

CONTRIBUIÇÕES DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA

VOLUME II



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Contribuições da iniciação científica

2ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

2ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238C Contribuições da iniciação científica

/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2023

78 f.: il

DOI: 10.37423/2023.edcl705

ISBN: 978-65-5367-306-9

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. pesquisa 2. projeto 3. instituição-de-ensino I. Barbosa, Frederico Celestino II. Título

CDU: 30

<https://doi.org/10.37423/2023.edcl705>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

MSc Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

CAPÍTULO 1	5
APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DO FRUTO MARACUJÁ DO MATO (PASSIFLORA CINCINNATA MAST.) NA ELABORAÇÃO DE BARRA ALIMENTICIA.	
Milton Nobel Cano-Chauca	
Sílvia de Souza Cardoso	
DOI 10.37423/230307510	
CAPÍTULO 2	15
BOAS PRÁTICAS NA ALIMENTAÇÃO DAS CRIANÇAS NA PANDEMIA. UM OLHAR PEDAGÓGICO E NUTRICIONAL EM UMA ESCOLA DE EDUCAÇÃO INFANTIL NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU	
Maria Beatriz Carvalho Sica	
Luiza Cristina Godim Domingues Dias	
Juliano Souza Vasconcelos	
DOI 10.37423/230407535	
CAPÍTULO 3	19
"A PERCEPÇÃO DE RECRUTAS DA BASE AÉREA NAVAL DE SÃO PEDRO DA ALDEIA SOBRE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL."	
SANTANA, C. R.;SANTANA, CAMILA REIS DE	
DOI 10.37423/230407549	
CAPÍTULO 4	38
VALORAÇÃO DO SERVIÇO HIDROLÓGICO DE CONTROLE DE EROSÃO E SEDIMENTAÇÃO, EM DUAS MICROBACIAS PAREADAS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL	
João Guilherme Corrêa Marcolino	
DOI 10.37423/230407597	
CAPÍTULO 5	65
EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRESENÇA DE MICROPLÁSTICOS EM SEDIMENTOS FLUVIAIS NO ALTO CURSO DO RIO SOROCABA, SÃO PAULO	
Sarah Gomes Lacerda	
Fabiano Tomazini da Conceição	
Alexandre Martins Fernandes	
Rodrigo Braga Moruzzi	
DOI 10.37423/230407661	

Capítulo 1



10.37423/230307510

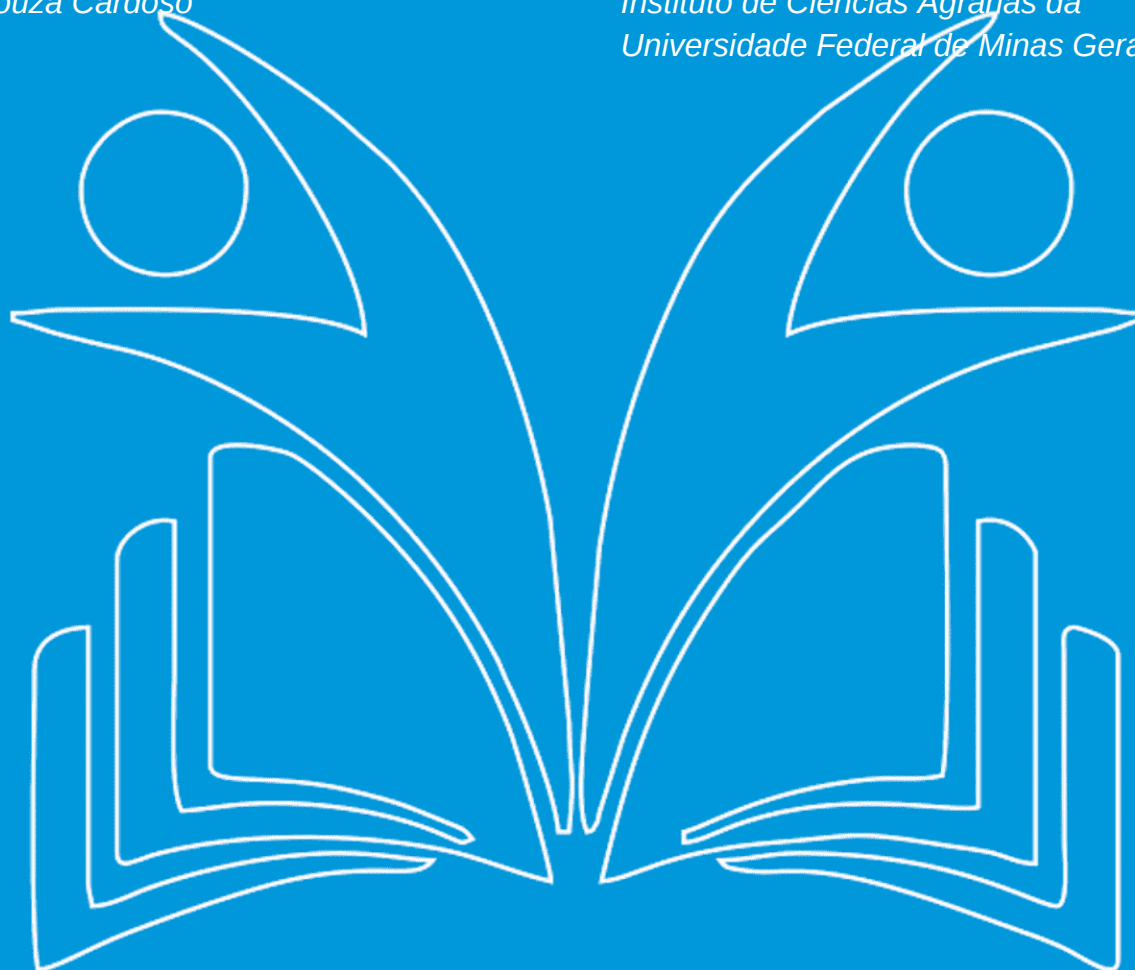
APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DO FRUTO MARACUJÁ DO MATO (*PASSIFLORA CINCINNATA* MAST.) NA ELABORAÇÃO DE BARRA ALIMENTICIA.

Milton Nobel Cano-Chauca

*Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Minas Gerais*

Sílvia de Souza Cardoso

*Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Minas Gerais*



Resumo: O maracujá da caatinga (*Passiflora Cincinnata* Mast.) é um fruto do cerrado produzido espontaneamente. Sua casca, geralmente considerada um descarte, pode ser utilizada no desenvolvimento de um subproduto: a farinha da casca de maracujá da caatinga. Sendo esta rica em fibras, como a pectina, além de carboidratos, vitaminas e óleos, o que a torna um rico ingrediente para compor o desenvolvimento de barras alimentícias. Para a elaboração das barras, utilizou-se concentrações diferentes da farinha (F1, F2, F3 e F4) em substituição parcial à aveia em flocos e amostra padrão sem adição da farinha, sendo testadas as melhores proporções para obtenção de uma barra com características favoráveis de sabor e textura. Foram realizados testes físico-químicos (umidade, cinzas e Brix) e teste de cor. No teste de umidade, todas as amostras obtiveram percentual abaixo de 15 %, o qual é recomendado pela RDC n° 263 de 22 de setembro de 2005. No teste de cinzas, observou-se que não houve diferença significativa entre as formulações, e que, quanto maior a quantidade de farinha da casca de maracujá adicionada, maior é o percentual de cinzas na composição. Através da análise de cor, em L* (luminosidade), observou-se que, quanto maior a adição de farinha, maior a sua luminosidade. Em a* (tonalidade - verde e + vermelho), os resultados obtidos tendenciaram para a coloração vermelha, e no parâmetro b* para a coloração amarela. O presente trabalho teve como objetivo a utilização da farinha da casca de maracujá da caatinga na formulação de barras alimentícia como alternativa de enriquecê-la com suas propriedades nutritivas e funcionais. Como resultado, obteve-se uma barra alimentícia com aspecto, sabor, textura e firmeza bem características, além do aproveitamento da casca da fruta que comumente é descartada e, com isso, pode ser possível ajudar na renda a agricultura familiar.

Palavras-chave: Análises. Farinha da casca de maracujá.. Maracujá do mato. Resíduo de fruta. Produto funcional.

1. INTRODUÇÃO

A praticidade dos lanches prontos e rápidos, e o intuito de manter uma alimentação adequada, são requisitos para que as pessoas recorram ao consumo de alimentos rápidos e saudáveis, nutritivos, saborosos, funcionais e com propriedades benéficas à saúde (GUTKOSKI et al., 2007). Diante disto, as barras alimentícias se tornam uma boa opção de consumo. Segundo Gomes (2006), as barras alimentícias são alimentos desenvolvidos a partir da combinação de três ou mais ingredientes, com distintos valores nutricionais, além de ser uma fonte de energia e nutrição, ideal para uma alimentação rápida, intercalando com as principais refeições (COSTA, 2016). Para se obter a textura adequada, é utilizado agente ligante, e o produto final é uma barra de aproximadamente 25 g.

Segundo Araújo et al. (2007), o maracujá do mato é comumente comercializado em feiras livres ou nas margens das estradas, porém, possui potencial para agregar valor em produtos como geleias, barras alimentícias, doces e sucos, além de gerar renda extra aos produtores através do cooperativismo. A barra alimentícia produzida foi enriquecida com diferentes quantidades da farinha da casca de maracujá da caatinga, em substituição parcial à aveia em flocos, apresentando maior quantidade de nutrientes, além de propriedades medicinais, de acordo com os resultados do presente trabalho. O consumo da farinha, através de pesquisas presentes na literatura, está associado às propriedades terapêuticas, prevenindo doenças relacionadas com a glicemia e alto índice de colesterol, problemas gastrointestinais, atuando, ademais, no fortalecimento dos ossos (PITA, 2012). Desta forma, o objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de um subproduto como alternativa para o aproveitamento da casca de maracujá da caatinga na produção de barras alimentícias com alto valor nutricional e benefícios à saúde, além de avaliar suas qualidades físico-químicas e de cor.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi elaborado no Laboratório de Tecnologia de Vegetais, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG, Campus Montes Claros- MG.

A. Matéria prima

Os maracujás do mato foram comprados no Mercado Municipal da cidade de Montes Claros - Minas Gerais, no mês de outubro de 2018, sendo este o mês de safra na região. Esses foram selecionados a partir de um padrão, rigorosamente higienizados para retirada de quaisquer sujidades presentes e sanitizados em solução clorada. Em seguida, foram cortados e, com o auxílio de uma despolpadeira

industrial, as polpas foram extraídas e armazenadas em sacos plásticos para posteriormente serem congeladas.

A aveia em flocos, farinha de linhaça dourada, amendoim torrado e moído, gergelim branco, flocos de arroz e o mel de abelha foram adquiridos em supermercado local na data referida anteriormente. Para obtenção da farinha, as cascas do maracujá do mato foram submetidas ao processo de desidratação, utilizando um secador de bandejas. O secador foi utilizado na temperatura de 65°C por aproximadamente 24 horas, para obter a umidade final de 10% nas cascas e, em seguida, foram resfriadas no interior do secador e trituradas utilizando um liquidificador doméstico, passando por um peneiramento para homogeneização da granulometria. A farinha obtida foi armazenada em potes de vidro (Figura 1).



Figura 1. Farinha da casca de maracujá da caatinga finalizada e armazenada Fonte: Dos autores, 2018.

B. Elaboração das barras alimentícias

Os testes preliminares foram realizados com o intuito de alcançar as formulações ideais, ou seja, quantidades de farinha que não compromettesse o sabor, textura e aparência das barras. Após determinadas, foram elaboradas 4 diferentes formulações de barras alimentícias: F1 com 9,52% de farinha da casca de maracujá da caatinga; F2 com 13,64%; F3 com 17,39%; e F4 sem adição de farinha (formulação controle), sendo feitas 3 repetições de cada formulação. As quantidades de ingredientes em cada formulação foram estabelecidas conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações desenvolvidas para elaboração das barras alimentícias

Ingredientes (g)	F1	F2	F3	F4
Aveia em flocos	13	13	13	23
Flocos de arroz	18	18	18	18
Amendoim torrado e moído	3	3	3	3
Farinha de linhaça dourada	3	3	3	3
Gergelim branco	3	3	3	3
Mel de abelha	44	44	44	44
Polpa de maracujá da caatinga	11	11	11	11
Farinha da casca de maracujá	10	15	20	0

Legenda: F1 com 9,52 % de farinha da casca de maracujá da caatinga; F2 com 13,64 %; F3 com 17,39 %; e F4 sem adição de farinha (formulação controle).

Todos os ingredientes foram pesados separadamente. Os aglutinantes (mel e polpa) foram incorporados em um recipiente e aquecidos em uma chapa elétrica, sob agitação manual constante em temperatura igual a 180 °C, até a obtenção de uma calda, alcançando o Brix desejado (80°). Foi utilizado um refratômetro para confirmação do Brix atingido. Em seguida, os ingredientes secos foram misturados e foi realizada a incorporação da calda ainda quente, sob agitação constante, até a formação de uma mistura homogênea. As misturas de cada formulação foram dispostas em uma prensa coberta por papel manteiga a fim de atingir uma moldagem padrão das barras. Por fim, as barras foram refrigeradas durante 20 minutos em um freezer, retiradas e cortadas em tamanhos padrões de 4 cm x 4 cm e armazenadas em embalagens plásticas para posteriores análises. A seguir, a Figura 2 ilustra a formulação F3 finalizada:

Figura 2. Formulação F3 da barra alimentícia



Fonte: Dos autores, 2019.

C. Análises físico-químicas

Foram feitas as análises físico-químicas em triplicata, seguindo os métodos do Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo as análises de cinzas, umidade e Brix. Para determinação de cinzas, as amostras foram submetidas a uma mufla sob temperatura de 550 °C, durante 6 horas. Para obtenção do percentual de cinzas, foi utilizada a seguinte equação:

$$\% \text{ cinzas} = \frac{m}{m_1} * 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde m = massa das cinzas em gramas e m1= massa da amostra em gramas. O teor de umidade foi encontrado utilizando estufa a 105 °C até obtenção de peso constante, e para obter o percentual de umidade, utilizou-se a seguinte equação:

$$\% \text{ umidade} = \frac{Mu - Ms}{Mu} * 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde Mu= massa úmida e Ms= massa seca. A determinação dos sólidos solúveis totais foi feita mediante o uso de um refratômetro e escala 0-95 % até todas as amostras alcançarem 85 °Brix.

D. Análises da cor

Os parâmetros de cor foram mensurados mediante o uso de um colorímetro de bancada CR400, utilizou-se a escala Cielab, nas coordenadas L*, a* e b*, em que o L* varia entre 0 (totalmente preto)

e 100 (totalmente branco), a* do verde (-) ao vermelho (+); b* do azul (-) ao amarelo (+). As leituras da cor foram realizadas em triplicata.

E. Análise estatística

Para análise dos resultados estatísticos, utilizou-se o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado), em 4 formulações e 3 repetições de cada uma, através de análise de variância (ANOVA) e Teste Tukey a 5% de significância, para comparação de médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Análises físico-químicas

Os resultados das análises de cinzas e umidade estão apresentados a seguir, na Tabela 2. Pelos resultados obtidos em análise de umidade, constatou-se que não houve diferença significativa entre as amostras, F4 não se diferiu de nenhuma das formulações, e F3 se diferiu de F1 e F2. Verifica-se que todas as formulações apresentaram percentual de umidade abaixo de 15 %, recomendado pela RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, segundo Brasil (2005), o que é um ponto positivo para prolongar a vida de prateleira do produto. Souza (2014), encontrou valores de 17,4 % de umidade em barra de cereais produzida com farinha da casca de maracujá amarelo, sendo considerado acima do que determina Brasil (2005). Becker e Krüger (2010), encontraram o percentual de 8,6% de umidade em barra de cereal com adição de casca de maracujá, sendo considerado de baixa umidade.

Tabela 2. Caracterização de umidade e cinzas das formulações de barra alimentícia enriquecida com casca de maracujá da caatinga

Formulações	Umidade (%)	Cinzas (%)
F1	10,72 ^b	1,47 ^c
F2	10,49 ^b	1,56 ^b
F3	13,45 ^a	1,78 ^a
F4	11,44 ^{ab}	1,25 ^d

Legenda: F1 com 9,52 % de farinha da casca de maracujá da caatinga; F2 com 13,64 %; F3 com 17,39 %; e F4 sem adição de farinha (formulação controle). Nota: Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$).

Na análise de cinzas, houve diferença significativa em todas as formulações, variando de 1,25 % na formulação sem adição de farinha da casca de maracujá da caatinga (F4), a 1,78 %, na formulação F3, que possuía concentração mais elevada de farinha, concluindo que, quanto maior a quantidade de farinha da casca de maracujá, maior a porcentagem de cinzas presentes na barra. Souza (2014) encontrou 1,21 % de cinzas em sua determinação nas barras enriquecidas com farinha da casca de maracujá da caatinga, e Brizola (2014) encontrou 1,38% na determinação de barra enriquecida com farinha de banana verde. Após a padronização do Brix em 80°, foi possível observar que não houve diferença significativa em nenhuma das formulações. Segundo Leoro (2007), quanto mais alto o valor Brix, maior a tendência de coloração de extrusados mais escuros.

B. ANÁLISE DA COR

A análise da cor das barras alimentícias foi apresentada na Tabela 3. Através dos valores encontrados de L*, notou-se que F4 se diferiu estatisticamente das formulações F1 e F3, e F2 não se diferiu de nenhuma das formulações. No parâmetro a*, F1 não se difere estatisticamente de nenhuma das formulações, enquanto F4 se difere de F2 e F3. Em b*, F2 se difere apenas de F4, enquanto F4 se difere das demais (F1, F2 e F3).

Em L*, notou-se que a adição de farinha na composição das barras alimentícias fez com que diminuísse a luminosidade. Dentre as formulações elaboradas, a F4 é a mais clara e a F3 mais escura e todas obtiveram resultados de luminosidade mediana, estando mais próximas da cor branca (mais próximas de 100). Em a*, todas as formulações obtiveram resultados em que a coloração tendeu para vermelha, sendo F4 com maior valor (3,45) e F2 com menor valor (1,92). No parâmetro b*, houve tendência em todas as formulações para a coloração amarela, observando que, quanto maior a quantidade de farinha, maior a intensidade de coloração amarela. De acordo com Silva *et. al.* (2009), quanto maior a quantidade de resíduos de maracujá nas formulações, maior será a tendência ao escurecimento das barras de cereais.

Tabela 3. Determinação de cor das barras alimentícias formuladas.

Concentrações de farinha	L*	a*	b*
F1	56,84 ^b	2,79 ^{ab}	27,40 ^b
F2	58,62 ^{ab}	1,92 ^b	28,09 ^{ab}
F3	54,84 ^b	2,01 ^b	29,39 ^a
F4	63,33 ^a	3,47 ^a	24,88 ^c

Legenda: F1 com 9,52 % de farinha da casca de maracujá da caatinga; F2 com 13,64 %; F3 com 17,39 %; e F4 sem adição de farinha (formulação controle); L: luminosidade. Nota: Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p>0,05$).

Em L*, notou-se que a adição de farinha na composição das barras alimentícias fez com que diminuísse a luminosidade. Dentre as formulações elaboradas, a F4 é a mais clara e a F3 mais escura e todas obtiveram resultados de luminosidade mediana, estando mais próximas da cor branca (mais próximas de 100). Em a*, todas as formulações obtiveram resultados em que a coloração tendeu para vermelha, sendo F4 com maior valor (3,45) e F2 com menor valor (1,92). No parâmetro b*, houve tendência em todas as formulações para a coloração amarela, observando que, quanto maior a quantidade de farinha, maior a intensidade de coloração amarela. De acordo com Silva *et. al.* (2009), quanto maior a quantidade de resíduos de maracujá nas formulações, maior será a tendência ao escurecimento das barras de cereais.

4. CONCLUSÕES

A utilização da farinha de maracujá da caatinga na elaboração de barras alimentícias, em substituição parcial à aveia em flocos foi uma alternativa no aproveitamento do resíduo, beneficiando-se das suas propriedades funcionais e nutritivas, além de ser uma alternativa de geração de renda nas agroindústrias, cooperativas, agricultura familiar, dentre outras organizações de produção. Foi possível o desenvolvimento de barra alimentícia estável, compacta, com aparência característica às barras convencionais. As barras alimentícias utilizando diferentes formulações (F1, F2, F3 e F4) resultaram em valores físico-químicos de umidade, cinzas e cor adequados e em conformidade com a legislação brasileira.

