúde. Relataram, também, sobre a importância de morar em casa, dos seus quintais, onde criavam galinhas, porcos e cães, cultivavam árvores frutíferas, ervas medicinais e outras plantas utilizadas na culinária. Ademais, os quintais figuraram como áreas destinadas aos filhos para a construção de suas casas. Desvelou-se que a preocupação com a habitação extrapolava o aspecto físico, pois se estendia aos laços de afetividade e a rede de apoio social comunitária.

Incentivou-se os moradores que contassem as suas histórias individuais e coletivas e de como chegaram ao Mané Dendê, a partir de levantados pelos moradores da própria comunidade, sendo alguns registros gravados e outros transcritos a mão e entregues na AGMD, que repassou para os pesquisadores do DSN responsáveis pela transcrição dos relatos e pela produção textual, indicando os marcadores discursivos e sequência textual que revelará as diferentes temporalidades dos registros. O produto almejado dessa experiência será o livro, de autoria dos moradores, com título “Vozes do Mané dendê”.

A aproximação entre Conselho Gestor e PPGTAS (UCSAL) fomentou a proposição

de criação da "Câmara Técnica de Coexistência do rural no urbano", ainda não aprovada, em decorrência das atividades do Conselho Gestor terem sido suspensas em setembro de 2018 e apenas retomadas no segundo semestre de 2019, em resposta às mobilizações da sociedade civil junto ao órgão ambiental. A suspensão das atividades do Conselho aconteceu de forma abrupta, quando as ações dos membros da sociedade civil ganharam respaldo e visibilidade, desvelando-se a incapacidade do órgão ambiental em acolher as demandas da sociedade civil com suporte político da Universidade.

Ressalta-se o fortalecimento da rede colaborativa desde 2017 quando a partir das ações da UCSAL o Campus de Pituáçu passa a ser reconhecido como Posto Avançado da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura-UNESCO resultaram no Fórum sobre Desenvolvimento e Conservação que propunha discutir o Projeto de Cátedra da UCSAL junto a UNESCO. Outrossim, reconheceu-se, um volume de pesquisas e condições para a solicitação ao Comitê da Reserva da Biosfera da UNESCO da candidatura do Parque São Bartolomeu como Posto Avançado da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A opção pela realização de pesquisa ação em uma Área de Proteção Ambiental sob impacto metropolitano centrada na conservação da natureza ressaltou a importância da indissociabilidade entre ensino, a pesquisa e a extensão universitária, os quais efetivaram o conhecimento formal e informal, possibilitando visibilidade dos modos de vida rural e urbano em coexistência.

Destacou-se, igualmente, o papel da extensão universitária a partir da assistência técnica, científica e jurídica das comunidades inseridas na APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu. Permitiu um maior acesso a informação e aos conhecimentos que qualificassem as comunidades na luta política pela vida, tornando-as capazes de propor, com autonomia, soluções para os problemas. Compreendeu-se, nesta pesquisa, que estes problemas decorrem, em parte, do anacronismo na classificação do público-alvo de políticas ao desconsiderar a experiência de vida cotidiana, restringindo-se as categorizações formais.

A relevância social singular deste resultado foi demonstrar na praxe a relevância social e científica da relação Universidade e Sociedade, que se tornou possível a partir da dinâmica do grupo de pesquisa DSN (UCSAL), que preza pela formação de pesquisadores cidadãos, cuja relação ética entre ciência e sociedade considere os desdobramentos da pesquisa na vida daqueles por ela tocados. Consolidou-se uma posição epistemológica dialética, complexa e contra hegemônica porque reconhece e cobra a responsabilidade do sujeito-pesquisador no universo de sua relação com o objeto pesquisado.

Ademais desvelou-se a emergência da constatação socioambiental de interdependência entre os processos sociais de conservação da natureza e conservação

da vida humana, os quais demandam por entendimento da natureza como cultura e fomento aos projetos de intervenções socioambientais que possibilitem uma via alternativa socioambiental de desenvolvimento social.

Desta forma, os resultados da pesquisa indicaram que o engajamento em ações de extensão pode qualificar a formação de discentes nos diferentes níveis de formação acadêmica e o amadurecimento de pesquisadores em função da necessidade de reorientar-se com base nos problemas práticos da dimensão da vida e da realidade estudada. Assim, ocorreu na intervenção para promoção da conservação ambiental na APA Bacia do Cobre/ São Bartolomeu, cujo processo catalisou-se pela adoção de categorias de análise rural e urbano.

Concluiu-se que as atividades da “Estratégia 2 – Conhecimento” repercutiram o impacto positivo provocado pela “Estratégia 01- Visibilidade”, devido a produção de inquietações científicas relativas a consensos científicos quanto a noção de urbano e do auto reconhecimento de identidades territoriais. Valorizou-se o desenvolvimento humano e aproximou-se grupos de pesquisa, universidades, movimentos sociais e militantes da conservação ambiental e do reconhecimento do rural em coexistência com o urbano na metrópole.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. M. M. **Desenvolvimento Rural no Território**. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, v. 8, p. 311-331, 2019.

ALENCAR, C. M. M. **Ruralidade: ponto em comum para reexaminar o ordenamento metropolitano de Salvador**. VERTITAT, Salvador, v.2, n.3, ago. 2003.

ALVIM, R.G.; BADIRU, A.I.; MARQUES, J. (Org.). **Ecologia Humana: uma visão global**. Feira de Santana: UEFS, 2014.

BAHIA. SEDUR. CONDER. Secretaria Estadual de Desenvolvimento Urbano; Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia; **Plano de Manejo do Parque São Bartolomeu**. Salvador, 2012.

BARBAULT, R. **Ecologia geral: estrutura e funcionamento da biosfera**. Editora Vozes, 2011.

BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. FGV Editora, 2006.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é-o que não é**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

CAMARGO, A. B. A. D.; CAPOBIANCO, J. P. R.; OLIVEIRA, J. A. P. D. **Meio Ambiente Brasil: Avanços e Obstáculos Pós-Rio-1992**. 2ª. Ed. In Meio Ambiente Brasil: Avanços e Obstáculos Pós-Rio-1992. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2004.

CESARIO, M. Human Ecology on Ecosystem Services for Human Health. In: ALVIM, R.G.; BADIRU, A.I.; MARQUES, J. (Org.). **Ecologia Humana: uma visão global**. Feira de Santana: UEFS, 2014, p. 297-354.

FACHIN, Z.; DA SILVA, Z. M. **Acesso à água potável: direito fundamental de sexta dimensão**. São Paulo: Millennium, 2012.

FIGUEIRA, C. J. M. Ecologia da paisagem e a Biologia da Conservação. In: PIRATELLI, A. J.; MERCIVAL, R. F. (Org.). **Biologia da conservação**. Rio de Janeiro, Technical Books, 2013.

FONSECA, A. A. M.; SILVA, S. C. B. M. **A produção do subúrbio ferroviário de Salvador: os exemplos de Paripe e Periperi**. Veracidade, Salvador, v. 4, n.2, p. 67-80, 1992.

GRÜN, M. **Ética e educação ambiental: a conexão necessária**. São Paulo: Papirus Editora, 1996.

HAESBAERT, R. **Territórios alternativos**. Niterói: EdUFF; São Paulo: Contexto, 2002.

LEFEBVRE, H. **A revolução urbana**. Belo Horizonte, MG: Editora da UFMG, 1999.

LIMA, L. E. S. **Direito a Conservação Ambiental e o Direito ao Desenvolvimento: o Caso da Área de Proteção Ambiental Bacia do Cobre/São Bartolomeu**. 2019. Dissertação (mestrado em Planejamento Ambiental), Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2019.

LIMONAD, E. **Reflexões sobre o Espaço, o Urbano e a Urbanização**. GEOGRAPHIA (UFF), v. 1, p. 71, 2009.

LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política**. São Paulo: Cortez Editora, 2012.

MACÊDO FILHA, J. F. **A Ira Fértil - o protagonismo comunitário no enfrentamento ao medo em Itinga Lauro de Freitas, Tese** (Doutorado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social) - UCSAL, 2018.

MARTÍNEZ-ALIER, J. **O Ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. São Paulo: Contexto, 2007.

MARX, K. **O Capital**. São Paulo: Boitempo, 2013.

MOREIRA, R. J. **Terra, poder e território**. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

PINHA, N. C. C. L. **Participação popular no Conselho Gestor Da APA Bacia Do Cobre/São Bartolomeu**. Dissertação. Mestrado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social, UCSAL. Salvador-BA, 2016.

PORCIUNCULA, D. **O fenômeno das águas doces na Região Metropolitana de Salvador: usos, alterações e abandono**. Salvador, Tese (Doutorado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social) - UCSAL, 2017.

_____. Sinalização de Unidade de Conservação de Uso Sustentável Área De Proteção Ambiental – APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu. [recurso eletrônico], Salvador, 2020. Disponível em: <http://www.ri.ucsal.br>

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Planta, 2001.

RIBEIRO, I. B. **Atlas de tensões urbanas ambientais na APA Bacia do Cobre/São Bartolomeu**. 1 Atlas, 9 mapas, Salvador, 2019.

RUSCHEINSKY, A. No conflito das interpretações: o enredo da sustentabilidade. Sustentabilidade: uma paixão em movimento. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, v. 10, p.39-50, 2003.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 4. ed. Coleção Idéias Sustentáveis. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

_____. Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. **Estudos Avançados**, v.19, n.55, p.195-214, 2005.

_____. **A terceira margem: em busca do ecodesenvolvimento**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

SAQUET, M. A. As diferentes abordagens do território e a apreensão do movimento e da (i) materialidade. **Geosul**, v.22, n.43, p.55-76, 2007.

SOULÉ, M. E. What is conservation biology? **BioScience**, n. 35, v. 11, p. 727-734, 1985.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educ. Pesqui. [online]**, v.31, n.3, 2005, pp.443-466. ISSN 1517-9702.

PERCEPÇÃO SOBRE O PROJETO QUELÔNIOS DO ARAGUAIA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA DAS BARREIRAS, PARÁ, BRASIL

Data de aceite: 02/05/2022

Data de submissão: 07/02/2022

Vanessa Lima Araújo Luz

Professora efetiva de Biologia na Rede Estadual no Estado do Pará
Secretaria de Educação do Estado do Pará
Conceição do Araguaia - Pará
<http://lattes.cnpq.br/4145890476185154>

Adriana Malvasio

Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia)
pelo Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo - IB/USP
Professora Adjunta da Fundação Universidade Federal do Tocantins, UFT
Palmas – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/9694032726460437>

RESUMO: Para garantir a sobrevivência e continuidade das espécies de quelônios, é necessário um conjunto de iniciativas de proteção, conservação e manejo, posto que ações antrópicas sobre esses animais são contínuas. Entre essas iniciativas, destaca-se o hoje denominado Projeto Quelônios do Araguaia – PQA, desenvolvido no município de Santa Maria das Barreiras-PA. Nesse sentido, por meio de entrevistas semiestruturadas e da análise de conteúdo, este estudo avaliou as percepções dos habitantes urbanos acerca do projeto de conservação, objetivando verificar seus efeitos em relação aos índices de consumo, comercialização

e devolução de filhotes à natureza, bem como construir propostas ou recomendações que possam fortalecer as ações de fiscalização/monitoramento e conservação dos quelônios na região. A maioria dos 59 entrevistados percebe a grande relevância do projeto para a comunidade, contribuindo com o conhecimento e com a mudança de atitudes das pessoas em relação aos quelônios; os participantes do projeto externaram a sustentabilidade financeira, predação antrópica e carência de recursos humanos como os principais desafios na execução do projeto. Os resultados revelam um cenário em que a comunidade citadina apresenta tímida participação nas atividades de proteção aos quelônios oferecidas pelo projeto, embora o considerem de grande importância. A inclusão dos moradores locais na elaboração e execução de ações conservacionistas é uma ferramenta diferenciada que enriquece o projeto com conhecimento tradicional local e ainda promove o comprometimento das pessoas envolvidas na causa. Assim, a realização do Projeto Quelônios do Araguaia de forma contínua, sem rupturas, é essencial para a região, uma vez que o uso da biodiversidade para consumo, bem como de seus derivados, necessita de um monitoramento constante para conservação da fauna.

PALAVRAS-CHAVE: Percepção. Conservação. Quelônios.

OF CHELONIAN IN THE MUNICIPALITY OF SANTA MARIA DAS BARRERIAS, PARÁ, BRAZIL

ABSTRACT: In order to guarantee the survival

and continuity of the chelonian species, a set of protection, conservation and management initiatives is necessary, since human actions on these animals are continuous. , developed in the municipality of Santa Maria das Barreiras-PA. In this sense, through semi-structured interviews and content analysis, this study evaluated the perceptions of urban inhabitants about the conservation project, aiming to verify its effects in relation to consumption, commercialization and return of puppies to nature, as well as to build proposals or recommendations that can strengthen the actions of inspection/monitoring and conservation of turtles in the region. Most of the 59 interviewees perceive the project's great relevance to the community, contributing to knowledge and to changing people's attitudes towards chelonians; project participants expressed financial sustainability, anthropic predation and lack of human resources as the main challenges in project execution. The results reveal a scenario in which the city community has a timid participation in the turtle protection activities offered by the project, although they consider it of great importance. The inclusion of local residents in the elaboration and execution of conservation actions is a differentiated tool that enriches the project with traditional local knowledge and also promotes the commitment of the people involved in the cause. Thus, carrying out the Quelônios do Araguaia Project on a continuous basis, without ruptures, is essential for the region, since the use of biodiversity for consumption, as well as its derivatives, requires constant monitoring for the conservation of the fauna.

KEYWORDS: Perception. Conservation. Chelonians.

1 | INTRODUÇÃO

O agravamento da questão ambiental nos últimos tempos tem sido motivo de preocupação de diversos segmentos da sociedade, sendo amplamente discutido em diferentes esferas políticas. Tanto em âmbito local, quanto global busca-se novas concepções com o intuito de alcançar respostas e permitir enfrentamentos que promovam uma proteção efetiva da natureza (PEREIRA; DIEGUES, 2010).

Essa problemática é fruto de uma historicidade na qual a questão econômica é superior à social, promovendo uma exploração exagerada dos recursos naturais e um distanciamento entre homem e natureza através de uma perspectiva não holística da realidade. Isso mostra o resultado de como a sociedade vem se organizando ao longo dos anos para produzir e consumir o que está sendo gerado pelo modelo vigente, tornando-se uma crise de paradigmas da sociedade moderna. A atual situação socioambiental nos remete a uma percepção de que não é algo somente social ou da natureza, mas se trata da sociedade e suas relações com a natureza, principalmente pelo modelo de desenvolvimento da sociedade moderna caracterizado pela exploração exacerbada dos recursos naturais, que sustenta a riqueza gerada por esse modelo de sociedade (GUIMARÃES, 2012).

Os quelônios amazônicos (popularmente chamados de tartarugas, cágados e jabutis) são répteis com ampla distribuição nos rios das Bacias Hidrográficas Amazônica e do Araguaia/Tocantins, constituindo uma importante fonte de alimento e proteína para as comunidades indígenas e ribeirinhas. Além de assumirem um importante papel no

contexto socioeconômico e cultural em suas áreas de ocorrência, esse grupo de animais é responsável por diversas interações ecológicas especialmente relacionadas às redes tróficas aquáticas, ciclagem de nutrientes, fluxo de energia, dispersão de plantas da vegetação ripária e manutenção da qualidade da água dos ambientes onde ocorrem (REBÊLO; PEZZUTI, 2000; FERRARA *et al.*, 2017).

Nesse sentido, é necessário um conjunto de ações estratégicas de gestão e manejo para garantir a sobrevivência e continuidade das espécies de quelônios aquáticos (SOINI, 1999). Partindo desse pressuposto, a pesquisa de percepção ambiental pode ser utilizada de forma a determinar as necessidades de uma população e propor melhorias com embasamento e entendimento dos problemas, alcançando mais eficiência na solução dos mesmos (PALMA, 2005). Desse modo, o estudo da percepção de uma comunidade é indispensável para a compreensão acerca de comportamentos vigentes e para o planejamento de ações que promovam a sensibilização e o desenvolvimento de posturas éticas e responsáveis perante o ambiente (MARCZWSKI, 2016).

Diante disso, o estudo avaliou a percepção dos habitantes urbanos sobre o Projeto Quelônios do Araguaia - PQA, com o objetivo de verificar os efeitos do projeto em relação aos índices de consumo, comercialização e devolução de filhotes à natureza, bem como construir propostas ou recomendações que possam fortalecer as ações de fiscalização/monitoramento e conservação dos quelônios na região.