5. REFERÊNCIAS

- [1]. ARAÚJO, F. P. Caracterização da variabilidade morfoagronômica de maracujazeiro (Passiflora cincinnata Mast.) no semi-árido brasileiro. 2007. XII F. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2007.
- [2]. BECKER, T. S.; KRÜGER, R. L. Elaboração de barras de cereais com ingredientes alternativos e regionais do Oeste do Paraná. Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR, Umuarama, v. 14, n. 3, p. 217-224, set./dez. 2010.
- [3]. BRASIL. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Brasília, 2005.
- [4]. BRIZOLA, R.; BAMPI, G. B. Desenvolvimento de barras alimentícias com adição de farinha de banana verde. UNOESC e AMP.; Ciência - ACBS,[S. l.], v. 5, n. 1, p. 63-68, 2017.
- [5]. COSTA, E. B. et al. Elaboração e análise sensorial de barras de cereais com farinha da casca de maracujá. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 18, n. 3, p. 243-254, 2016.
- [6]. GOMES, C. R.; MONTENEGRO, F. M. Curso de tecnologia de barras de cereais. Campinas: ITAL, 2006.
- [7]. GUTKOSKI LC, BONAMIGO J. M. A, TEIXEIRA D. M. F et al. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. Ciência e Tecnologia dos Alimentos; 27(2): 355-63. 2007.
- [8]. Instituto Adolfo Lutz. 2008. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. Vol. 1, São Paulo: IMESP, p. 27-28.
- [9]. LEORO, M. G. V. Desenvolvimento de cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá. 147 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. [9]. PITA, J. S. L. Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo. Itapetinga- BA. UESB. 80p, 2012. (Dissertação- Mestrado em Engenharia de Alimentos).
- [10]. SILVA, I. Q.; OLIVEIRA, B. C. F.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Obtenção de barras de cereais adicionadas do resíduo industrial de maracujá. Alimentos e Nutrição, v. 20, n. 2, p. 321-329, 2009.
- [11]. SOUZA, L. B. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo para produção de farinha e barra de cereais. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Fundação Educacional do Município de Assis - Fema, Assis, 2014.

Capítulo 2



10.37423/230407535

BOAS PRÁTICAS NA ALIMENTAÇÃO DAS CRIANÇAS NA PANDEMIA. UM OLHAR PEDAGÓGICO E NUTRICIONAL EM UMA ESCOLA DE EDUCAÇÃO INFANTIL NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU

Maria Beatriz Carvalho Sica

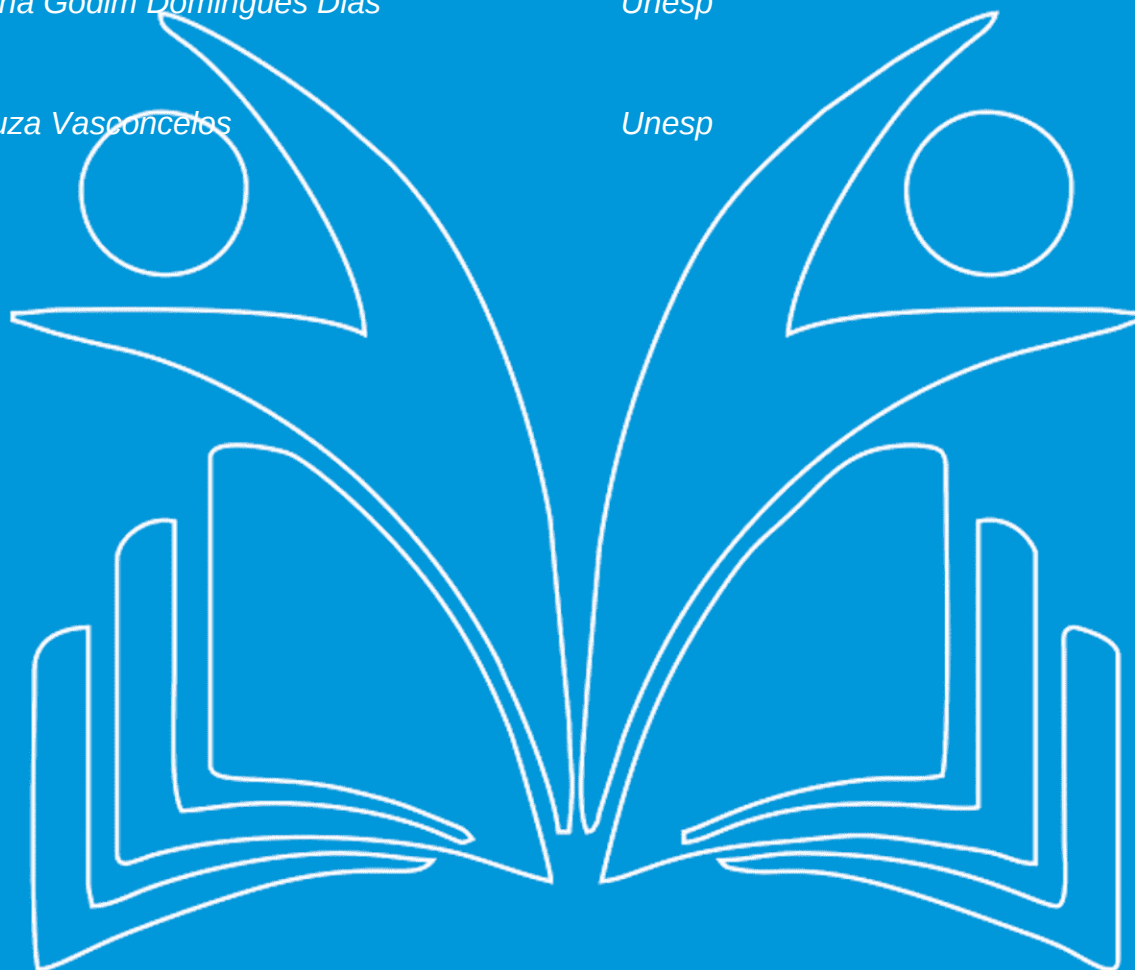
Unesp

Luiza Cristina Godim Domingues Dias

Unesp

Juliano Souza Vasconcelos

Unesp



INTRODUÇÃO

Durante a pandemia de COVID-19 ocorreu o isolamento social que trouxe alguns aspectos negativos na qualidade de vida das pessoas. O aumento da obesidade nas crianças foi um deles. As aulas remotas, falta de interações com os professores e colegas da mesma idade e aspectos emocionais contribuíram para fatores elevados de ansiedade e depressão, por exemplo, entre outros transtornos que desencadearam também descontrole na alimentação e saúde. Desta maneira as autoras participantes do grupo de pesquisa proveniente da Pós-Graduação em Saúde Pública e Obesidade promovido pelo IBB da UNESP de Botucatu desenvolveram oficinas pedagógicas e suporte nutricional para a comunidade escolar em uma escola de Educação Infantil no município. O trabalho desenvolvido compreendeu vários encaminhamentos, objetivos e habilidades, desde a idealização do Projeto de Alimentação Saudável, sua sistematização e execução rendendo dados estatísticos, promoção e melhora na qualidade nutricional dos alunos das Etapas II (por volta de 5 anos) e o melhor entendimento das boas práticas alimentares, além de avanços na qualidade da alimentação dos alunos, responsáveis e equipe.

OBJETIVO

Apresentar o Projeto Alimentação Saudável confeccionado em uma escola de educação infantil no município de Botucatu.

MATERIAL E MÉTODOS

As etapas do Projeto consistiram em apresentação da Pesquisa nas instâncias específicas, sendo elas: Secretaria Municipal da Educação para autorização na escola escolhida para a realização do Projeto e aprovação na Plataforma Brasil. Para a aprovação ética em Ciência a Pesquisa foi aceita pelo Comitê de Ética em Pesquisa - Botucatu - FMB/Unesp. A pesquisa teve a anuência da Professora e Orientadora. As oficinas pedagógicas tiveram parecer da Diretora e Coordenadora pedagógica da Escola em conjunto da autorização dos pais e responsáveis pelas crianças matriculadas na mesma instituição de ensino.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos vários produtos das oficinas realizados durante a pesquisa, segue um exemplo na Figura 1. Foram atividades em formato de desenhos, rodas de discussões, desafios, vídeos entre tantos outros

produtos. Houve interações entre os alunos da rede municipal com trocas de informações repassadas dentro dos grupos de WhatsApp das salas participantes durante o período letivo de 2020.



Figura 1. Produções das atividades realizadas pelos alunos.

A pesquisa quando finalizada foi apresentada aprovada pelos Professores e Pesquisadores nas áreas de Ensino, Nutrição e do Instituto de Biociências de Botucatu.

CONCLUSÃO

Os objetivos do projeto Alimentação foram alcançados e tiveram êxito com promoção da saúde física e mental, com feedback da comunidade e a preocupação das famílias dos educandos e equipe da unidade em ter boas práticas e hábitos alimentares após a realização da pesquisa.

REFERENCIA

Sica, M. B. C.; Dias, L. C. G. D.; Oficinas de nutrição infantil: Alimentação saudável e bons hábitos alimentares. *Educere et Educare*. 2022, 17, 41. p. 236-254.

Capítulo 3

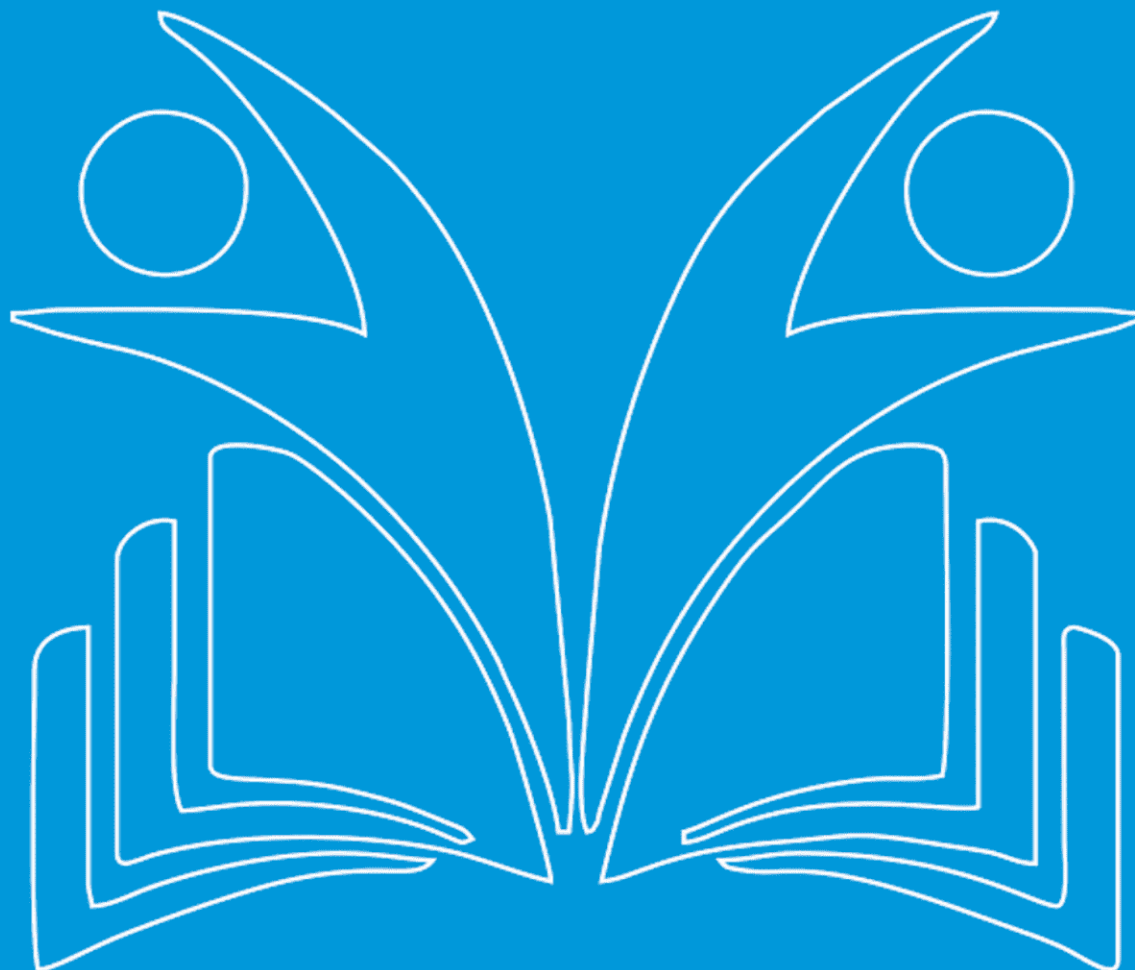


10.37423/230407549

"A PERCEPÇÃO DE RECRUTAS DA BASE AÉREA NAVAL DE SÃO PEDRO DA ALDEIA SOBRE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL."

SANTANA, C. R.;SANTANA, CAMILA REIS DE

UFRJ Nupem



Resumo: Estudo descritivo, de abordagem quantitativa, que avaliou a percepção de recrutas sobre problemas ambientais e a relação deles com o meio ambiente. A coleta de dados foi realizada a partir de um questionário padronizado. Para 99% dos participantes é importante conservar o meio ambiente; 47% considera que a poluição da água é o que mais incomoda; 96% respondeu que o aquecimento global é real e 77% que impacta no nosso modo de vida; 27% creem que os efeitos do aquecimento global afetam ou já afetaram sua vida e 38% que isto não influencia suas decisões diárias. As percepções dos participantes do estudo são importantes para orientar as ações e práticas sustentáveis a serem realizadas no ambiente militar. Sugere-se que escolas de recrutas trabalhem ações ambientais, pois estas podem influenciar de maneira benéfica as suas atitudes ambientais.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Sustentabilidade; Jovens; Militar.

INTRODUÇÃO

Os elevados padrões de consumo, as pressões populacionais e o desenvolvimento industrial contribuem para a degradação ambiental, que cada vez mais surge como uma preocupação global e crescente. A complexidade dos desafios ambientais e a sua globalização sugere a introdução de políticas mais ambiciosas, capazes de enfrentar os principais problemas ambientais e promover o desenvolvimento sustentável, cujo conceito deve ser uma preocupação e uma responsabilidade de todos.

Os problemas ambientais de hoje podem ser organizados em cinco grandes desafios, quais sejam: (1) fornecer alimentos, água e energia de maneira sustentável; (2) reduzir as mudanças climáticas e adaptar-se aos seus impactos; (3) projetar um futuro sem poluição e desperdício; (4) criar cidades eficientes, saudáveis e resilientes; e (5) promover decisões e ações informadas (NASEM, 2019). Esses grandes desafios estão alinhados às questões apresentadas e discutidas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas. Os ODS buscam transformar nosso mundo, aumentando a igualdade ambiental e social através de inovação sustentável e multidisciplinar (UN, 2015).

A incorporação de responsabilidade ambiental, econômica e social requer equipes multi e interdisciplinares com diversas competências. Profissionais que não apenas possuam uma grande profundidade de conhecimento em seu campo, mas também amplas experiências em outros campos, prosperarão melhor nesse cenário interdisciplinar. Para criar um mundo mais sustentável e empenhado em questões relacionadas com sustentabilidade, conforme descrito nos ODS, os indivíduos devem ser portadores de conhecimento, habilidades, valores e atitudes que os capacitam a contribuir para o desenvolvimento sustentável (WALLEN *et al.*, 2019).

A principal tarefa das Forças Armadas de um país é defender e proteger sua soberania e interesses. O setor de defesa – marinha, exército, aeronáutica – é caracterizado por sua complexidade, com seu numeroso pessoal e muitas instalações com inúmeros produtos e serviços. Devido à natureza de suas missões e atividades, o setor de defesa tem um papel social importante e também possui um grande potencial de prejudicar ou beneficiar o meio ambiente de maneira altamente visível. Comparado a outros domínios governamentais, os serviços de defesa têm, potencialmente, um impacto ambiental mais significativo do que outras instituições (MAGAGULA, 2019; MYHRE *et al.*, 2013; SMIT; VAN DER MERWE, 2018) .

O papel da gestão ambiental no setor militar é uma questão recente e complexa. O setor de defesa supervisiona um número importante de operações e atividades específicas e bem estabelecidas, que são realizadas pelos diferentes ramos, ou seja, a marinha, o exército e a aeronáutica e todo o seu setor administrativo. A principal tarefa das forças armadas de um país é defender e proteger sua soberania e interesses. Para cumprir essas responsabilidades, os setores militares devem ter armas, treinar seus membros e ter acesso a extensas áreas de treinamento com características naturais para combate. Portanto, atividades para equipar e treinar as forças armadas terão impactos ambientais como qualquer outra atividade humana (RAMOS; MELO, 2005; SMIT; VAN DER MERWE, 2018; WALLEN *et al.*, 2019).

O impacto das atividades do setor militar se estende aos problemas ambientais mais importantes nos níveis global, regional e local, incluindo gases de efeito estufa, depleção da camada de ozônio, ruído, efluentes de águas residuais, poluição do ar, resíduos perigosos e contaminação do solo (RAMOS; MELO, 2005). As forças armadas conduzem uma ampla gama de atividades e, de várias maneiras, representam uma seção transversal da sociedade. Embora grande parte dessa atividade seja especificamente militar, como treinamento de armas e tráfego aéreo militar, muitas dessas atividades têm contrapartes claras na sociedade civil (RAMOS; MELO, 2005; SMIT; VAN DER MERWE, 2018; MAGAGULA, 2019).

A Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) destaca que é responsabilidade de todo cidadão contribuir para o desenvolvimento sustentável e os elementos pertencentes ao setor de defesa não são exceção (NATO, 1996). O setor militar deve cumprir as políticas e leis ambientais estabelecidas para o resto da sociedade, exceto em circunstâncias extremas, nas quais sua missão de defender a nação e manter sua soberania possa estar em risco. Além disso, ao atuar de maneira ambientalmente responsável, o setor militar é capaz de exercer influência positiva significativa na sociedade. O exército, por exemplo, não é apenas responsável pelo gerenciamento de grandes áreas de terra, mas também opera instalações industriais, desempenha funções de serviço público, é um importante comprador público e envolve e treina um grande número de pessoas sob uma liderança unificada. Como tal, é uma importante instituição social. Também possui um grande potencial de prejudicar ou beneficiar o meio ambiente de maneira altamente visível.

Para promover o vínculo entre o setor militar e o meio ambiente, precisamos aumentar nossas pesquisas sobre métodos de desenvolvimento, medição e promoção da integração de práticas ambientais, nos diferentes níveis das organizações militares, nos processos de tomada de decisão,

logística e operação, em particular. Isso pode ser conseguido integrando o ambiente em todo o processo de gerenciamento das organizações militares, em vez de mantê-lo como um aspecto isolado (MAGAGULA, 2019; MYHRE *et al.*, 2013).

Rodrigues *et al.* (2012) destacam que as discussões sobre o meio ambiente foram e são precursoras de Políticas Públicas e ações ambientais propostas e/ou executadas pelos governos mundiais. Há inúmeros mecanismos que contribuem para uma leitura geopolítica aproximando-se de uma realidade local e dos problemas sociais que envolvem sociedade e meio ambiente.

Nesse contexto, a percepção dos recrutas, ou seja, de jovens engajados em um ambiente militar sobre os problemas ambientais, se torna um importante aliado para o poder público quanto à leitura de uma realidade social, configurando-se como meio de apoio aos instrumentos e ferramentas para futuras ações voltadas à Educação Ambiental, desenvolvendo interfaces e permitindo as interações propostas na execução de tarefas. As forças armadas modernas realizam amplas atividades militares, usam grandes áreas para fins de treinamento e operações militares e são confrontadas com um foco global no comportamento ambientalmente responsável. Essas condições obrigam os militares a garantir que os soldados demonstrem a atitude correta em relação a comportamentos e conhecimentos sobre os diversos ambientes físicos, sociais e culturais que ocupam e sobre os quais exercem efeitos (SMIT; VAN DER MERWE, 2018).

O termo “alfabetização ambiental” vem sendo utilizado desde o final da década de 1960 e é um conceito complexo por natureza, que abrange numerosos e diversos componentes significativos (MILLER; SPOOLMAN, 2012). É um termo usado quando se refere a três elementos geralmente reconhecidos da alfabetização ambiental, a saber, atitude, comportamento e conhecimento do ambiente – de acordo com o amplo consenso terminológico da literatura (WRIGHT, 2008; SMIT; VAN DER MERWE, 2018). Pode incluir crenças relacionados a opiniões sobre percepções e valores sociais relacionados ao meio ambiente.

A orientação conceitual sobre a compreensão dos diferentes componentes da alfabetização ambiental foi descrita por vários pesquisadores (ALP *et al.*, 2008; ÖZDEN, 2008; MEINHOLD; MALKUS, 2005; LOPEZ *et al.*, 2007; SMIT; VAN DER MERWE, 2018). Apesar da falta de uma definição precisa da alfabetização ambiental como conceito, uma definição de Roth (1992) amplamente aceita foi adotada pela maioria dos pesquisadores da área. Roth definiu alfabetização ambiental como conhecimento e atitude de um indivíduo sobre o meio ambiente e questões ambientais, habilidades e motivação para trabalhar na resolução de problemas ambientais e envolvimento ativo no trabalho para manter o

equilíbrio dinâmico entre a qualidade de vida e a qualidade do meio ambiente. O autor sugeriu um modelo útil que postula três níveis diferentes em um *continuum* de alfabetização ambiental crescente:

- O primeiro nível é a alfabetização ambiental nominal, o que implica um entendimento básico dos processos ambientais e um desenvolvimento da conscientização e sensibilidade em relação às questões ambientais.
- No nível seguinte, alfabetização ambiental funcional, a compreensão e o conhecimento da natureza e das interações entre seres humanos e sistemas naturais são registrados.
- O terceiro nível, rotulado como alfabetização ambiental operacional, engloba aqueles que foram além da alfabetização funcional, avaliam rotineiramente ações e tomam medidas para melhorar ou manter um ambiente saudável.

Este modelo postula, portanto, uma progressão pelos níveis de alfabetização ambiental em estágios que incluem consciência de baixo nível, através da preocupação e compreensão de possíveis ações no alto nível. A alfabetização não se desenvolve necessariamente através um processo linear. Portanto, a ação pode, por exemplo, preceder a compreensão (ROTH, 1992).

Considerando os fundamentos e a aplicabilidade da percepção, há várias mensurações e contextos existentes em diversas raízes epistemológicas com inter-relações entre elas. Historicamente, os estudos da percepção humana tiveram início no século XIX quando Wilhelm Wundt, então considerado o pai da psicologia, consagrou o primeiro laboratório experimental com estudos aplicados na temática de percepções (SIMÕES; TIEDEMANN, 1985). A partir daí, estudos nessa área nortearam movimentos, teorias, escolas e em meados dos anos 60 as análises de percepção deram início às discussões também no tocante ao meio ambiente.

Holtzer (1993) lembra que alguns autores humanistas como Roger Downs, Kevin Lynch, Willian Kirk, Lukermann, Hugh Prince e Leonard Guelk, desenvolveram suas abordagens teóricas sobre percepção ambiental com distintas percepções de valores. Os estudos sobre percepção ambiental evoluíram ampliando as iniciativas de aplicação deste conceito como, por exemplo, a elaboração do Projeto 13 – desenvolvido em 1973 pela UNESCO – sobre “Percepção de Qualidade Ambiental” com enfoque na importância da pesquisa em percepção ambiental para planejamento do meio ambiente.

A percepção é intrínseca ao ser humano, e este reage diversamente às relações interpessoais e sobre o meio (FAGGIONATO, 2009). Então, por qual motivo indivíduos de um mesmo grupo social expressam atitudes e pensamentos distintos? Para autores como Simões e Tiedemann (1985), Ribeiro (2003), Melazo (2005); Rodrigues et al. (2012), a resposta está nos valores presentes nas manifestações resultantes das percepções como cultura, classe social, história de vida. São esses fatores que influenciam diretamente no processo.

O caminho importante e inerente às mudanças ambientais é aprimorar nosso conhecimento por meio da educação e mudar a atitude e o comportamento de cada indivíduo. Isso permite que todas as pessoas possuam conhecimento ambiental abundante, atitude ambiental adequada e comportamento ambiental correto. O objetivo final da Educação Ambiental é melhorar o comportamento ambiental das pessoas. Portanto, é necessário e urgente cultivar a alfabetização ambiental das pessoas, corrigir a atitude ambiental, os cuidados ambientais e ecológicos, e o cumprimento dos comportamentos ambientais.

Por isso é fundamental discutir a temática ambiental entre os recrutas, a fim de que eles se empoderem desse conhecimento e consigam identificar problemas relacionados à questão ambiental, conhecendo e replicando ações resolutivas e preventivas, agregado à comunidade, procurando amenizar os riscos ambientais a que todos estão expostos. Através desse estudo pretendemos identificar nos recrutas o grau de conhecimento e de sensibilização sobre os problemas ambientais com vistas ao fortalecimento e valorização da importância da conservação do ecossistema marinho.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo descritivo, de abordagem quantitativa. O estudo foi realizado no Núcleo de Formação de Reservistas Navais – NFRN, unidade gerida pela Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia (BAeNSPA), pertencente ao Complexo Aeronaval de São Pedro da Aldeia/RJ, Marinha do Brasil.

A casuística contou com 94 voluntários do sexo masculino, com idades entre 18 e 19 anos, escolaridade de nível médio, recrutados pelo NFRV/ BAeNSPA. Esses recrutas recebem formação com duração entre 4 e 5 meses para cada turma. Uma turma a cada semestre, formando até 100 recrutas por ano que após cerimônia de juramento à Bandeira tornam-se Marinheiros-Recrutas. Foram incluídos todos os alunos recrutas do NFRV/BAeNSPA que concordaram em participar do estudo, sendo o recrutamento em si o critério de inclusão. Foram excluídos os recrutas que se recusaram a participar do projeto, ou aqueles que por algum motivo, durante a pesquisa, foram desligados da escola do NFRV/BAeNSPA.

COLETA DE DADOS

Inicialmente houve uma visita ao Núcleo de Formação de Reservistas Navais para apresentação do projeto e posteriormente foram agendadas visitas para a aplicação dos questionários.

A coleta de dados foi realizada a partir de um questionário padronizado que serviu para identificação socioeconômica e continha perguntas com respostas abertas e fechadas relacionadas a assuntos pertinentes ao meio ambiente. A caracterização socioeconômica, incluiu informações sobre estado civil, grau de escolaridade, profissão, número de filhos e renda familiar. A segunda parte do questionário incluiu 16 perguntas que serviram para a captação da percepção ambiental dos participantes, concentrando informações sobre a importância de conservar o meio ambiente, aquecimento global e o que mais o incomodava o indivíduo, do ponto de vista da degradação ambiental. As perguntas relativas a essa segunda parte do questionário são apresentadas na Tabela 2 e Gráficos 1 a 4. O questionário foi entregue aos participantes, havendo padronização de tempo de até 1 hora para respostas, sem interferência externa.

ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram organizados em planilhas Microsoft® Excell 2011. Para análise das variáveis quantitativas foram calculados as médias e os desvios-padrão, os valores mínimos, máximos e medianos. As variáveis categóricas são descritas por meio de suas frequências absolutas (n) e relativas (%).

ASPECTOS ÉTICOS

O trabalho seguiu os preceitos da bioética, respeitando a Resolução 466/2012 (CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 2012). O protocolo de pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Campus Macaé (CEP UFRJ-Macaé) e teve aprovação por meio do parecer n. CAAE: 15355319.0.0000.5699. A anuência dos participantes da pesquisa foi livre de vícios (simulação, fraude ou erro), dependência, subordinação ou intimidação, após explicação completa e pormenorizada sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando sua participação voluntária na pesquisa.

RESULTADOS

Dos 100 jovens recrutados no Núcleo de Formação de Reservista, 94 aceitaram participar do estudo. Esses recrutas, todos do sexo masculino e com idades entre 18 e 19 anos, receberam formação com

duração entre 4 e 5 meses. Na Tabela 1 são apresentados os dados socioeconômicos dos participantes do estudo

Tabela 1: Variáveis socioeconômicas dos participantes do estudo. N=94

Variáveis	Média	DP	Mediana (Min-Max)	N	%
Idade	18,74	0,6	19 (18-21)		
Renda (R\$)	2967,28	2450,21	2500 (765-19000)		
Escolaridade					
<i>ensino médio</i>				72	77
<i>ensino médio incompleto</i>				10	11
<i>Superior incompleto</i>				3	3
<i>Não informado</i>				9	9
Local de Residência					
<i>Rio de Janeiro</i>				75	80
<i>Espírito Santo</i>				18	19
<i>Não informado</i>				1	1
Cor/raça					
<i>Branco</i>				31	33
<i>Preto</i>				22	23,4
<i>Pardo</i>				40	42,6
<i>Não informado</i>				1	1
Estado Civil					
<i>Solteiro</i>				92	98
<i>Casado</i>				1	1
<i>Não informado</i>				1	1
Filhos					
<i>Sim</i>				1	1
<i>Não</i>				93	99

Fonte: Autoras (2020)

A idade média dos participantes foi de 18,74 anos (DP=0,60) e a renda familiar de R\$2967,27 (DP=2450,21). A maioria tem o ensino médio completo (77%), são solteiros (98%), sem filhos (99%), residentes no estado do Rio de Janeiro (80%) e se identificam como pardos (42,6%).

A aplicação dos questionários nos permitiu verificar como esses jovens percebem questões diretamente ligadas à conservação do meio ambiente. A Tabela 2 (próxima página) apresenta as

respostas (sim/não) dadas as perguntas sobre a importância da conservação ambiental e conhecimento sobre mudanças climáticas.

Os resultados mostram que 99% dos participantes consideram importante conservar o meio ambiente, mas ao serem questionados do “*por que você considera importante conservar o meio ambiente*”, 71% respondeu que era “*por ter valor em si mesmo e por ser importante na preservação das espécies*”, 18% “*por ser útil para os seres humanos*” e 2% não respondeu.

Entre os participantes da pesquisa, 47% não soube informar se no município em que reside há áreas de preservação ambiental e 62% não costuma visitar esse tipo de lugar. Quando perguntados sobre qual o grau de conhecimento que tem sobre áreas de preservação ambiental, 79% respondeu que tem pouco conhecimento e 20% nenhum conhecimento sobre o assunto.

Tabela 2.Conhecimento sobre a importância da conservação dos recursos naturais

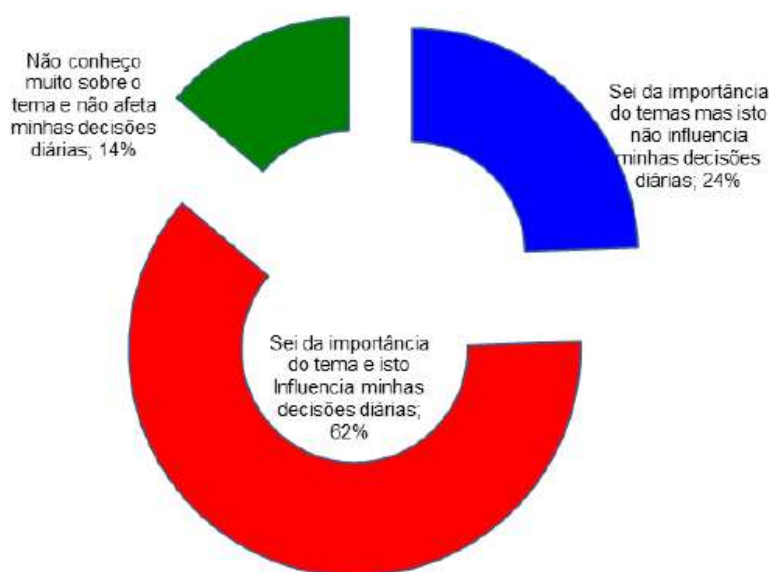
Perguntas	Sim		Não		Não sabe/ respondeu	
	n	%	n	%	N	%
1. Você considera importante conservar o meio ambiente?	93	99	1	1	0	0
4. Você saberia dizer se no município onde você reside há alguma área de preservação ambiental?	49	52	44	47	1	1
5. Você costuma visitar áreas de preservação?	35	37	58	62	1	1
6. Você acredita que os efeitos do aquecimento global modificarão o seu modo de viver num futuro próximo?	77	82	17	18	0	0
7. Você acredita que os efeitos do aquecimento global modificarão o modo de viver da sociedade como um todo?	76	81	18	19	0	0
10. Você considera importante conhecer melhor o mar, principalmente como fonte de alimentos e fonte de recursos biológicos e minerais?	90	96	4	4	0	0
14. Você conhece as diretrizes do Protocolo de Quioto?	8	9	86	91	0	0
15. Você acredita que o aquecimento global seja algo real?	90	96	4	4	0	0
16. Os efeitos do aquecimento global afetam ou já afetaram sua vida de alguma forma?	25	27	68	72	1	1

Fonte: Autoras (2020)

Sobre aquecimento global, 96% acredita que seja algo real, 82% que os efeitos do aquecimento global mudarão seu modo de viver num futuro próximo e 81% crê que esses efeitos modificarão o modo de viver de toda a sociedade. Porém, apenas 27% respondeu que os efeitos do aquecimento global

afetam ou já afetaram sua vida de alguma forma. Ao serem perguntados sobre a importância do aquecimento global para eles mesmos, 68% respondeu que era muito importante, 26% importante, 3% pouco importante e 3% não respondeu. Vale ressaltar que apenas 9% afirmou que conhece as diretrizes do Protocolo de Quioto. Quando perguntados se o tema aquecimento global influencia suas decisões, 38% respondeu que não (Gráfico 1).

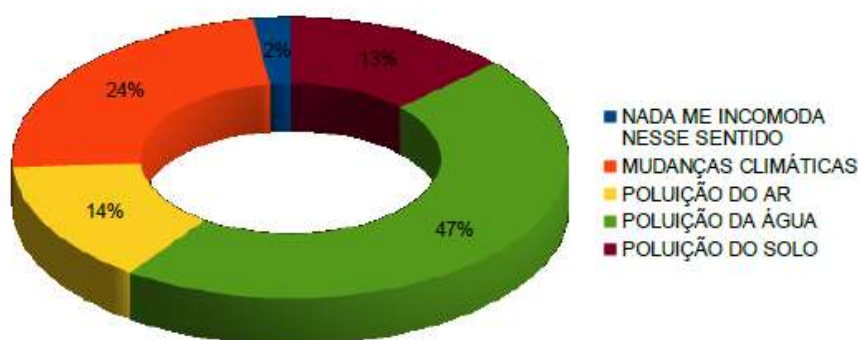
Gráfico 1: Percentual de respostas sobre como o aquecimento global influencia as decisões diárias dos participantes da pesquisa. N=94.



Fonte: Autoras (2020)

Quanto ao tema degradação ambiental, 47% dos participantes respondeu que a poluição da água era o que mais incomodava, seguido das mudanças climáticas com 27% (Gráfico 2).

Gráfico 2: Percentual de respostas sobre o que mais incomoda do ponto de vista da degradação ambiental.



Fonte: Autoras (2020)

Perguntados se é importante conhecer o mar como fonte de alimentos, de recursos biológicos e minerais, 96% respondeu que sim (Tabela 2). Ao questionarmos os recrutas sobre a Amazônia Azul, 54% respondeu que o termo se referia ao território marítimo brasileiro e 19% nunca ouviu falar sobre o assunto (Gráfico 3).

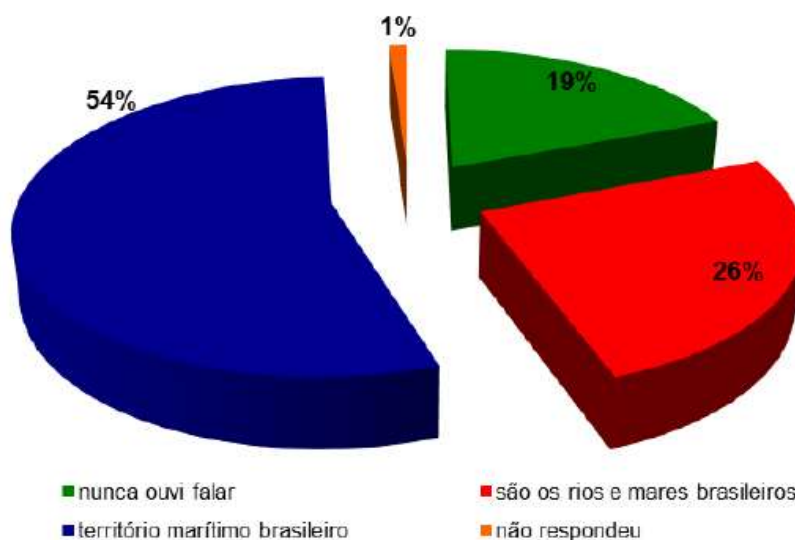


Gráfico 3: Percentual de respostas sobre o que significa Amazônia Azul. N=94

Fonte: Autoras (2020)

Também perguntamos em quais situações você considera o mar, os rios e seus afluentes como sendo mais importantes para o ser humano, sendo que 73% respondeu que o mar é igualmente importante como fonte de alimento, lazer, meio de transporte e fonte de energia (Gráfico 4).

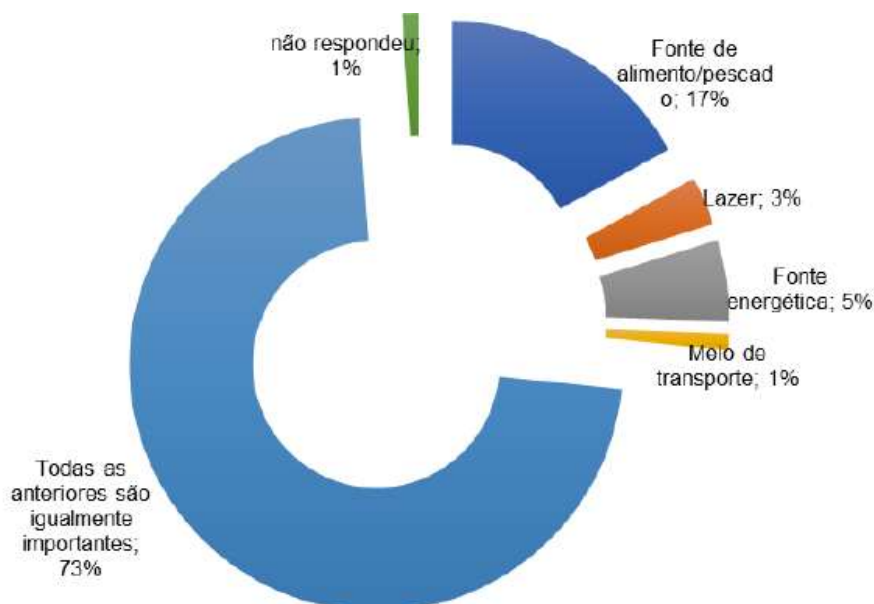


Gráfico 4: Percentual de respostas sobre a importância de rios e mares para o ser humano.

Fonte: Autoras (2020)

DISCUSSÃO

Apesar de 80% da população brasileira viver próximo ao litoral, falta a ela uma maior consciencialização da importância dos oceanos. A conservação marinha envolve processos complexos e de lenta implementação. Castro et al. (2017) diz que o desenvolvimento da mentalidade marinha na nossa sociedade, principalmente nos ensinos fundamental e médio, permitirá a gradual mudança de posturas frente à Amazônia Azul. Isto é importante, pois essa área abriga um bioma único, indivisível e frágil, tanto diante da contaminação ambiental quanto das mudanças climáticas globais previstas para as próximas décadas.

Nesse sentido consideramos apresentar no presente estudo um apontamento do que os jovens recrutas compreendem e a sensibilização desses, para com os problemas ambientais, com vistas às futuras ações educativas. Tendo em vista que ainda existe uma lacuna que gera grandes oportunidades de melhoria na relação poder público/academia/sociedade civil no tocante à Educação Ambiental, é fundamental analisar os dados desse estudo, coletados das questões interpretativas, assim como direcionar a promoção de ações educativas voltadas para escolas de recrutas, moradores do entorno e sociedade em geral, disseminando o conhecimento sobre biodiversidade e conservação ambiental e os impactos da degradação ambiental na saúde humana, de forma a fortalecer e a valorizar a importância da conservação de todo o ecossistema.

Entre os participantes, 99% consideram importante conservar o meio ambiente. Como o estudo trata apenas da identificação do nível de conhecimento dos recrutas, não avaliaremos como se deu ou se dá a Educação Ambiental desses jovens, ou quais as correntes de pensamento da EA que os orientaram durante toda sua vida. Para Lucie Sauvé (2005) há quinze correntes de pensamentos e atuação da EA; são elas: Naturalista, Conservacionista/Recursista, Resolutiva, Sistêmica, Científica, Humanista, Moral/Ética, Holística, Biorregionalista, Prática, Crítica Social, Feminista/Ecofeministas, Etnográfica, Ecoeducação, Para a sustentabilidade. Nosso estudo volta-se para uma abordagem tendenciando para a Sustentabilidade com o conceito e condição absorvidos pela EA na *“promoção do desenvolvimento socioeconômico da humanidade, em condição indissociável da conservação dos recursos naturais, na equidade de sua utilização para estas e as futuras gerações”* (SAUVÉ, 2005).

Nenhum dos recrutas considera os oceanos como fonte de lazer ou o meio de transporte importante para os seres humanos, ainda que a maioria resida em regiões litorâneas, onde o turismo movimenta a economia regional. Sabe-se que *“em aproximadamente 8.500 km de faixa litorânea, concentram-se*

80% da população, são produzidos 90% do produto interno bruto (PIB) brasileiro e estão localizados os principais destinos turísticos nacionais” (MARINHA DO BRASIL, 2020).

Quando questionados sobre Amazônia Azul, 54% dos recrutas responderam que o termo se referia ao território marítimo brasileiro dentro do conceito que trazemos, 19% nunca ouviu falar sobre o assunto, enquanto 24% entende que se trata dos rios e dos mares brasileiros. Imprescindível conhecermos nossos mares e suas riquezas, o impacto no meio ambiente e nas nossas vidas para que possamos saber o que queremos conservar, o que estamos valorizando ou desvalorizando, quem os está protegendo ou não e de que forma isso se dá.