2 | O PROJETO QUELÔNIOS DO ARAGUAIA - PQA

Dentre as principais ações que buscam potencializar os esforços na proteção e conservação das espécies de quelônios na área de estudo, destaca-se o Projeto Quelônios do Araguaia (projeto de preservação e controle ambiental das espécies de quelônios ao longo das praias do rio Araguaia).

O projeto é resultado da organização coletiva de alguns pescadores voluntários do meio ambiente da Colônia de Pescadores do município de Araguacema-TO, que observaram uma redução de quelônios no decorrer do anos, ao longo do rio Araguaia, ocasionada sobretudo pela caça predatória e predadores naturais. Os pescadores se preocuparam com o desaparecimento dos quelônios na região e por iniciativa própria, resolveram em caráter experimental, proteger as áreas de desova, visando o aumento do número de ovos, e consequentemente, de tartarugas devolvidas a natureza. No município de Santa Maria das Barreiras-PA, o projeto foi criado em 2001 através de uma ação conjunta com a Prefeitura Municipal de Araguacema-TO sob a fiscalização da Fundação Natureza do Tocantins - NATURATINS, objetivando não apenas a manutenção do estoque de quelônios na bacia hidrográfica do rio Araguaia, como também monitorar e efetivar ao máximo a reprodução dos quelônios. Em aspectos gerais, o PQA tinha como propósito buscar alternativas de conservação e minimizar o impacto da prática da caça e do grande número de predadores

naturais da região (SEMMA-RH, 2018; SETUR-PA, 2014).

É importante destacar que o projeto sofreu uma descontinuidade nos anos de 2004, 2009, 2013 a 2017, provocando rupturas nas metas, prioridades e resultados do projeto. Entretanto, conforme a SEMMA-RH, as ações de monitoramento dos ninhos e de fiscalização foram constantes durante esse período. Até 2012, as ações do projeto consistiam no monitoramento e acompanhamento dos animais desde a desova, período em que os ovos eram coletados e remanejados para um local seguro (Base do projeto) até sua eclosão, num período de aproximadamente 60 dias.

Em 2018, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMMA-RH) reativou o projeto, desta vez em parceria com o Ministério Público Estadual, comunidade e voluntários, buscando intensificar as ações de proteção aos quelônios, aumentar o número de ovos coletados e de tartarugas devolvidas à natureza (SEMMA-RH, 2018). Na atualidade, o principal enfoque do projeto é promover a proteção das fêmeas (principalmente no período de reprodução), dos tabuleiros de desova e dos filhotes recém-nascidos, bem como a reposição desses animais ao rio. Com o apoio de ribeirinhos e indígenas, os técnicos da SEMMA-RH localizam, recolhem os ninhos com os ovos em situação de risco e os transportam até um berçário, onde são monitorados e alimentados até atingir em média, cinco meses de vida, fase ideal para serem reintegrados à natureza (Figura 1), contribuindo assim para o reestabelecimento da espécie, uma vez que, suas matrizes são capturadas principalmente na temporada de veraneio que ocorre no município. Além disso, são desenvolvidas de forma simultânea, várias atividades de monitoramento, fiscalização e sensibilização ambiental (SEMMA-RH, 2018; LUZ, 2021).



Figura 1. Coleta de ovos de quelônios, PQA (2019).

Fonte: SEMMA-RH, 2010.

Desde a sua implantação na área de estudo, o projeto já devolveu ao rio aproximadamente 165.500 filhotes de tartaruga-da-Amazônia (SEMMA-RH, 2021), espécie prioritariamente monitorada e manejada pelo projeto, devido à sua grande importância socioeconômica e cultural que representa em regiões de ocorrência.

3 | METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado na cidade de Santa Maria das Barreiras-PA, localizada no sudeste do Estado do Pará (Figura 2). Esse município ocupa uma área de 10.330,214 km² e possui população estimada em 22.244 habitantes (IBGE, 2021). A área de estudo está situada às margens do rio Araguaia e faz parte de uma região de ecótono entre os biomas Amazônia e Cerrado. Essa região possui grande disponibilidade de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia) e *Podocnemis unifilis* (tracajá) (IBAMA, 2021; FARIA; MALVASIO, 2018). A presença desses animais faz com que os moradores pratiquem a pesca/caça predatória e o comércio ilegal (ATAÍDES, MALVASIO; PARENTE, 2010), uma vez que, essa área está localizada próxima ao sítio de desova, região norte da Ilha do Bananal (SEPLAN, 2001; MALVASIO *et al.*, 2002).

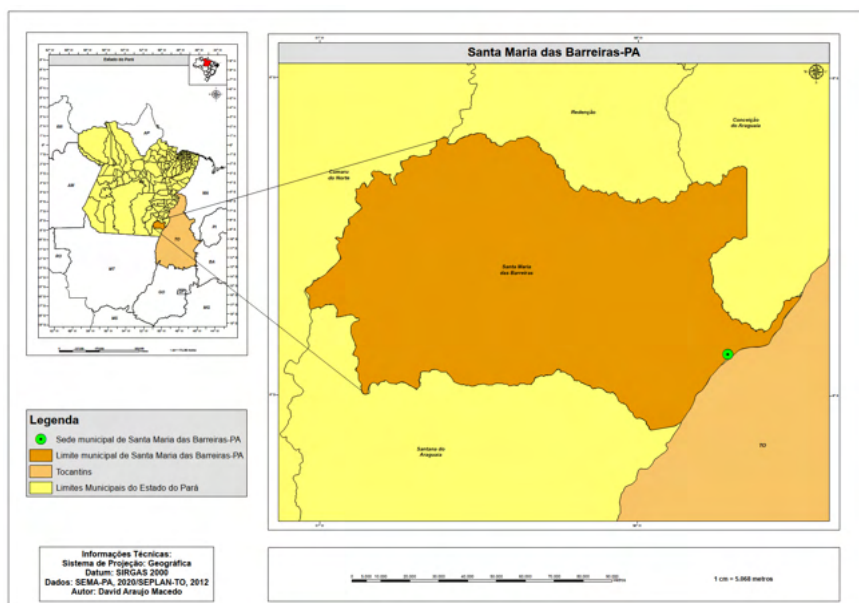


Figura 2. Localização geográfica do município de Santa Maria das Barreiras, sudeste do Estado do Pará, Brasil.

Fonte: Macêdo, 2021.

3.2 Coleta e análise de dados

A pesquisa foi realizada entre os meses de julho e novembro de 2020. As informações sobre a percepção dos habitantes foram obtidas através de entrevistas semiestruturadas, com perguntas abertas (emissão da percepção do entrevistado) e fechadas (múltipla escolha) (MANZINI, 2004; MARCONI; LAKATOS, 2003) e realizadas por meio de chamadas de vídeo (**whatsapp**), em virtude da pandemia de COVID-19. As entrevistas foram realizadas a partir de um roteiro elaborado para cada um dos grupos de entrevistados (DITT *et al.*, 2003; GIL, 2008), contendo perguntas comuns a todos os grupos (perfil socioeconômico), seguidas de perguntas específicas relacionadas a cada grupo como, por exemplo; considerou-se as informações de servidores, alunos e moradores para sugerir ao Coordenador do PQA atividades que pudessem contribuir com as ações de proteção, conservação e manejo de quelônios na região; participantes do PQA relataram sobre a importância e dificuldades do projeto e as demais perguntas foram destinadas a todos os grupos de entrevistados. Os áudios foram registrados por meio de anotações e gravações, utilizando-se o gravador de áudio do notebook.

Para selecionar os entrevistados, utilizou-se a técnica não probabilística *snowball sampling* (amostragem da bola de neve) (BIERNACKI; WALDORF, 1981). Esse estudo envolveu servidores e alunos do 7º ano (Ensino Fundamental) e 3º ano (Ensino Médio) da Escola Estadual de Educação Básica Castro Alves, habitantes da sede do município e participantes (servidores, ex-servidores e voluntários) do Projeto Quelônios do Araguaia, entrevistados de maneira individual. Com a ajuda de uma moradora da cidade, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi encaminhado de forma voluntária a todos os entrevistados e/ou responsáveis pelos alunos, para a devida assinatura, permitindo assim a realização da entrevista.

As informações transcritas para arquivos de texto, (*Google Forms*) foram submetidas à Análise de Conteúdo – AC, método que permite reconstruir indicadores e cosmovisões, valores, atitudes, opiniões, preconceitos e estereótipos, comparando-os entre comunidades (BARDIN, 2011; GIL, 2008; BAUER *et al.*, 2002). Após avaliar a percepção coletiva em relação ao Projeto Quelônios do Araguaia, foram elaboradas estratégias que resultem em maior eficácia na implantação das políticas ambientais e maior efetividade na conservação de quelônios, contribuindo assim para o desenvolvimento do uso sustentável dessas espécies.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfil socioeconômico dos entrevistados

Este estudo contou com a participação de 59 entrevistados, dos quais tinham entre 12 e 71 anos de idade; a maioria era do sexo masculino (64,40%); faziam parte de famílias

com média de 4,40 pessoas. Ainda que, a amostragem numérica de participantes não represente quantitativamente o total de habitantes da área de estudo, pesquisas qualitativas podem envolver um número menor de sujeitos (GUEST *et al.*, 2006), priorizando a qualidade e o aprofundamento que requerem as abordagens perceptivas (SOUZA, 2017). A renda familiar mensal registrada entre um a dois salários mínimos e rendimento superior a três salários mínimos, apresentaram igual percentual, 37.28% (n=22) cada; enquanto 20.33% (n=12) recebem de dois a três salários e, apenas 5.08% (n=3) informaram receber menos que um salário mínimo. A amostra revela um bom índice de escolaridade, com maiores percentuais para os níveis de ensino médio e superior (45.75% e 38.98%) respectivamente; 23,72% (n=14) estavam cursando ensino médio (alunos do 3º ano); 10,16% (n=6) estavam cursando o ensino fundamental (alunos do 7º ano) e 5.08% (n=3) possuem somente o ensino fundamental. Ao analisar os resultados apresentados, ressalta-se que a maioria dos servidores e moradores, apresentam renda familiar mensal maior que três salários mínimos, os quais podem estar relacionados ao fato de que ambos os grupos possuem indivíduos com um maior nível de escolaridade, adquirindo melhores salários.

4.2 Percepções acerca do Projeto Quelônios do Araguaia (PQA)

Em relação ao Projeto Quelônios do Araguaia, a maioria 88.37% (n=38) dos entrevistados (servidores, alunos e moradores) afirma que conhece, mas não participou ativamente de atividades desenvolvidas pelo projeto; enquanto 6.97% (n=3) conhecem e já participaram, e apenas 4.65% (n=2) não conhecem o projeto.

Verifica-se portanto, que a maior parte dos entrevistados conhece o PQA, no entanto uma minoria participou de forma ativa com as ações executadas pelo projeto. De acordo com a literatura, parte dos projetos conservacionistas não contam com a participação comunitária, limitando sua eficácia. A participação das comunidades locais em projetos conservacionistas é imprescindível para se estabelecer ações efetivas que buscam conciliar a conservação e o uso do referido recurso. Envolver os habitantes locais em todos os aspectos dos trabalhos de conservação, tornando-os participantes ativos no planejamento e execução das ações pode facilitar o gerenciamento eficaz dos recursos naturais (REBÊLO; PEZZUTI, 2000; FACHÍN-TERAN 2008; SALERA JUNIOR *et al.*, 2016; BALESTRA, 2016; NORRIS *et al.*, 2018).

No que diz respeito à contribuição do Projeto Quelônios do Araguaia para a mudança de atitudes das pessoas em relação aos quelônios, 66.10% (n=39) dos entrevistados afirmam que o projeto tem contribuído em parte com a mudança de atitudes das pessoas em relação aos quelônios; enquanto 30.50% (n=18) disseram que não contribui e, 3.38% (n=2) não souberam responder. A maior parte dos interlocutores declaram que o projeto contribui com a mudança de atitudes das pessoas, porque apesar do consumo de quelônios que existe na região, já se verifica uma diminuição da predação (consumo da carne e/ou ovos, captura de animais, comércio ilegal) e até mesmo pessoas que deixaram definitivamente

de consumir esses animais e derivados, bem como do comércio ilegal, 51.16% (n=22); as pessoas estão mais conscientes sobre a importância da conservação desses répteis, portanto, com uma maior participação/envolvimento com o projeto, realizando trabalho voluntário, soltura de animais e denúncias, 37.20% (n=16); não souberam justificar, 11.62% (n=5). Justificando a contribuição do projeto, o entrevistado E3, com 39 anos de idade, respondeu: “ *Certamente, talvez não de forma em geral. [...] Conheço uma amiga que sua conduta foi modificada pela participação, modificação no sentido de deixar de consumir [...]*”. Quanto aos que disseram que não contribuí, a justificativa é que na região o consumo de quelônios pela população é constante, pois as pessoas continuam pescando/comendo esses répteis ou não dão importância ao projeto, já que é um costume local se alimentar desses animais; ou porque a fiscalização é ineficaz, as atividades de conscientização são esporádicas e as pessoas ainda não conseguiram entender a importância dos quelônios.

Em relação às atividades sugeridas ao Coordenador do Projeto Quelônios do Araguaia que possam contribuir com as ações de proteção, conservação e manejo de quelônios na região, servidores, alunos e moradores propõem de uma a quatro sugestões (Tabela 1).

Categoria	Frequência de citações (n, %)
Fiscalização intensificada com multas e prisões.	16, 26.66
Ações contínuas de educação ambiental (palestras) com a comunidade em geral.	15, 25.0
Participação efetiva da comunidade nas iniciativas de conservação.	7, 11.66
Divulgação ampliada do Projeto (panfletos, propagandas).	5, 8.33
Interdição da pesca no período de desova.	5, 8.33
Outras.	9, 15.0
Não souberam responder.	3, 5.0

Tabela 1 - Sugestões de ações de proteção aos quelônios mencionadas por servidores, alunos e moradores ao Coordenador do Projeto Quelônios do Araguaia.

Fonte: Autoras.

Nesse caso, salienta-se que algumas recomendações mencionadas pelos entrevistados, como multas, prisões, proibições etc., não competem ao Coordenador do projeto, mas sim ao IBAMA e Polícia Ambiental. As legislações federal e estadual brasileiras não possuem normas específicas em relação à proteção dos quelônios amazônicos. Essa atividade apoia-se apenas na legislação de proteção da fauna (Lei nº 5.197/67), na Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/98) e no Decreto nº 6.514/08. Em consonância com essas leis ficam proibidas a utilização, perseguição, destruição, caça e apanha de espécimes da fauna silvestre brasileira, bem como seus ninhos, abrigos e criadouros naturais, estando sujeito à detenção e multa, quem age em desacordo a legislação (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Assim, é de grande importância a participação conjunta entre as instituições federais, estaduais e municipais para o combate do comércio ilegal dos quelônios, cada qual com suas responsabilidades e competências.

Todos os participantes do Projeto Quelônios do Araguaia o consideram de grande relevância para a comunidade da área de estudo, mencionando uma a três razões: colabora com a proteção/conservação das espécies para gerações futuras, 37.50% (n= 9); com a sensibilização/conscientização das pessoas a respeito da importância da conservação desses répteis, 29.16% (n=7); com o aumento/repovoamento das espécies, 16.66% (n=4); com a economia do município - geração de emprego e exploração do turismo, 12.50% (n=3); e a manutenção do costume dos ribeirinhos, 4.16% (n=1). A maior parte, 87.50 % (n=14) dos entrevistados desse grupo, afirma também que o Projeto Quelônios do Araguaia contribui com o conhecimento das pessoas, pois a partir da execução do projeto verificou-se maior conscientização das pessoas a partir das informações recebidas - biologia, função ecológica, reprodução dos animais, 71.42% (n=10); parceria com a população por meio de trabalho voluntário, 21.42% (n=3) e somente 7.14% não souberam justificar. Os outros, 12.50% disseram que o projeto não contribui, explicando que atualmente o conhecimento é adquirido somente pelas pessoas que trabalham no projeto e/ou que as pessoas já possuíam um conhecimento anterior ao projeto.