A percepção de que o mar é igualmente importante como fonte de alimento, lazer, meio de transporte e fonte de energia se deu para 73% dos participantes, quando perguntados sobre a importância do mar para os seres humanos. Quando se pensa em Economia Azul como a economia do desenvolvimento que vem dos mares, a conservação ambiental é a nossa principal aliada. Deste modo, 47% dos participantes respondeu ser a poluição da água o que mais incomoda e 96% considera importante conhecer melhor o mar, principalmente como fonte de alimentos e fonte de recursos biológicos e minerais. De fato, acreditamos na importância em conhecermos melhor o mar como fonte de recursos e de relevância socioeconômica, vinculando a essas questões e a tantas outras que envolvem preservação de espécies e conservação da natureza, para ampliarmos nossa visão sobre a importância de conservá-lo.

Com uma exceção, todos os participantes concordaram ser importante conservar o meio ambiente. As respostas dadas sobre a importância da conservação dos recursos naturais correspondem aos chamados "valores de manutenção da vida" (VAN RIPER; KYLE, 2014). A maioria dos recrutas reconhece a importância dos serviços ecossistêmicos prestados pelo ambiente e indica um alto nível de preocupação e conhecimento ambiental. Acoplado a essa categoria está o reconhecimento da biodiversidade, que se traduz em uma preocupação biocêntrica e não apenas em uma visão de mundo antropocêntrica, a saber, preocupações de "diversidade biológica".

O reconhecimento do valor intrínseco da natureza é capturado nas respostas que advogam a proteção e preservação de toda a vida e habitats, e a conservação da natureza. O reconhecimento desse valor intrínseco da natureza, em vez de uma linha de raciocínio mais utilitária (MILLER; SPOOLMAN, 2012) significa um bom nível de sensibilidade ambiental e um nível bem desenvolvido de preocupação ambiental entre um grupo significativo de recrutas. Essa preocupação vai além do mero valor utilitário atribuído pelos participantes e indica progressão ao longo de um *continuum* crescente de

alfabetização ambiental postulada por Roth (1992). O reconhecimento do imperativo organizacional de cuidar do meio ambiente não aparece na literatura geral sobre alfabetização ambiental, mas é inerente ao dever do soldado. Esse tipo de resposta é atribuível à influência das normas, especificamente às subjetivas ou à sensação de que "outras pessoas significativas" esperam um certo padrão de comportamento (GIFFORD; NILSSON, 2014).

Um considerável número de respostas avaliou questões relacionadas ao aquecimento global como sem importância para a sua vida, o que implica que os recrutas não precisam se preocupar com o meio ambiente, pois pode não ser um imperativo organizacional. Esse equívoco potencialmente prejudicial deve ser observado pelos líderes militares e deve ser abordado pela educação e treinamento em meio ambiente militar.

Poucos recrutas responderam que não é importante cuidar ou conhecer melhor o meio ambiente. Embora essa seja uma opinião mantida por uma minoria, é essencial que o serviço militar tome nota e dissipe essa ilusão, porque legal e eticamente essa atitude pode gerar controvérsia. São necessários apenas alguns soldados que desconhecem a importância da conduta ambientalmente responsável, para o Estado se envolver em processos caros, ou pior, comprometer a execução da missão devido ao comportamento insensível ao meio ambiente dos soldados. Um exemplo é a poluição da água em países com escassez de água (MOSHER *et al.*, 2008). O *locus* de controle externo indica uma incapacidade de se apropriar do comportamento ambiental.

Em relação às respostas positivas apresentadas na Tabela 2 muitas respostas implicam que uma parte importante dos participantes do estudo não entendeu a pergunta ou não conseguiu assinalar uma resposta legítima. Um exemplo é que 96% respondeu que o aquecimento global é real, 77% que impacta no nosso modo de vida, mas apenas 27% respondeu que os efeitos do aquecimento global afetam ou já afetaram sua vida de alguma forma e 38% que isto não influencia suas decisões diárias.

Nenhuma explicação para isso é imediata. Mas uma possível explicação é que alguns recrutas entenderam mal a questão enquanto estavam sob a falsa impressão de que a entenderam. Talvez eles acreditassem que boas práticas ambientais podem melhorar o sucesso da missão, mas não podiam explicar suas crenças. Outra explicação é que os participantes tentaram responder à pergunta de acordo com o que pensavam ser a resposta "correta", com base nas expectativas percebidas pela pesquisadora. Matthies *et al.* (2012, p. 278) chamam esse comportamento de "norma subjetiva" e a definem como as "expectativas percebidas de outras pessoas significativas". Nesse caso, o outro significativo foi a pesquisadora, que pode ter sido considerada de "classificação mais alta". Contudo,

isso é discutível, porque esse efeito não aparece em nenhuma das outras respostas às perguntas, algo que se esperaria se existissem percepções de respostas "boas" entre os participantes. No entanto, essa questão exige uma avaliação mais aprofundada.

Quando questionados de que forma imagina o que terá de transformação em sua vida com os efeitos do aquecimento global, 25,53% dos participantes não quiseram ou não souberam responder, enquanto nas perguntas abertas, 6,38% não ofereceu nenhuma resposta. Essa taxa de não resposta merece comentários. Kelly *et al.* (2003) e Negev *et al.* (2010) sustentaram que as perguntas abertas são mais exigentes para os respondentes e que, por isso, são prováveis de ter taxas de não resposta. Isso é especialmente verdadeiro para os participantes menos motivados ou fatigados pela pesquisa. Negev *et al.* (2010), por exemplo, registraram uma taxa de não resposta de 40% em uma pesquisa de problemas, causas e soluções ambientais. Portanto, a taxa de não resposta no presente estudo não é inaceitavelmente alta.

Pode-se concluir que programas de educação e treinamento ambiental podem influenciar de maneira benéfica às atitudes ambientais dos recrutas. Nesse sentido a Educação Ambiental entra como forte aliada. No início do século XX, a sociedade começava a refletir sobre o ambiente e Freud divulgava que a civilização é a culpada por nossa miséria, com a crença de que seríamos mais felizes se retrocedêssemos as condições primitivas apresentando-nos três origens do sofrimento humano: a prepotência da natureza, a fragilidade de nosso corpo e a insuficiência das normas que regulam a sociedade. Já que nunca dominaremos completamente a natureza, e nosso organismo faz parte dela, sempre será uma construção transitória, limitada em adequação e desempenho (FREUD, 2011).

Os militares do mundo todo estão sob crescente pressão para conduzir suas operações de maneira ambientalmente responsável. Essa é a maneira ética e moralmente apropriada de agir, e um imperativo legal. As missões militares podem ser comprometidas por conduta ambiental inadequada e as consequências de práticas ambientais militares ruins podem permanecer por muito tempo após a resolução de conflitos ou intervenções. Soldados com um grau adequado de conhecimento ambiental podem impedir que isso aconteça. Para Smit e Van der Merwe (2018), soldados com atitude ambiental adequada, conhecimento adequado e padrões de comportamento que lhes permitam operar efetivamente em qualquer ambiente em que devem executar sua missão, não queimam livros religiosos, não destroem artefatos culturais importantes, não ignoram tabus culturais, nem violam leis ambientais ou prejudicam o ambiente físico em que eles operam. Eles também não tolerarão práticas

ambientais insustentáveis que possam ter um efeito adverso em sua própria saúde e segurança, bem como na população civil onde operam.

CONCLUSÕES

Pode-se afirmar, que programas de educação e treinamento ambiental podem influenciar de maneira benéfica às atitudes ambientais dos recrutas. Desse modo, as percepções dos participantes do estudo são importantes para orientar as ações e práticas sustentáveis a serem realizadas no ambiente militar. Sugere-se que escola de recrutas trabalhe ações ambientais. Entre as ações que podem ser incorporadas está o oferecimento de uma disciplina de Educação Ambiental, de modo a estimular o desenvolvimento de atitudes e valores relacionados ao meio ambiente e a sociedade em que integra. Palestras, oficinas e rodas de conversa sobre o assunto são outra alternativa para os recrutas compreenderem que também são responsáveis pela conservação ambiental e que a degradação do ambiente implica em consequências negativas para toda a sociedade.

REFERÊNCIAS

- ALP, E. A survey on Turkish elementary school students' environmental friendly behaviours and associated variables. *Environmental Education Research*, v. 14, n. 2, p. 129-143, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504620802051747>
- MARINHA DO BRASIL. Economia Azul. Acessado em: 27 de maio de 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/economia-azul/sobre>
- CASTRO, B.M. et al. A Amazônia Azul: recursos e preservação. *Revista USP*, n. 113, p. 7-26, 6 jun. 2017.
- FAGGIONATO, S. Percepção ambiental. Material de Apoio – Textos, 2009. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt4.html>.
- FREUD, S. O mal-estar na civilização. Tradução de Paulo César de Souza. São Paulo: Penguin Classics. Companhia de das Letras, 2011.
- GIFFORD, R. The dragons of inaction: Psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *American Psychologist*, v.66, n. 4, p. 290-302, 2011.
- GIFFORD, R.; NILSSON, A. Personal and social factors that influence preenvironmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology*, v. 49, p.141-157, 2014.
- LOPEZ, A. et al. Texas Latino college students' attitudes toward natural resources and the environment. *Journal of Wildlife Management*, v. 71, n. 4, p. 1275–1280, 2007.
- MAGAGULA, H.B. Military integrated environmental management programme of the South African National Defence Force. *South African Geographical Journal*, v. 102, n. 2, p. 170-189, 2019.
- MATTHIES, E., SELGE, S.; KLÖCKNER, C.A. The role of parental behaviour for the development of behaviour specific environmental norms-the example of recycling and re-use behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, v. 72, p. 277-284, 2012.
- MEINHOLD, J.L.; MALKUS, A.J. "Adolescent environmental behaviours: Can knowledge, attitudes and self-efficacy make a difference?" *Environment and Behaviour*, v. 37, n. 4, p. 511-532, 2005.
- MELLAZO, G. C. A percepção ambiental e Educação Ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. *Olhares & Trilhas, Uberlândia*, v. 6, n. 1, p. 45-51, 2005.
- MILLER, G.T.; SPOOLMAN, S.E. *Living in the environment*. 19th ed, Boston: Cengage Learning, 2018.
- MOSHER, D.E. et al. *Green warriors: Army environmental considerations for contingency operations from planning through post-conflict*. Santa Monica: Rand Corporation. 2008.
- NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE – NASEM. *Environmental Engineering for the 21st Century: Addressing Grand Challenges*. Washington, DC: The National Academies Press, 2019..

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANISATION – NATO. Environmental Guidelines for the Military Sector: A Joint Sweden–United States Project. North Atlantic Treaty Organisation, Committee on the Challenges of Modern Society. 1996.

ÖZDEN, M. Environmental awareness and attitudes of student teachers: An empirical research. IRGEE, v. 17, n.1, p. 40–55, 2008.

RAMOS, T.B., MELO, J.J. Environmental management practices in the defence sector: assessment of the Portuguese military's environmental profile. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, n. 12, p. 1117-1130, 2005.

RIBEIRO, L. M. O papel das representações sociais na Educação Ambiental. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2003.

RODRIGUES, M. L. et al. A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais. *Saude soc.*, São Paulo, v. 21, supl. 3, p. 96-110, Dec. 2012.

ROTH, CE. Environmental literacy: Its roots, evolution, and directions in the 1990s. Columbus, OH: ERIC/CSM, 1992. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED348235.pdf>

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em Educação Ambiental. In: SATO, M.; CARVALHO, I.C.M. (Orgs.) *Educação Ambiental*. Porto Alegre: Artmed, 2005, p.17-44.

SIMÕES, E. A. Q.; TIEDEMANN, K. B. *Psicologia da percepção*. São Paulo: EPU, v. 10, n. 2, 1985.

SMIT, H. A. P. & VAN DER MERWE, J. H. Military environmental literacy in the South African army. *Scientia Militaria: South African Journal of Military Studies*, v. 46, n.1, p. 59-77, 2018. DOI: 10.5787/46-1-1225

UNITED NATIONS – UN. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1, 2015. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E

VAN RIPER, C. J.; KYLE, G.T. Capturing multiple values of ecosystem services shaped by environmental world views: A spatial analysis. *Journal of Environmental Management*, v. 145, p.374-384, 2014.

WALLEN, B. M. et al. Long-term Impact on Environmental Attitudes and Knowledge Assessed over Three Semesters of an Environmental Engineering Sequence. *American Society for Engineering Education*, 2019. <https://www.asee.org/public/conferences/140/papers/26444/view>

WRIGHT, J.M. Web-based versus in-class: An exploration of how instructional methods influence postsecondary students' environmental literacy. *The Journal of Environmental Education*, v. 39, n. 2., p.33-45, 2008.

Capítulo 4

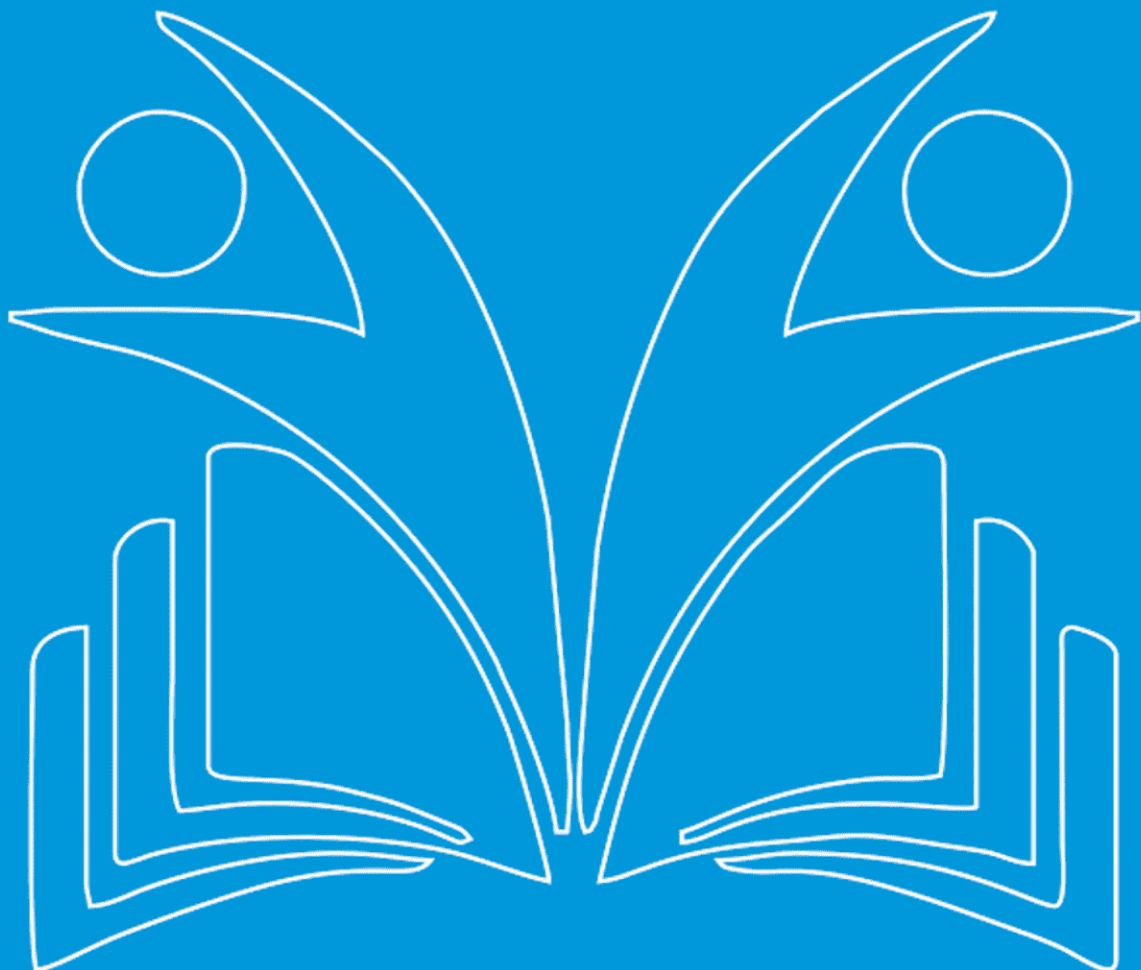


10.37423/230407597

VALORAÇÃO DO SERVIÇO HIDROLÓGICO DE CONTROLE DE EROSÃO E SEDIMENTAÇÃO, EM DUAS MICROBACIAS PAREADAS DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

João Guilherme Corrêa Marcolino

*UNESP - Faculdade de Ciências
Agrônômicas*



Resumo: O presente estudo consiste na valoração econômica do serviço hídrico de controle de erosão e sedimentos em duas microbacias pareadas sob diferentes usos e coberturas de solo e os custos evitados/recuperação do serviço em termos de valores de qualidade de água permissíveis, principalmente para abastecimento doméstico. A partir dos dados de sólidos em suspensão, vazão e características morfométricas coletados nas microbacias serão determinados a perda de solo, bem como os custos evitados ou de reposição, segundo seja o caso. Os custos de reposição de nutrientes, mata ciliar, recuperação de voçoroca e práticas conservadoras, bem como os custos de tratamento de água por desassoreamento serão determinados, em função a valores de referência; sendo esta informação um subsídio relevante para os tomadores de decisão.

Palavras-chaves: mata ciliar, hidrologia, erosão, tratamento de água, assoreamento, serviço hídrico, voçoroca, valoração econômica.

1. INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos hidrológicos (SEH) são os benefícios obtidos dos ecossistemas vinculados à água para o bem-estar humano (MEA, 2005), entre eles, temos: abastecimento de água desviada para diferentes usos, suprimento de água local, redução de danos causado pelas inundações, salinização da terra seca, instrução de água salgada e sedimentação; serviços hídricos espirituais e estéticos, bem como água e nutrientes para o suporte vital de estuários e outros habitats.

O serviço hidrológico de controle de erosão e sedimentação está ligado a porcentagem de cobertura florestal existente, porquanto, a conservação da vegetação natural na microbacia hidrográfica aumenta a infiltração proporcionada pelas raízes e organismos que se desenvolvem na serapilheira, os quais abrem caminho na estrutura física do solo para a água, diminuindo o impacto da gota de chuva sob o solo controlando a erosão (SOUZA, 2012). A vegetação natural, também proporciona a filtragem da enxurrada proveniente de áreas externas evitando o alcance de sedimentos ao rio (SBICIGO, 2011); além de prover alimento e abrigo para a micro e macrofauna aumentando a diversidade ecológica, o que resulta em melhor estabilidade ao ecossistema.

Na ausência ou diminuição da proteção conferida pela vegetação natural espera-se que o resultado oposto ocorra: a perda da qualidade e quantidade de água disponível para os diferentes usos, diminuição da biodiversidade e a capacidade de resiliência do ecossistema (OLIVEIRA, KLIEMANN, CORRECHEL; SANTOS, 2010).

Na ausência de preços de mercado deste serviço, a economia ambiental e de recursos naturais, tem utilizado métodos indiretos para estimar monetariamente quanto custaria a reposição dos benefícios perdidos ou quanto evitamos de gastar ao conservar a cobertura florestal na microbacia para redução de sedimentos. O método de custo de reposição (MCR) baseia-se precisamente no custo de reposição ou gasto em todo o processo de restauração de um bem danificado e entende-se esse custo como a medida aproximada de seu benefício. O método consiste na agregação de gastos efetuados na reparação dos efeitos negativos provocados por algum distúrbio na qualidade ambiental de um recurso (PEARCE; TURNER, 1993; TÔSTO; PEREIRA; 2015).

Nesse trabalho a estimativa do valor econômico do serviço hídrico de controle de erosão e sedimentação será a somatória dos custos de reposição de nutrientes perdidos, por meio da aplicação de fertilizantes industrializados, bem como os custos de restauração florestal da zona riparia, os custos

de recuperação da voçoroca e implementações de práticas conservacionista e do custo derivado do tratamento de água reduzindo os sedimentos para tornar a água potável.

2. JUSTIFICATIVA

Serviços hidrológicos como o controle de erosão e sedimentação, não tem um valor de mercado tangível como a madeira, os bens raízes ou um carro. Pelo que é necessário disponibilizar informações sobre o valor econômico da floresta nativa na redução de sedimentos e, portanto, em evitar custos de desassoreamento das plantas de tratamento de água para consumo doméstico, assim como determinar os custos de reposição que incorreriam os municípios, empresas públicas de água potável e outros prestadores do serviço, em caso de perder o serviço hidrológico. Contar com informações mostrando o real impacto econômico no bem-estar humano, facilita a tomada de decisões no que diz respeito ao investimento em práticas de conservação e manejo ambiental mais adequadas.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Valorar o serviço hidrológico de controle da erosão e sedimentação, em duas microbacias pareadas, sob diferentes usos e cobertura de solo na Floresta Estacional Semidecidual, como subsídio para tomada de decisões e na elaboração de políticas e programas de conservação para reduzir ou manter as atuais taxas de assoreamento.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a descarga de sedimentos em t/ha/ano, em duas microbacias sob diferentes usos e coberturas de solo, a partir de dados de sólidos em suspensão (mg/L), vazão (m³/s) e área de drenagem.
- Estimar o valor econômico do serviço hidrológico de controle de erosão e sedimentação, em duas microbacias sob diferentes usos e coberturas de solo, pelo método de custo de reposição.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 CONCEITO DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA

Na literatura, diversos autores classificam de maneira diferente o conceito de microbacia hidrográfica, alguns utilizam fatores físicos e outros fatores ecológicos. (TEODORO et al., 2007). As microbacias são

uma classificação de uma unidade natural utilizada como ferramenta para estudo de um ecossistema, servindo de parâmetro para entendimento da influência do uso e ocupação do solo nos ecossistemas. (OLIVEIRA, 2021).

De acordo com Finkler (s. d.) entende-se que uma bacia hidrográfica é a região de drenagem de um rio principal e seus afluentes, onde a água da chuva escoar pela superfície e se infiltra no solo. A água que escoa superficialmente alcança um rio principal ou um sistema de afluentes, que finalmente são descarregadas em um único ponto chamado de foz, localizado no ponto mais baixo da região. A água que é infiltrada fica armazenada nos aquíferos ou emerge para o leito dos rios e outra parte da água é utilizada pela vegetação que depois é evaporada por meio da transpiração das plantas.

De acordo com BALBINOT et al., (2008) para se conhecer o efeito que uma perturbação antrópica terá em uma bacia hidrográfica é preciso conhecer os parâmetros hidrológicos de um ecossistema natural sem intervenções humanas e então compará-los com um ecossistema que tenha sido perturbado. Como aponta Arcova, Lima e Cicco (1998) “Para que se possa avaliar as alterações na produção de água de microbacias experimentais, decorrentes das mudanças das condições originais das bacias, é necessário que se estabeleçam relações matemáticas entre as características do deflúvio de interesse e outra, ou outras, variáveis hidrológicas das microbacias estudadas”.

Além dos critérios hidráulicos e hidrológicos para a medição da vazão há que levar em conta que o delineamento experimental ideal envolve o uso de duas **microbacias** adjacentes ou vizinhas, referidas como "**microbacias pareadas**" (IPEF, 2008). Microbacias pareadas são assim chamadas aquelas que possuem características semelhantes, como a forma, área, geologia, tipo de solo, localização, tipo de vegetação, clima, regime hídrico, etc. assim podem ser comparados a fim de determinar o impacto de suas características divergentes em determinado aspecto (IPEF, 2008).

As microbacias pareadas permitem determinar a influência dos diferentes usos e ocupações do solo na qualidade e quantidade de água produzidas nelas facilitando o monitoramento dos processos hídricos e ecológicos que regulam estes serviços hidrológicos.

4.2 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As áreas de proteção permanente são compostas pelo que é chamado de vegetação riparia ou mata ciliar, sua importância é evidenciada em diversos estudos feitos ao longo de décadas. A mata ciliar é assim chamada pois como os cílios protegem os olhos ela protege os ecossistemas aquáticos a qual permeia (ALMEIDA, 2016).

Como aponta Rosa “[...] fica claro que são locais que devem ser protegidos permanentemente, o que na maioria das vezes não ocorre, tendo em vista que o homem se preocupa somente com seu desenvolvimento econômico”. (2011, p.85-93). As áreas de preservação permanente são protegidas pelo Código Florestal que determina os parâmetros a serem respeitados.

No Capítulo II Seção I, em seu artigo 4º, o Código Florestal Brasileiro apresenta as dimensões exigidas para a mata ciliar em termos proporcionais as “faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular” e também as nascentes, encostas com declividade superior a 45º, ecossistemas como os manguezais e restingas e em altitudes superiores a 1.800 (mil e oitocentos) metros de altitude.

Segundo Monteiro et al, quanto maior é a faixa marginal de mata ciliar, de cada lado do curso de água, aumenta o número de serviços ecossistêmicos. Assim, por exemplo, faixas até 15 m de largura de cada lado do curso de água permite a estabilidade dos taludes; faixas de 15 – 30m servem de suporte do habitat aquático; remoção de nutrientes faixas maiores a 30 m; controle de sedimentos precisa de faixas entre 30 e 45 m; controle de enchestes faixas acima de 60 m; e habitat de vida silvestre, faixas acima de 90 m.

4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O ser humano altera a paisagem do planeta com empreendimentos de produção a partir do plantio de culturas de interesse econômico, essa alteração tem impactos ambientais se não manejadas corretamente.

Diversos fatores influenciam na quantidade de solo que é perdida pelos elementos presentes no campo, sendo eles o clima da região, declividade do terreno, tipo de solo e sua erodibilidade, o manejo do solo e seu uso e ocupação.

Um dos fatores que é regulado pela floresta é a qualidade e abundância da água presente no corpo hídrico, ela também age como filtro, impedindo ou reduzindo a descarga de sólidos e substâncias nocivas às águas superficiais (SOUZA, 2012).

O desmatamento é um dos grandes responsáveis pela erosão do solo, ele é acelerado pela necessidade do ser humano por áreas produtivas. Os usos e ocupações do solo podem ser dos mais diversos no entorno de uma microbacia sendo essenciais ações de manejo corretas para mitigar os danos aos ecossistemas naturais presentes na paisagem. A construção de curvas de nível, a não exploração de áreas muito declivosas, a rotação de culturas, o plantio direto, a manutenção da grama das pastagens,

são exemplos de práticas que permitem a harmonia entre a produção e os ecossistemas naturais. (EMBRAPA, s.d.)

4.3.1 AGRICULTURA E PECUÁRIA

As atividades antrópicas podem apresentar efeitos indesejados no meio-ambiente e para o bem-estar da população no geral, quando não são corretamente manejadas. A erosão do solo, frequentemente produzida por atividades agropecuárias, é uma das principais ocorrências negativas que é causada por essas atividades quando má executadas. A fertilidade do solo é diminuída pelo carregamento de nutrientes, os corpos d'água sofrem assoreamento, diminuindo a qualidade e quantidade de água disponível para consumo humano e para as próprias atividades produtivas citadas acima. Isso eleva os custos de renovação do recurso hídrico (TUNDISI e TUNDISI 2010).

Para frear os efeitos negativos das atividades antrópicas sobre uma microbacia são necessárias medidas de contenção da erosão hídrica. Em relação à qualidade das águas superficiais, os pastos e plantações em terrenos declivosos devem possuir curvas de nível para diminuir a velocidade das águas das chuvas evitando a erosão e o assoreamento (HOLANDA, 2009).

Além disso, devem ser respeitadas as normas previstas em lei para a conservação da mata ciliar no entorno de corpos hídricos e nascentes, o que aumenta a infiltração da água e diminui o carregamento de sedimentos para os locais onde a água é presente em abundância.

4.3.2 EROSÃO

A erosão é um processo de carregamento do solo pela água ou pelo vento de uma localidade até outra que modela a paisagem do planeta, sua ocorrência e intensidade depende da composição do solo, atividades humanas, relevo e clima (SANTANA; NUMMER, 2010).

O tipo mais severo de erosão é a erosão hídrica, causada pela água das chuvas quando impacta o solo desprotegido, ambientalmente a erosão causa assoreamento de rios, lagos e canais fluviais e empobrece o solo (RUBIRA et al., 2016).

A intensidade da erosão em determinada região vai ser alterada por diversos fatores que não dependem da ação do homem, como o regime hídrico da região, o tipo de solo, a declividade etc.

Para melhor manejo de uma determinada área, vê-se interessante o estudo e a verificação dessas variáveis para que se determine a implementação de técnicas adequadas de contenção da água da chuva.

Em localidades onde já é visível o problema da erosão do solo, devem ser tomadas ações de contenção e recuperação do solo para que o problema não se agrave o que muitas vezes inviabiliza o uso da terra para qualquer atividade econômica de produção, seja pecuária ou o crescimento de plantas (WADT et al., 2007).

No caso de a área com erosão localizada em uma reserva legal, onde necessite-se a recuperação da vegetação ou mesmo em uma área de interesse econômico para produção agrícola deve ser feita a reposição dos nutrientes do solo, além das práticas que evitam a erosão. Para isso são utilizadas equações que estimam a quantidade de nutrientes perdidos ao longo do tempo que precisam ser repostos na área que sofre com a erosão, pelo que é necessário primeiro calcular a perda de solo em determinada área, a mais utilizada é o modelo USLE – Universal Soil Loss Equation WISCHMEIER e SMITH (1978), adaptada por BERTONI e LOMBARDI (1999).

4.4.3 ESTRATÉGIAS DE REVEGETAÇÃO

Os métodos tradicionais de revegetação têm seu início datado na década de 70, onde a preocupação era o crescimento das árvores para produção madeireira, sem a devida atenção a restauração ecológica. Hoje em dia preocupa-se mais com os estágios sucessionais, buscando atrair animais dispersores e o favorecimento do aparecimento das lianas e o aumento da biodiversidade com objetivo de aumentar o sucesso do reflorestamento (BECHARA, 2006).

As técnicas de revegetação se mostram um método promissor para a conservação do solo e para a recuperação da erosão, essa técnica deve ser alinhada com a geração de renda por meio do plantio de espécies que produzam madeira e plantas de interesse alimentício (VERDUM; VIERA; CANEPPELE, s.d.). As espécies devem ser variadas e devem ser nativas da região onde serão plantadas.

Os espaçamentos utilizados nos plantios em diferentes situações variam, sendo o plantio mais adensado em locais de maior erosão para contenção maior do terreno por parte das raízes. No plantio das áreas de preservação permanente onde a erosão não se mostra um problema, o plantio pode ser menos adensado e, em regiões de enriquecimento, também pode ser menos adensado, pois já existem diversas espécies no local (ALMEIDA, 2016).

4.4 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Os ecossistemas são vitais para o bem-estar do ser humano, a maneira que o homem se distancia da natureza, se torna obscura a ideia da importância dos recursos naturais e a necessidade de harmonia e sustentabilidade que é fundamental para a prosperidade do planeta.

Serviços ecossistêmicos são definidos pelo valor que certo bem natural possui na conservação e qualidade de um ecossistema como um todo, sua função está diretamente ligada ao bem-estar de todos os seres vivos, assim como a prosperidade econômica de um país. Eles desempenham papéis nos fluxos de energia, na qualidade e na oferta de água e tem relação direta com a biodiversidade existente em cada um deles. (VEZZANI, 2015)

Os serviços ecossistêmicos são classificados em quatro categorias: provisão, regulação, culturais e de suporte; de acordo com a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA 2005, sigla em inglês). Os serviços de provisão são considerados como os produtos que podem ser obtidos da natureza pelo homem, como alimento, madeira, carvão, plantas medicinais etc. Os serviços de provisão estão relacionados com as características regulatórias dos processos ecossistêmicos, como a manutenção da qualidade do ar, regulação do clima, purificação da água. Os serviços de suporte são aqueles necessários para a produção de outros serviços ecossistêmicos e seus impactos sobre o ser humano são indiretos e/ou ocorrem no longo prazo. Já os serviços culturais são os benefícios que as pessoas obtêm quando em contato com a natureza, como a beleza da paisagem, inspiração artística, lazer e recreação, entre outros (MEA, 2005; IBPES, 2016; CICES, 2017).

O serviço ecossistêmico hidrológico de controle de erosão e sedimentação é classificado como de regulação, pois a mata ciliar e a vegetação nativa possuem o papel regulador da qualidade de água e sua abundância (RUZENE et al., 2018).

4.4.1 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS HIDROLÓGICOS

Segundo RUZENE et al., (2018), os serviços hidrológicos são classificados de acordo com seus benefícios. Assim existem os *serviços de abastecimento de água desviada* para uso municipal, agrícola, comercial, industrial e de geração de energia. *Os serviços de suprimento de água local* utilizada para geração de energia, recreação, transporte, fornecimento de peixes e outros produtos de água doce. *Os serviços espiritual e estético* que promovem os valores religiosos, educacionais e turísticos. *Os serviços de suporte* que fornece água e nutrientes para o suporte vital de estuários e outros habitats. Finalmente, encontrasse os *serviços de mitigação de danos causadas pela água*, como a redução de

danos causados pelas inundações, salinização da terra seca, instrução de água salgada e sedimentação. Nesta última categoria, se inseram os serviços hidrológicos de controle de erosão e sedimentação.

4.4.2 CUSTOS DO TRATAMENTO DE ÁGUA

O tratamento de água para consumo humano tem diversos fatores que influenciam no tipo de tratamento e nas técnicas utilizadas. Frequentemente são analisados os custos para remoção de sólidos em suspensão e desinfecção. Os sólidos em suspensão na água de determinada bacia hidrográfica dependem da constituição do solo e de como ele é utilizado. O custo de tratamento de água depende da quantidade de químicos utilizados em função dos sólidos em suspensão.

A qualidade da água foi analisada a partir dos resultados laboratoriais de turbidez para obtenção da quantidade de sólidos em suspensão. Cada empresa possui um custo de tratamento de água, que variam influenciados por diversos fatores particulares a cada situação. Os valores de sedimentos dissolvidos na água têm uma flutuação anual relacionada ao regime pluviométrico, onde se considera a média anual para os cálculos de custos.

O custo do tratamento de água varia de acordo com a qualidade da água a ser tratada, variando entre 7,9 (em áreas protegidas com riachos de boa qualidade) a 790 (áreas desmatadas ou degradação da zona riparia) reais por metro cúbico, para valores atualizados. Em condições ideais, o custo para tratamento da água é o mais baixo e para condições em que os sólidos em suspensão na água são elevados eles são mais altos (TUNDISI E TUNDISI, 2010). Assim, valores por exemplo, de sólidos em suspensão totais acima de 100 mg/L é prejudicial ao paladar e pode eventualmente ter efeito laxativo¹.

4.5 VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

A valoração de serviços ecossistêmicos é uma tarefa complexa, os bens avaliados não se encaixam em nenhum mercado existente, ou seja, as pessoas não conseguem dar um valor a um bem natural pois esse não apresenta uma utilidade direta. O papel de quem busca valorar algo, está em evidenciar o desejo de preservá-lo e a necessidade de sua manutenção. (CASTRO, 2015).

4.5.1 MÉTODOS USUAIS DE VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Diversos métodos são utilizados para valoração de serviços ecossistêmicos, eles são classificados em duas categorias principais, métodos diretos e indiretos.

Os métodos diretos estão divididos em disposição a pagar direta (avaliação contingente) e disposição a pagar indireta (preços hedônicos e custo de viagem). O método de custo de viagem leva em consideração o valor de um serviço ambiental no âmbito da recreação, analisando-se o custo de deslocamento, hospedagem e outros que seriam gastos por motivo de um bem natural (SILVA et al. 2018). Preço hedônico se diz respeito a escolha e preço final de um imóvel em função do recurso ambiental que se queira analisar (ALVES; CASTRO, 2016).

Os métodos indiretos estão divididos em produtividade marginal, mercados de bens substitutos e custos evitados, de controle, de reposição e de oportunidade.

A produtividade marginal diz respeito ao valor da biodiversidade como valor de um bem ambiental que é utilizado para produção de outro produto com valor de mercado (MIRANDA; VITALE; ZAMPIER, 2009).

Os bens substitutos são um conceito de alternativa a bens que se tornaram escassos por degradação ambiental, que são procurados para manutenção do bem-estar que uma vez se tinha (CAVALCANTI, 2002).

Método de custos de reposição busca avaliar danos feitos a um bem ambiental e o custo que será necessário para recuperação deste recurso. Já o método de custo de controle busca avaliar a melhor maneira de se utilizar um recurso natural buscando sua plena sustentabilidade. O custo de oportunidade se diz respeito a outro uso ambiental de determinado ecossistema, como o manejo sustentável de madeira em uma floresta. Custos evitados são calculados a partir do malefício evitado em função da qualidade de um bem ambiental, como a prevenção de doenças por causa da qualidade da água, por exemplo (ESCOLA SUPERIOR DO MINISTÉRIO PÚBLICO DA UNIÃO, s.d.).

O método de valoração contingente é o mais usual na valoração de serviços ecossistêmicos, nele são realizadas pesquisas com pessoas que vivem na região do bem natural, e busca-se determinar a disposição a pagar (DAP) por esse serviço. Diversos pontos negativos são apontados na literatura em relação a esse tipo de valoração pois ele pode superestimar ou subestimar os valores.

4.5.2 CUSTO-BENEFÍCIO

A análise de custo-benefício é uma ferramenta central no desenvolvimento de políticas públicas, ela determina a melhor maneira para investimento dos recursos monetários de um estado (CARVALHO, s.d.).

O valor econômico de um ecossistema é um valor complexo de ser estimado pois ele depende de muitas variáveis, como a opinião pública sobre o bem-estar gerado pela função que um ecossistema proporciona e pelo impacto na economia que ele acarreta.

Mesmo assim, o reflexo socioambiental e econômico dos serviços ambientais não podem ser os únicos fatores levados em consideração para a realização de políticas públicas. Entretanto a valoração de um serviço ambiental pode explicitar que o investimento na conservação ambiental pode ser menor que os custos atrelados a utilização de um recurso debilitado (MOTTA, 1997).

Para realização de uma análise de custo-benefício completa, diversos parâmetros devem ser levados em consideração e diversas técnicas utilizadas, primeiro para determinação dos valores dos bens envolvidos no projeto proposto, depois para balancear os investimentos versus os bens e produtos gerados após a execução do projeto.

Neste trabalho, foram considerados os investimentos para recuperação de uma microbacia degradada, de manutenção para uma microbacia conservada. Como retorno, esperamos os serviços ecossistêmicos reestabelecidos para floresta que cresceu, a melhora na qualidade e quantidade de água produzida nas microbacias.

4.5.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade é utilizada para determinar como uma mudança no panorama geral de um sistema afeta o resultado final e a sensibilidade do sistema a essa mudança. Em uma situação ambiental ela pode ser muito valiosa para determinar os efeitos de uma mudança como a recuperação de uma área para o bem-estar da população residente na proximidade e para o mundo como um todo. Ela finalmente apresentará um viés decisório para quem a esteja analisando, demonstrando a viabilidade socioeconômica do projeto (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi feito em duas microbacias pareadas localizadas na fazenda Edgárdia, no município de Botucatu, estado de São Paulo, nas seguintes coordenadas geográficas 22°47'49" e 22°50'51" de latitude S e 48°22'51" e 48°25'35" de longitude W. A vegetação existente nas duas microbacias é a floresta estacional Semidecidual e faz parte do bioma da Mata Atlântica. A temperatura média anual é de 22º C e a precipitação média anual corresponde a 1.500 mm. (CUNHA, 2009). A área total das duas microbacias é de 171ha na MB1 e 232ha na MB2. (VILLAMAGUA-VERGARA, não publicado).

Para efeitos deste estudo, cada microbacia foi considerada como um tratamento. Assim, a microbacia intervinda (MB1) apresenta uma composição de paisagem floresta/pastagem; e a microbacia conservada (MB2), tem uma composição de floresta preservada, acima de 80% de cobertura (VILLAMAGUA-VERGARA, não publicado).

5.1 METODOLOGIA PARA A DETERMINAÇÃO DA EROÇÃO BRUTA NAS MICROBACIAS DE ESTUDO

Os dados utilizados para a determinação da erosão bruta , tais como: sólidos em suspensão totais, vazão e dados da caracterização morfométrica das microbacias foram tomados VILLAMAGUA-VERGARA (não publicado), no período de agosto de 2019 até julho de 2020.

A estimativa da erosão bruta foi calculada a partir da descarga sólida de sedimentos em suspensão (Q_{ss}) e a razão de transferência de sedimentos (SDR).

O Q_{ss} foi calculado a partir da equação 1:

$$Q_{ss} = 0,0864 * Q * C_{ss} \quad (1)$$

Onde:

Q_{ss} : descarga solida ou fluxo de sedimentos em suspensão (t/dia)

Q : descarga liquida ou vazão (m^3/s)

C_{ss} : concentração de sedimentos em suspensão (mg/L)

(LIMA, 2004, p. 22)

O valor Q_{ss} foi extrapolado para t/ano e considerado a área de drenagem das microbacias obtivesse a carga de sedimentos t/ha/ano.

O SDR foi calculado a partir da equação 2:

$$SDR = 0,51 * A^{-0,11} \quad (2)$$

Sendo A a área de drenagem em milhas (MB1= 0,66 milhas; MB2 = 0,896 milhas)

(USDA, 1979, *apud* Da Silva et al., 2009, p. 4)

A partir da equação de produção de sedimentos relatada por De Jesus (2021) foi despejada a fórmula para o cálculo da erosão bruta, dada em t/ha/ano.

A erosão bruta foi calculada a partir da equação 3:

$$E = e/SDR \quad (3)$$

Onde:

E : erosão bruta (t/ha/ano)

e: produção de sedimentos (t/ha/ano)

SDR: taxa de transferência de sedimentos (adimensional).