Os participantes do Projeto Quelônios do Araguaia mencionaram ainda de uma a quatro dificuldades com relação à conservação dos quelônios enfrentadas durante a execução do projeto: escassez de recursos financeiros, 20% (n=5); predação antrópica - ninhos identificados, 16% (n=4); carência de recursos humanos, 16% (n=4); falta de apoio do poder público - municipal, estadual e federal, 12% (n=3). Durante sua execução, o projeto desenvolve as seguintes funções: fiscalização, 28.84% (n=15); monitoramento, 28.84% (n=15); educação ambiental e disseminação do conhecimento, 26.92% (n=14) e manejo reprodutivo, 15.38% (n=8). Segundo 68.75% (n=11) dos entrevistados, o Projeto recebe e/ou recebia apoio por parte dos órgãos de proteção ambiental ou de outro órgão; 25% (n=4) não souberam responder e somente 6.25% (n=1) declararam que não recebe e/ou recebia apoio algum. Quanto aos que afirmaram o recebimento de apoio, foram citados de um a quatro órgãos: prefeitura, 23.07% (n=6); NATURATINS, 19.23% (n=5); SEMMA-RH, 15.38% (n=4); Ministério Público, 11.53 (n=3).

De forma geral, o resultado dessa pesquisa revela um cenário em que a comunidade citadina apresenta tímida participação nas atividades de proteção aos quelônios oferecidas pelo Projeto Quelônios do Araguaia, embora o considerem de grande importância. Assim, a inclusão dos moradores locais na elaboração e execução de ações conservacionistas é uma ferramenta diferenciada que enriquece o projeto com conhecimento tradicional local e ainda promove o comprometimento das pessoas envolvidas na causa (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Contribuição e propostas para o monitoramento e conservação de quelônios

Com base nas especificidades verificadas quanto à percepção em relação ao Projeto Quelônios do Araguaia desenvolvido na cidade de Santa Maria das Barreiras, foi possível construir um conjunto de propostas ou recomendações ligadas ao fortalecimento das ações de fiscalização/monitoramento para que se possa contribuir com a diminuição da pressão sobre os quelônios.

As propostas ligadas à fiscalização e monitoramento tratam de realizar diagnósticos das áreas de ocorrência, vetores de pressão, comunidades e calendário de eventos, para embasar as ações de planejamento e operacionalizam de fiscalização; realizar levantamentos de informações das espécies e das ameaças para elaboração de mapas e calendários de ações, considerando o ciclo hidrológico, movimentos sazonais e períodos críticos; elaborar um Plano de Proteção Anual com constantes revisões; desenvolver o Projeto Quelônios do Araguaia de forma contínua, aumentando a equipe de colaboradores da SEMMA-RH, bem como os instrumentos necessários para a realização das ações conservacionistas de modo eficaz; intensificar as ações de fiscalização com operações rotineiras; coibir o comércio ilegal de quelônios; capacitar comunidade e voluntários para o manejo dos quelônios para que possam atuar como fiscais/agentes de praia; ofertar cursos de capacitação e oficinas para agentes ambientais atuarem no monitoramento e manejo conservacionista; promover a proteção dos quelônios em seu ambiente natural (áreas de pesca e desova); instalar placas indicativas em áreas estratégicas para proteção e manejo das espécies, identificando o desenvolvimento do projeto; realizar cadastros dos acampamentos nas praias do rio Araguaia; criar um sistema de registro e avaliação dos dados coletados; estabelecer um grupo de fiscalização itinerante para atuar na proteção dos tabuleiros, promovendo a integração com IBAMA, NATURATINS e polícia ambiental.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à vulnerabilidade das espécies de quelônios aos diversos fatores que prejudicam sua sobrevivência na natureza, é indispensável desenvolver ações e projetos que contribuam para a conservação desses animais, em razão de aumentar sua taxa de sobrevivência. Nesse sentido, o desenvolvimento do Projeto Quelônios do Araguaia de forma contínua, sem rupturas, é de grande importância para a região, uma vez que o uso da biodiversidade para consumo, bem como de seus derivados, necessita de um monitoramento constante para conservação da fauna.

Diante dos dados apresentados, é notório que os entrevistados percebem a grande relevância do projeto para a comunidade, o qual contribui com o conhecimento e com a mudança de atitudes das pessoas em relação aos quelônios, embora uma minoria tenha participado de forma ativa das ações desenvolvidas. Denota-se ainda, que os participantes do projeto externaram a sustentabilidade financeira, predação antrópica e carência de

recursos humanos como os principais desafios na execução do projeto.

Ações que viabilizam o contato com a natureza proporciona uma melhor relação entre o homem e o meio ambiente, pressupondo assim a possibilidade de incluir um manejo mais participativo ou comunitário na execução do Projeto Quelônios do Araguaia, numa expectativa futura de uso sustentável desses animais.

De acordo com as falas dos respondentes, é preciso promover uma maior abertura para a participação comunitária, com ampla divulgação, pois enquanto os participantes do projeto percebem ações sendo bem sucedidas, em alguns momentos outros entrevistados desconhecem que o projeto está ativo, uma vez que este sofreu descontinuidade, bem como alterou sua metodologia de trabalho. Além disso, a percepção oriunda de servidores, alunos e moradores, sugere ao Coordenador do projeto, atividades que possam contribuir com as ações de proteção, conservação e manejo de quelônios na região, como por exemplo, intensa fiscalização, sobretudo nos locais de pesca e desova desses animais, realização de ações contínuas de educação ambiental sobre a importância da reprodução, ciclo de vida e conservação dos quelônios, como também a participação efetiva da comunidade.

Diante disso, o Projeto Quelônios do Araguaia deve considerar a possibilidade de adaptar suas estratégias de acordo com as características culturais, sociais e econômicas da comunidade local, a partir do estudo de percepção ambiental, buscando verificar quais aspectos das ações realizadas contribuem para o gerenciamento eficaz dos recursos naturais. Assim, as ações desenvolvidas pelo projeto serão norteadas por uma perspectiva mais abrangente, envolvendo os conhecimentos e valores das comunidades locais, sobretudo pelo reconhecimento dos entrevistados como protagonistas da responsabilidade ambiental em relação à conservação dos quelônios.

REFERÊNCIAS

ATAÍDES, A. G.; MALVASIO, A; PARENTE, T. G. Percepções sobre o consumo de quelônios no entorno do Parque Nacional do Araguaia, Tocantins: conhecimentos para conservação. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 4, n.1, p. 07-20, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/46064295_Percepcoes_sobre_o_consumo_de_quelonios_no_entorno_do_Parque_Nacional_do_Araguaia_Tocantins_conhecimentos_para_conservacao. Acesso em 23 ago. 2019.

BAUER, M. W.; GASKELL, G.. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

BALESTRA, R. A. M.. Recomendações de ações de educação socioambiental e proteção ambiental para a conservação de quelônios amazônicos. In: BALESTRA R. A. M.. **Manejo conservacionista e monitoramento populacional de quelônios amazônicos**. Brasília: IBAMA, 2016. p.111-115.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BIERNACKI, P.; WALDORF, D. Snowball Sampling: Problems and Techniques of Chain Referral Sampling. **Sociological Methods & Research**, v. 10, n. 2, p. 141-163, 1981. Disponível em: <https://ethnographyworkshop.files.wordpress.com/2014/11/biernacki-waldorf-1981-snowball-sampling-problems-and-techniques-of-chain-referral-sampling-sociological-methods-research.pdf>. Acesso em 04 de abr. 2021.

DIEGUES, A. C. **Desmatamento e modos de vida na Amazônia**. NUPAUB – Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas úmidas Brasileiras. São Paulo, 1999, 146 p.

DITT, E. Humberto et al. Entrevistas e aplicação de questionários em trabalhos de conservação. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; PADUA, C. V. (Orgs.). **Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. 2ª ed. Curitiba: Editora Universidade Federal do Paraná, 2006. p. 617-632.

FACHÍN-TERÁN, A.. Participação comunitária na preservação de praias para reprodução de quelônios na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil. **Scientific Magazine UAKARI**, v.1, n.1, p.19-30, 2008.

FAPESPA-Federação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa (2016). **Estatística Municipal: Santa Maria das Barreiras**, (1). Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. 2016. Disponível em: http://www.santamariadasbarreiras.pa.gov.br/documentos/historia_municipio/Estatistica-Municipal-de-Santa-Maria-das-Barreiras.pdf.

FARIA, V. A; MALVASIO, A. Aspectos sobre a caça, comercialização e consumo de quelônios na região do Corredor Ecológico Araguaia Bananal no Estado do Tocantins. **Revista Ouricuri**, v. 8, n. 2, p. 080-103, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/3921>. Acesso em: 31 out. 2019.

FERRARA, et al. **Quelônios Amazônicos: Guia de identificação e distribuição**. Manaus: WCS, 2017, 182 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320507988_Quelonios_Amazonicos_Guia_de_identificacao_e_distribuicao. Acesso em 05 abr. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed., São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em 21 jul. 2020.

GOMES, R. Análise e interpretação de dados de pesquisa qualitativa. In: MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**, 28 ed. Petrópolis: editora Vozes, 2009.

GUEST, G.; BUNCE, A.; JOHNSON, L.. **How many interviews are enough?** An experiment with data saturation and variability. *Field methods*, v.18, n.1, p.59-82, 2006. https://www.researchgate.net/publication/249629660_How_Many_Interviews_Are_Enough/citations. Acesso em 18 mai. 2022.

GUIMARÃES et al. Educadores ambientais nas escolas: as redes como estratégia. Cad. Cedes, Campinas, v. 29, n. 77, p. 49-62, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/WB8qznYGTNS6QDhzcwmWKhk/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 25 jun. 2021.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada**. Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/santa-maria-das-barreiras/panorama>. Acesso em 31 agosto. 2021

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Território e Ambiente**. Bioma, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/santa-maria-das-barreiras/panorama>. Acesso em 29 mar. 2021.

MACÊDO, David Araújo. **Mapa de localização do município de Santa Maria das Barreiras-PA**. Palmas, 2021. 1 mapa 21 x 29,7. Escala: 1:5.068 m.

MALVASIO, Adriana *et al.* Temperatura de incubação dos ovos e granulometria dos sedimentos das covas relacionadas à determinação sexual em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel) (Testudines, Pelomedusidae). **Publicações avulsas do Instituto Pau Brasil de História Natural**, v. 5, n. 1, p. 11-25, 2002.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed.-São Paulo: Atlas: 2003.

MANZINI, E. José. Entrevista semiestruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: Seminário Internacional sobre Pesquisa e Estudos qualitativos, 2, 2004, Bauru. **A pesquisa qualitativa em debate** (anais). Bauru: USC, 2004. 10 p. Disponível em: https://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/EduardoManzini/Manzini_2004_entrevista_semi-estruturada.pdf. Acesso em 03 ag. 2019.

MARCZWSKI, Maurício. **Avaliação da percepção ambiental em uma população de estudantes do Ensino Fundamental de uma escola municipal rural**: um estudo de caso. 2006. 187 p. Dissertação. (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

OLIVEIRA, P. H. *et al.* Envolvimento comunitário na conservação de quelônios amazônicos. In: BALESTRA, Rafael A. Machado. **Manejo conservacionista e monitoramento populacional de quelônios amazônicos**. Brasília: IBAMA, 1 ed., cap. 3, p. 29-33, 2016. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/ran/images/stories/Downloads/Manual_Tecnico_Manejo_Monitoramento_Quelonios_Amazonicos_2016.pdf. Acesso em 10 mai. 2021.

PALMA, R. Ivone. **Análise da Percepção Ambiental como Instrumento ao Planejamento de Educação Ambiental**. 2005. 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia - Metalurgia Extrativa e Tecnologia Mineral), Escola de engenharia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

PEREIRA, B. E.; DIEGUES, A. C. Conhecimento de populações tradicionais como possibilidade de conservação da natureza: uma reflexão sobre a perspectiva da etnoconservação. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 22, p. 37-50, 2010. Disponível em: https://researchgate.net/publication/305864372_Conhecimento_de_populacoes_tradicionais_como_posibilidade_de_conservacao_da_natureza_uma_reflexao_sobre_a_perspectiva_da_etnoconservacao. Acesso em 24 jun. 2021.

REBÊLO, George; PEZZUTI, Juarez. Percepções sobre o consumo de quelônios na Amazônia: Sustentabilidade e Alternativas ao Manejo atual. **Ambiente e sociedade** - Ano III, nº 6/7, p. 85-104. Campinas, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/n6-7/20428.pdf>. Acesso em 17 jul. 2019.

SALERA JUNIOR, G; BALESTRA, R. A. M; LUZ, V. L. F. Breve histórico da conservação dos quelônios amazônicos no Brasil. In: BALESTRA, Rafael A. M. **Manejo conservacionista e monitoramento populacional de quelônios amazônicos**. Brasília: IBAMA, 1 ed., cap. 1, p. 11-12, 2016. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/ran/images/stories/Downloads/Manual_Tecnico_Manejo_Monitoramento_Quelonios_Amazonicos_2016.pdf. Acesso em: 18 set. 2019.

SEPLAN-TO - SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO. **Plano de manejo Parque Estadual do Cantão**, 2001. Disponível em: http://gesto.to.gov.br/site_media/upload/plano_manejo/Plano_de_Manejo_do_Parque_Estadual_do_Cantao.pdf. Acesso em 08 out. 2019.

SOINI, P. **Un manual para el manejo de quelônios acuáticos en la amazonia peruana (Charapa, Taricaya y Cupiso)**. 1999.

SOUZA, B. Lucas. Percepção ambiental e fenomenologia: possibilidades de adaptação do método e alguns exemplos de pesquisas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, vol. 40, p. 297-314, abril, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/44699>. Acesso em 06 de nov. 2020.

TÉCNICAS MPPT: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PRINCIPAIS MÉTODOS E SUA INFLUÊNCIA NA EFICIÊNCIA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Data de aceite: 02/05/2022

José Ramon Nunes Ferreira

<http://lattes.cnpq.br/7074303515196287>
<https://orcid.org/0000-0002-8764-2641>

Alberto Grangeiro de Albuquerque Neto

Vinivios dos Santos Mangueira

RESUMO: O presente estudo aborda uma análise comparativa das principais estratégias MPPT (Maximum Power Point Tracking) utilizadas atualmente em sistemas fotovoltaicos, tendo como metodologia a revisão da literatura sobre o assunto e a discussão do objeto. A princípio, procurou-se explanar o tema analisando a variação da geração da máxima potência diária sob o efeito das alterações climáticas, principalmente das variáveis como a irradiação solar e o sombreamento parcial de áreas livres (causados por nuvens). Na sequência, discutiu-se sobre os tipos de rastreamentos de máxima potência, relacionando-os à praticidade da aplicação dos métodos, sua facilidade de uso e usabilidade em sistemas de energia limpa. Observou-se que o método P&O (Perturbe e Observe), apesar de ser uma estratégia simples, serve de base para evolução de métodos mais sofisticados.

PALAVRAS-CHAVE: Método P&O, Sistemas Fotovoltaicos, Técnicas MPPT.

ABSTRACT: The present study addresses a comparative analysis of the main MPPT

(Maximum Power Point Tracking) strategies currently used in photovoltaic systems, with the methodology of reviewing the literature on the subject and discussing the object. At first, we tried to explain the theme by analyzing the variation in the generation of maximum daily power under the effect of climate change, mainly of variables such as solar irradiation and partial shading of free areas (caused by clouds). Then, the types of maximum power tracking were discussed, relating them to the practicality of applying the methods, their ease of use and usability in clean energy systems. It was observed that the P&O method (Disturb and Observe), despite being a simple strategy, serves as a basis for the evolution of more sophisticated methods.

KEYWORDS: P&O Method, Photovoltaic Systems, MPPT Techniques.

INTRODUÇÃO

O aumento do consumo em escala global contribui para o crescimento da demanda de geração de energia. Sob a ótica de uma expansão populacional equilibrada e sustentável, formas de energias limpas e renováveis disponíveis na atmosfera devem ser utilizadas em benefício da sociedade e da estabilidade da biosfera. É o exemplo da energia do sol. Há uma energia infinita, limpa, renovável e disponível na superfície terrestre.

As energias renováveis atingem um patamar relevante nos sistemas elétricos e são cada vez mais necessárias para garantir a

sustentabilidade nas matrizes energéticas e elétricas atuais e futuras. Provavelmente, a Energia Fotovoltaica PV (PhotoVoltaic), é a mais utilizada para geração de eletricidade dentre todas as fontes de energia renováveis, uma vez que é fonte limpa, renovável e ilimitada de energia. Portanto, é um campo que detém de uma quantidade considerável de investigação realizada recentemente pela comunidade científica (JANA; SAHA; DAS BHATTACHARYA, 2017).