5.2 METODOLOGIA PARA ESTIMAR O VALOR ECONÔMICO DO SERVIÇO HIDROLÓGICO DE CONTROLE DE EROÇÃO E SEDIMENTAÇÃO

O valor econômico do serviço hidrológico de controle de erosão e sedimentação nas microbacias foi determinado a partir da somatória dos valores de reposição dos nutrientes perdidos no solo pela erosão, os custos de restauração florestal da zona ripária, os custos de tratamento da água para redução de sedimentos, a recuperação da voçoroca e implementação de outras práticas conservacionistas.

As técnicas de recuperação a serem executadas na área da MB1 e MB2 foram determinadas a partir de análises da informação gerada da área, visitas de campo e de imagens de satélite. Foram delimitadas e medidas pelo Google Earth e em cada caso foram determinadas as ações necessárias a serem tomadas.

5.2.1 CUSTO DE REPOSIÇÃO DOS NUTRIENTES PERDIDOS PELA EROÇÃO

Utilizando o método de custo-reposição foram avaliadas comparativamente as perdas de nutrientes (Ca, Mg, K, P, N) devidas à erosão do solo ocorrida nas microbacias pareadas.

Os custos de reposição dos nutrientes foram calculados a partir da equação 4:

$$CR = \sum_{n=1}^4 Pn * Qn + Caf \quad (4)$$

Onde:

CR= custo de reposição em \$/t.

Pn= preço de mercado dos fertilizantes em \$/t.

Qn= quantidade de fertilizantes para reposição da fertilidade do solo em t.

Caf= Custo de aplicação dos fertilizantes (transporte e aplicação)

(MARQUES; PAZZIANOTTO, 2004; TÔSTO; PEREIRA, 2015)

5.3 CÁLCULOS DOS VALORES DE PERDAS DE NUTRIENTES

Foram utilizados, como referência, os teores médios de nutrientes dos solos degradados na fazenda Edgardia. Se trabalhou com dados de Junior (2001), quem fez amostragem nos solos da pastagem degradada na MB2, antes da implementação dos sistemas de restauração na Area 2. Também foram

utilizados os teores de nutrientes dos solos degradados da Area 3, pois apresenta tipos de solos similares com a MB1, principalmente.

Quanto ao nitrogênio, não foi determinado diretamente na análise. Seu valor foi calculado com base no teor de matéria orgânica, considerando que a mesma contém cerca de 5% N (TOME JUNIOR, 1997).

Os valores médios de Ca, Mg, K, P e N em solos degradados foram transformados a kg ha⁻¹.

5.4 CÁLCULO DAS QUANTIDADES DE FERTILIZANTES NECESSÁRIAS PARA REPOR ÀS PERDAS DE NUTRIENTES E SEU PREÇO

As quantidades de fertilizantes foram inferidas a partir da quantidade de nutrientes perdidos e a porcentagem desses nutrientes nos fertilizantes existentes no mercado.

As quantidades foram calculadas de acordo com Confome Bellinazzi Júnior et al. (1981), sendo necessários:

5 kg de sulfato de amônia para repor 1 kg de nitrogênio;

5,56 kg de superfosfato simples para 1 kg de fósforo;

1,72 kg de cloreto de potássio para 1 kg de potássio;

2,63 kg de calcário dolomítico para repor 1 kg de cálcio mais magnésio.

Os preços foram consultados em uma empresa de fertilizantes chamada Adubos Rifértil, localizada em Rio Verde – GO. Os preços foram atualizados na data de 28/10/2021. Os custos de reposição de nutrientes foram determinados a partir de cálculo de hora-máquina

5.5 CUSTOS DE REPOSIÇÃO DAS APPS

Para estimativa dos custos de recuperação das áreas de proteção permanente - APPs, o custo de restauração florestal (RF) da vegetação ripária é formado pela soma dos custos de preparo do solo, compra das mudas, serviços de plantio e replantio das mudas, cercamentos e manutenção das áreas de plantio durante os três primeiros anos. Os preços dos insumos e materiais foram consultados em diversas fontes.

5.6 CUSTOS DO TRATAMENTO DA ÁGUA PARA USO DOMÉSTICO

A remoção dos sedimentos foi também analisada a partir do custo do tratamento da água para uso doméstico. Os custos de referência serão tomados de Tundisi e Tundisi (2010) e atualizados ao valor

líquido atual. Assim, o custo de tratamento da água pode variar de três reais por 1000 m³ em áreas protegias com mananciais de boa qualidade (adição unicamente de flúor e cloro) até 300 reais por 1000 m³ em áreas degradadas, onde é preciso métodos mais sofisticados para a remoção de sedimentos e tornar a água potável.

5.7 CUSTOS DE RECUPERAÇÃO DA VOÇOROCA E IMPLEMENTAÇÃO DE OUTRAS PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DE SOLOS

Foi determinado o perímetro, a área, declividade média, e comprimento do talvegue, dividido em três trechos, e cada trecho em várias seções transversais para determinação do volume da voçoroca para estimar os custos de recuperação da voçoroca na MB1, pois é a principal aporte de sedimentos, podendo eventualmente ocasionar assoreamento na planta de tratamento de água potável, caso for esse o uso destinado. Na área de voçoroca foram calculados também os valores de plantio adensado no entorno da mesma assim como o custo de construção de barreiras mecânicas para contenção da erosão.

A definição de práticas de controle de erosão mais adequadas de realizar, nas áreas de pastagem, será feita em função da susceptibilidade erosiva do solo determinada pelo número de toneladas hectare ano.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área da microbacia objeto deste estudo, estão presentes dois tipos de uso do solo, na parte baixa da microbacia estão presentes pastagens e na parte alta o cultivo da cana-de-açúcar. Foi possível observar que as pastagens na parte baixa estão degradadas, com sulcos de enxurradas visíveis pelas imagens de satélite. O plantio de cana-de-açúcar possui curvas de nível e aparentemente não colabora com a erosão, pois se encontra em outra microbacia, compartilhada unicamente com a MB1, a divisora de águas.

Na parte baixa é possível observar a falta de APP e a formação de um terreno pantanoso com alta presença de plantas aquáticas. Na parte alta, no entorno da voçoroca há a presença de um pasto com árvores remanescentes dispersas e alguns fragmentos restantes da antiga vegetação, ali serão calculados os custos de enriquecimento com espécies nativas.

A partir da área calculada por imagens de satélite, foi determinado o plantio com espaçamento 3 por 3 m na APP, 1 por 1 m no entorno da voçoroca e 3 por 4 m na área de enriquecimento. Foi feito orçamento com a empresa Futuro Florestal e o valor foi de R\$3,00 por muda.

As operações de preparo de solo foram determinadas em: roçada, subsolagem, adubação, correção do solo, plantio das mudas, controle químico de competidoras, controle de formigas.

6.1 CUSTOS DE MUDAS

A área calculada para a APP na parte baixa da MB1 foi de 4,5 ha, sendo considerados 50 m de largura por se tratar de terreno pantanoso. Com o espaçamento 3 por 3 m tem-se a quantidade de 1.112 mudas por ha, totalizando 5.004 mudas valoradas em R\$15.012,00.

O enriquecimento na parte alta da MB1 será feito com espaçamentos de 3 por 4 m, totalizando 6.255 mudas valoradas em R\$18.765,00.

O plantio adensado no entorno da voçoroca se dará em uma área de 1,6 ha, com espaçamento de 1 por 1 m, totalizando 10.000 mudas valoradas em R\$30.000,00

Na Tabela 1 se detalha o espaçamento, número de mudas a utilizar e seus respectivos preços.

Tabela 1. Custos de mudas para a recomposição da microbacia degradada – MB1, Fazenda Experimental Edgardia, FCA/UNESP, Botucatu, 2021

Local	Área (ha)	Espaçamento	Mudas/ha	Mudas	Preço
APP parte baixa	4,5	3 x 3 m	1.112	5.004	R\$ 15.012,00
Parte alta	7,5	3 x 4 m	834	6.255	R\$ 18.765,00
Voçoroca	1,6	1 x 1 m	10.000	16.000	R\$ 30.000,00
Total	13,6	-	-	27.259	R\$ 63.777,00

Fonte: Futuro Florestal, Botucatu – SP (2021)

6.2 CUSTOS DE PREPARO DA ÁREA, PLANTIO E MANUTENÇÃO NOS 3 PRIMEIROS ANOS

A continuação, na Tabela 2 se detalha os custos de preparo da área, plantio e manutenção ascendem a roçada, subsolagem , plantio e controle de formigas e competidoras. A quantidade de formicida foi estimada a partir da média utilizada na silvicultura pela Suzano em Rivas-MS, 4kg por hectare. Com o custo estimado através de consulta online de 7 reais a cada 500g. Em 13,6 ha o custo será de 380 reais para a área total.

Tabela 2. Custos de preparo da área, plantio e manutenção nos 3 primeiros anos – MB1, Fazenda Experimental Edgardia, FCA/UNESP, Botucatu, 2021

Operação	Área (ha)	Rendimento (h/ha)	Custo (R\$/h)	Total
Roçada	13,6	1	R\$ 172,75	R\$ 2.349,40
Subsolagem	13,6	2	R\$ 172,75	R\$ 4.698,80
Aplicação de Fertilizantes	13,6	1	R\$ 163,45	R\$ 2.222,92
Controle de competidoras	13,6	1	R\$ 165,68	R\$ 2.253,25
Total				R\$ 11.524,37

O custo do herbicida e formicida foram calculados a partir de preços intermediários encontrados na internet, sendo o custo do herbicida R\$300,00 o galão de 5L, sendo necessários 3,5 L/ha, ou seja, 10 galões totalizando R\$3.000,00.

Os valores de rendimento operacional das máquinas foram calculados a partir de tabela “Estimativa do Custo Operacional de Tratores Agrícolas” do CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, elaborada por Sérgio Savastano e Márcia Atarassi.

6.3 CUSTOS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Os custos do tratamento de água com quantidade elevada de sedimentos foram ajustados a partir dos dados de Tundisi e Tundisi (2010), para o valor líquido atual, de R\$300,00 para R\$810,00 a cada 1000 m³. O valor foi atualizado pelo site Cálculo Exato para variação de um índice financeiro. A vazão média da MB1, resultado de nove medições mensais, foi de 80,1 L/s ou 0,0801 m³/s, calculou-se a vazão anual em metros cúbicos: 2.526.033,60. O valor do tratamento da água da microbacia (MB1) se utilizadas técnicas de tratamento completas de coagulação, floculação e decantação seria estimado em R\$ 2.020.026,88 ao ano.

6.4 CUSTOS DE REPOSIÇÃO DE NUTRIENTES

Na Tabela 3 observa-se os valores calculados de descarga sólida de sedimentos em suspensão (Q_{ss}) e erosão bruta (E) das duas microbacias em estudo, dados calculados a partir do trabalho de VILLAMAGUA-VERGARA (não publicado).

Tabela 3. Descarga sólida de sedimentos em suspensão e erosão bruta das duas microbacias em estudo, Fazenda Experimental, FCA/UNESP, Botucatu, 2021

Microbacias	Qss (t/ano)	Qss (t/ha/ano)	E (t/ha/ano)
MB1	100,251959	0,59	1,09818
MB2	78,915161	0,34	0,65895

Na Tabela 4 apresentem-se as quantidades medias de nutrientes perdidos por ano em cada microbacia relacionando a quantidade de nutrientes presentes nos solos degradados e a erosão bruta das duas microbacias.

Tabela 4. Quantidade de nutrientes perdidos por ano em cada microbacia, Fazenda Experimental, FCA/UNESP, Botucatu, 2021

Nutrientes	Média MB1 (t/ano)	Média MB2 (t/ano)
N	1,2108	0,6787
P-resina	0,0301	0,0165
K	1,4921	0,7987
Ca	5,4799	3,3014
Mg	1,5018	0,5607

Na Tabela 5 se detalha a quantidade e preço dos fertilizantes que deveriam ser utilizados para a reposição de nutrientes.

Tabela 5. Preço de mercado dos fertilizantes em R\$/t

Nutrientes	Fertilizantes	Quantidade (t)	Preços (R\$)
N	Sulfato de Amônia	6,05	R\$ 16.698,00
P	Superfosfato Simples	0,16	R\$ 536,00
K	Cloreto de Potássio	2,56	R\$ 24.200,00
Ca + Mg	Calcário Dolomítico	18,36	R\$ 2.203,20
Total		27,14	R\$ 43.637,20

Fonte: Adubos Rifértil, Rio Verde – GO (informação pessoal, 2021)

6.5 CUSTO DE MANUTENÇÃO DA MB2

Os custos de manutenção para a MB2 se resumem a melhora da pastagem por meio de construção de curvas de nível em uma área de pastagem que se localiza acima do rio, as curvas de nível foram

simuladas com auxílio do programa de geoprocessamento QGIS, e podem ser observadas na imagem abaixo:

Figura 1 - Curvas de Nível



Foram então calculados os custos operacionais para a execução do serviço, a área onde serão construídas as curvas de nível é de 9,4ha, com o rendimento do trator de 1ha/h, foi estimado o valor de R\$ 1560,00 para a conclusão.

A cerca foi considerada em bom estado e sem necessidade de reparos.

6.6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Ao somar os valores de investimento para recuperação da microbacia degradada, de manutenção da microbacia conservada e os custos de tratamento de água, chegamos aos seguintes valores:

Tabela 6. Valores totais de investimento e de tratamento de água/ano

Microbacias	Investimento	Custos de Tratamento de água/ano
MB1 (degradada)	R\$ 118.938,57	R\$ 2.020.026,88
MB2 (conservada)	R\$ 1.560,00	R\$ 254.624,19
Diferença	-	R\$ 1.765.402,69

Ao analisarmos os valores, vemos que a economia anual com a microbacia em bom estado é bem alta (R\$ 1.765.402,69), esse valor é considerado como benefícios econômicos por ser um custo evitado. O investimento na microbacia degradada (MB1) e na microbacia conservada (MB2) são os custos do projeto de restauração e manutenção. Multiplicando os valores de tratamento de água ao ano, para um período de 20 anos, encontramos:

Tabela 7. Valores totais de investimento e de tratamento de água para 20 anos

Tempo	Investimento	Custos de Tratamento de água
20 anos (MB1)	R\$ 118.938,57	R\$ 40.400.537,60
20 anos (MB2)	R\$ 1.560,00	R\$ 5.092.483,80
Diferença	-	R\$ 35.308.053,80

6.6.1 VALOR PRESENTE LÍQUIDO

Com os valores obtidos podemos calcular o valor presente líquido do projeto para um período de tempo de 20 anos da microbacia conservada, comparando os valores de tratamento entra as duas microbacias menos o investimento da microbacia degradada.

Tabela 8. Valor Presente Líquido.

Tempo (ano)	Custo	Benefício	Líquido
1	R\$ 39.646,19	-	-R\$ 39.646,19
2	R\$ 39.646,19	-	-R\$ 39.646,19
3	R\$ 39.646,19	-	-R\$ 39.646,19
20	-	R\$ 35.308.053,80	R\$ 35.189.115,23
Valor Presente Líquido			R\$ 35.189.115,23

O valor de retorno do projeto de restauração da microbacia degradada (MB1) é referente ao Valor Presente Líquido obtido, para uma projeção de 20 anos decorridos. Para termos uma estimativa mais próxima do valor real foi utilizada uma taxa de inflação de 20% para ajuste:

Tabela 9. Valor Presente Líquido ajustado à inflação

Inflação	Valor Presente Líquido
+20%	R\$ 42.226.938,28
-20%	R\$ 28.151.292,18

6.7 ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO

Na análise de custo-benefício, encontramos um valor de proporção entre os investimentos feitos e o retorno monetário que estes investimentos devolveriam após um período de vinte anos, utilizando o valor presente líquido e a seguinte equação:

$$\frac{C}{B} = x \tag{5}$$

Onde:

C = Custos

B = Benefícios

Ao aplicarmos a fórmula com os valores de investimentos calculados (R\$ 118.938,57) e o valor líquido presente que seria economizado ao ano após o estabelecimento da floresta (R\$ 1.765.402,69) encontramos o valor de 0,067.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou dar valor monetário a bens que são difíceis de avaliar, com os valores encontrados de investimentos e de retorno foi possível compreender a importância de uma vegetação conservada no entorno de um corpo hídrico, contribuindo imensamente para a qualidade e quantidade de água produzida, reduzindo drasticamente os custos para a população.

8. CRONOGRAMA AJUSTADO

Atividade/mês	1	2	3	4	5	6
Levantamento bibliográfico	x	x				
Coleta de dados	x	x	x	x		
Tabulação de dados				x	x	
Análise de resultados					x	
Discussão/Conclusão					x	x
Elaboração relatório Final					x	x
Entrega relatório final						x

* Áreas em cores cinza, já foram executadas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. S. Modelos de recuperação ambiental. In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online]. 3rd ed. rev. And enl. Ilhéus, BA: Editus, 2016, pp. 100-137. ISBN 978-85-7455-440-2. Available from SciELO Books.
- ALMEIDA, F. M. de. Orientações técnicas para recomposição de mata ciliar para o estado do Mato Grosso do Sul. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo grande, 2016.
- ALVES, B. O.; CASTRO, J. D. B. Valoração ambiental: uma análise dos métodos de valoração contingente e preços hedônicos. ANAIS - Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação, Ensino e Extensão do CCSEH – SEPE. 2016.
- BECHARA, F. C. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – ESALQ, USP, Piracicaba, 2006.
- BELLINAZZI, J. R.; BERTONI, D.; LOMBARDI, N. F. A ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CONTROLE DA EROSÃO, 2., 1981, São Paulo. Anais... São Paulo: ABGE, 1981. p. 117-137.
- CARVALHO, M. A. Uma introdução a Análise de Políticas Públicas: Análise Custo-benefício, Árvores de Decisão e Modelos de Multiatributos. In: XXIX Encontro Científico de Administração EnANPAD. Brasília, 2005.
- CASTRO, J. D. B. Usos e abusos da valoração econômica do meio ambiente: ensaios sobre aplicações de métodos de função demanda no Brasil. Brasília, 2015.
- CASTRO, J. L. S. et al. Mata ciliar: importância e funcionamento. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, IBEAS: Campo Grande, 2017.
- CAVALCANTI, C. Meio ambiente, Celso Furtado e o desenvolvimento como falácia. Ambiente & Sociedade - Vol. V - no 2 - ago./dez. 2002 - Vol. VI - no 1 - jan./jul. 2003.
- COLTRO, M. C. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2006.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. Irriga, Botucatu, SP, v. 14, n. 1, pp. 1-11, 2009.
- EMBRAPA. Serviços Ambientais: Perguntas e Respostas. Disponível em: Perguntas e respostas - Portal Embrapa, s. d.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. B. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. 2018. Available from www.cices.eu
- IPBES. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Germany, 2019. 1148 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>

- IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais). Promab: Histórico, Fundamentos e Conquistas. 2008.
- LIMA, J. E. F. W. et al. Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na Bacia Araguaia – Tocantins. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, Brasília: ANA, ANEEL p. 22, 2004.
- Aubos Rífétil. Orçamento de fertilizantes. Mensagem recebida via WhatsApp em 28 out. 2021
- Futuro Florestal. Orçamento de mudas. Mensagem recebida via WhatsApp em 14 out. 2021
- MARQUES, J. F.; PAZZIANOTTO C. B. Custos econômicos da erosão do solo: estimativa pelo método do custo de reposição de nutrientes – Simulação do custo econômico da erosão do solo. Jaguariúna, SP, Embrapa Meio Ambiente, 2004. (Comunicado Técnico 23). Disponível em: https://www.cnpma.embrapa.br/analise_econ/index.php3. Acesso em: 11, ago. 2020.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis. World Resources Institute, Washington, DC, 2005.
- MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Guia Prático de Análise Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura. Brasil, 2020.
- MIRANDA, G. M.; VITALE, V.; ZAMPIER, J. F. Levantamento das Metodologias propostas para Valoração Econômica de Bens Ambientais. Floresta, Curitiba, PR, v. 39, n. 4, p. 861-867, out/dez, 2009.
- MONTEIRO, J. S. et al. Áreas de Preservação Permanente e seus serviços ambientais. Journal of Biotechnology and Biodiversity, Vol.4, N.4: pp.299-309, 2013.
- MOTTA, R. S. da. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Rio de Janeiro, 1997.
- OLIVEIRA, C. A.; KLIEMANN, H. J.; CORRECHEL, V.; SANTOS, F. C. V. dos. Avaliação da retenção de sedimentos pela vegetação ripária pela caracterização morfológica e físico-química do solo. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 14, n. 12, 2010. doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001200005>.
- PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. Market-based approaches to solid waste management: Resources, Conservation and Recycling. v. 8, n. 1–2, p. 63-90, 1993 DOI: [https://doi.org/10.1016/0921-3449\(93\)90020-G](https://doi.org/10.1016/0921-3449(93)90020-G).
- ROSA, F. P. Controle de erosão e sedimentação em sistemas de drenagem provisória de obras urbanas no município de São Paulo: análise de práticas e recomendações. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: São Paulo, 2013.
- ROSA, M. D. A.; RUBIRA, F. G.; MELO, G. V. Relevância Ambiental Das Áreas De Preservação Permanente E Sua Fundamentação Jurídica. Macapá, n. 3, p. 83-95, 2011. RUZENE et al., Serviços Ecossistêmicos Hidrológicos: Além Da Produção De Água. III Encontro Acadêmico de Engenharia Ambiental da EEL-USP, São Paulo, 2019.
- OLIVEIRA, F. K. S. Proposta de padronização dos conceitos de erosão em ambientes úmidos de encosta. Revista de Geografia (Recife), v. 33, p. 168-193, 2016.

- SANTANA, K. D. A.; NUMMER, A. V. Estudos sobre processos erosivos na Geografia brasileira: período: 2004 - 2010. In: Lauro César Figueiredo e Adriano Severo Figueiró. (Org.). Reflexões sobre a Geografia do Rio Grande do Sul: Temas em Debate. 1ed.Santa Maria/RS: UFSM, 2011, v. 1, p. 199-207.
- SAVASTANO, S.; ATARASSI, M. Estimativa do Custo Operacional de Tratores Agrícolas. CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, s.d.
- SBICIGO, M. Estudo da problemática ambiental em área de mata ciliar no município de São Sepé/RS. 2011. Monografia (Especialização em Educação Ambiental). – Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, RS, 2011.
- SILVA, G. S. da. et al. Valoração do Meio Ambiente: o Método do Custo de Viagem Aplicado ao Balneário Bica das Andreias. São Paulo, 2018.
- SOUZA, M. C. B. de. Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do rio Jacarecica – Maceió/AL. 2012. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento). – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, AL, 2012.
- TOMÉ JUNIOR, J. B. Uma nova abordagem nas recomendações de adubação. Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- TOSTO, S. G. et al. Valoração de serviços ecossistêmicos: metodologias e estudos de caso. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 341-354.
- TOSTO, S. G.; PEREIRA, L. C. A valoração ambiental da erosão do solo na cana-de-açúcar em São Paulo. Embrapa Meio Ambiente, 2015.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. Biota Neotrop, Campinas, v. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.
- VILLAMAGUA-VERGARA, G. C. Avaliação da disponibilidade e da qualidade de água em duas microbacias para pagamento por serviços ambientais. 2022. Relatório Científico (Pós-doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu. (Não publicado).
- WADT, P. G. S. et al. Sistema Plantio Direto e Controle de Erosão no Estado do Acre. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2007.
- JÚNIOR, L. R. N. Caracterização de solos degradados pela atividade agrícola e alterações biológicas após reflorestamentos com diferentes associações de espécies da Mata Atlântica. FAPESP, Brasil, 2001.
- DE JESUS, et al. Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da ilha de Vitória-ES. Quim. Nova, Vol. 27, No. 3, 378-386, 2004.
- ARCOVA, F. C. S.; LIMA, W. de. P.; CICCIO, V. de. Calibragem de duas microbacias hidrográficas no laboratório de hidrologia florestal Walter Emmerich, São Paulo. Rev. Inst. Flor., São Paulo, 10(1): 109-121, 1998.

FINKLER, R. Planejamento, manejo e gestão de bacias: Unidade I “A Bacia Hidrográfica”. Ministério Público do Paraná, s.d.

TEODORO, V. L. I. et al. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Uniara, n.20, 2007.

VEZZANI, F. M. Solos e os serviços ecossistêmicos. Revista Brasileira de Geografia Física V. 08, número especial IV SMUD, 2015.

HOLANDA, F. S. R. et al. Controle da erosão em margens de cursos d’água: das soluções empíricas à técnica da bioengenharia de solos. R. RA’E GA, Curitiba, n. 17, p. 93-101, 2009.

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo do custo de máquinas

Custos fixos do trator:	Custos variáveis do trator:
depreciação (D): valor de aquisição (Vi, R\$) = 77.000,00 valor de venda (Vf, R\$) = 7.700,00 vida útil (Vu, anos) = 10 horas trabalhadas/ano = 1.000 D (R\$/hora) = R\$ 6,93	combustíveis (C): custo do diesel (R\$/L) = 4,96 potência do motor (CV) = 170 R\$ C (R\$/hora) = 127,35
juros sobre o capital (J): taxa de juros a.a. (%) = 6,25% J (R\$/hora) = R\$ 2,65	óleo lubrificante (L): custo do óleo (R\$/L) = 13,00 L (R\$/hora) = R\$ 0,09
garagem (G): índice anual (%) = 1,00% G (R\$/hora) = R\$ 0,77	graxa (X): custo da graxa (R\$/L) = 18,00 X (R\$/hora) = R\$ 0,90
seguros (S): índice anual (%) = 2,00% S (R\$/hora) = R\$ 1,54	manutenção (M): taxa de manutenção (% na vida útil) = 100,0% M (R\$/hora) = R\$ 7,70
impostos (I): taxa (%) = 0,00% I (R\$/hora) = R\$ 0,00	mão de obra (MO): salário mensal do operador (R\$/mes) = 1.000,00 taxa encargos sociais (% do salário) = 66,0% horas trabalhadas/ano (h) = 1.880 MO (R\$/hora) = R\$ 10,60
Custos fixos (R\$/hora) = R\$ 11,89	Custos variáveis (R\$/hora) = R\$ 146,64

CUSTO OPERACIONAL TOTAL (trator + implemento):	
trator:	
custos fixos =	R\$ 11,89
custos variáveis =	R\$ 146,64
custo-hora do trator =	R\$ 158,53
implemento:	
custos fixos =	R\$ 4,31
custos variáveis =	R\$ 0,61
custo-hora do implemento =	R\$ 4,92
CUSTO-HORA TOTAL = R\$ 163,45	

Capítulo 5



10.37423/230407661

EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA PRESENÇA DE MICROPLÁSTICOS EM SEDIMENTOS FLUVIAIS NO ALTO CURSO DO RIO SOROCABA, SÃO PAULO

Sarah Gomes Lacerda

UNESP

Fabiano Tomazini da Conceição

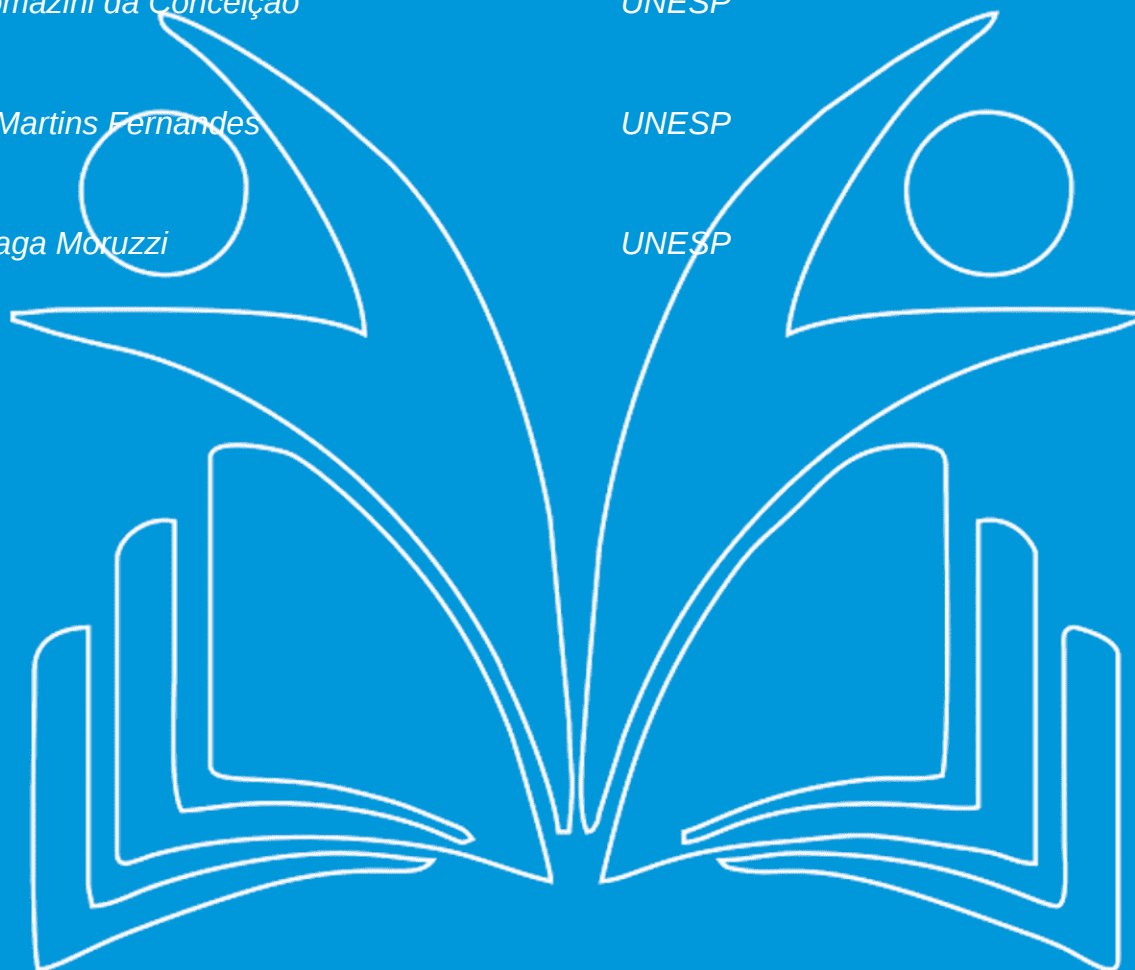
UNESP

Alexandre Martins Fernandes

UNESP

Rodrigo Braga Moruzzi

UNESP



Resumo: Microplásticos (MPs) foram reportados pela primeira vez em águas superficiais nos anos 1970, sendo 5 anos depois registrados os primeiros pellets de plástico em praias. Mais recentemente, os MPs foram encontrados em sedimentos, que desempenham um papel fundamental na dinâmica de transporte, acumulação e disponibilização de contaminantes em ambientes aquáticos. A cronologia e as taxas de sedimentação fluvial podem ser determinadas com o uso do método do ^{210}Pb , permitindo a datação de sedimentos, coletados em barramentos artificiais ou rios, e em outros materiais para a reconstrução histórica da entrada de contaminantes e/ou poluentes em bacias hidrográficas. A cronologia dos sedimentos no alto da bacia do Rio Sorocaba foi estudada para estimar a evolução história da poluição de MPs nesta bacia hidrográfica. A amostragem de sedimentos fluviais foi realizada no Rio Sorocaba antes do Reservatório de Itupararanga, no município de Ibiúna. Após os procedimentos para remoção dos MPs, eles foram categorizados por forma, tamanho e composição. A cronologia de deposição e a taxa de sedimentação foram avaliadas pelo método do ^{210}Pb , com a taxa de sedimentação determinada com base no modelo de taxa de acumulação constante – CRS. As idades obtidas compreenderam o intervalo deposicional entre 1952 e 2014. Os dados obtidos demonstraram um aumento na quantidade de MPs em função do tempo desde 1952 até 2006. A partir de 2006, houve uma queda no número total de MPs, que pode ser justificada pela implantação de tratamentos de esgoto, que passaram a reter estes poluentes emergentes. O aumento da concentração de MPs nos sedimentos está diretamente relacionado com o crescimento populacional da região. Os resultados fornecem importantes informações para subsidiar políticas públicas visando o controle da poluição de corpos d'água por MPs.

Palavras-chave: Poluentes emergentes; Geocronologia ^{210}Pb ; Sedimentos fluviais.

INTRODUÇÃO

Os sedimentos fluviais desempenham um papel fundamental na dinâmica de transporte, acumulação e disponibilização de contaminantes em ambientes aquáticos. Ao longo dos anos, com o aumento da população e consequente desenvolvimento industrial e agrícola, a qualidade dos sedimentos fluviais vem se deteriorando. Aproximadamente 40% do volume de esgoto doméstico gerado no estado de São Paulo é despejado em corpos d'água sem tratamento, causando sérios problemas de poluição que afetam a qualidade da água e especialmente os sedimentos em suspensão transportados por rios (FERNANDES et al., 2016).

Quando descrito pela primeira vez por Thompson et al. (2004), o termo microplástico (MPs) foi adotado para se referir a detritos plásticos microscópicos de tamanhos próximos de 20 μm . MPs são considerados contaminantes emergentes em ambientes marinhos, pois podem absorver químicos tóxicos ou patógenos e transmiti-los para organismos aquáticos através da cadeia alimentar (LI et al., 2019; LUSHER et al., 2013). Em 2009, uma moção foi feita para ampliar a definição, enquadrando fragmentos menores que 5 mm, e este valor é o mais comumente aceito. Todavia, em algumas literaturas científicas também é o utilizado o limite superior mais intuitivo de 1 mm, uma vez que se trata de fragmentos no intervalo do micrometro (BROWNE et al., 2011; DEKIFF et al., 2014; VIANELLO et al., 2013).

Segundo o levantamento de Van Cauwenberghe et al. (2015), a primeira vez que MPs foram reportados em águas superficiais data dos anos 1970, mas passaram-se mais de 5 anos para serem registrados os primeiros pellets de plástico em areais de praias, e mais outros 30 anos para que esses materiais com menos de 1 mm fossem encontrados em sedimentos e reportados por Thompson et al. (2004). Segundo um levantamento realizado por Zhang et al. (2022), pesquisas dos últimos anos mostraram que os MPs podem chegar em áreas remotas e intocadas, onde há poucas fontes de plástico, via transporte atmosférico. Estas partículas também foram reportadas em áreas criogênicas com pouca ou nenhuma intervenção antrópica, como o Ártico, Antártica, Alpes e o Monte Everest (BERGMANN et al., 2019; GONZÁLEZ-PLEITER et al., 2020; NAPPER et al., 2020).

MPs são compostos de uma variedade de polímeros que são majoritariamente compostos de diferentes monômeros, estes em sua maioria contêm carbono e hidrogênio (ZHANG et al., 2022). Os efeitos dos MPs na emissão de gases estufa provenientes de solos fertilizados indicam que estes têm efeito seletivo em micróbios e podem ter impactos potencialmente sérios nos ciclos biogeoquímicos terrestres (REN et al., 2020). Estudos recentes indicaram que os MPs podem inibir a degradação de

matéria orgânica, podendo influenciar na emissão de gases estufa (por exemplo CO_2 , CH_4 e NH_3) do solo (SUN et al., 2020). MPs marinhos podem afetar estoques de carbono através do seu impacto na fotossíntese e crescimento de fitoplanctons e podem causar mudanças na bomba biológica marinha (SHEN et al., 2020). Ademais, MPs podem afetar a avaliação da análise de carbono orgânico total de água ou sedimentos devido a poluentes absorvidos (HU et al., 2019).

A cronologia e as taxas de sedimentação fluvial podem ser determinadas com o uso de isótopos, podendo-se utilizar para isso os radionuclídeos naturais como o ^{210}Pb , quanto os elementos radioativos antrópicos como o ^{137}Cs . O ^{210}Pb é um radionuclídeo de ocorrência natural devido ao decaimento do ^{226}Ra , pertencente à série de decaimento do ^{238}U (IVANOVICH & HARMON, 1992), possui um tempo de meia-vida de 22,26 anos e permite uma datação de até 150 anos. O método do ^{210}Pb permite a datação de sedimentos, coletados em barramentos artificiais ou rios, e em outros materiais para a reconstrução histórica da entrada de contaminantes e/ou poluentes derivados de atividades urbanas, industriais e agrícolas em bacias hidrográficas (BONOTTO & LIMA, 2006; CONCEIÇÃO et al., 2013; CUNHA et al., 2017; CONCEIÇÃO et al., 2020 LUPINACCI et al., 2022). Os estudos envolvendo a evolução histórica da presença de MPs em sedimentos fluviais ganham importância, principalmente quando realizados em bacias hidrográficas sob influência antrópica, onde as atividades domésticas, agrícolas e industriais afetam sua qualidade ambiental. Porém, estudos com esse enfoque, ou seja, a distribuição de MPs ao longo de perfis de sedimento, levando em conta sua idade, são escassos no Brasil e no mundo.

A bacia do Rio Sorocaba apresenta atividades domésticas, agrícolas e industriais, além de em seu alto curso haver o Reservatório de Itupararanga, importante manancial para a captação e abastecimento para mais de 1.200.000 habitantes. (FERNANDES et al., 2016). Teve seu desenvolvimento regional alavancado pela política de descentralização industrial da metrópole de São Paulo na década de 1970, sem uma vocação específica para a região. Atualmente apresenta áreas de pastagens degradadas e uma policultura variada, com destaque para milho e cana-de-açúcar, e um parque industrial em expansão, principalmente nas cidades de Sorocaba e Votorantim, onde a presença da mineração e da indústria do cimento já se encontra consolidada (IPT, 2006). A cronologia dos sedimentos coletados no alto curso do Rio Sorocaba foi estudada para estimar a evolução história da poluição de MPs nesta área. Os resultados permitiram avaliar a influência do crescimento populacional da cidade de Ibiúna e sua importância na caracterização (quantidade e característica) dos MPs ao longo do tempo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10) está localizada no centro-sudeste do estado de São Paulo e é constituída pela Bacia do Rio Sorocaba e de outros tributários do Rio Tietê (CBH-SMT, 2016). A UGRHI 10 tem uma vocação industrial, com uma diversidade de estabelecimentos comerciais, grandes centros urbanos e expressiva população. A área de estudos está localizada no município de Ibiúna, Região Metropolitana de Sorocaba no estado de São Paulo (Figura 1).

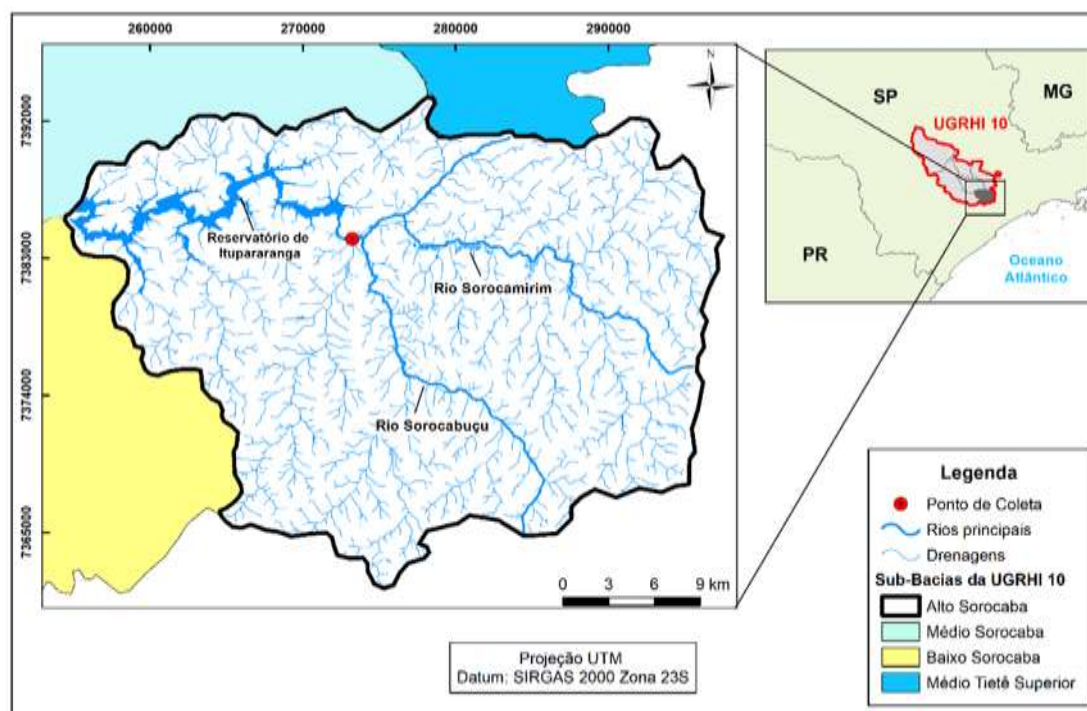


Figura 1 - Localização da área de estudo na UGRHI 10, com destaque para o ponto de coleta do perfil sedimentar no Rio Sorocaba.

A população total da bacia do Alto Sorocaba é de 110.577 habitantes, sendo Alumínio, Cotia, Ibiúna, Mairinque, Piedade, São Roque, Vargem Grande Paulista e Votorantim os municípios que a compõe. A área urbanizada na bacia do Alto Sorocaba ocupa 71 km², sendo 55 km² caracterizada por pequenos aglomerados populacionais como vilas e vilarejos (PEDRAZZI et al., 2014). A bacia do Alto Sorocaba apresenta clima Cwb, ou seja, clima úmido quente com inverno seco. A temperatura média anual é de 20°C e no semestre seco a evaporação é maior que a precipitação (PEDRAZZI et al., 2014). A precipitação média anual entre os anos de 1960 e 2004 foi de 1.492,7 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso (média de 248,1 mm) e agosto o mês mais seco (média de 42,8 mm), e em relação às vazões afluentes no Reservatório de Itupararanga (Rio Sorocaba), apresentam maior e menor vazão média

afluente nos meses de fevereiro com 21,7 m³/s e agosto com 6,9 m³/s, respectivamente (PEDRAZZI et al., 2014).