A geração de potência de um arranjo PV, na qual é transmitida para o conversor CC/CA (Corrente Contínua/ Corrente Alternada) é variável no decorrer do dia (Figura. 1), pois a irradiação não é contínua devido a fatores naturais, ocasionando geração de valores de tensão e corrente não controlados. Isso pode ser um problema para o conversor, pois este pode não estar configurado para receber picos de tensão e corrente dentro de sua margem de segurança de operação. Além disso, o sistema torna-se ineficiente por não estar aproveitando seguramente a potência máxima gerada pelo agrupamento matricial de placas fotovoltaicas.

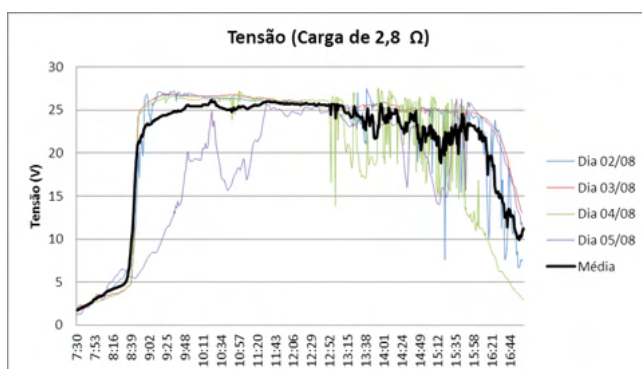


Figura. 1 - Variação da tensão durante o dia no arranjo PV.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa qualitativa que propõe comparar os mais relevantes tipos de rastreamentos da literatura científica, explanando de forma sucinta, as principais características dos objetos pesquisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tipos de rastreamento

Os tipos de rastreamento de máxima potência do arranjo PV são classificados em diretos e indiretos. No rastreamento direto, a tensão e a corrente geradas pelo arranjo de placas são monitoradas continuamente durante a operação efetiva do painel fotovoltaico,

ou seja, as variáveis são lidas na planta em tempo real, devolvendo a cada instante os valores atualizados para o sistema. No rastreamento indireto, o ponto de máxima potência é calculado a partir de uma base empírica de dados previamente estabelecida.

Rastreamentos diretos

1) Método Perturbe e Observe (P&O). O método de Perturbação e Observação é bastante conhecido e utilizado por ser um algoritmo de fácil implementação, não necessitar de sensores adicionais e complexos para seu funcionamento. Seu princípio básico está na perturbação da tensão, logo quando ela é observada.

Neste método, a tensão de operação atinge o Ponto de Máxima Potência e opera em torno dele devido aos incrementos positivos e negativos, de acordo com a taxa de variação da potência em relação tensão, conforme é exibido no Gráfico 1. Este princípio operacional revela o problema da oscilação (ÇELIK, 2017). Além disso, este algoritmo pode falhar em especificar a direção de perturbação correta sob mudanças rápidas das condições atmosféricas.

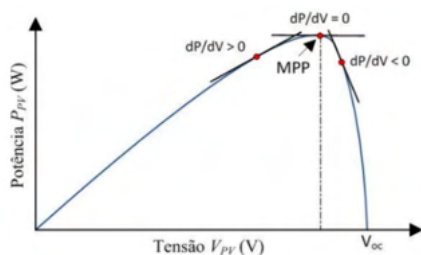


Gráfico. 1 - Curva de Potência.

Onde:

dP Taxa de variação da Potência

dV Taxa de variação da Tensão

MPP *Maximum Power Point*

Sendo assim, logo quando a tensão de operação do arranjo PV é perturbada numa direção, observa-se o valor da potência P . se $P(k) > P(k-1)$, ou seja, $\frac{dP}{dV} > 0$, o algoritmo continua a perturbar a tensão do arranjo fotovoltaico na mesma direção. Se $P(k) < P(k-1)$, ou seja, $\frac{dP}{dV} < 0$, então o método P&O faz a direção invertida da perturbação.

A Figura. 2 mostra o fluxograma do algoritmo de implementação do método P&O. Basicamente, o algoritmo está estruturado em apenas uma decisão, que está na comparação do valor da potência medida $P(k)$ com o último valor $P(k-1)$ aferido.

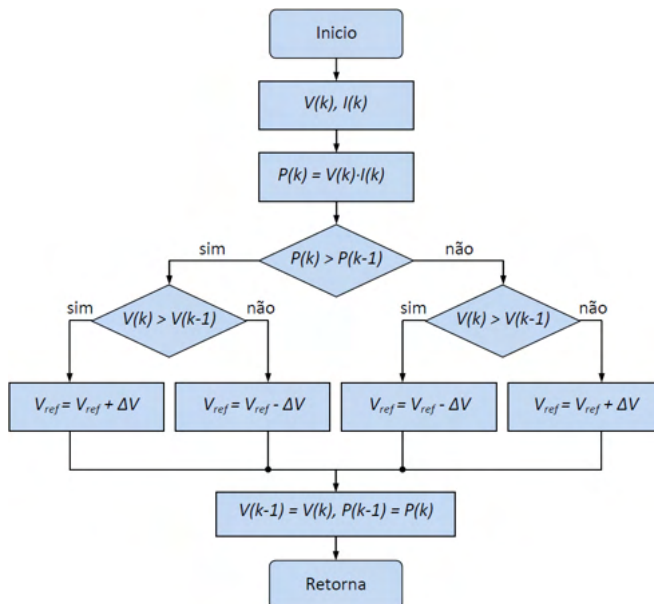


Figura. 2 - Fluxograma do algoritmo P&O.

Onde:

- $V(k)$ Tensão gerada pelo arranjo PV
 $I(k)$ Corrente gerada pelo arranjo PV
 $P(k)$ Potência calculada
 V_{ref} Tensão referencial
 ΔV Variação da tensão

Em síntese, a influência do tamanho do passo de perturbação do método P&O determina a velocidade de rastreamento e controle do Ponto de Máxima Potência, ou seja, quanto maior o passo de perturbação mais rapidamente o sistema se aproxima do MPP. Nesta perspectiva, para as condições em que a irradiância começa a aumentar rapidamente, o tamanho do passo de perturbação será menor, devido a oscilações em torno do MPP, o que provoca uma imprecisão no rastreamento, tornando este método pouco eficiente para situações de mudança repentina das condições atmosféricas.

2) Método de Condutância Incremental (Inc). O método de Condutância Incremental, assim como o P&O atua no monitoramento full time da tensão e corrente do arranjo PV. Essa estratégia foi desenvolvida para suprir as deficiências existentes no algoritmo P&O. Em termos de velocidade de rastreamento, precisão de rastreamento e eficiência global do sistema, o método de Condutância Incremental é muito superior comparado ao método P&O. No entanto, este método é mais complexo e mais susceptível a ruídos e erros nos valores de controle medidos.

Este método é baseado fundamentalmente no fato de que a taxa de variação da

potência de saída do painel fotovoltaico com relação a sua tensão é nula, conforme mostra a equação abaixo (ÇELIK, 2017):

$$\frac{dP}{dV} = 0$$

$$\frac{d(PV)}{dV} = I + V \frac{dI}{dV} \cong I + V \frac{\Delta I}{\Delta V} \quad (1)$$

Neste caso, a equação 1 pode explicar o funcionamento do sistema, conforme expressões abaixo:

$$\frac{\Delta I}{\Delta V} = -\frac{I}{V}, \text{ o valor calculado está no MPP na curva de potência.}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta V} > -\frac{I}{V}, \text{ o valor calculado está à esquerda do MPP na curva de potência}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta V} < -\frac{I}{V}, \text{ o valor calculado está à direita do MPP na curva de potência}$$

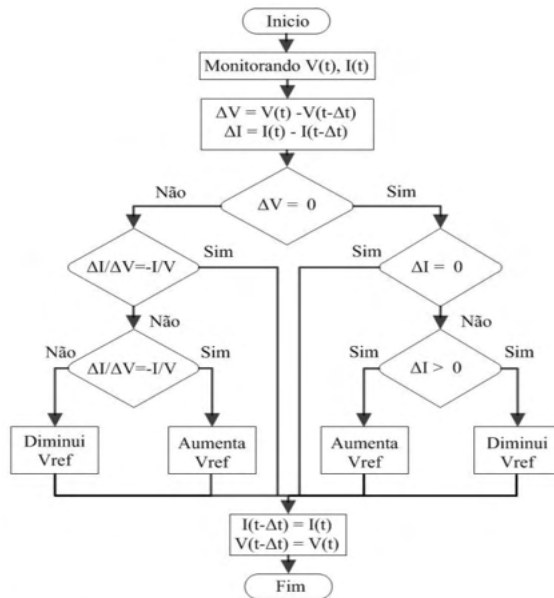
Onde:

dP	Taxa de variação da Potência
dV	Taxa de variação da Tensão
V	Tensão
I	Corrente
ΔV	Variação da tensão
ΔI	Variação da corrente

Considerando que a oscilação da tensão de operação em torno do MPP seja o principal problema do algoritmo de P&O, esta é suavizada pelo algoritmo InC. Nesta perspectiva, quando a tensão de operação alcança o MPP, onde $\frac{dP}{dV} = 0$, a perturbação em tensão de operação realizada pelo algoritmo é interrompida (NEMA, 2013) (HUSSEIN, 1995).

No entanto, quando o nível de irradiância é rapidamente variado, o algoritmo InC não acompanha o MPP como no método Perturbe e Observe, pois apesar de realizar a busca do Ponto de Máxima Potência da mesma forma que o algoritmo de P&O, ele não necessita calcular a potência $P(k)$. Sendo assim, depois que o MPP é atingido, o algoritmo é instruído para finalizar as perturbações. A Figura. 3 mostra o fluxograma do algoritmo de implementação do método InC.

Há pesquisas na literatura que apresentam experimentos do algoritmo InC implementado com um controlador PI que objetiva aperfeiçoar o rastreamento da máxima potência. Dessa forma, o controlador procura anular a Condutância Incremental, o que sempre ocorre no ponto de Máxima Potência. Para a modificação deste método, foi nomeado na literatura de Condutância Incremental baseada em PI (BRITO, 2013).



(BRITO, GALOTTO JR., *et al.*, 2013).

Figura. 3. Fluxograma do algoritmo InC.

Onde:

- t Tempo de processamento
- Δt Variação do tempo
- $V(t)$ Tensão monitorada em função de t
- $I(t)$ Corrente monitorada em função de t
- ΔV Variação da tensão
- ΔI Variação da corrente
- V_{ref} Tensão referencial

3) Método da Temperatura

Essa estratégia também está categorizada como sendo um método de MPPT de baixo valor de implantação e com uma relação custo x eficiência aceitável. A Figura. 4 mostra o fluxograma do algoritmo do Método da Temperatura. Percebe-se que as variáveis monitoradas no sistema são a tensão do arranjo PV e sua temperatura.

Este método atualiza e corrige o valor da tensão do ponto de máxima potência (VMPP) em função da temperatura da célula, usando um sensor de temperatura conectado na superfície da placa fotovoltaica.

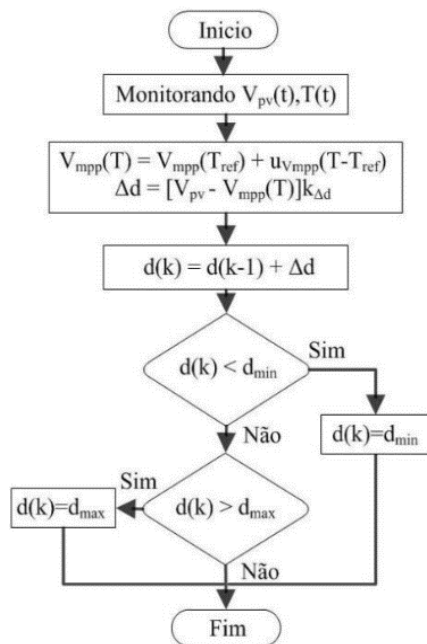


Figura. 4. Fluxograma do algoritmo do método da Temperatura.

Onde:

t	Tempo de processamento
T	Temperatura da célula PV
$V_{pv}(t)$	Tensão do painel em função do tempo
$T(t)$	Temperatura do painel em função do tempo
$V_{mpp}(T)$	Tensão do painel em função da temperatura
T_{ref}	Temperatura referencial

Cabe ressaltar que esta correção torna-se interessante pelo fato de a tensão no MPP variar de acordo com a mudança de temperatura do arranjo PV. Assim, este método rastreia a tensão e a temperatura do painel PV, por meio do uso de sensor de temperatura e sensor de tensão. Neste caso, devido à inércia térmica do sistema, o mesmo apresenta baixa resposta dinâmica. Contudo, mantém alta rastreabilidade com pouca oscilação entorno do ponto de máxima potência (COELHO, 2010).

Rastreamentos indiretos

Esse tipo de rastreamento é caracterizado pelo processamento dos dados por meio de informações empíricas deduzidas a partir dos aspectos coletados no arranjo PV.

Método de tensão Constante

O método da Tensão Constante utiliza resultados empíricos do painel PV, indicando

que a tensão no MPP (VMPP) é de 70 a 80% da tensão de circuito aberto do arranjo PV, para ensaio em condições atmosféricas normais. Entre os diversos pontos de MPP da curva de potência do painel PV, a tensão dos terminais do módulo PV varia muito pouco, portanto, assegurando que a tensão do módulo permaneça constante é possível operar próximo do MPP (RAMBO, 2014).

A Figura. 5 apresenta o fluxograma básico do método de Tensão Constante. Nesse exemplo exposto, escolheu-se aleatoriamente para o método, o valor de 75% da tensão de circuito aberto.

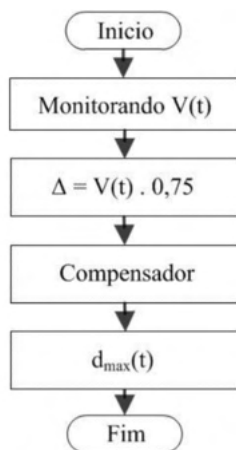


Figura. 5. Fluxograma do algoritmo do método de Tensão Constante.

No que diz respeito ao algoritmo do método citado, observa-se que ele apresenta uma programação singela e de fácil implementação, o que proporciona baixo custo.

CONCLUSÃO

Este artigo apresenta os principais tipos de MPPT mais discutidos no jargão científico de energias renováveis, abordando comparações significativas entre os métodos, sob aspecto de determinadas variáveis como a influência da mudança repentina das condições atmosféricas, temperatura, tensão de operação, corrente, irradiação solar.

Dentre os métodos estudados, a literatura aponta evidências de que a técnica MPPT P&O tem um combustível impulsionador que serve de base estruturante para formação de outras técnicas mais sofisticadas e também mais eficientes. Não obstante, é uma técnica antiga, mas bastante utilizada nos sistemas fotovoltaicos.

Apesar da característica típica de algoritmos de rastreamento indiretos atuarem no sistema a partir de uma base empírica, percebe-se que, além de alcançar resultados considerados bons, proporcionam baixíssimo custo por necessitar de pouco dispositivo de

sensoriamento/monitoração. Nesta perspectiva, considera-se como válido a sua utilização em arranjos PV de pequeno/médio porte.

Algumas vantagens importantes na utilização de técnicas MPPT em sistemas fotovoltaicos está na sua possibilidade de aperfeiçoamento do seu algoritmo, bem como a mesclagem com outros métodos, proporcionando maior eficiência e sofisticação ao sistema.

Contudo, foi possível perceber que as técnicas MPPT são mutáveis e adaptáveis ao sistema, tendo uma rastreabilidade mais eficiente, e uma redução considerável de perdas de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

BRITO, M. A. G., L. GALOTTO Jr., L. P. SAMPAIO, G. A. MELO, e C. A. CANESIN. "Evaluation of the Main MPPT Techniques for Photovoltaic Applications." IEEE Transactions On Industrial Electronics 60, n. 3 (Março 2013): 1156-1167.

COELHO, R. F., F. M. CONGER, e D. C. MARTINS. "A MPPT Approach Based on Temperature Measurements Applied in PV Systems." 9th IEEE/IAS International Conference on Industry Applications - INDUSCON 2010, Novembro de 2010: 1-6.

ÇELİK, O. TEKE, A., "A Hybrid MPPT method for grid connected photovoltaic systems under rapidly changing atmospheric conditions", 0378-7796/ 2017. Elsevier.

JANA, J.; SAHA, H.; DAS BHATTACHARYA, K. A review of inverter topologies for single-phase grid-connected photovoltaic systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 72, n. October 2016, p. 1256–1270, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.049>>.

R.K.NEMA,P.BHATNAGAR,"Maximum power point tracking control techniques: state-of-the-art in photovoltaic applications", Renew. Sustain. Energy Rev. 23(2013) 224–241.

K.H. HUSSEIN, I. MUTA, T. HOSHINO, M. OSAKADA, "Maximum photovoltaic power tracking: an algorithm for rapidly changing atmospheric conditions", IEEE Proc. Gener. Transm. Distrib. 142 (1995) 59–64.

RAMBO, C.E. B., "Estudo e desenvolvimento de um método de mppt para sistemas pv, baseado na técnica p&o aplicado a um microinversor do tipo flyback." 2015. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre.

RAMBO, C. E. B., F. B DOS REIS, G. R. PEDROLLO, e F. S. DOS REIS. "Improving performance of the P&O MPPT using derivative of photovoltaic panel voltage." Industrial Electronics Society, IECON 2014 - 40th Annual Conference of the IEEE, Novembro de 2014: 5546-5551.

RÜTHER, R. Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. [s.l: s.n.]

UMA VISÃO INTERDISCIPLINAR DOS EFEITOS DO MANEJO DO SOLO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Data de aceite: 02/05/2022

Mauricio Willians de Lima

Yasmin di Paula Teixeira Oliveira

Jaqueline Silva de Oliveira

Deimid Rodrigues da Silva

Maria Carolina Sarto Fernandes Rodrigues

João Elias Lopes Fernandes Rodrigues

Maria de Lourdes Souza Santos

Flávia Kelly Siqueira de Souza

Antonio Rodrigues Fernandes

RESUMO: As modificações naturais e artificiais na cobertura vegetal por ações de uso e manejo dos solos em bacias hidrográficas produzem efeitos diretos no comportamento hidrológico e na disponibilidade dos recursos hídricos. Este trabalho objetivou realizar um levantamento das principais formas de manejo do solo ocorridas em bacias hidrográficas e os efeitos produzidos nessas unidades. A literatura apresenta artigos que demonstram que a alteração da cobertura vegetal é um dos principais impactos ocorridos nas bacias hidrográficas, por meio da substituição de vegetações nativas por culturas agrícolas, pecuária, geração energética, urbanização e construções de estradas, produzindo consequências que resultam no aumento da temperatura do solo, erosão, perda de fertilidade

de solos, modificações do balanço hídrico de bacias, inundações e principalmente, poluição da água. Contudo, apesar do reconhecimento de diversos aspectos envolvidos no manejo de bacias hidrográficas, fatores associadas às práticas adequadas de uso ainda são grande problema para manutenção da preservação e qualidade do solo e da água dessas unidades. Portanto, identificar as formas de uso e os usuários envolvidos ao longo das bacias se torna indispensável para preservação desse recurso e, consequentemente, mitigando implicações ambientais, econômicas, sociais e de saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: Impactos aquático, uso do solo, qualidade da água.

AN INTERDISCIPLINARY VIEW OF THE EFFECTS OF SOIL MANAGEMENT IN WATERSHEDS

ABSTRACT: Natural and artificial modifications in the vegetation cover by actions of use and management of soils in hydrographic basins produce direct effects on the hydrological behavior and availability of water resources. This work aimed to carry out a survey of the main forms of soil management occurring in hydrographic basins and the effects produced in these units. The literature presents articles that demonstrate that the change in vegetation cover is one of the main impacts occurring in watersheds, through the replacement of native vegetation by agricultural crops, livestock, energy generation, urbanization and road construction, producing consequences that result in an increase soil

temperature, erosion, loss of soil fertility, changes in the water balance of watersheds, floods and, above all, water pollution. However, despite the recognition of several aspects involved in the management of hydrographic basins, factors associated with proper use practices are still a major problem for maintaining the preservation and quality of soil and water in these units. Therefore, identifying the forms of use and the users involved along the basins becomes essential for the preservation of this resource and, consequently, mitigating environmental, economic, social and public health implications.

KEYWORDS: Aquatic impacts, land use, water quality.

1 | INTRODUÇÃO

Os processos hidrológicos correspondem a todas as formas de circulação da água no ambiente, tais como precipitação, interceptação, evaporação, transpiração, infiltração e escoamento superficial.

Nos continentes a água que é precipitada pode seguir vários caminhos: uma parte pode ser devolvida diretamente à atmosfera por evaporação; outra parte pode originar o escoamento sobre a superfície do terreno. O restante da água infiltra no solo e a água que se movimenta no perfil do solo chegando aos aquíferos, constituindo o escoamento subterrâneo. Pode haver ainda a acumulação de água nas camadas superiores do solo e voltar à atmosfera através do processo denominado evaporação (Tucci; Mendes 2006).

Por outro lado, as alterações geradas pelas atividades humanas sobre a cobertura do solo podem alterar consideravelmente a dinâmica do ciclo da água. (Kuchment, 2008). Compreender as interações e efeitos dos diferentes manejos sobre o ciclo hidrológico é de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável dos recursos da água em uma bacia hidrográfica.

As respostas hidrológicas às mudanças ambientais vêm sendo amplamente estudada no meio científico que utilizam métodos quali-quantitativos para avaliar seus efeitos nas propriedades das bacias hidrográficas (Sun et al., 2014). Na bacia do Mar de Aral, na Ásia Central, foi verificado que a irrigação intensiva resultou em uma cessação da água perto entrada dos rios Syr Daria e Amu Darya. Na bacia do Mediterrâneo e do Sahel, a remoção sucessiva de vegetação por desmatamento da floresta e sobre-exploração aumentaram os riscos de secas e inversamente, o aumento da frequência de inundações na bacia do Ganges (Kuchment, 2008).

No Brasil, em uma bacia com floresta Ombrófila Densa do sudeste de Santa Catarina mostraram que a exposição do solo favoreceu ao aumento da vazão média diária anual e o escoamento superficial (Blainski et al., 2011).

É evidente que existe uma estreita relação entre a modificação da cobertura vegetal e os impactos gerados sobre os recursos hídricos, seja ele em micro, meso ou grande escala. A diversidade de usos do solo de uma bacia hidrográfica refletirá em um determinado ponto da bacia ou poderá atingir bacias de outros estados, gerando além de

problemas ambientais, sociais, econômicos e de saúde pública.

O presente trabalho de revisão objetiva realizar um levantamento das principais formas de modificação do solo de bacias hidrográficas, seus efeitos gerados pelo uso e as práticas de caráter conservacionistas como atenuadoras desses impactos.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Aspectos Hidrológicos

A interceptação é um processo hidrológico pelo qual a água da chuva é temporariamente retida pelas copas das árvores, sendo subsequentemente redistribuída em: I) água que respinga ao solo; II) água que escoar pelo tronco; III) água que volta à atmosfera por evaporação.

Na Reserva Duke em Manaus 8,9% da precipitação é interceptada pela vegetação, enquanto que na Reserva Jarú a interceptação é de 12,4% e na Reserva da Vale do Rio Doce 13%, sendo 65% no período seco e 1% no período úmido. Esses valores podem variar muito de acordo com a magnitude da precipitação, pois existe uma capacidade máxima da vegetação. Os valores indicados geralmente se referem ao total anual (Tucci; Mendes, 2006).

Infiltração é a passagem de água da superfície para o interior do solo. Portanto, é um processo que depende fundamentalmente da água disponível para infiltrar, da natureza do solo, do estado da sua superfície e da quantidade de água e ar, inicialmente presentes no seu interior (Lima, 2008).

Uma parte da água infiltrada no solo atravessa a região das raízes e alcança maior profundidade, até encontrar camadas impermeáveis, saturando os poros do solo e dando origem ao lençol freático. Um lento movimento de água tem início por meio dos poros do solo até o surgimento na superfície, dando origem às nascentes, que podem dar origem a cursos de pouco volume, mas podem ser tornar fluxos de água bem perceptíveis.

No afloramento da água do lençol freático à superfície, é fundamental que haja infiltração, percolação e abastecimento do lençol freático pela água proveniente da precipitação. A água que percola até o aquífero é armazenada e transportada até os rios, criando condições para manter os rios perenes nos períodos de longa estiagem. Em bacias onde a capacidade da água subterrânea é pequena, com grandes afloramentos de rochas e alta evaporação, os rios não são perenes. O escoamento superficial converge para os rios que formam a drenagem principal das bacias hidrográficas. O escoamento em rios depende de várias características físicas tais como a declividade, rugosidade, seção de escoamento do rio e obstruções ao fluxo (Tucci; Mendes, 2006). Tais características são fundamentais para morfometria das bacias hidrográficas.

2.2 Bacias Hidrográficas

Os processos hidrológicos na bacia hidrográfica possuem duas direções predominantes de fluxo na bacia: vertical e o longitudinal. O vertical é representado pelos processos de precipitação, evapotranspiração, umidade e fluxo no solo, enquanto que o longitudinal pelo escoamento na direção dos gradientes da superfície (escoamento superficial e rios) e do subsolo (escoamento subterrâneo) (Tucci; Mendes, 2006).

A bacia hidrográfica (BH), pode ser definida como produto dos fluxos das redes de drenagem e conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para a formação de nascentes e do lençol freático (Barrella 2001).

De acordo com estes autores, os termos sub-bacia e microbacia hidrográfica também estão incorporados na literatura técnico-científica, todavia, não apresentam a mesma convergência conceitual apresentada para bacia hidrográfica. Lima (2008) explica que as sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. A microbacia possui toda sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia.

Para cada seção de um rio existirá uma bacia hidrográfica. As características principais da BH são a área de drenagem, o comprimento do rio principal, declividade do rio e a declividade da bacia. Em geral rios possuem um trecho superior, onde a declividade não é muito grande, seguido e por um trecho médio de grande declividade e no seu trecho inferior a declividade é pequena (Tucci; Mendes, 2006).

De acordo com o fluxo de água, são classificados em perene (fluxo contínuo), temporário (apenas fluindo na estação chuvosa), e efêmero (que aparece durante chuva, permanecendo por alguns dias ou horas) (Belluta et al., 2009). Quanto ao número de drenagens da BH, classificam-se como de primeira ordem (canais sem tributários), segunda ordem (se originam da confluência de dois canais de primeira ordem), terceira ordem (originam-se da confluência de dois canais de segunda ordem) e assim sucessivamente (Silveira, 2001).

A delimitação de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais. A caracterização morfométrica tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional. A combinação dos diversos dados morfométricos permite a diferenciação de áreas homogêneas. Estes parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais (Antonelli; Thomaz, 2007).

As BHs oferecem praticidade e simplicidade para a aplicação de balanço hidrológico e seu estudo deve enfatizar de forma integrada os recursos hídricos de superfície e

subterrâneos, objetivando uma avaliação global da potencialidade e disponibilidade de água (Duarte, 1998). A variabilidade no uso e o caráter integrador de uma bacia hidrográfica as tornam excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois, é possível acompanhar as mudanças produzidas pelo homem e os respectivos reflexos na natureza.

2.3 Caracterização Física de Bacias Hidrográficas

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características morfológicas, ou seja, área, forma, topografia, geologia, solo, cobertura vegetal etc. A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos (Lima, 2008). Segundo o mesmo, os padrões de drenagem podem ser observados pelo exame de mapas topográficos de diferentes províncias geológicas, podendo ser classificado com base em critérios geométricos, englobando-se os seguintes tipos mencionados na tabela 1.

Geometria	Característica
Dendrítica	Lembra a configuração de uma árvore. É típica de regiões onde predomina rocha de resistência uniforme;
Treliça	Composta por rios principais consequentes correndo paralelamente, recebendo afluentes subsequentes que fluem em direção transversal aos primeiros. O controle estrutural é muito acentuado, devido à desigual resistência das rochas. A extensão e a profundidade dos leitos serão maiores sobre rochas menos resistentes, dando formação a vales ladeados por paredes de rochas mais resistentes.
Retangular	Variação do padrão treliça, caracterizado pelo aspecto ortogonal devido às bruscas alterações retangulares nos cursos fluviais. Deve-se à ocorrência de falhas e de juntas na estrutura rochosa.
Paralela	Também chamada “cauda equina”, ocorre em regiões de vertentes com acentuada declividade, ou onde existam controles estruturais que favoreçam a formação de correntes fluviais paralelas.
Anelar:	Típica de áreas dômicas; a drenagem acomoda-se aos afloramentos das rochas menos resistentes.
Radial	Pode desenvolver-se sobre vários tipos e estruturas rochosas, como por exemplo, em áreas vulcânicas e dômicas;

Tabela 1 – Classificação física de BHs com base em critérios geométricos.

2.4 Manejo da Bacia Hidrográfica

As bacias hidrográficas constituem unidades naturais para a análise de ecossistemas. Elas apresentam características próprias, as quais permitem utilizá-las para testar os efeitos do uso da terra nos ecossistemas.

O manejo da BH consiste no planejamento do uso da terra, aplicação de diagnósticos físico-conservacionistas, socioeconômico, ambiental, hídrico, edáfico, botânico e faunístico, a fim de identificar todos os usos e usuários de uma bacia e propor soluções compatíveis com cada situação.

De forma prática, é a relação sistema de manejo adotado (rotação de culturas, preparo do solo) visando o aumento da produtividade agrícola, em conjunto com práticas utilizadas para a conservação do solo, da água e da vegetação (terraços, cobertura morta) diminuindo a degradação ambiental causada pela atividade antrópica e garantindo os níveis de produção agrícola (Primavesi, 1979).

De acordo com Lima (2008), são ferramentas empregadas no manejo de bacias hidrográficas: sistemas agroflorestais, planejamento do sistema viário, diversidade de paisagem ao longo da área, proteção da mata ciliar, sistemas adequados de colheita da madeira etc.

O planejamento e a gestão dos recursos hídricos têm como principais preocupações minimizar os impactos do uso do solo e eliminar, por meio da reflexão sobre a importância da proteção dos recursos hídricos e realização de atividades educativas e conscientizadoras, o descaso presenciado a cada dia com a água, devido ao uso inadequado desse recurso pelo homem. A ausência de planejamento na utilização dos recursos naturais faz com que o uso de técnicas inadequadas acabe gerando um ciclo de consequências negativas. Entre elas estão a má conservação do solo e da água, a erosão, a baixa produtividade e as perdas econômicas e ambientais (Carvalho et al., 2012).

Um grande avanço para o gerenciamento de recursos hídricos foi a Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou, no Brasil, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tendo como preceitos básicos: a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, a consideração dos múltiplos usos da água, o reconhecimento da água como um bem finito, vulnerável e dotado de valor econômico e a necessidade da consideração da gestão descentralizada e participativa desse recurso (Brasil, 1997).

Estudos sobre o uso da terra em bacias hidrográficas têm se intensificado e demonstrado sua importância nos últimos anos, dentre eles pode-se destacar Casarin et al. (2008), que diagnosticaram a qualidade da água decorrente do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Alto Rio Paraguai - MT; Rodrigues et al. (2009) analisaram o uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica Córrego da Fazenda Glória, Taquaritinga - SP; Mesquita et al. (2010) estudaram a vulnerabilidade natural à perda de solos da bacia hidrográfica do rio Sagrado, através da análise integrada das características do meio físico; Vanzela et al. (2010) verificaram a influência do uso e ocupação dos solos sobre os recursos hídricos do córrego Três Barras, município de Marinópolis - SP; Melo e Lima (2011) diagnosticaram a microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro.

2.5 Mudanças na Cobertura do Solo

O intenso desenvolvimento socioeconômico e tecnológico, tanto na cidade, como no campo, produzem simultaneamente alterações do uso e ocupação dos solos, inclusive em países que se encontram em desenvolvimento, este impacto é ainda maior, devido à falta

de planejamento e gestão adequada do território.

O uso e a cobertura do solo têm um papel fundamental no delineamento do ambiente em escalas global, regional e local. Mudanças no uso e cobertura do solo influenciam a diversidade biológica (Sala et al., 2000), o clima (Gash et al., 1996) e os ciclos biogeoquímicos e da água (Meixner; Eugster, 1999). A retirada da floresta nativa pode resultar em aumentos da temperatura do solo, da erosão, e em modificações do balanço hídrico e na disponibilidade de nutrientes. Consequentemente, o transporte de sedimentos, material orgânico e nutrientes associados para os rios é também alterado (Sharpley; Halvorson, 1994). Compreender as interações de caráter físico, químico e biológico entre as florestas nativas e as áreas agrícolas são cruciais para identificar os fatores que podem limitar o desenvolvimento de usos do solo e suas consequências na água.

O impacto dessas alterações tem sido discutido muito mais dentro de uma avaliação qualitativa do que quantitativa, já que o número de combinações entre as diferentes condições de clima, cobertura, solo, geologia e outros fatores são numerosas para permitir uma real estimativa dos impactos (Tucci; Mendes, 2006). Na tabela 2 são apresentadas as principais classificações sobre a mudança e uso do solo da bacia citadas por este autor.

Classificação	Tipo	Principais impactos sobre o escoamento
Mudança de superfície	Desmatamento	Aumento da vazão
	Reflorestamento	Redução do escoamento e capacidade de erosão
O uso de superfície	Urbanização	Redução da infiltração do solo, aumento escoamento superficial, redução do escoamento subterrâneo redução da evapotranspiração, produção de sedimentos e deterioração da qualidade da água
	Reflorestamento para exploração sistemática	redução do escoamento médio, impacto da construção de estradas e susceptibilidade erosiva pela superfície desprotegida após a retirada da vegetação
	Culturas agrícolas de subsistências e permanentes	Intensidade pequena ou intermediária
	Culturas anuais	Intensidade alta, plantio sem nenhum cuidado, susceptibilidade a erosão e escoamento
Método de alteração	Manual	Menor impacto, contudo, dispendioso
	Equipamentos	Compactação do solo e redução da infiltração

Tabela 2 – Classificação sobre a mudança e uso do solo.

As escalas de impacto da combinação de cobertura do solo natural e mudanças induzidas pelo homem são pouco conhecidas, e são fortemente dependentes do contexto climático. E ainda, a suposição de que as relações observadas em escalas locais são mantidas maiores tem frequentemente levado a conclusões inadequadas (Blosch et al., 2007).

Em uma bacia hidrográfica no estado de São Paulo, foi constatado que a ausência de floresta e o uso inadequado do solo são responsáveis pela perda de fertilidade do solo, aumento da ocorrência de enxurradas e inundações, deslizamento de encostas, redução das áreas úteis para agricultura e pecuária, assoreamento das nascentes e leitos dos rios (Casagrande, 2005).

Tendo em vista as variadas formas de alteração da cobertura vegetal, de acordo com as mudanças sobre o uso e manejo do solo da bacia podem ser classificados quanto ao tipo de mudança, ao tipo uso da superfície e a forma de desmatamento, sendo que, para cada tipo de uso e manejo existirá um efeito característico na bacia hidrográfica e seus reflexos poderão atingir grandes escalas, inclusive, econômicas, sociais e de saúde pública (Tucci; Mendes, 2006).

2.6 Efeitos do Desmatamento nas BHS

A cobertura do solo preserva a estrutura da sua superfície por meio da interceptação da área foliar e da absorção do impacto direto das gotas de chuva. A cobertura vegetal reduz gradativamente a velocidade do escoamento superficial, e mantém elevadas as taxas de infiltração da água no solo.

As consequências das mudanças no uso/cobertura do solo sobre o ciclo hidrológico são frequentemente citados no meio científico. O efeito direto do desflorestamento, uma destas consequências, em variáveis hidroclimáticas como a temperatura, evapotranspiração, transporte de calor, umidade e a vazão dentro de uma bacia hidrográfica Na tabela 3 serão apresentados os índices de desmatamento na Amazônia Brasileira.

Estado	Desmatamento Acumulado 1988-2011 (km²)	Média Anual (Km² Ano-¹)
Mato Grosso	135.345	5.639
Pará	132.007	5.500
Rondônia	53.066	2.211
Maranhão	23.266	969
Amapá	20.045	835
Acre	12.219	509
Tocantins	8.331	347
Roraima	6.509	271
Amazonas	1.412	74
Amazônia Legal	392.200	16.773

Tabela 3- Área desmatada em km² no período de 1988 e 2011 nos municípios que compõe a Amazônia Legal Brasileira.

Fonte: IMPE (2012).

O processo de desflorestamento ocorre com maior intensidade na vizinhança de regiões abertas, levando a redução gradativa e até mesmo ao esgotamento das reservas legais. Neste contexto, um dos efeitos mais preocupante do desmatamento é o aumento na distância dos fragmentos florestais, que impedem o deslocamento da fauna entre as áreas, comprometendo toda a biodiversidade da região (Ferraz et al., 2005).

Também vale mencionar que a procura e substituição de áreas florestais para criação de gado e desenvolvimento da agricultura, vem provocando intensos desmatamentos e queimadas, causando graves danos ambientais por todo o Brasil. Ferraz et al. (2005) elucida que na Amazônia Legal, as mudanças na paisagem, ocupação e o uso da terra, evidenciam que a supressão da vegetação nativa geralmente ocorre em função da incorporação de grandes áreas no processo produtivo, como a agricultura e pecuária.

Os impactos decorrentes dessas mudanças nos processos podem ser facilmente identificados através: da alteração na qualidade da água, evidenciada no aumento da turbidez, da eutrofização e do assoreamento dos corpos d'água; na alteração do deflúvio, com enchentes nos períodos de chuva e redução na vazão de base quando das estiagens; nas mudanças micro e mesoclimáticas, esta última quando em grandes extensões de florestas; na mudança na qualidade do ar, em função da redução da fotossíntese e do aumento da erosão eólica; na redução da biodiversidade, em decorrência da supressão da flora e fauna local; e na poluição hídrica, em função da substituição da floresta por atividades agropastoris, urbanas e industriais (Braga, 2005).

Estudos realizados em bacias hidrográficas dos Estados Unidos demonstram claramente que a perda de fósforo pela enxurrada aumenta, à medida que as florestas diminuem e as áreas com agricultura aumentam (Sharpley; Halvorson, 1994).

2.7 Efeitos dos Sistema Agrícolas nas BHs

A degradação das áreas ambientais quase sempre começa com o desmatamento e com a substituição da vegetação nativa por outra cultivada e de porte e/ou ciclo de vida diferentes (Sampaio, 2005). O cultivo intensivo, uso de equipamento pesados e irrigação são exemplos formas de usos com consequências direta nos recursos hídricos.

Os resíduos de plantas e os dejetos de animais, algumas vezes com bactérias patológicas, são produtos das atividades da agricultura que são conduzidos pelas enxurradas e sedimentos para os córregos, poluindo suas águas (Bertoni; Lombardi-Neto, 1990). Existem várias fontes de contaminantes na escala de uma bacia hidrográfica como lavouras, pastagens, rede fluvial e estradas e urbanização. Cada uma tem características diferentes na magnitude de contribuição e potencial de poluição.

Tanto em nível mundial como no Brasil, o grande consumidor de água é a agricultura (próximo de 70%) (Tucci; Mendes 2006). O uso da água nas atividades agrícolas concentra-se principalmente na irrigação, que além de exigir grandes volumes de água é um uso do tipo consuntivo. Um hectare de irrigação de arroz por inundação pode consumir o

equivalente ao abastecimento de 800 pessoas na cidade (Tucci; Mendes, 2006).

Para maximização da produção agrícola são utilizadas quantidade cada vez maiores de fertilizantes químicos, que fornecem grande quantidade de nitrogênio orgânico e inorgânico para o meio ambiente, principalmente para água. O uso excessivo de nitrogênio, além da capacidade de fixação pelas plantas, parece ser a principal fonte de nitrato tanto para a água superficial quanto para a água subterrânea em áreas agrícolas, principalmente nos locais onde a aplicação de fertilizantes com nitrogênio ou esterco ocorre antes de picos de chuva (Kirchmann, 1994).

Mcdowell e Sharpley (2001) desenvolveram estudos em solos do Reino Unido e dos Estados Unidos, comparando a produção de fósforo pela enxurrada de superfície e a drenagem subsuperficial e constataram que solos com concentrações de fósforo similares as recomendadas para o ótimo de crescimento das culturas, podem produzir teores de fósforo dissolvido, favorecendo a eutrofização dos corpos de água.

Na tabela 4 são apresentados alguns valores comparativos de cargas difusas na agricultura encontrados por Novotny (2003). Uma parte destas cargas é absorvida pelo solo e culturas e outra parte escoar para jusante. Com a maciça aplicação de fertilizantes, em alguns anos o solo fica saturado e a carga maior escoar para jusante com as chuvas (Tucci; Mendes, 2006).

Fonte	Nitrogênio Total kg/(ha.ano)	Fósforo Total kg/(ha. ano)
Precipitação	5 a 2	0,05 a 0,1
Floresta	2	0,04
Campos	1,5 a 8,4	0,9 a 3,2
Agricultura	2,7 a 5	0,06 a 0,3
Retorno de Irrigação	5 a 30	1 a 4

Tabela 4- Cargas difusas de fósforo e nitrogênio na agricultura.

Fonte: Adaptado de Novotny (2003).

A degradação das terras agrícolas é um fenômeno mundial que leva a perda de nutrientes superficiais do solo, diminuindo a disponibilidade de água para planta, em contrapartida, carregando grande parcela desses nutrientes perdidos para os recursos hídricos.

2.8 Poluição água por substâncias tóxicas na agricultura

O Brasil não é um dos grande consumidores de agrotóxicos do mundo, sendo que, o uso destes produtos está concentrado em áreas onde a agricultura é mais moderna e intensiva. Dos 269 pesticidas utilizados no Brasil, 61 são potencialmente lixiviantes, são indefinidos, ou seja, dependendo das características do solo podem ser lixiviados ou ficar

retidos (Manzatto, Freitas-Junior e Peres 2002).

Quando uma molécula de determinado pesticida é aplicada no ambiente, na maioria dos casos, ela atinge o solo e pode a partir daí ser retida pelos colóides do solo ou permanecer na solução do solo, podendo ser transformada química ou biologicamente, absorvida pelas raízes ou folhas de plantas, lixiviada ou volatilizada (Santos, 2007).

Em lavoura de arroz irrigado, é utilizada uma grande quantidade de agroquímicos que, dependendo da sua persistência a campo e toxicidade, podem contaminar corpos d'água e afetar organismos vivos.

Em Santa Catarina (SC), lavouras cultivadas com arroz irrigado são apontadas como grandes contaminantes ambientais, liberando no ambiente agroquímicos que podem chegar aos mananciais hídricos (Machado, 2003). Os herbicidas persistentes e com grande mobilidade têm sido detectados em águas de superfície e subterrâneas, representando riscos para o ambiente, e prejudicando a qualidade da água (Huber et al. 2000).

No caso de ecossistemas ripários a contaminação da água por pesticidas pode ocorrer diretamente pela deriva das pulverizações aéreas, pela lixiviação através da água no solo, pelo descarte e lavagem de tanques e embalagens e através da erosão dos solos, que pode provocar o escoamento superficial dos pesticidas (Filizola et al., 2003).

A contaminação por pesticidas ocorrem por meio da água proveniente da chuva ou irrigação, que geralmente são carregados para outros ambientes, sendo que, seu transporte pode ocorrer principalmente por meio da suspensão e sorção de partículas do solo.

As concentrações mais altas dos herbicidas na água ocorreram nos primeiros dias após a aplicação decrescendo com o tempo de amostragem, com variação entre os herbicidas. Os herbicidas Clomazone e Quinclorac são mais persistentes na água, sendo detectados até 31 dias após a aplicação (Reimche et al., 2008).

A contaminação do solo por metais pesados, poluentes orgânicos e inorgânicos, podem ocorrer por diversas fontes, pontuais ou difusas. No caso de áreas agrícolas, as fontes de metais pesados no solo podem ser provenientes das variações geoquímicas locais ou das atividades antropogênicas. Quando eles ocorrem no sistema em altas quantidades podem se tornar tóxicos as plantas, animais e ao homem, os metais mais problemáticos do ponto de vista de poluição ambiental são o Pb, Zn, Cu e Ni, porem existem evidências de toxidez no sistema solo planta de outros metais como o Mn, Hg e Cr. (Ross, 1994).

O uso intensivo de fertilizantes, corretivos e resíduos orgânicos contaminados, como lodos de esgoto, são os principais contribuintes na introdução de metais nas áreas agrícolas (Kabata-Pendias; Adriano, 1995), por serem os mais usados, os fertilizantes fosfatados constitui uma importante fonte muitos metas nas áreas agrícolas.

Uma vez no solo os metais são fixados por substâncias orgânicas, minerais de argila e hidróxidos de Fe e Al, formando diferentes espécies no solo, sendo fortemente retidos na camada arável, podendo ser transportados junto aos sedimentos para as águas superficiais (Kabata-pendias; Adriano, 1995).

2.9 Efeitos da Pecuária nas BHs

A substituição desordenada de paisagens naturais por áreas agrícolas tem contribuído para a degradação dos recursos naturais, entre eles os recursos hídricos (Blainski et al., 2011). Os efeitos do desmatamento traduzem-se em redução da evapotranspiração e da infiltração da água no solo, intensificando assim as enxurradas e perdas do solo, o que acarreta em aumento da vazão dos rios e sedimentação anual (Braga, 2005).

No caso da pecuária, a introdução de gado nos lotes aumenta a compactação, densidade e reduz a porosidade da superfície, reduzindo a capacidade de infiltração e aumentando os volumes de escoamento superficial (Elsenbeer, Lack e Cassel 1995). O pisoteio dos animais e a utilização de maquinários são considerados principais responsáveis pela compactação nas áreas habitadas pelos animais.

Collishoonn (2001) apresentou resultados da avaliação do uso do solo para a bacia do rio Taquari, afluente do Jacuí, no Rio Grande do Sul, em que o cenário atual apresentou 9% de aumento de escoamento em função do uso do solo. Transformando a cobertura de floresta em pasto houve um aumento no escoamento para 13,2%.

O aumento dos volumes de escoamento superficial causado pela compactação do solo, juntamente com o “agitamento” do solo superficial oriundo do pisoteio do gado, pode resultar no aumento de sedimentos e nutrientes nos cursos d’água (Biggs et al., 2006). Dentre os nutrientes encontrados no escoamento superficial podemos citar o K, N e P, enquanto que elementos como Na e Si podem ser encontrados no escoamento subsuperficial (Elsenbeer, Lack e Cassel 1995). A presença de Nitrogênio na água indica decomposição de matéria orgânica, contaminação fecal ou nitratos.

Bonnet (2007), em seus estudos de relação entre uso do solo e qualidade da água no estado de Goiás, concluiu que os parâmetros pH, cor aparente e turbidez e seu forte caráter sazonal são afins ao aporte de matéria orgânica e ferro, adsorvidos a sedimentos carregados por escoamento superficial e tem íntima relação com o uso agropecuário da terra.

Através das análises espaço-temporal da bacia Hidrográfica do Rio do Bugres, Pessoa et al. (2013) constatou que a expansão da cultura cana-de-açúcar e juntamente com a pecuária, no ano de 2001, teve como produto a degradação das áreas de APP’s e aumento da poluição e contaminação dos cursos de água no rio do Bugres.

2.10 Efeitos da Urbanização BHs

O acelerado processo de crescimento e desenvolvimento da sociedade tem contribuído com uma intensa degradação do ambiente, em especial dos recursos hídricos. O aumento de superfícies impermeáveis, devido às construções civis e vias asfaltadas; e mudanças do uso do solo, nas quais florestas são transformadas em áreas de pastagem e plantios agrícolas, acarretam em um desequilíbrio do ciclo hidrológico (Carvalho et al.,

2012).

A urbanização pode trazer efeitos relevantes aos aspectos qualitativos das águas escoadas, levando à poluição dos meios receptores. O processo de contaminação das águas pluviais inicia-se com o arraste de poluentes atmosféricos pela chuva e, posteriormente, o escoamento superficial se responsabiliza pelo carreamento dos poluentes dispostos sobre a superfície da área urbana, com o seu lançamento final em algum corpo de água receptor (Castro, Baptista e Barraud 2009).

O planejamento inadequado da urbanização produz alterações significativas em ambientes naturais tais como desmatamento, impermeabilização do solo, movimentos de terra, alteração da topografia, aterramentos de áreas baixas ou alagadas e veiculação de poluentes e doenças.

Segundo Castro, Baptista e Barraud (2009), no que se referem às alterações na qualidade, as principais fontes de poluição em meio urbano são, além do esgotamento sanitário, a circulação de veículos, as indústrias, os dejetos de animais, os resíduos sólidos, os canteiros de obras, a erosão dos solos, a vegetação e a poluição atmosférica.

Andrade e Felchak (2009) constataram em estudo na área urbana da bacia do rio das Antas, no Paraná, que a intervenção inapropriada, desorganizada e sem critérios de planejamento adequados, intensifica a deteriorização da qualidade da água e o desaparecimento quase total do ecossistema ripário, resultando em erosão das margens dos rios, assoreamento e poluição das águas.

Com a urbanização, a cobertura da bacia é em grande parte impermeabilizada com edificações e pavimentos e são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando impactos no meio hídrico, conforme apresentados na tabela 5.

Tipo de impacto	Consequência
Infiltração no solo	-O volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. -Com a redução da infiltração, o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação -Devido à substituição da cobertura natural ocorre uma redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal
Escoamento	-Aumento das vazões médias de cheia devido ao aumento da capacidade de escoamento por meio de condutos e canais e impermeabilização das superfícies -Pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento -Redução de seção do escoamento aterros -Deposição e obstrução de rios, canais e condutos de lixo e sedimentos
Aumento de Sedimentos e Material Sólido	:-Durante o desenvolvimento urbano, o aumento dos sedimentos produzidos pela bacia hidrográfica é significativo, devido: -As construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos construção de ruas, avenidas e rodovias entre outras causas.

Qualidade da Água Pluvial	-Água pluvial é resultado da lavagem das superfícies urbanas. -A quantidade de material suspenso na drenagem pluvial é elevada -Os esgotos são transportados pela rede pluvial até os rios -A água transportada para os rios não é tratada - Poluição dos rios
Contaminação de aquíferos:	-Aterros sanitários contaminam as águas subterrâneas pelo processo natural de precipitação e infiltração. -Grande parte das cidades brasileiras utiliza fossas sépticas como destino final do esgoto. As fossas tendem a contaminar a parte superior do aquífero. -A rede de condutos de pluviais pode contaminar o solo por perdas de volume no seu transporte e até por entupimento de trechos da rede que pressionam a água contaminada para fora do sistema de condutos.

Tabela 5 – Impactos associados a urbanização.

Fonte: Adaptado de Tucci e Mendes (2006).

2.11 Efeitos da Abertura de Estradas Nas BHs

Em muitos países, dentre os quais o Brasil, grande extensão de rede viária é composta por estradas não-pavimentadas, que representam o principal meio de escoamento da produção agropecuária e proporcionam aos moradores do campo acesso aos serviços de educação, saúde e lazer disponíveis na cidade (Oda et al., 2001).

A construção de estradas constitui em uma etapa de grande risco para a atividade florestal, pois promove a retirada da cobertura vegetal, a movimentação do solo e a compactação de seu leito causando sérios danos na estrutura dos solos e no comportamento hidrológico dos mesmos, tornando tais vias muito mais vulneráveis à erosão hídrica. Essa erosão tende a ser incrementada com o aumento da declividade e do comprimento de rampa, fatores que aceleram a velocidade da enxurrada (Dadalto et al., 1990).

Bertoni e Lombardi Neto (1990), sugerem que o aumento da turbidez da água nos rios representa um indicativo de erosão laminar, apontando ainda que sedimentos oriundos de estradas vicinais representam as maiores contribuições na avaliação dos processos erosivos, prejudicando a qualidade da água devido à excessiva sedimentação.

Na Carolina do Norte, Estados Unidos, Grace et al. (1998) observaram que mais de 90% dos sedimentos produzidos em áreas florestais advem das estradas, sendo a drenagem inadequada o principal fator responsável por isto.

A prevenção e diminuição dos impactos erosivos nas estradas pode ser obtida pela adoção de medidas que evitem que a água proveniente do escoamento superficial originadas das chuvas, acumule-se na estrada e passe a utilizá-la para o seu escoamento para áreas controladas. A água escoada pela estrada deve ser coletada nas suas laterais e encaminhada, de modo controlado, para os escoadouros naturais, artificiais, bacias de acumulação ou outro sistema de retenção localizado no terreno marginal.

2.12 Efeitos da Geração Energética Nas BHs

O Brasil tem desenvolvido uma grande capacidade de utilização dos recursos

hídricos superficiais, mas isto tem sido feito sem qualquer análise da sustentabilidade. Prevaecem os interesses econômicos e sociais, e até mesmo ecológicos, mas com carência de estudos hidrológicos (Naime, 2012).

As grandes bacias hidrográficas brasileiras tem sido objeto da implantação de reservatórios em cascata que acabam produzindo efeitos e por consequência impactos ambientais crescentes e cumulativos, que transformam inteiramente as condições biogeofísicas, econômicas e sociais de toda bacia hidrográfica. A tabela 6 apresenta as principais consequências com a construção de reservatórios para geração energética.

Principais modificações no meio físico	Os impactos ambientais
Alterações nos regimes de recarga dos aquíferos subterrâneos em rochas que passam a sofrer maior infiltração	Poluição das águas, contaminações e introdução de substâncias tóxicas pela lixiviação de pesticidas, herbicidas e fungicidas nas plantações existentes no interior da bacia hidrográfica
Alterações no regime hidrológico superficial do próprio rio, devido à regulação do fluxo e do nível de água, alterando os regimes de inundação e tempo de permanência das áreas alagadas	Remoção no próprio canal de drenagem principal. Deterioração das margens por assentamentos urbanos ou rurais não planejados Elevação do material em suspensão na água devido à atividades agrícolas
A retenção de fósforo e a exportação de nitrogênio produzindo eutrofização	Eventual remoção e destruição de áreas alagadas e ecossistemas específicos
A retenção física de sedimentos à montante do reservatório acentua a capacidade de gerar fenômenos erosivos pelo fluxo de água à jusante do reservatório	Ocorrência de eutrofização pelos ciclos de Nitrogênio e Fósforo e pela contaminação por lixiviados de fertilizantes
sendo que a retenção de sedimentos também interfere nos ciclos biogeoquímicos e na qualidade da água em geral.	Perda da vegetação característica de áreas de inundação

Tabela 6 – As principais modificações geradas pela construção sequencial de reservatórios nas bacias hidrográficas.

Fonte: Adaptado de Naime (2012).

2.13 Efeitos da Mineração nas Bhs

A atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d’água do entorno. A qualidade das águas dos rios e reservatórios da mesma bacia, a jusante do empreendimento, pode ser prejudicada em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição causada por substâncias lixiviadas e carreadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa, metais pesados. Estes últimos podem também atingir as águas subterrâneas. O regime hidrológico dos cursos d’água e dos aquíferos

pode ser alterado quando se faz uso desses recursos na lavra (desmonte hidráulico) e no beneficiamento, além de causar o rebaixamento do lençol freático (Mechi; Sanches 2010).

A mineração faz uso do mercúrio que é agente contaminador de vários, gerando um depósito junto aos sedimentos. Nos últimos anos existe uma atividade fiscal mais intensa, o que potencialmente reduziu a carga do mercúrio no sistema hídrico, no entanto ainda existem sedimentos no leito do rio, depósitos que se deslocam para jusante. Além disso, as áreas de mineração degradadas geraram dois problemas básicos, um social com a decadência das cidades depois da mineração, que ficaram sem alternativa econômica e estão desaparecendo e outra ambiental que é a degradação das áreas ribeirinhas devido à mudança do curso natural pela exploração dos minérios (Tucci; Mendes, 2006).

2.14 Efeito do manejo do solo em bacias hidrográficas da Amazônia Oriental

Mudanças na cobertura florestal causadas pela substituição da vegetação original, como as observadas ao longo da Amazônia brasileira, onde atualmente ocorre o domínio da pecuária e da agricultura, resultam em inúmeras mudanças importantes nas propriedades físicas e químicas do solo que influenciam no escoamento superficial e no transporte de sedimentos do solo para a água, causando uma série de problemas ambientais, como erosão, assoreamento e eutrofização (NEILL et al., 2006; MAEDA et al., 2008).

No contexto da Amazônia, o crescente processo de ocupação rural e urbana de forma desordenada, tem gerado impactos ambientais de difícil ou nenhuma solução (SANTOS, 2013). Segundo Moreira (2008) a alteração da paisagem e do uso da terra da Amazônia deve-se principalmente à aplicação de técnicas agropecuárias e de mineração, nem sempre adequadas para o ambiente amazônico.

Os impactos ambientais como a escassez dos recursos hídricos, o aumento de desmatamento, os processos erosivos e manejo do solo são assuntos que estão sendo tratados com maior frequência, a fim de se obter soluções ou medidas mitigadoras para esses problemas ambientais (NASCIMENTO; FERNANDES, 2017).

O manejo e uso do solo sejam por atividades antrópicas ou naturais, trazem consequências severas para as Bacias Hidrográficas. A tabela 7 mostra alguns estudos sobre o uso do solo realizados em Bacias hidrográficas na região Amazônica, onde seus autores discutem sobre diferentes usos do solo e suas diferentes consequências trazidas para as Bacias em questão.

Autor	Bacia	Causa	Consequência
Nascimento e Fernandes (2017)	Bacia do Igarapé da prata PA	Práticas agropecuárias	Processos erosivos do solo e consequente poluição das águas
Pereira et al. (2016)	Bacia Hidrográfica do rio Peixe-Boi PA	Pastagens	Degradação da qualidade de água dos rios por produtos químicos e fertilizantes utilizados na pastagem
Santos e Augustin (2019)	Bacia do Igarapé Judia - AC	Produtos agroquímicos	Disponibilização de elementos químicos na água da bacia
Aguiar et al. (2015)	Bacia Flona Tapajós, Curuá-Una e PA-Mojú	Agricultura	Elevadas concentrações de fósforo nos rios
Pessoa et al. (2013)	Bacia Hidrográfica do Rio do Bugres - MT	Expansão da cultura cana-de-açúcar	Aumento da poluição e contaminação dos cursos de água no rio do Bugres
Dias et al. (2021)	Sub-bacia do rio Itacaiunas - PA	Crescimento populacional	Desflorestamento acoplado à mineração, queimadas associadas à Pecuária e a extração madeireira.
Targa et al. (2012)	Bacia Hidrográfica do Igarapé Tucunduba - PA	Aumento da urbanização	Redução da infiltração potencial reduziu drasticamente e com isso o escoamento superficial aumentou
Vendruscolo et al. (2020)	Microbacia do Alto Rio Escondido - RO	Atividades agropecuárias	Escoamento superficial em períodos de chuva, contaminação da água e diminuição do abastecimento do lençol freático
Souza et al. (2012)	Bacia do Rio Apeú PA	Pastagens e solo exposto	Assoreamento do rio
Júnior (2017)	Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiunas - PA	Conversão da floresta em pasto	Aumento do escoamento superficial para a bacia
Gorayeb (2008)	Bacia Hidrográfica Do Rio Caeté PA	Descarte de resíduos sólidos	Contaminação da água subterrânea e superficial por metais pesados, em especial o cádmio, o chumbo e o níquel.
Ferreira; Lima e Corrêa (2017)	Bacia Hidrográfica do rio Moju - PA	Indústrias de dendê	Contaminação de corpos hídricos
MENDES et al. (2021)	Microbacia do rio Pirarara, Cacoal - RO	Desmatamento da mata ciliar	Acúmulo de matéria orgânica
Wenzel (2017)	Bacias do Rio Caiabi, Nandico e Celeste MT	Construção de rodovias, pecuária e cultivo de grãos contribuíram para o desmatamento	Degradação e contaminação dos recursos hídricos

Tabela 7- Estudos que mostram causas e consequências do uso do solo em bacias da região amazônica.

2.15 Adoção Bacia Hidrográfica

A formação da bacia hidrográfica direcionam os cursos d'água sempre das áreas mais baixas, sendo essa a tendência que a água segue numa determinada direção dada pelo relevo e pelo efeito de gravidade. Assim, todos os componentes da bacia de um rio encontram-se interligados e os rios são os veículos dessa integração. Devido a essa interligação natural, as bacias hidrográficas são excelentes unidades de planejamento e gerenciamento.

A bacia hidrográfica é considerada um sistema que possibilita a compreensão da geomorfologia, geologia, hidrologia, clima e vegetação de uma determinada área ou região, permitindo a análise e compreensão do comportamento dos elementos naturais que se inter-relacionam, bem como, a previsão de possíveis impactos que venham a ocorrer no tempo em virtude da variação e multiplicidade de seu uso.

A adoção de uma bacia hidrográfica controlaria o escoamento superficial do solo é o uso de canais divergentes. Esses são estruturas compostas de um canal e de um camalhão de terra na parte inferior construído no sentido transversal ao pendente. Devem possuir um pequeno declive para escoar a água da enxurrada com baixa velocidade até um determinado ponto. Os canais são utilizados para desviar as enxurradas das cabeceiras das voçorocas e das fontes naturais de água, proteger as terras planas das enxurradas vindas das porções mais altas do terreno, entre outras finalidades (Golla, 2006).

2.16 Preservação de Vegetações Nativas e APPs

No que diz respeito à conservação do solo é inegável que a proteção exercida pela cobertura vegetal viva e também pela morta exerce na proteção dos solos de bacias hidrográficas, evitando processos erosivos, favorecendo a infiltração da água, agregação dos solos e outras características essenciais para sua resiliência.

Considerada como uma das práticas vegetativas de mitigação da degradação dos recursos hídricos, a manutenção das zonas ripárias é recomendada ou exigida por lei em diversos países (NISBET, 2001). No caso específico do Brasil, o Código Florestal (Lei 4.771 de 15/09/1965) estabelece faixas de vegetação que devem ser protegidas ao redor dos corpos d'água e nascentes, a título de preservação permanente (APP) constituindo as áreas de matas ciliares.

Conforme Bertoni e Lombardi Neto (1990), a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno. O efeito da vegetação pode ser assim exemplificado:

- Proteção direta contra o impacto das gotas de chuva;
- Dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo;
- Decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água;

- Melhoria da estrutura do solo pela adição da matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água;
- Diminuição da velocidade de escoamento do fluxo pelo aumento do atrito na superfície.

Nesse aspecto, podem ser consideradas zonas tampão, que em tese, constituem um ambiente neutro, que permeiam dois outros ambientes diferentes, servindo como redutor de possíveis hostilidades, amenizando os movimentos dos nutrientes das áreas agrícolas para as águas superficiais (Addiscott, 1997).

Com a importante função de atuarem como filtros de sedimentos, nutrientes e de poluentes, advindos da área agrícola, as matas ciliares atenuam a velocidade de escoamento superficial, por meio de barramentos provocados pela vegetação e pela a estratificação dos depósitos orgânicos da superfície do solo, (Correl, 1997). Ocorre ainda a absorção dos nutrientes trazidos no escoamento superficial, pelas raízes das plantas e um aumento significativo da infiltração da água no solo (Syrvesen; Borch, 2005), facilitando a remoção dos nutrientes e a deposição de grandes quantidades de sedimentos dispersos na água de enxurrada. Correl (1997) relata que estudos onde se manteve faixas de vegetação como filtro de sedimentos propiciou a ocorrência de menores quantidades de sedimentos em suspensão no corpo d'água comparado com locais onde foi realizado o corte completo da vegetação.

2.17 Adoção de Práticas Conservacionistas

Atualmente, existem técnicas de produção e práticas conservacionistas que diminuem sensivelmente os efeitos negativos provocados ao meio ambiente, dentre os quais pode-se citar: o terraceamento para a proteção do solo, o sistema de plantio direto, o cultivo de hortaliças em estufas e o controle biológico de pragas (Machado; Stipp, 2003).

Introduzido no Brasil na década de 1970, o sistema de plantio direto (SPD), reconhecido como a prática agrícola de melhor conservação dos solos, surge como uma alternativa ao sistema de plantio convencional (SPC) e como medida mitigadora dos impactos da agricultura sobre os recursos naturais (Jurio, Araujo e Llanillo, 2012).

O plantio direto é um sistema conservacionista, por minimizar a perda do solo e de água por erosão. Resíduos de culturas, cobrindo a superfície do solo desempenham sua parte vital na proteção e podem ter efeitos importantes nos horizontes superficiais do solo. A evaporação é reduzida e a permeabilidade é mantida, ajudando a infiltração da água da chuva. Consequentemente, com o plantio direto, a conservação da água pode ser notavelmente aumentada.

Outra prática é o terraceamento que visa além de interceptar a água de enxurrada, conduzir o excesso pelo canal. Além de dificultar a instalação de processos erosivos e o carregamento de sedimentos para os cursos d'água, os terraços proporcionam um maior armazenamento de água no solo tornando o balanço hídrico positivo para as plantas em

períodos secos (Machado; Stipp, 2003).

No controle da erosão, perdas de solo e nutrientes é recomendado é utilizar as depressões naturais como canais escoadouros e mantê-las sempre vegetadas. E para diminuir o gradiente do canal escoadouro vegetado podem ser utilizadas estruturas mecânicas para controle de erosão e estabilização. Essas têm a função de segurar, regular ou controlar o movimento da enxurrada (Golla, 2006).

É importante manter da rotação de culturas para a manutenção da matéria orgânica e do nitrogênio do solo, redução de perdas de água e solo por erosão por melhorar as condições de arejamento e de retenção de água e por exigir melhor organização da distribuição das culturas na propriedade rural. A prática restabelece o equilíbrio biológico, recupera e mantém as características físicas, químicas e biológicas do solo (Souza; Pires, 2002). O cultivo em faixas corresponde a implantação de culturas diferentes em disposição alternada ao longo da área de cultivo. Essa prática exige que sejam intercaladas culturas com densidades diferentes, o que possibilita que as perdas de solo decorrentes das áreas da cultura menos densa encontrem obstáculo na cultura mais densa (Golla, 2006).

Portanto, é inquestionável que as práticas conservacionistas resultam em impactos menores, desta forma, a utilização racional dos solos, visando sua conservação, bem como da água, é fundamental a adoção de algumas tecnologias que controlem o escoamento superficial do solo, favoreçam a cobertura vegetal e facilitem a infiltração de água no solo.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conservação dos recursos naturais, principalmente o solo e a água, através do manejo integrado destes recursos, visando à manutenção do equilíbrio e funcionalidade das bacias hidrográficas sobre os aspectos hidrológicas são fundamentais para resiliência do ambiente.

Nesse sentido, é desejável conciliar o uso racional com a capacidade suporte produtiva e de ocupação com manejo dos solos em bacias hidrográficas, a fim de manter a qualidade dos recursos hídricos, matas nativas, áreas de preservação permanente e aspectos físicos, químicos e biológicos em condições naturais.

Apesar do reconhecimento de diversos aspectos envolvidos no manejo de bacias hidrográficas, fatores associadas às práticas adequadas de uso ainda são grande problema para manutenção da preservação e qualidade do solo e da água dessas unidades.

Portanto, são necessárias ações de caráter integrado, participativo, educativo, interativo, interinstitucional, e interdisciplinar entre os usuários das bacias e órgãos gestores dessas unidades para melhor utilização dos recursos existentes em cada propriedade e compreensão dos aspectos ambientais, econômicos, sociais envolvidos.

REFERÊNCIAS

- ADDISCOTT, T. M. A. (1997). critical review of the value of buffer zone environments as a pollution control tool. In: HAYCOCK, N.E.; BURT, T.P.; GOULDING, K.W.T. ; PINAY, G. (Ed.). Buffer zones: their processes and potential in water protection. Harpenden: **Quest Environmental**, p. 236 – 242.
- AGUIAR, C., PELEJA, J., SOUSA, K., GOCH, Y., & GUIMARÃES, A. (2015). Nível de trofia em microbacias hidrográficas sob diferentes usos de solo, na região amazônica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20(4), p. 1093-1102.
- ALBUQUERQUE, A.W., LOMBARDI NETO, F., SRINIVASAN, V.S. (2001) Efeito do desmatamento da Caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvisolo em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 10-17.
- ANDRADE, A.R.de; FELCHAK, I.M. (2009) A Poluição Urbana e o Impacto na Qualidade da Água do Rio das Antas – Irati/PR. **Revista Eletrônica Geografia** – Campus Jataí – UFG. Jataí-GO, n.12, 2009, p.108-132.
- BARRELLA, W. (2001). As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- BELLUTA, I.; SILVA, A. M. M.; CAMARGO, C. H. C.; RALL, V. L. M. (2009). Impacts on the springs of Cintra Stream (Botucatu, São Paulo State, Brazil) and downstream variations in water quality. **Acta Limnol. Brasvol.** v.21, n. 1, p. 11-24.
- BERTONI, J. F.; LOMBARDI NETO. **Conservação do solo**. (1990). São Paulo: Cone. (FALTA NÚMERO DE PÁGINAS)
- BLAINSKI, E.; SILVEIRA, F. A.; CONCEIÇÃO, G.; GARBOSSA, L. H. P.; VIANNA, L. F. (2011). Simulação de cenários de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Araranguá utilizando a técnica da modelagem hidrológica. **Agropecuária Catarinense**, v.24, n.1.
- BRAGA, R A P (2005). **Avaliação dos Instrumentos de Políticas Públicas na conservação integrada de florestas e águas, com estudo no caso da Bacia do Corumbataí-SP**. Dissertação de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil.
- BRASIL (1965). Lei nº 4771, de 15/09/1965, **institui o Código Florestal**. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acessado em 23 de outubro de 2015.
- BRASIL (1997). Lei 9.433/97, 8 jan.1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria de Recursos Hídricos. 1997. (FALTA O LINK DISPONÍVEL DA LEI)
- CARVALHO, A. P. V.; BRUMATTI, D. V.; DIAS, H. C. T. (2012). Importância do manejo da Bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. **Rev. Bras. Agropecuária Sustentável**, v.2, n.2., p.148-156.

CASAGRANDE, C.A. (2005). Diagnóstico Ambiental e Análise Temporal da Adequabilidade do Uso e Cobertura do Solo na Bacia do Ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. Dissertação de Mestrado em Ecologia de Agro ecossistemas– Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” Universidade de São Paulo. 153p, Brasil.

CASTRO, L. M. A. ; BAPTISTA, M.B.; e BARRAUD, S. (2009). Proposição de Metodologia para a Avaliação dos Efeitos da Urbanização nos Corpos de Água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V. 14 n.4 Out/Dez 2009, 113-123.

DADALTO, G.G.; CARMO FILHO, O.G.; CASTRO, L.L.F. (1990). **Captação de águas pluviais das estradas vicinais**. Vitória: EMCAPA, 22p.

DIAS, L. B. A.; DA SILVA G, P.; PEREIRA, L. C.; JÚNIOR, A. P. Análise multitemporal de desflorestamento e queimadas na sub-bacia do rio Itacaiúnas, Marabá-Pará. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. 1-17, 2021.

DUARTE, W. C. (1998). Avaliação de Reservas, Potencialidade e Disponibilidade de Aquíferos. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco. **X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. São Paulo: ABAS.

ELSENBEER H, LACK A, CASSEL K. (1995). Chemical fingerprints of hydrological compartments and flow paths at La Cuenca, western Amazonia. **Water Resources Research**. v.31. pp. 3051–3058.

FERRAZ, S. F. B; VETTORAZZI, C. A; THEOBALD, D. M; BALLESTER, M. V. (2005). Landscape dynamics of amazonian deforestation between 1984 and 2002 in central Rondônia, Brazil: assessment and future scenarios. **Forest Ecology and Management**, v. 204, p. 67-83.

FERREIRA, S.C.G; LIMA, A. M. M. de; CORRÊA, J. A. M. Zoneamento da bacia hidrográfica do rio Moju (Pará): usos da água e sua relação com as formas de uso e cobertura do solo. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 680-693, 2017.

FILIZOLA, H.F.; FERRACINI, V L.; SANS, L.M.A. (2003). Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guaíra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 5, p.659 – 667.

GOLLA, A. R. (2006). **Práticas conservacionistas na agropecuária**. Pesquisa & Tecnologia, v. 3, n.1. p. 10.

GORAYEB, A. 2008. **Análise integrada da paisagem na bacia hidrográfica do rio Caeté-Amazônia Oriental-Brasil**. 206 f. (Tese de Doutorado em geografia), Universidade Estadual Paulista.

GRACE III, J.M.; RUMMER, B.; STOKES, B.J.; WILHOIT, J. (1998). Evaluation of erosion control techniques on forest roads. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v.41, n.2, p.383-391.

HUBER, A. (2000). Pollution of surface waters with pesticides in Germany: modeling non-point source inputs. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Charlottetown, v.80, p.191- 204.

JÚNIOR, R. O. D. S. **Resposta hidrológica devido às mudanças no uso do solo e cobertura vegetal na bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas (bhri)–amazônia oriental**. 2017. (Tese de Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará.

KABATA-PENDIAS, A.; ADRIANO, D.C. (1995). Trace metals. In: RECHCIGL, J.E. (Ed.). **Soil amendments and environmental quality**. Boca Raton: Lewis Publishers. p. 139- 168.

KIRCHMANN, H. (1994). Animal and municipal organic wastes and water quality. In: LAL, R.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil processes and water quality: advances in soil science**. Boca Raton. Lewis Publishers. p. 163-232.

KUCHMENT, L.S. (2008). Runoff generation (genesis, models, prediction), Water problems institute of RAN, 394p. (in Russian). LAL, R. **Methods for assessment of soil degradation**. Boca Raton: CRC Press, 1998b. 558p.

LIMA, W.P. (2008). **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2 ed. Piracicaba-SP. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 253p.

MACHADO, S.L.O. (2003). **Sistemas de estabelecimento do arroz irrigado, consumo de água, perdas de nutrientes, persistência de herbicidas na água e efeito no jundiá**. 147f. Tese Doutorado em Agronomia – Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.

MACHADO, W.; STIPP, N. A. F. (2003). Caracterização do manejo de solo na microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados-PR. **Rev. Geografia**, v. 12, n.2. pp. 45-84.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. (2010). **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**, vol.24, n.68, pp. 209-220.

MENDES, D. M., COSTA, D. P., ROSA, D. M., VENDRUSCOLO, J., CAVALHEIRO, W. C. S., & RODRIGUES, A. A. M. Morfometria e desmatamento da microbacia do rio Pirarara, Cacoal, Rondônia. **Research, Society and Development**, v.10 n. 9, p. 1-20, 2021.

NAIME, R. (2012). Impactos socioambientais de hidrelétricas e reservatórios nas Bacias Hidrográficas brasileiras. **Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v.7 , n. 7, p. 1409-1422.

NASCIMENTO, T. V., & FERNANDES, L. L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia, 2017. **Ciência e Natura**, v. 39(1), p. 169-177.

NOVOTNY, VI. (2003). **Water Quality: Diffuse Pollution and Watershed Management**, John Wiley e Sons Inc.

ODA, S.; FERNANDES JÚNIOR, J. L. F.; SÓRIA, M. H. A. (2001). Caracterização de estradas não-pavimentadas visando a implementação de um sistema de gerência de vias. **Engenharia e Arquitetura**. São Carlos, SP, v. 1, n. 2, p.135-145..

PEREIRA, B. W. D. F., MACIEL, M. D. N. M., OLIVEIRA, F. D. A., ALVES, M. A. M. D. S., RIBEIRO, A. M., FERREIRA, B. M., & RIBEIRO, E. G. P. (2016). Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, **Brasil. Revista Ambiente & Água**, v. 11, p. 472-485.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S.; KREITLOW, J. P. (2013). **Análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do rio do Bugres - Mato Grosso, Brasil**. Enciclopédia Biosfera, v.9, n.17; p. 162.

PRIMAVESI, A. (1979). **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel.

REIMCHE, G.B.; MACHADO, S. L. O.; GOLOMBIESKI, J. I.; BAUMART, J. S.; BRAUN, N.; MARCHESAN, E.; ZANELLA, R. (2008). Persistência na água e influência de herbicidas utilizados na lavoura arrozeira sobre a comunidade zooplancônica de Cladocera, Copepoda e Rotífera. **Ciência Rural**. v. 38, n.1. pp.7-13.

RITTER, W.F.; SHIRMOHAMMADI, A. (2001). **Agricultural nonpoint source pollution**. Boca Raton: CRC Press, 342p.

ROSS, S.M. (1994). **Toxic metals in soil-plant systems**. Chichester: Wiley, 469 p.

SANTOS, W. L.; AUGUSTÍN, C. H.R.R. Tipos de uso e ocupação da terra e seus efeitos sobre a geoquímica das águas em uma bacia hidrográfica do Sudoeste Amazônico – Acre. In: **XVIII Simpósio Brasileiro de geografia Física Aplicada**, 2019, Fortaleza – CE.

SHARPLEY, A. N.; HALVORSON, A. D. (1994). The management of soil phosphorus availability and its impact on surface water quality. In: LAL, R.; STEWART, B. A. Soil process and water quality: advances in soil science. Boca Raton: Lewis publishers, 398 p.

SILVEIRA, A.L.L. (2001). Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. São Paulo: EDUSP, p 35-51.

SOUZA, S. R., MACIEL, M. D. N. M., DE ASSIS OLIVEIRA, F., & DE ALMEIDA, S. (2012). Caracterização do conflito de uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente do rio Apeú, Nordeste do Pará. **Floresta**, v. 42(4), p. 701-710.

SUN, Y.; TIAN, F.; YANG, L.; HU, H. (2014). Exploring the spatial variability of contributions from climate variation and change in catchment properties to streamflow decrease in a mesoscale basin by three different methods. **Journal of Hydrology**. v. 508, pp. 170–18016.

TARGA, M., BATISTA, G., DINIZ, H., DIAS, N., & MATOS, F. (2012). Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 7, n.2, 2012

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. (2006). **Curso de Avaliação Ambiental Integrada de Bacia. Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Qualidade Ambiental**. Porto Alegre: Rhama Consultoria Ambiental, 319 p.

VENDRUSCOLO, J., PACHECO, F. M. P., DE FREITAS RAMOS, H., CAVALHEIRO, W. C. S., RODRIGUES, A. A. M., ROSA, D. M., ... & DO NASCIMENTO, J. M. S. Hidrogeomorfometria da microbacia Alto Rio Escondido: informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia ocidental. **Brazilian Journal of Development**, v.6(3), p. 9709-9730, 2020.

WENZEL, D. A. **Dinâmica da ocupação do solo de três bacias hidrográficas da Região Amazônica de Mato Grosso**. TCC-Curso de Engenharia Florestal, Mato Grosso, 2017.

SOBRE O ORGANIZADOR

LEONARDO TULLIO - Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE e professor efetivo do Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Atmospheric particles 64

B

Biomonitoring 1, 2, 3, 4, 12, 13, 14, 15, 63, 64, 73

C

Comércio ilegal 117, 119, 120, 121, 122

Consumo 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 77, 80, 86, 113, 115, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 127, 158

Cooperativa 55, 57, 60

Cultura 22, 28, 29, 31, 34, 36, 43, 47, 93, 97, 109, 110, 147, 152, 155

D

Dignidade humana 90, 93

E

Economia 16, 19, 20, 25, 47, 59, 77, 82, 84, 89, 103, 106, 121

Educação 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 41, 44, 50, 52, 54, 89, 91, 92, 97, 99, 103, 108, 109, 111, 113, 118, 120, 121, 123, 125, 149, 158

G

Gás de efeito estufa 55, 56

I

ICP-MS 1, 2, 5, 63, 64, 66, 67

Impactos aquático 136

Incentivos 44, 45, 46, 48, 50, 51, 53

L

Leather industry 64, 72, 73

M

Mata Atlântica 89, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 105, 106, 109

Materiais recicláveis 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Metals 2, 3, 8, 13, 15, 68, 72, 74, 158, 159

Método P&O 127, 129, 130

Mínimo existencial ambiental 90, 93, 103

Mudança climática 55, 56, 57

N

Natureza 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 34, 36, 37, 41, 43, 46, 78, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 99, 101, 103, 104, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 116, 122, 123, 125, 138, 140

P

Patrimônio 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43

Podocnemis 117, 125

Pollution 2, 3, 4, 12, 13, 14, 15, 64, 65, 72, 137, 156, 157, 158, 159

Preservação ambiental 45

Propriedade familiar 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53

Q

Qualidade da água 56, 105, 115, 136, 141, 142, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 156, 158

R

Reciclagem 55, 56, 57, 59, 60, 61, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87

Regulamentação 44, 45, 46, 48, 51, 53

Ruralidade metropolitana 89, 90, 94, 95

S

Sistemas fotovoltaicos 127, 134, 135

Sociedade 16, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 31, 33, 34, 35, 37, 44, 46, 56, 89, 90, 91, 93, 94, 98, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 109, 114, 125, 127, 147

Sustentabilidade 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 29, 36, 37, 38, 41, 47, 50, 62, 76, 79, 90, 92, 97, 105, 110, 111, 112, 113, 122, 125, 128, 150

T

Técnicas MPPT 127, 135

Tillandsia genus 2

Toxic elements 1, 2, 9, 63, 64, 65, 70, 72

U

Uso do solo 136, 141, 142, 147, 151, 152, 156, 158

V

Vestuário 76, 77, 78, 80

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

PAUTA AMBIENTAL BRASILEIRA E A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

PAUTA AMBIENTAL BRASILEIRA E A PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