A amostragem foi realizada no alto curso do Rio Sorocaba, no município de Ibiúna (Fig. 1). Os sedimentos de fundo foram coletados utilizando-se um amostrador de sedimentos vertical Wildco (modelo 77263), que consiste em um tubo acrílico transparente removível de 1 m de comprimento e 50 mm de diâmetro, provido de ponteira de aço e válvula de retenção nas extremidades inferior e superior, respectivamente. Os sedimentos de fundo foram retirados do tubo coletor com o auxílio de um êmbolo, fatiados com uma espátula em segmentos e acondicionados em frascos de polietileno, numerados da base para o topo, sendo secos em estufa a 60 °C por 24 horas. Cada segmento da amostra foi desagregado em gral de porcelana, homogeneizado e pesado.

A cronologia de deposição e a taxa de sedimentação foram avaliadas pelo método do ²¹⁰Pb, com a taxa de sedimentação determinada com base no modelo de taxa de acumulação constante – CRS (ROBBINS, 1978; APPLEBY & OLDFIELD, 1978), onde $^{210}\text{Pb}_{xs(z)} = ^{210}\text{Pb} - ^{226}\text{Ra}$, em que $^{210}\text{Pb}_{xs(z)}$ é o excesso de ²¹⁰Pb. Para o modelo CRS, o excesso de ²¹⁰Pb em qualquer camada z da coluna de sedimentos é dada pela Equação (1). Ao dividir o peso seco acumulado por área de cada segmento pela taxa de sedimentação obtida, pode-se estimar o tempo necessário para a deposição de sedimentos em cada segmento.

$$^{210}\text{Pb}_{xs(z)} = ^{210}\text{Pb}_{xs(0)} \cdot e^{(-\lambda^{210} \cdot t)} \quad (1)$$

Onde:

$^{210}\text{Pb}_{xs(0)}$ representa o excesso de ²¹⁰Pb na interface sedimento-água (Bq/kg); λ^{210} é a constante de decaimento radioativo para o ²¹⁰Pb (0,0311 anos⁻¹); t é o tempo desde a deposição (anos).

A espectrometria gama foi utilizada para quantificar a atividade de ²²⁶Ra e ²¹⁰Pb para todos os segmentos de amostras obtidos a partir do perfil de sedimento de fundo original. Esta técnica baseia-se na detecção, ampliação e contagem dos fótons gerados pela interação da radiação gama com um cristal de germânio hiperpuro, com 30% de eficiência e resolução de 1,8 KeV para o pico de ⁶⁰Co (energia de 1,33 MeV), sendo o detector calibrado com fontes de energia e eficiência conhecidas. Cada amostra, após moagem, foi acondicionada em frasco plástico e selada para obter, em quatro semanas, equilíbrio secular entre o ²²⁶Ra e seus filhos de curta meia vida. A atividade do ²²⁶Ra foi avaliada através

da emissão dos raios gama (352 KeV) de seu filho ^{214}Bi , sendo o ^{210}Pb determinado através de sua linha gama em 47 KeV.

O procedimento para separação dos MPs foi baseado no método proposto por Moruzzi et al. (2020) e Goehler et al. (2022). A amostra de cada segmento foi adicionada a um bquer de vidro contendo 300 mL de solução de ZnCl_2 ($\geq 98\%$, da Sigma-Aldrich), com densidade de $1,6 \text{ g/cm}^3$. As misturas foram homogeneizadas e deixadas em repouso por 16 h à temperatura ambiente. Em seguida, as soluções foram transferidas para um cone Imhoff onde, após 6 dias de precipitação e sedimentação, o sobrenadante foi coletado e a solução extraída filtrada através de um filtro de membrana de nitrato de celulose de $0,45 \mu\text{m}$, com 47 mm de diâmetro (Sartorius). Os MPs foram identificados através do emprego de um estereomicroscópio trinocular com iluminação refletida Zeiss, modelo estéreo Discovery V.12, equipado com câmera digital modelo Axiocan ERc 5s e software para captura de imagem modelo Axionvision LE, ambos da Zeiss. Os MPs foram categorizados em 5 categorias de forma (linha/fibra, filme/folha, fragmentos, pellet e pneus) e em 3 intervalos de tamanho (0,1-0,5 mm, 0,5-1 mm e 1,0-5,0 mm).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 mostra os valores totais de MPs para cada segmento juntamente com sua idade de deposição. As principais formas de MPs são ilustradas na Figura 3.

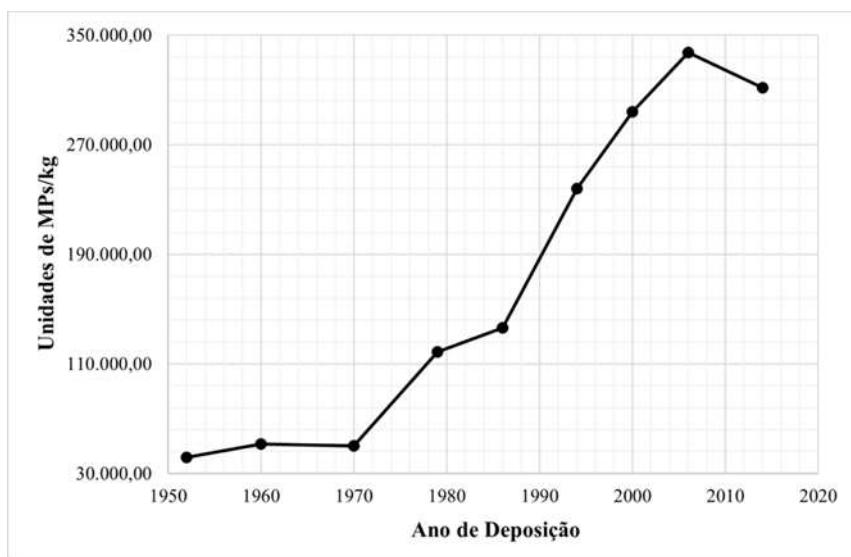


Figura 2 - Ano de deposição e valores totais de MPs e de cada categoria (unidades/kg) nos sedimentos fluviais coletados no alto da bacia do Rio Sorocaba.

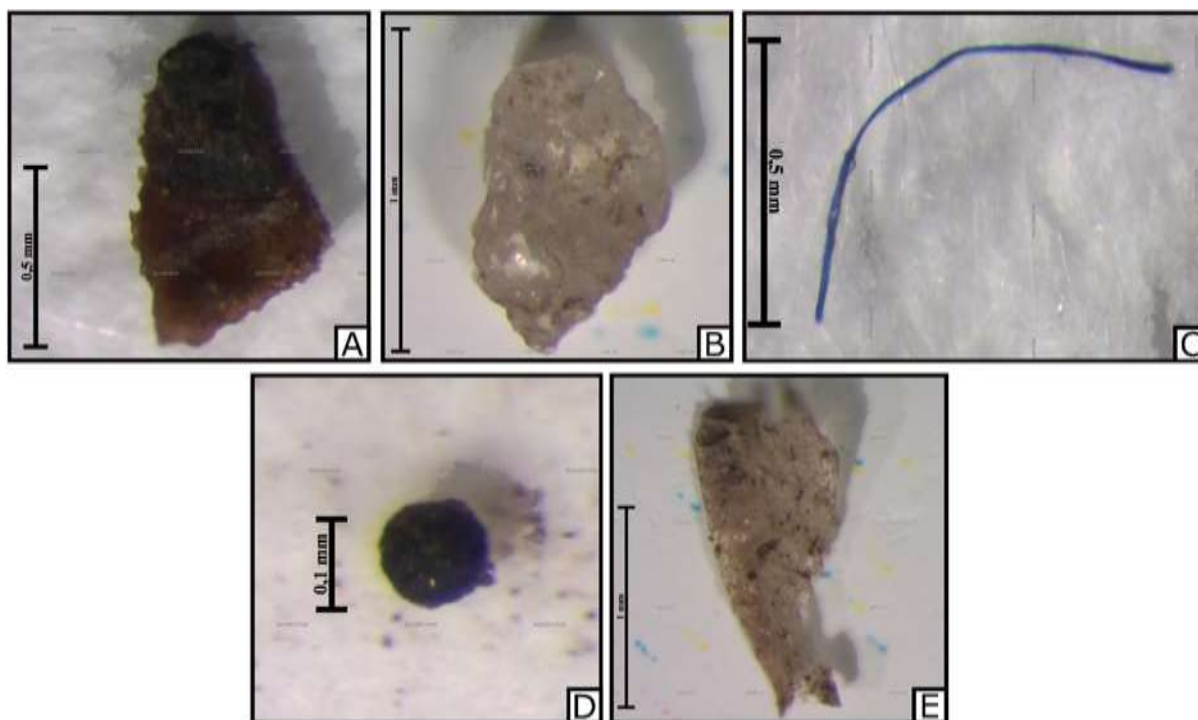


Figura 3 - Exemplos de MPs classificados como pneu (A), fragmento (B), linha/fibra (C), pellet (D) e filme (E).

Os resultados indicam claramente um aumento contínuo do total de MPs desde 1952 até 2006. Porém, o segmento depositado no ano de 2014 apresentou um total de MPs menor que os quantificados em 2006. O aumento da quantidade total de MPs está diretamente relacionado com o aumento da população da cidade de Ibiúna, o que é possível observar comparando-se os valores totais de MPs com a curva de crescimento populacional do referido município apresentada na Figura 4. O município de Ibiúna teve crescimento populacional significativo a partir dos anos 1970, igualmente à curva de aumento da quantidade de MPs. Com o crescimento da população é esperado que aumente também o consumo do plástico, além de que é partir dos anos 70 que o plástico passou a ser popularizado, mudando a dinâmica e hábitos de consumo da população. A Figura 4 ainda correlaciona a quantidade de MPs e o número de habitantes de Ibiúna (o número de habitantes dos anos que não havia dados disponíveis foram estimados por interpolação linear entre as datas que havia informações do censo do IBGE). A queda da quantidade de MPs a partir de 2006 pode ser justificada por implantação de tratamento de efluentes da região, que passou a reter mais MPs no lodo originado durante o processo de tratamento.

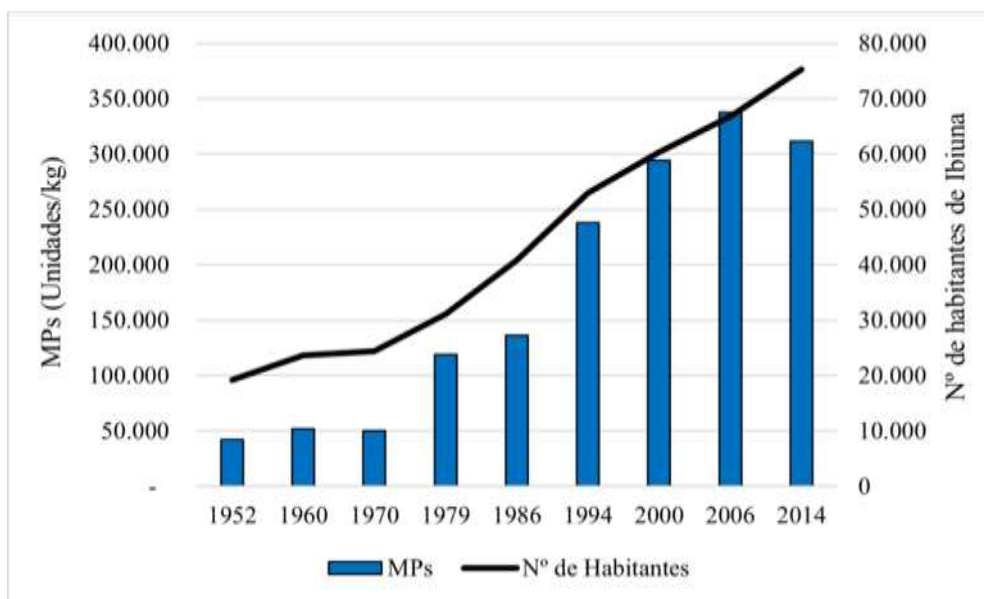


Figura 4 – Relação entre a quantidade de MP's e o número de habitantes do município de Ibiúna em função do tempo.

Diferentes estações de tratamento de efluente (ETE), assim como diferentes estações de tratamento de efluentes industriais, são operadas para purificar a água através da remoção de detritos, poluentes orgânicos e inorgânicos (SUN et al., 2019). Tratamentos de efluentes convencionais com métodos de tratamento primários e secundários são capazes de remover até 99% dos resíduos de MP's. Até agora, tem sido essencial manter o padrão das águas residuais despejadas das áreas urbanas (PRIYA et al., 2023). Diferentes tipos de ETEs foram testadas para a remoção de microplásticos levando em conta o tamanho dos poros das membranas, forma, propriedades relacionadas a diversos parâmetros que influenciam a eficiência da remoção dos MP's (TALVITIE et al., 2017), em sua maioria apresentaram tratamento primário e secundário, com porcentagem de remoção de MP's entre 96 e 98% na Suécia, EUA, Escócia, e Finlândia (KOELMANS et al., 2016; MURPHY et al., 2016; SCHERER et al., 2018; TALVITIE et al. 2017; WANG et al., 2018; ZHANG et al., 2017) e cerca de 88% na França, onde foi analisado um tipo de tratamento também primário e secundário porém utilizando biofiltros (LENZ et al., 2015; TALVITIE et al., 2017; WANG et al., 2018). A eficiência das ETEs é de grande importância na remoção dos MP's das águas residuais advindas de áreas urbanas que são despejadas nos rios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da evolução histórica de MP's permitiu que fosse compreendida como o crescimento populacional influencia a quantidade de MP's depositada ao longo do tempo. A produção global de plástico atingiu cerca de 360 milhões de toneladas em 2018, com uma taxa de crescimento anual de ~

8% no período entre 1950-2015. Uma produção futura estimada que deverá aumentar para 1,1 bilhão de toneladas até 2050. Portanto, tende a crescer também a contaminação de corpos d'água e sedimentos por MPs. Os resultados mostraram claramente o crescimento na quantidade de MPs no período entre 1952 e 2006. De modo geral, existe uma alta correlação entre a quantidade de MPs e o aumento populacional da região durante o período analisado. A diminuição da quantidade de MPs a partir de 2006 justifica-se pela implantação de tratamento de efluentes da região, que passou a reter mais MPs no lodo originado durante o processo de tratamento. É importante que novos estudos sejam realizados, visando a complementação do arcabouço de conhecimentos sobre os MPs até que seja possível entender o comportamento desse poluente e seus potenciais impactos negativos, permitindo que sejam criadas e aplicadas medidas de prevenção e remediação garantindo a proteção de corpos d'água e de toda sua biota, e a qualidade dos sedimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPLEBY, P. G.; OLDFIELD, F. The calculation of lead-210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported ^{210}Pb to the sediment. *Catena*, 5, 1-8, 1978.
- BERGMANN, M. et al. White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic. *Science Advances*, 5, eaax1157, 2019.
- BONOTTO, D. M.; LIMA, J. L. N. ^{210}Pb -derived chronology in sediment cores evidencing the anthropogenic occupation history at Corumbataí River basin, Brazil. *Environmental Geology*, 50, 595-611, 2006.
- BROWNE, M. A. et al. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology*, 45, 9175–9179, 2011.
- CBH-SMT – Comitê da Bacia Hidrográfica – Sorocaba-Médio Tietê. Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê 2016-2027. Portal SigRH -Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. CBH-SMT, 2016.
- CONCEIÇÃO, F. T.; NAVARRO, G. R. B.; SILVA, A. M. Anthropogenic influences on Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn concentrations in soils and sediments in a watershed with sugar cane crops at São Paulo State, Brazil. *International Journal of Environmental of Research*, 7, 551-560, 2013.
- CONCEIÇÃO, F. T. et al. Multi-tracer analysis to estimate the historical evolution of pollution in riverbed sediment of subtropical watershed, the lower course of the Piracicaba River, São Paulo, Brazil. *Science of the Total Environment*, 743, 140730, 2020.
- CUNHA, C. M. L. et al. Land use changes due to energy policy as a determining factor for morphological processes in fluvial systems in São Paulo State, Brazil. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42, 2402-2413, 2017.
- DEKIFF, J. H. et al. Occurrence and spatial distribution of microplastics in sediments from Norderney. *Environmental Pollution*, 186, 248-256, 2014.
- FERNANDES, A. M. et al. Combined analysis of trace elements and isotopic composition of particulate organic matter in suspended sediment to assess their origin and flux in a tropical disturbed watershed. *Environmental Pollution*, 218, 844-854, 2016.
- GOEHLER, L. O. et al. Relevance of tyre wear particles to the total content of microplastics transported by runoff in a high-imperviousness and intense vehicle traffic urban area. *Environmental Pollution*, 314, 120200, 2022.
- GONZÁLEZ-PLEITER, M. et al. First detection of microplastics in the freshwater of an Antarctic Specially Protected Area. *Marine Pollution Bulletin*, 161, 111811, 2020.
- HU, D. et al. Micro(nano)plastics: An un-ignorable carbon source? *Science of The Total Environment*, 657, 108-110, 2019.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - Relatório Zero da Bacia do Sorocaba e Médio Tietê – Atualização 2005. SigRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. São Paulo, 2006.

IVANOVICH, M.; HARMON, R. S. Uranium series disequilibrium: applications to environmental problems. 2nd ed., Claredon, Oxford, 1992.

KOELMANS, A. A. et al. Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: Critical review and model-supported reinterpretation of empirical studies. *Environmental Science and Technology*, 50, 3315–3326, 2016.

LENZ, R. et al. A critical assessment of visual identification of marine microplastic using Raman spectroscopy for analysis improvement. *Marine Pollution Bulletin*, 100, 82–91, 2015.

LI, L. et al. Microplastics contamination in different trophic state lakes along the Middle and lower reaches of Yangtze River Basin. *Environmental Pollution*, 254, 112951, 2019.

LUPINACCI, C. M., CONCEIÇÃO, F. T., PASCHOAL, L. G. Geomorphic responses due to the second-largest global producer of ceramic tiles in the State of São Paulo, Brazil. *Catena*, 106550, 2022.

LUSHER, A. L.; MCHUGH, M.; THOMPSON, R. C. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67, 94-99, 2013.

MORUZZI, R. B. et al. Stormwater detention reservoirs: an opportunity for monitoring and a potential site to prevent the spread of urban microplastics. *Water*, 12, 1994, 2020.

MURPHY, F. et al. Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment. *Environmental Science and Technology*, 50, 5800–5808, 2016.

NAPPER, I. E. et al. Reaching new Heights in plastic pollution – Preliminary finding of microplastics on Mount Everest. *One Earth*, 3, 621-630, 2020.

PEDRAZZI, F. J. M. et al. Avaliação da Qualidade da água no reservatório de Itupararanga, Bacia do Alto Sorocaba (SP). *Geociências*, 33, 26-38, 2014.

PRIYA, A. et al. Removing microplastics from wastewater using leading-edge treatment technologies: a solution to microplastic pollution—a review. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 46, 309–321, 2023.

REN, X. et al. Effects of microplastics on greenhouse gas emissions and the microbial community in fertilized soil. *Environmental Pollution*, 256, 113347, 2020.

ROBBINS, J.A. Geochemical and geophysical applications of radioactive lead isotopes. In: Nriagu, J.O. (ed), *Biochemistry of lead*, Elsevier, Amsterdam, 1978.

SCHERER, C. et al. Interactions of microplastics with freshwater biota. *The Handbook of Environmental Chemistry*, 58, 153-180, 2018.

SHEN, M. et al. Can microplastics pose a threat to ocean carbon sequestration? *Marine Pollution Bulletin*, 150, 110712, 2020.

SUN, J. et al. Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. *Water Research*, 152, 21–37, 2019.

SUN, Y. et al. Effect of microplastics on greenhouse gas and ammonia emissions during aerobic composting. *Science of The Total Environment*, 737, 139856, 2020.

TALVITIE, J. et al. Solutions to microplastic pollution – Removal of microplastics from wastewater effluent with advanced wastewater treatment technologies. *Water Research*, 123, 401–407, 2017.

THOMPSON, R. C. et al., Lost at Sea: Where Is All the Plastic? *Science*, 304, 838, 2004.

VAN CAUWENBERGHE, L. et al. Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. *Marine Environmental Research*, 111, 5-17, 2015.

VIANELLO, A. et al. Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 130, 54-61, 2013.

WANG, F. et al. Interaction of toxic chemicals with microplastics: A critical review. *Water Research*, 139, 208-219, 2018.

ZHANG, K. et al. Occurrence and Characteristics of Microplastic Pollution in Xiangxi Bay of Three Gorges Reservoir, China. *Environmental Science and Technology*, 51, 3794- 3801, 2017.

ZHANG, Y. et al. Current status and future perspectives of microplastic pollution in typical cryospheric regions. *Earth-Science Reviews*, 226, 103924, 2022.



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](#)

CONTRIBUIÇÕES DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA

VOLUME II



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE