



Organizadores:  
Camila Pinheiro Nobre  
Anna Christina Sanazario de Oliveira

# Estudos ambientais e agronômicos

Resultados  
para o  
Brasil



2021



8

Volume

**CAMILA PINHEIRO NOBRE  
ANNA CHRISTINA SANAZARIO DE OLIVEIRA  
(Organizadores)**

**ESTUDOS AMBIENTAIS E  
AGRONÔMICOS  
RESULTADOS PARA O BRASIL**

**VOLUME 8**

**EDITORA PASCAL  
2021**

**2021 - Copyright© da Editora Pascal**

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

**Edição e Diagramação:** Eduardo Mendonça Pinheiro

**Edição de Arte:** Marcos Clyver dos Santos Oliveira

**Bibliotecária:** Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

**Revisão:** Os autores

### **Conselho Editorial**

Dr. William de Jesus Ericeira Mochel Filho

Dr<sup>a</sup>. Sinara de Fátima Freire dos Santos

Dr<sup>a</sup>. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dr<sup>a</sup>. Gerbeli de Mattos Salgado Mochel

Dr<sup>a</sup>. Elba Pereira Chaves

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

#### **E82ca8**

Coletânea Estudos Ambientais e Agronômicos: resultados para o Brasil / Camila Pinheiro Nobre e Anna Christina Sanazario de Oliveira (Org). São Luís - Editora Pascal, 2021.

119 f. : il.: (Estudos Ambientais e Agronômicos; v. 8)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-86707-79-3

D.O.I.: 10.29327/553919

1. Estudos Ambientais. 2. Estudos Agronômicos. 3. Miscelânea. I. Nobre, Camila Pinheiro e Oliveira, Anna Christina Sanazario de.

CDU: 82-8

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

**2021**

[www.editorapascal.com.br](http://www.editorapascal.com.br)

contato@editorapascal.com.br

## **APRESENTAÇÃO**

Convidamos ao leitor perfazer o caminho dos 7 trabalhos científicos presentes neste sexto volume intitulado “Estudos Ambientais e Agronômicos”. Trabalhos esses de diferentes grupos de pesquisas de diversas regiões do Brasil, onde os autores mostram os seus resultados e conclusões percorrendo em diferentes subáreas das Ciências Ambientais e das Ciências Agrárias.

Durante a leitura pode-se constatar que entre os temas estão gestão hídrica, resíduos sólidos, ecologia, concreto, reciclagem, educação ambiental e solos. Contribuindo com diferentes subáreas das duas grandes áreas contempladas.

Destaca-se a importância destas pesquisas, principalmente, no que tange a sustentabilidade, no sentido de mitigar problemas ambientais e agronômicos. Trabalhos, com este cunho, sempre serão bem-vindos, já que a sustentabilidade não apenas favorece o meio ambiente, como também contribui para o aumento da produtividade das empresas e diminuindo gastos.

No mais, desejamos a você uma boa leitura!

**Camila Pinheiro Nobre**

**Anna Christina Sanazário de Oliveira**

# SUMÁRIO

## **CAPÍTULO 1..... 7**

### **MINI-REVIEW: BIOMINERALIZAÇÃO EM CONCRETOS DE ALTO DESEMPENHO**

Alan Rodrigo Sorce  
Marcos Vinicius Vieira Caglieri  
Eliana Cristina da Silva Rigo  
Sylma Carvalho Maestrelli

## **CAPÍTULO 2..... 26**

### **A INFLUÊNCIA DA GESTÃO HÍDRICA NACIONAL NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS**

João Paulo Moraes Rabelo  
Naiara Diniz Garcia  
Frederico Augusto Massote Bonifácio  
Carmino Hayashi

## **CAPÍTULO 3..... 38**

### **MATERIAIS RECICLÁVEIS SEM VALORAÇÃO DE MERCADO PRESENTES NAS COOPERATIVAS DE RECICLAGEM: ESTUDO DE CASO DE PELOTAS-RS**

Vandressa Siqueira Walerko  
Karine Fonseca de Souza  
Maiara Moraes Costa  
Jayne da Silva Andrade  
Matheus Francisco da Paz  
Mery Luiza Garcia Vieira  
Luana Pinto Bilhalva Haubman  
Arielle da Rosa Sousa  
Érico Kunde Corrêa  
Luciara Bilhalva Corrêa

## **CAPÍTULO 4..... 56**

### **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E VALORES NA ESCOLA COMO ELEMENTOS PARA PENSAR O DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL**

Taíne Alexandra Ramires Camargo  
Zilda Diani da Rosa Leal  
Luana Pinto Bilhalva Haubman  
Roberta Langlois Massaro  
Lucas Lourenço Castiglioni Guidoni  
Tirzah Moreira Siqueira  
Caroline Terra de Oliveira

Lúcio André de Oliveira Fernandes  
Érico Kunde Corrêa  
Luciara Bilhalva Corrêa

**CAPÍTULO 5..... 75**

**FAIXA DE CONTENÇÃO PARA REDUÇÃO DO APORTE DE SEDIMENTOS E DE NUTRIENTES POR EROSÃO HÍDRICA**

Elisamara Caldeira do Nascimento  
Oscarlina Lúcia dos Santos Weber  
Marcos Maruo Maruian

**CAPÍTULO 6..... 91**

**A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUA GESTÃO: UMA MINI-REVISÃO**

Rhayssa Alves Moraes  
Amanda Mickelly Azevedo Vieira  
Victor José Lopes Silva  
Mirlla Correia Lima Lica

**CAPÍTULO 7..... 98**

**A IMPORTÂNCIA DAS RELAÇÕES ECOLÓGICAS NO ECOSISTEMA: UMA REVISÃO**

Dyego Mafra Boaes  
Mauricio de Sousa Pinheiro  
Kercia Priscila Ferreira Godinho  
Pablo Jorge Pires Bastos

**AUTORES..... 108**

**ORGANIZADORAS..... 118**

# CAPÍTULO 1

## **MINI-REVIEW: BIOMINERALIZAÇÃO EM CONCRETOS DE ALTO DESEMPENHO**

MINI-REVIEW: BIOMINERALIZATION IN ULTRA-HIGH-PERFORMANCE  
CONCRETES

**Alan Rodrigo Sorce**

**Marcos Vinicius Vieira Caglieri**

**Eliana Cristina da Silva Rigo**

**Sylma Carvalho Maestrelli**



## Resumo

A grande utilização de materiais cimentícios vêm preocupando cientistas e órgãos do mundo todo. A crescente demanda de minerais na produção do concreto chega a ser responsável por um décimo da emissão global de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). Apesar de possuírem boas propriedades mecânicas quanto à compressão, materiais cimentícios como o concreto convencional e a argamassa estão sujeitos à formação de trincas e fissuras, levando à necessidade de reparos e/ou reconstrução, e conseqüentemente, demandando mais dos recursos minerais. Os concretos de alto desempenho (CAD), como o concreto de pós reativos (CPR), por apresentarem formulação e uso de aditivos diferenciados (são constituídos de uma mistura que não leva o agregado graúdo em sua composição, eliminando a maior parte dos vazios internos da estrutura através da utilização de pós finos e ultrafinos), permitem a obtenção de maior homogeneidade microestrutural e propriedades mecânicas superiores quando comparados aos concretos tradicionais; entretanto, não estão imunes à formação de trincas e rachaduras. Várias são as alternativas de reparo; porém, grande parte delas, como a aplicação de epóxi na estrutura, gera produtos nocivos aos seres humanos e ao meio ambiente. Para contornar essa situação, uma alternativa vem ganhando notoriedade nas últimas décadas: a utilização de microrganismos no processo de autocura de matrizes cimentícias por meio da biomineralização de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Visando compreender melhor a fenomenologia associada à utilização dessa técnica e sua aplicabilidade em matrizes de concretos de alto desempenho, este trabalho traz uma breve revisão sobre o assunto.

**Palavras-chave:** autocura, biomineralização, *Lysinibacillus sphaericus*, concretos de alto desempenho.

## Abstract

The great use of cementitious materials has been worrying scientists and organs around the world. The increasing demand for minerals in concrete production is responsible for one tenth of the global CO<sub>2</sub> (carbon dioxide) emissions. Despite having good mechanical properties regarding compression, cementitious materials such as conventional concrete and mortar are subject to the formation of cracks and fissures, leading to the need of repairs and/or rebuilding and, consequently, requiring more of the mineral resources. Ultra-high-performance concretes, such as reactive powder concrete (RPC), since they present formulation and use of differentiated additives (they are composed of a mixture that does not carry coarse aggregate in its composition, eliminating most of the internal voids of the structure by using fine and ultrafine powders), allow the achievement of greater microstructural homogeneity and superior mechanical properties when compared to traditional concretes; however, they are not immune to the cracks and fissures formation. There are several repair alternatives; however, most of them, such as the application of epoxy in the structure, generates harmful byproducts to human beings and the environment. To overcome this situation, an alternative has gained visibility in recent decades: the use of microorganisms in the process of self-healing of cementitious matrices through biomineralization of calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>). Aiming to improve understanding about the phenomenology associated to the use of this technique and its applicability in ultra-high-performance concrete matrices, this work shows a brief review about the subject.

**Key-words:** Self-healing, Biomineralization, *Lysinibacillus sphaericus*, Ultra-high-performance concretes





## 1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de concretos vem crescendo ano a ano. Segundo dados da United States Geological Suvery (2020) a produção mundial atingiu patamares superiores à 4100 Mt (megatoneladas) no ano de 2019. Sendo um dos materiais mais consumidos no mundo, o cimento é um dos grandes responsáveis pela emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera devido ao seu processo produtivo – alguns estudos apontam que ele pode ser responsável por até 10% de toda emissão de CO<sub>2</sub> antropogênica (ANDALIB *et al.*, 2016; GONSALVES, 2011).

Apesar de possuírem uma excelente resistência à compressão, boa durabilidade e de poderem ser constituídos por uma grande diversidade de matéria primas – o que diminui seu custo (JOSHI *et al.*, 2019) –, os materiais cimentícios estão suscetíveis à formação de trincas e fissuras devido a fatores físicos, químicos e biológicos provenientes da intensa urbanização e poluição (LI *et al.*, 2019). Trincas e fissuras exigem reparos e em alguns casos até mesmo substituições e, conseqüentemente, demandam ainda mais dos recursos minerais para sua produção, tais como o calcário, argila, areia e água (PELEGRINELLO, 2017).

Por esses motivos, os materiais cimentícios têm chamado a atenção da comunidade acadêmica, a qual busca, incessantemente, meios de tornar as argamassas e concretos em materiais mais sustentáveis e duradouros. O desenvolvimento de materiais de alto desempenho como os concretos de pós reativos (CPR) possibilitaram o aumento da resistência desses materiais e conseqüentemente de sua longevidade.

Devido à alta concentração de cimento contendo baixo valores de C<sub>3</sub>A (tricalcium aluminate) somada à presença de sílica reativa, superplastificantes e fibras e também à existência da limitação do tamanho do grão na mistura (HELA; BODNAROVA; RUNDT, 2018), esse tipo de concreto apresenta alto índice de compacidade, homogeneidade e ductilidade quando comparado ao concreto tradicional. Conseqüentemente, concretos de pós reativos apresentam melhores valores de resistência à compressão, tração e flexão (BIZ, 2001; SHI *et al.*, 2015). Entretanto, mesmo possuindo características de resistência elevadas, CPR também estão sujeitos à formação de fissuras e trincas.

Métodos tradicionais no reparo de trincas e fissuras vêm sendo utilizados nos últimos anos pelo setor de construção, tais como o uso de resinas epóxi, a aplicação de selantes impermeabilizantes e de revestimentos fibrosos. Entretanto, grande parte deles apresentam toxicidade e durabilidade com resultados não satisfatórios (AMIRI; AZIMA; BUNDUR, 2018; JONGVIVATSAKUL *et al.*, 2019; PELEGRINELLO, 2017).

Uma das alternativas que vêm ganhando grande interesse e notoriedade pelos



cientistas, principalmente pela sua baixa toxicidade, é a utilização de microrganismos capazes de produzir o  $\text{CaCO}_3$ , os chamados *MICCP* - *Microbial induced calcium-carbonate precipitation* ou, em português, PMICC – Precipitação microbiológica induzida de carbonato de cálcio. Os PMICC possibilitam o fechamento de trincas e fissuras e a restauração das propriedades iniciais da estrutura por meio do processo de biomineralização (JONGVIVATSAKUL *et al.*, 2019; PELEGRINELLO, 2017). Embora apresente-se como uma alternativa promissora, a aplicação de PMICC ainda é limitada por fatores como a baixa taxa de sobrevivência dos microrganismos no meio, devido principalmente ao alto pH encontrado em materiais cimentícios (HEVERAN *et al.*, 2020).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Concretos de Pós Reativos (CPR)

Ao longo do século XX, pesquisadores gradualmente desenvolveram um novo tipo de concreto capaz de suportar maiores tensões. Esse desenvolvimento se deu devido à evolução tecnológica que possibilitou estudos mais detalhados sobre a microestrutura, a reologia e a produção do concreto tradicional. Inicialmente chamado de “concreto de alta resistência”, esse novo material possuía melhores valores de resistência à compressão devido à utilização de um agregado mais homogêneo em termos dimensionais que, conseqüentemente, permitiu um aumento da homogeneidade e da compacidade da mistura. O uso de fibras de aço, além disso, também permitiu um aumento da ductilidade do novo concreto (BIZ, 2001).

Também denominado de UHPC da sigla inglesa “*ultra high performance concrete*”, o concreto de alto desempenho teve sua primeira utilização estrutural em 1997 na construção de uma ponte para pedestres em Sherbrooke, Canadá (SHI *et al.*, 2015). Ao longo dos próximos anos, segundo Shi *et al.* (2015), outras aplicações estruturais puderam ser vistas em países da Europa, da América do Norte, da Ásia, Austrália e Nova Zelândia, sendo que em 2001, ocorre a construção da primeira ponte rodoviária utilizando CAD em *Bourg-Lès-Valence*, na França.

Enfrentando grandes desafios como a falta de padrões para testes, guias de design para engenheiros e falta de métodos que permitissem melhor controle na qualidade de produção (SHI *et al.*, 2015), e buscando obter um concreto com o mínimo de defeitos possíveis, em meados da década de 1990, pesquisadores da França e no Canadá desenvolvem um novo concreto com alta compacidade e resistência.

Inicialmente idealizado para atender a demanda de concretos para ambientes agressivos e posteriormente para uso militar (BIZ, 2001), os estudos sobre o “concreto de pós reativos” (CPR) foram realizados baseados no aumento da homogeneidade (devido à diminuição da porção de agregados graúdos), da compacidade



(decorrente da melhor distribuição granulométrica e aplicação de pressão antes e após o processo de cura), na melhoria da microestrutura (devido ao tratamento térmico após o endurecimento), na melhora da ductilidade (por meio da adição de fibras) e na manutenção dos processos de moldagem e mistura os mais próximos dos já existentes (BIZ, 2001).

Segundo Biz (2001), o CPR é caracterizado pela alta quantidade de cimento somado à presença de sílica reativa e materiais em pó. Ainda segundo o autor e segundo Hela; Bodnarova e Rundt (2018), várias são as formulações e composições de CRP, porém, sua composição básica pode ser definida pela presença de areia de quartzo, sílica ativa, pó de quartzo, fibras de aço em pequenas dimensões, cimento com baixo teor de  $C_3A$  e baixa finura de Blaine e, superplastificantes de alta eficiência.

O CPR difere do CAD/UHPC por apresentar maiores concentrações de cimento e valores máximos de grãos não ultrapassando os 600  $\mu\text{m}$  (micrômetros); parâmetros esses que permitem a obtenção de valores de resistência à compressão que variam de 200 a 800 MPa (HELA; BODNAROVA; RUNDT, 2018). A seguir será feita uma apresentação sobre os principais materiais constituinte dos concretos de pós reativos.

## 2.1.1 Materiais Constituintes

### 2.1.1.1 Cimento para CAD/CPR

De acordo com os autores Shi *et al.* (2015) e, Hela, Bodnarova e Rundt (2018), a quantidade de cimento utilizado na produção de CAD e CPR varia de 700 a 1100  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  (aproximadamente 3 vezes mais que concretos convencionais). A alta concentração de cimento é um dos principais fatores que afeta não somente o valor final do concreto de alto desempenho, mas também o desenvolvimento do calor de hidratação e a estabilidade dimensional. Além disso, o cimento a ser utilizado na produção de CAD e CPR deverá possuir baixo valor de  $C_3A$  permitindo a redução da quantidade de água na mistura. (BIZ, 2001; HELA; BODNAROVA; RUNDT, 2018; SHI *et al.*, 2015).

Alguns estudos realizados recomendam a utilização de cimento padronizado segundo as normas ASTM tipo I (padrão norte americano) (BIZ, 2001; SHI *et al.*, 2015) e CEM tipo I (padrão britânico) (HELA; BODNAROVA; RUNDT, 2018), ambos correspondente ao cimento Portland comum sem adição, que corresponde ao CP I nacional de acordo com a ABNT NBR – 16697 (2018).

#### 2.1.1.2 Sílica Ativa



Segundo Biz (2001) o uso de sílica ativa possui diversas funções na estrutura do concreto de pós reativos, dentre elas o preenchimento de vazios, produção de hidratos secundários e melhoria das características reológicas. Além disso, a sílica ativa auxilia na significativa redução da exsudação interna e superficial, reduz a permeabilidade da pasta, aumenta a aderência com o agregado miúdo (na zona de transição) e aumenta a atividade das reações pozolânicas.

De acordo com Shi *et al.* (2015), a concentração ótima de sílica ativa varia de 20 a 35%. Porém, a concentração de carbono na sílica pode levar a uma queda na fluidez da pasta e resíduos de carvão não queimados podem causar o escurecimento superficial do concreto podendo causar problemas estéticos. Além disso, por necessitar de maior quantidade de água para hidratação, o uso de sílica ativa está condicionado à presença de superplastificantes que auxiliam no controle da necessidade de água (BIZ, 2001; SHI *et al.*, 2015). Os autores ainda enumeram alguns substitutos à sílica ativa, tais como a escória granulada de alto forno, cinzas volantes, metacaulim, pó de calcário, pó de escória de aço, cinzas de casca de arroz e nanopartículas (nano  $\text{SiO}_2$ , nano- $\text{CaCO}_3$ , nano- $\text{TiO}_2$  e nano- $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Entretanto, os autores também reforçam que melhores resultados foram obtidos quando combinados entre si.

### 2.1.1.3 Agregados em CAD/CPR

Segundo Biz e colaboradores (2001), para que se obtenha altos valores de resistência à compressão (valores acima de 200 MPa) é recomendado que o tamanho dos grãos dos agregados seja pequeno. Os valores de diâmetro máximo recomendado podem se diferenciar, porém, valores abaixo de 600  $\mu\text{m}$  de diâmetro são recomendados, segundo os autores. Yu *et al.* (2018), por exemplo, utilizaram em seus estudos areia de sílica com tamanho máximo de grão de 180  $\mu\text{m}$  e média de 135  $\mu\text{m}$ , chegando a obter valores de resistência à compressão por volta de 115 MPa.

Os agregados, na formulação de CAD e CPR, são os elementos mais baratos quando comparados com restante dos constituintes. Por esse motivo, tem-se o intuito de utilizar o máximo possível desses agregados em formulações de concretos de alto desempenho (HELA; BODNAROVA; RUNDT, 2018; SHI *et al.*, 2015); entretanto, mesmo sendo elementos com baixo custo inicial na formulação, é importante observar que há um gasto financeiro significativamente alto para se obter areia de quartzo com diâmetros muito pequenos, o que pode elevar o custo de produção do concreto (SHI *et al.*, 2015).

Alguns materiais vêm sendo estudados e implementados no lugar de pó de quartzo, a fim de reduzir o custo final do CAD, alguns deles são o pó de vidro reciclado, areia natural, e agregados artificiais. Segundo Shi *et al.* (2015), o uso de pó de vidro reciclado pode reduzir os valores de resistência à compressão e flexão



em até 15%, não sendo uma alternativa viável. Já o uso de materiais como rejeito de minério de ferro, basalto moído/esmagado (com diâmetro menor que 8 mm), e calcário moído conseguiram gerar resultados próximos aos do pó de quartzo. Os autores ainda citam que em algumas pesquisas, o uso de basalto e calcário, com diâmetro médio de 20mm, como agregado graúdo, gerou resultados promissores, levando-os a concluir que a chave para o sucesso na produção de CAD está na diminuição dos defeitos e falhas causadas pelo agregado graúdo, ao invés da remoção do agregado em si.

#### 2.1.1.4 Superplastificantes

Superplastificantes são de extrema importância na produção de CAD e CPR, uma vez que desempenham papéis essenciais para a elevação do desempenho do concreto. De acordo com Biz (2001), o uso de superplastificantes se justifica pela capacidade desse aditivo de reduzir a quantidade de água utilizada na mistura, impactando diretamente na relação água/cimento e na diminuição de efeitos adversos provenientes da hidratação do cimento, além de influenciar e melhorar a trabalhabilidade e fluidez da mistura.

Isso ocorre pelo fato de os polímeros presentes nos superplastificantes possuírem grupos com cargas negativas. Esses polímeros se acumulam na superfície das partículas do cimento e elevam a carga negativa dessa superfície, causando repulsão elétrica entre as partículas. Como resultado, há uma melhor dispersão das partículas de cimento na mistura, e conseqüentemente o melhoramento da fluidificação na mistura (BIZ, 2001).

A quantidade de superplastificantes utilizadas em CAD e CPR pode ser até 15 vezes maior que a quantidade usada em um concreto tradicional (HIRSCHI; WOMBACHER, 2008), sendo os mais efetivos os baseados em policarboxilatos, de acordo com Hela, Bodnarova e Rundt (2018) e Shi *et al.* (2015).

A geração mais antiga de plastificantes e dispersantes era baseada em melamina formaldeído sulfonada, naftaleno formaldeído sulfonado, e lignossulfeto (BIZ, 2001; SCRIVENER; KIRKPATRICK, 2008). Entretanto, um dos mais importantes avanços na área de concretos foi a introdução de superplastificantes à base de éter policarboxílico.

De acordo com Schröfl *et al.* (2012), a combinação de dois ou mais tipos diferentes de policarboxilatos pode gerar resultados ainda melhores na dispersão das partículas de cimento, quando comparado com a utilização de apenas um tipo. Segundo os autores, superplastificantes baseados em aliloéter adsorvem preferencialmente à sílica e os baseados em ácido metacrílico interagem melhor com a superfície hidratada do cimento.

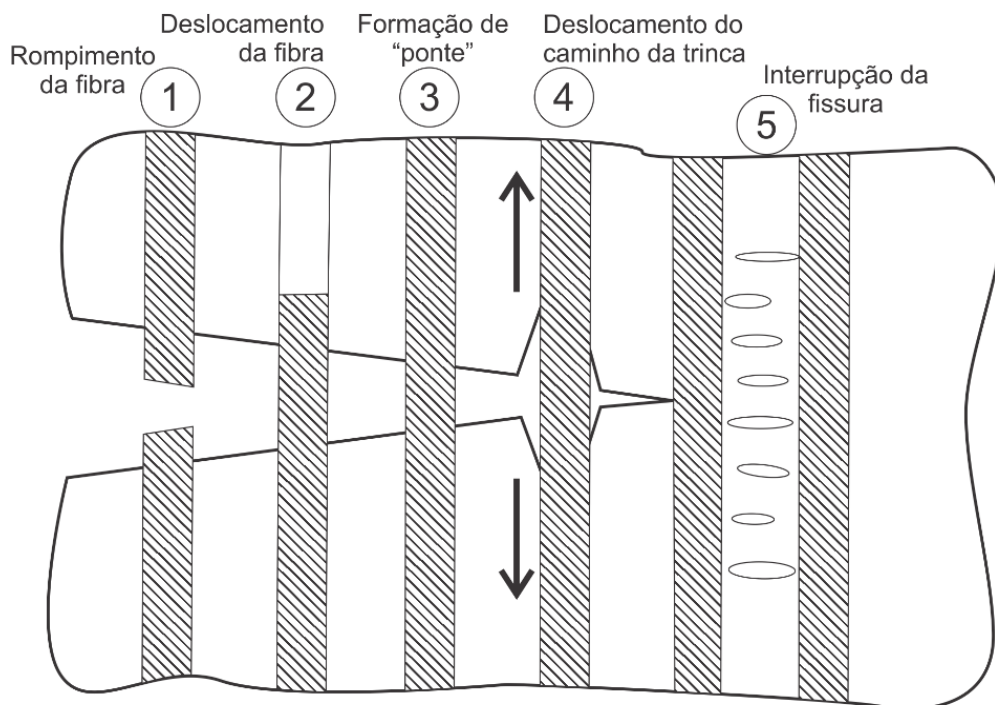


### 2.1.1.5 Fibras

O uso de fibras em CAD e CPR auxilia na prevenção da formação e propagação de trincas e rachaduras no meio, por meio da transferência de carregamento da matriz para a fibra pela interface matriz-fibra (SHI *et al.*, 2015). A figura 1 a seguir mostra como as fibras absorvem a energia e auxiliam no controle da propagação de trincas.

A Figura 1 mostra que o caminho da trinca segue da esquerda para a direita. No processo hipotético apresentado na figura, observa-se a fibra 1 sendo rompida, a segunda fibra sendo puxada e arrancada do seu lugar inicial; na terceira fibra observa-se a formação de uma “ponte” que levará a um deslocamento do caminho original da trinca (fibra 4) pondo um fim à propagação da trinca (fibras 5).

Figura 1: Processo de ação de fibras no controle de trincas em concretos



Fonte: adaptado de SHI *et al.* (2015)

Compreendendo 0,5 a 3% do volume da mistura (1,5% a 3% para CPR) (BIZ, 2001; HELA; BODNAROVA; RUNDT, 2018), as fibras mais comuns de serem usadas em CAD e CPR são as de aço e de carbono, por apresentarem melhores propriedades. Alguns estudos comprovam a importância das fibras no compósito de alta resistência e no aumento da ductilidade ao realizarem testes de flexão e observar que as amostras que não continham fibras falham imediatamente após o aparecimento das primeiras trincas (SHAFIEIFAR; FARZAD; AZIZINAMINI, 2017). Fibras de vidro e de polímeros (como polipropileno e poliéster) também são alternativas que já foram incorporadas em estudos, porém, apresentaram valores de resistência menores que as amostras sem fibras (SHI *et al.*, 2015).

## 2.1.2 Conformação / Preparo de amostras

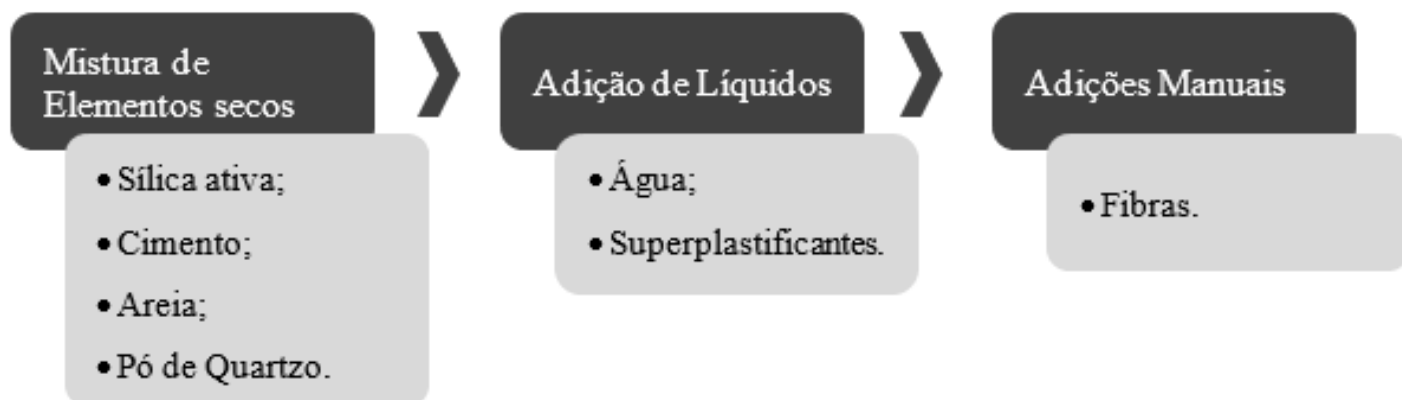
O preparo de amostras e peças de concretos de alto desempenho e de concretos de pós reativos se diferem da preparação para amostras convencionais. Equipamentos como misturadores à vácuo/pressão podem ser utilizados para diminuir o tamanho dos poros e melhorar as propriedades de a resistência à compressão, dureza e módulo de Young, entretanto, esses equipamentos são sofisticados e apresentam alto custo de operação, não se tornando uma opção viável para produção em larga escala (SHI *et al.*, 2015). Em geral, são seguidas as etapas, mostradas na Figura 2, na produção de amostras e peças de CAD/CPR.

Como mostrado na Figura 2, primeiramente os elementos secos são misturados por alguns minutos em um misturador. Essa mistura pode ser realizada em um misturador a força, (BIZ, 2001; HELA; BODNAROVA; RUNDT, 2018), misturador planetário (WANG *et al.*, 2016) ou de maneira convencional (SHI *et al.*, 2015). O tempo pode variar de acordo com cada autor, entretanto, observa-se que grande parte das pesquisas realizaram essa primeira mistura por cerca de 5 a 15 minutos.

Em um segundo momento, são adicionados a água e o superplastificante, geralmente já misturados. Alguns pesquisadores, como Wille e Boisvert-Cotulio (2015) adicionam primeiramente uma fração do superplastificante à água e posteriormente adicionam o restante do superplastificante diretamente na mistura. Novamente o tempo de mistura varia de acordo com cada autor, girando em torno de 2 a 10 minutos (SHAFIEIFAR; FARZAD; AZIZINAMINI, 2017; SHI *et al.*, 2015; YU *et al.*, 2018).

Por fim, as fibras são manualmente distribuídas de maneira cautelosa e uniforme por toda a massa. O tempo de mistura nessa última etapa é menor e pode variar de 1 a 5 minutos. Após a mistura das fibras a massa é despejada em moldes e, caso necessário, cobertas por um plástico para evitar perda de hidratação (SHAFIEIFAR; FARZAD; AZIZINAMINI, 2017).

Figura 2: Processo de preparação de CAD/CPR



Fonte: dos Autores



### 2.1.3 Processo de Cura

A cura das amostras/peças pode ser realizada de diferentes formas, sendo as mais comuns a cura à temperatura ambiente (SHI *et al.*, 2015; YU *et al.*, 2018) e a cura por imersão em água (HELA; BODNAROVA; RUNDT, 2018; SHAFIEIFAR; FARZAD; AZIZINAMINI, 2017; WILLE; BOISVERT-COTULIO, 2015). Outros tratamentos, porém, podem melhorar ainda mais as propriedades do concreto, como a cura térmica e por pressão.

A cura térmica pode melhorar a resistência a compressão do CAD/CPR de 15 a 30 MPa quando comparado com concretos curados à temperatura ambiente. Isso se deve pelo fato de que a cura em temperaturas próximas de 90 °C, por exemplo, favorece a atividade pozolânicas das partículas de sílica ativa e do pó que quartzo, além de aumentar o comprimento das cadeias de C-S-H (BIZ, 2001; SHI *et al.*, 2015).

Já a cura sob pressão, que pode ocorrer com ou sem o aumento da temperatura, também pode elevar a resistência à compressão para valores acima de 200 MPa (SHI *et al.*, 2015). Esse tipo de cura permite uma maior compactação da massa no molde devido à remoção de bolhas de ar, da remoção do excesso de água na mistura e da diminuição da espessura da zona de transição pasta agregado-massa e agregado-massa. Além disso, segundo Biz (2001), a utilização de cura sob pressão por tempos prolongados (de 6 a 12 horas) pode reduzir a porosidade química que seria gerada pelo processo de hidratação do cimento.

É notável que a utilização de procedimentos de cura por pressão e temperatura elevam e muito as características desejáveis dos concretos de alto desempenho. Entretanto, como esses procedimentos demandam maiores gastos energéticos e operacionais e, elevam a complexidade da produção, há uma limitação para seus usos na prática e em grande escala. Segundo Shi *et al.* (2015), a chave para melhorar a aplicabilidade de CAD e CPR é a produção desses tipos de concretos utilizando-se de processos de cura em pressão e temperatura ambientes.

## 2.2. Fissuras e defeitos

Apesar de possuírem grandes vantagens como a alta resistência à compressão e matéria-prima com grande disponibilidade, os materiais cimentícios, tais como argamassa e o concreto, possuem baixa resistência à tração. Devido à ação de forças internas decorrentes de fatores como a variação de temperatura, da carga e/ou da umidade, esses tipos de materiais estão suscetíveis à formação de trincas e rachaduras (BUNDUR; KIRISITS; FERRON, 2017), o que possibilita a entrada de água e de agentes que, embora a curto prazo possam não causar danos, a longo prazo podem comprometer a integridade da estrutura (ESPITIA-NERY *et al.*, 2019; REDDY; REVATHI, 2019).



Segundo Zanzarini (2016), a ocorrência de falhas nas várias etapas de um projeto pode levar à ocorrência de patologias – termo designado a problemas estéticos, funcionais e/ou estruturais. O autor comenta que as patologias podem ser decorrentes de três etapas:

1. *Na fase de projeto* (erros de dimensionamento, falta de detalhes, especificações inadequadas)
2. *Na fase de execução* (mão de obra não qualificada, falta de controle tecnológico e fiscalização, uso de materiais fora das normas e especificações)
3. *Na fase de utilização* (posterior à construção, como falhas no sistema hidráulico, recalque/movimentação do solo, sobrecargas não previstas, falta de manutenção).

Alguns autores como Santos (2014) e Zanzarini (2016) classificam as fissuras de acordo com sua espessura (Tabela 1) relacionando-as com a intensidade e a severidade do possível dano (Tabela 2).

<b>Denominação</b>	<b>Abertura da fissura (mm)</b>
Fissura capilar	Menor que 0,2
Fissura	0,2 a 0,5
Trinca	0,5 a 15
Rachadura	1,5 a 5,0
Fenda	5,0 a 10,0
Brecha	Maior que 10,0

Tabela 1: Classificação de acordo com a espessura da fissura  
 Fonte: Zanzarini (2016) e Santos (2014)

Abertura da fissura (mm)	Intensidade dos danos			Efeitos na estrutura e uso da edificação
	Residencial	Comercial ou Público	Industrial	
< 0,1	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Nenhum
0,1 a 0,3	Muito leve	Muito Leve	Insignificante	Nenhum
0,3 a 1	Leve	Leve	Muito leve	Apenas estética; deterioração acelerada do aspecto externo
1 a 2	Leve a moderada	Leve a moderada	Muito leve	Utilização do edifício será afetada e, no limite superior, a estabilidade também pode estar em risco
2 a 5	Moderada	Moderada	Leve	
5 a 15	Moderada a Severa	Moderada a severa	Moderada	
15 a 25	Severa a muito severa	Severa a muito severa	Moderada a severa	
> 25	Muito severa a perigosa	Severa a perigosa	Severa a perigosa	Cresce o risco de a estrutura tornar-se perigosa

Tabela 2: Intensidade dos danos e efeitos causados de acordo com a abertura da fissura

Fonte: (Thornburn e Hutchinson, 1985) citado por Santos (2014)

Nas argamassas, especificamente as de revestimento, as principais patologias manifestadas são as *fissuras* (ocasionadas principalmente pela movimentação e/ou deformação da base onde está aplicada e pela perda de água), *os deslocamentos e deslocamentos* (fortemente relacionados à não aderência do revestimento à base, a hidratação retardada da cal e presença de purezas e torrões de argila na mistura) e *manchas e colônias de microrganismos* (resultante de alguns fatores como infiltração, impermeabilização pobre, vazamento hidráulico, e umidade alta com baixa incidência de sol) (MASUERO; AECWEB, 2020).

### 2.2.1 Tratamento de fissuras e defeitos

Para Zanzarini (2016) e Junior e Cerqueria (2019), o tratamento e a recuperação das fissuras em estruturas cimentícias, tais como concreto e argamassa, devem ser realizados somente após a inspeção e verificação dos agentes causadores da patologia, assim como sua possível eliminação ou redução. Os autores enumeram algumas formas de remediação, a saber: restauração com pintura acrílica; aplicação de tela de poliéster; recuperação por grampos de fixação; substituição do revestimento; argamassa e reboco armado; injeção de resina epóxi; reforço com materiais compósitos.

Zanzarini (2016) ainda salienta em suas conclusões, que é de grande importância a adoção de medidas preservativas para proteger as estruturas de agentes causadores de fissuras, como a impermeabilização do solo, remoção de árvores próximas às edificações e desvio de águas pluviais.

Para Pelegrinello (2017), Jongvivatsakul (2019) e Pacheco-Torgal e Labrincha (2013), novas técnicas de reparação mais sustentáveis devem ser encontradas, uma vez que muitas das técnicas tradicionais utilizam-se de materiais orgânicos



contendo componentes com algum grau de toxicidade tanto na sua produção quanto na sua utilização.

Como alternativa às técnicas tradicionais, a utilização de microrganismos redutores de carbonato de cálcio por meio da biomineralização vem chamando atenção de cientistas, devido à sua baixa toxicidade e capacidade de aumentar a durabilidade e a resistência à compressão de matrizes cimentícias (CHOUDHARY *et al.*, 2019; JONGVIVATSAKUL *et al.*, 2019).

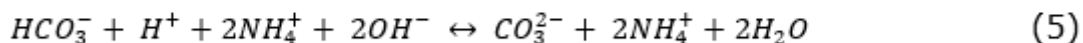
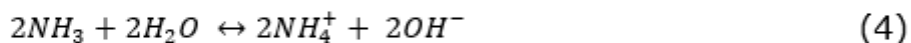
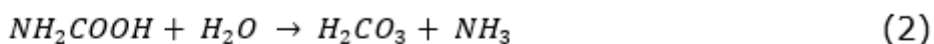
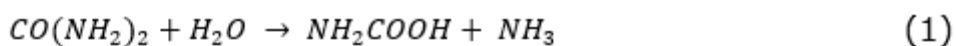
## 2.3 Bioconcreto e os microrganismos na autocura

A “biomineralização” é o processo natural de precipitação de minerais cristalinos ou amorfos, tais como carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), oxalatos [ $(\text{C}_2\text{O}_4)^{2-}$ ], sílica ( $\text{SiO}_2$ ) e ferro (GHOSH *et al.*, 2009), decorrentes da atividade metabólica de certos microrganismos.

No caso dos MICCP (*Microbial induced calcium-carbonate precipitation*), ou em português, PMICC (*Precipitação microbiológica induzida de carbonato de cálcio*) essa atividade metabólica, que também é conhecida como *carbonatogênese*, precipita o íon carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) que reage com o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), formando o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) (CHAPARRO-ACUÑA *et al.*, 2017; GONZÁLES; SANTANA; CARVALHO, 2014).

González, Santana e Carvalho (2014) reforçam ainda que para a produção de íon carbonato se faz necessário obter um meio alcalino, uma vez que a atuação ótima das bactérias ocorre em pH próximo a 8,0. Já a precipitação de  $\text{CaCO}_3$  é realizada mais facilmente na abundante presença de cálcio e amônia.

Apesar de existirem diferentes métodos para a precipitação de carbonato de cálcio, ou calcita, como a fotossíntese, a oxidação anaeróbica de sulfeto e os exopolissacarídeos, de acordo com Chaparro-Acuña *et al.* (2017), a ureólise é o método mais utilizados na precipitação da calcita. As equações a seguir indicam as reações que ocorrem durante o processo de biomineralização (ACHAL *et al.*, 2015).



Os primeiros cristais de  $CaCO_3$  geralmente se formam dentro do corpo celular bacteriano e são posteriormente expulsos para fora da célula ou então parecem na superfície dos corpos onde se aglomeram até formar uma “capa” rígida. Essas estruturas iniciais apresentam-se geralmente amorfas e hidratadas. A agregação dessas partículas iniciais gera uma nova estrutura pré-cristalina. A partir desse processo, os primeiros conjuntos de “biocristais secundários” começam a se formar e a crescer, evidenciando uma estrutura mais cristalina (GONZÁLES; SANTANA; CARVALHO, 2014).

### 2.3.1 Espécies observadas

A pesquisa e o estudo da bioprecipitação por microrganismos data do final do século XIX, na Rússia. A produção intelectual posterior pôde identificar diversas espécies e gêneros de bactérias, como: *Shewanella sp.* (GHOSH *et al.*, 2009), *Bacillus spp.* (*B. subtilis*, *B. amyloliquefacies*, *B. cereus*), as *Pseudomonas spp.*, *Variovorax spp.*, *Micrococcus spp.*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Myxococcus xanthus*, *Sporosarcina pasteurii*, *S. ureae*, *Escherichia coli*, *Beijerinckia indica* e *Penicillium chrysogenum* (GONZÁLES; SANTANA; CARVALHO, 2014). Os autores em questão enfatizam que as espécies do gênero *Bacillus* destacam-se na precipitação de carbonado de cálcio em ambientes naturais.

De acordo com Wang *et al.* (2012) citado por Achal *et al.* (2015), a *Lysinibacillus sphaericus*, imobilizada em sílica gel para protegê-la do concreto, promove uma maior atividade da urease (enzima) e, conseqüentemente, uma maior deposição de  $CaCO_3$ , quando comparada à mesma bactéria imobilizada em poliuretano. Além disso, o  $CaCO_3$  precipitado por essas bactérias provocam uma melhora na impermeabilidade e na resistência ao ataque por ácidos (ACHAL *et al.*, 2015).



### 2.3.2 Crescimento Microbiano

A utilização de meios para o crescimento microbiano pode variar muito de acordo com as preferências do pesquisador, o tipo de bactéria, a região e a disponibilidade de recursos. Alguns desses meios são apresentados a seguir.

Gonzáles; Santana e Carvalho (2014) apresentam em seus estudos três meios de cultura bacteriana: o primeiro, chamado de B4 (proporções 1), constituído de 2,5 g de acetato de cálcio, 4 g de extrato de levedura, 5 g de glicose e 12 g de ágar para 1 litro de água destilada; o segundo, chamado de B4 (proporções 2), apresenta os mesmos constituintes em proporções diferentes, sendo 15 g de acetato de cálcio, 4 g de extrato de levedura, 5 g de glicose e 12 g de ágar, para 1 litro de água destilada; e o terceiro proposto por Stock-Fisher, em 1999, contendo 3 g de ágar nutriente, 20 g de ureia, 10 g de cloreto de amônio, 2,12 g de bicarbonato de sódio, 5,6 g de cloreto de cálcio e 12 g de ágar em 1 litro de água destilada (STOCK-FISHER et.al, 1999 apud GONZÁLES; SANTANA; CARVALHO, 2014). Dentre estes três meios, o que apresentou melhor resultado, segundo os autores, na precipitação de carbonato de cálcio a uma temperatura de 25 °C foi o meio B4 (proporções 2), com o acréscimo de hidróxido de sódio a fim de se alcalinizar o meio, elevando o pH próximo a 8,0.

Bundur, Kirisits e Ferron, (2017) realizaram o crescimento da bactéria *Sporosarcina pasteurii* (ATCC 6453) em um meio a ureia e extrato de levedura (UYE sigla em inglês para Urea-Yeast Extract) contendo uma solução tampão de tris-(hidroximetil)-aminometano à 0,13 M preparada em um litro de água destilada deionizada (ADD), 10 g de uréia, 20 g de extrato de levedura e 20g de ágar (caso um meio físico fosse requerido) a um pH próximo de 9,0. De acordo com os autores, este meio apresentou bons resultados, principalmente quando analisadas as concentrações de células disponíveis e vegetativas, capazes de realizar processos metabólicos. O mesmo meio foi utilizado pro Liu *et al.* (2016) em seus estudos.

Ghosh (2009), por sua vez, realizou o crescimento bacteriano em um meio anaeróbico contendo  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  à 0,1 M,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  à 0,6 g/L, KCl – 0,33 g/L,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 2,5 g/L, extrato de levedura à 0,02% e peptona à 0,5% em um pH igual a 8,0 na temperatura de 65 °C, obtendo ótimos resultados para a espécie da família *Shewanella*.

### 2.3.4 Tipos de aplicação

O uso de microrganismos na autocura de concretos e argamassas vem se tornando cada vez mais popular na última década (ESPITIA-NERY *et al.*, 2019). A aplicação de organismos bacterianos no meio pode ser realizada através de duas maneiras: microrganismos encapsulados/imobilizados e não encapsulados.





Na incorporação bacteriana não encapsulada, adiciona-se os esporos bacterianos, juntamente com substratos contendo nutrientes, à água de amassamento no processo de confecção do concreto. Ao entrar em contato com a fissura, o microrganismo sai de seu estado vegetativo e começa a agir no meio (EUZEBIO; ALVES; FERNANDES, 2017; JUNIOR; CERQUEIRA, 2019). Euzébio, Alves e Fernandes (2017) esclarecem ainda que, ao serem diretamente introduzidas na matriz cimentícia, as bactérias limitam seu tempo de vida a poucos meses devido aos diâmetros dos poros das matrizes e à alta alcalinidade do meio.

Já a técnica de encapsulamento consiste basicamente na aplicação bacteriana encapsulada (protegida) com os nutrientes necessários para sua ação. Ao entrar em contato com a fissura, e assim encontrar uma variação de umidade e oxigênio, a capsula se rompe, liberando o agente redutor bacteriano (ESPITIA-NERY *et al.*, 2019). De acordo com Pacheco-Torgal e Labrincha (2013), pesquisadores vêm estudando tipos de encapsulamento para solucionar o problema da alta alcalinidade do concreto e argamassas e do esmagamento de esporos, os quais impedem o crescimento bacteriano (EUZEBIO; ALVES; FERNANDES, 2017).

Poucos se sabe como modificações feitas na formulação e nos constituintes da argamassa e do concreto podem contribuir para a sobrevivência dos microrganismos quando não encapsulados, o que resulta na necessidade de estudo mais aprofundados sobre a questão.

### 3. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O desenvolvimento de novas tecnologias com intuito de minimizar impactos ambientais e a utilização de recursos renováveis de forma sustentável se faz cada vez mais necessário, principalmente no âmbito da construção civil. A produção de cimento, segundo a U.S. Geological Survey (2020), atingiu no ano de 2019 valores próximos dos 4.100 Mt (megatoneladas), sendo 55 Mt referentes apenas à produção brasileira. A ampla produção de cimento, devido à sua demanda, torna seu processo de fabricação um dos principais emissores de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono). Estimativas apontam que a produção de cimento pode ser responsável por até 8% da emissão antropogênica global de CO<sub>2</sub> (ANDREW, 2018).

A fim de minimizar os impactos ambientais e econômicos e elevar o nível de sustentabilidade na produção de materiais cimentícios, inúmeras alternativas vêm sendo pesquisadas e propostas. Uma delas é a utilização de organismos biológicos capazes de promover a autocura, isto é, regenerar propriedades da estrutura com o fechamento de trincas e fissuras através da deposição de camadas de calcita ou carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) (GONSALVES, 2011).

De acordo com Zhu *et al.* (2015), a utilização de microrganismos na remediação de argamassas e concreto produz menos poluição, reduz o valor da mão-de-





-obra, promove a formação de uma camada de calcita coerente com o meio, além de aumentar a resistência à compressão, a durabilidade do material e a redução da absorção e da permeabilidade à água (ACHAL *et al.*, 2015; CHAURASIA *et al.*, 2019; LI *et al.*, 2019).

Variáveis de processamento (pH do meio, matérias primas constituintes, formulação e encapsulamento de bactérias) atreladas à produção de concretos de pós reativos influenciam no comportamento e sobrevivência de bactérias mineralizadoras (*Lysinibacillus sphaericus* especificamente). A compreensão do comportamento de tais variáveis, bem como a busca de uma solução para otimizar a atuação das bactérias não é trivial e demanda uma pesquisa científica assertiva, de modo que os resultados possam ser extrapolados para o cotidiano, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias mais limpas e renováveis.

## Referências

- ACHAL, V. *et al.* Biomineralization for sustainable construction - A review of processes and applications. **Earth-Science Reviews**, [S. l.], v. 148, p. 1–17, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.05.008>>
- AMIRI, A.; AZIMA, M.; BUNDUR, Z. B. Crack remediation in mortar via biomineralization: Effects of chemical admixtures on biogenic calcium carbonate. **Construction and Building Materials**, Istanbul, Turquia, v. 190, p. 317–325, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.083>>
- ANDALIB, R. *et al.* Optimum concentration of Bacillus megaterium for strengthening structural concrete. **Construction and Building Materials**, [S. l.], v. 118, p. 180–193, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.142>>
- ANDREW, R. M. Global CO2 Emissions from Cement Production. **Earth System Science Data Discussions**, Oslo, Noruega, v. 10, p. 195–217, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.5194/essd-2017-77>>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16697: Cimento Portland-Requisitos**. Concessão: 2018.
- BIZ, C. E. **Concreto de pós reativos**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2001.
- BUNDUR, Z. B.; KIRISITS, M. J.; FERRON, R. D. Use of pre-wetted lightweight fine expanded shale aggregates as internal nutrient reservoirs for microorganisms in bio-mineralized mortar. **Cement and Concrete Composites**, [S. l.], v. 84, p. 167–174, 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2017.09.003>>
- CHAPARRO-ACUÑA, S. P. *et al.* **Soil bacteria that precipitate calcium carbonate: Mechanism and applications of the process**. [S. l.: s. n.] Disponível em: < <https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.66109>>
- CHAURASIA, L. *et al.* A novel approach of biomineralization for improving micro and macro-properties of concrete. **Construction and Building Materials**, [S. l.], v. 195, p. 340–351, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.031>>
- CHOUDHARY, R. *et al.* Biomineralization, antibacterial activity and mechanical properties of biowaste derived diopside nanopowders. **Advanced Powder Technology**, [S. l.], v. 30, n. 9, p. 1950–1964, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.apt.2019.06.014>>
- ESPITIA-NERY, M. E. *et al.* Mechanisms of encapsulation of bacteria in self-healing concrete: Review | Mecanismos de encapsulación de bacterias destinados a la autorreparación de concreto: Una revisión. **DYNA (Colombia)**, Bogotá, Colômbia, v. 86, n. 210, p. 17–22, 2019.

EUZEBIO, L. A.; ALVES, T. R.; FERNANDES, V. A. **BIOCONCRETO: Estudo exploratório de concreto com introdução de *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, acetato de cálcio e ureia**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

GHOSH, S. *et al.* Microbial activity on the microstructure of bacteria modified mortar. **Cement and Concrete Composites**, Kolkata - India, v. 31, n. 2, p. 93–98, 2009. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.01.001>>

GONÇALVES, G. da R.; GODINHO, D. dos S. da S. Análise da Influência da Água de Amassamento Contaminada por Elementos Químicos Oriundos de Mineração de Carvão nas Propriedades do Concreto. **UNESC**, Criciúma, p. 20, 2016.

GONSALVES, G. M. **Bioconcrete - A Sustainable Substitute for Concrete?** 2011. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Barcelona, 2011.

GONZÁLES, Y. V.; SANTANA, A. P.; CARVALHO, J. C. de. Bactérias nativas indutoras de precipitação de minerais de carbonato de cálcio em solos tropicais. **Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 15–21, 2014.

HELA, R.; BODNAROVA, L.; RUNDT, L. Development of Ultra High Performance Concrete and Reactive Powder Concrete with Nanosilica. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Brno - Czech Republic, v. 371, n. 1, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1088/1757-899X/371/1/012017>>

HEVERAN, C. M. *et al.* Biomineralization and Successive Regeneration of Engineered Living Building Materials. **Matter**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 481–494, 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.matt.2019.11.016>>

HIRSCHI, T.; WOMBACHER, F. Influence of different superplasticizers on UHPC. *In*: 2008, Zurich. **2nd International Symposium on Ultra High Performance Concrete**. Zurich: [s. n.], 2008. p. 77–84.

JONGVIVATSAKUL, P. *et al.* Investigation of the crack healing performance in mortar using microbially induced calcium carbonate precipitation (MICP) method. **Construction and Building Materials**, Bangkok - Tailândia, v. 212, p. 737–744, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.035>>

JOSHI, S. *et al.* Protection of concrete structures under sulfate environments by using calcifying bacteria. **Construction and Building Materials**, [S. l.], v. 209, p. 156–166, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.079>>

JUNIOR, A.; CERQUEIRA, L. **BIOCONCRETO: UMA NOVA TECNOLOGIA NA RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS**. 2019. Relatório Final (Programa de Iniciação Científica e Tecnológica) - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Área 1, Salvador - BA, 2019.

LI, M. *et al.* Bio-consolidation of cracks in masonry cement mortars by *Acinetobacter* sp. SC4 isolated from a karst cave. **International Biodeterioration and Biodegradation**, [S. l.], v. 141, n. March 2018, p. 94–100, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2018.03.008>>

LIU, S. *et al.* Evaluation of self-healing of internal cracks in biomimetic mortar using coda wave interferometry. **Cement and Concrete Research**, [S. l.], v. 83, p. 70–78, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2016.01.006>>

MASUERO, A. B.; AECWEB. **Manifestações patológicas associadas à argamassa de revestimento**. [s. l.], 2020. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/manifestacoes-patologicas-associadas-a-argamassa-de-revestimento/16459>>. Acesso em: 12 jun. 2020.

PACHECO-TORGAL, F.; LABRINCHA, J. A. Biotechconcrete: An innovative approach for concrete with enhanced durability. **Eco-Efficient Concrete**, [S. l.], v. 40, p. 565–576, 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.1533/9780857098993.4.565>>

PELEGRINELLO, M. **Estudo da influência do uso de bactérias na biocalcificação de argamassas**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Departamento Acadêmico de Construção Civil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

PEREIRA, C. **Argamassa: O que é, principais tipos e propriedades**. [s. l.], 2019. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/argamassa/>>. Acesso em: 11 jun. 2020.

REDDY, B. M. S.; REVATHI, D. An experimental study on effect of *Bacillus sphaericus* bacteria in crack filling and strength enhancement of concrete. **Materials Today: Proceedings**, [S. l.], v. 19, p. 803–809, 2019.



Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.08.135>>

SANTOS, G. V. DOS. **Patologias devido ao recalque diferencial em fundações**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS - Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Brasília, 2014.

SCHRÖFL, C.; GRUBER, M.; PLANK, J. Preferential adsorption of polycarboxylate superplasticizers on cement and silica fume in ultra-high performance concrete (UHPC). **Cement and Concrete Research**, [S. l.], v. 42, n. 11, p. 1401–1408, 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2012.08.013>>

SCRIVENER, K. L.; KIRKPATRICK, R. J. Innovation in use and research on cementitious material. **Cement and Concrete Research**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 128–136, 2008. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2007.09.025>>

SEIFAN, M.; SAMANI, A. K.; BERENJIAN, A. Bioconcrete: next generation of self-healing concrete. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Hamilton - Nova Zelândia, v. 100, n. 6, p. 2591–2602, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7316-z>>

SHAFIEIFAR, M.; FARZAD, M.; AZIZINAMINI, A. Experimental and numerical study on mechanical properties of Ultra High Performance Concrete (UHPC). **Construction and Building Materials**, Miami - USA, v. 156, p. 402–411, 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.170>>

SHI, C. *et al.* A review on ultra high performance concrete: Part I. Raw materials and mixture design. **Construction and Building Materials**, Changsha - China, v. 101, p. 741–751, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.088>>

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral Commodity Summaries**. Reston, VA, USA: [s. n.], 2020. Disponível em: < <https://doi.org/10.3133/mcs2020>>.

WANG, J. *et al.* Application of microorganisms in concrete: a promising sustainable strategy to improve concrete durability. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Ghent-Belgium, v. 100, n. 7, p. 2993–3007, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7370-6>>

WILLE, K.; BOISVERT-COTULIO, C. Material efficiency in the design of ultra-high- performance concrete. **Construction and Building Materials**, Connecticut - USA, v. 86, p. 33–43, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.03.087>>

YU, K. Q. *et al.* Development of ultra-high performance engineered cementitious composites using polyethylene (PE) fibers. **Construction and Building Materials**, [S. l.], v. 158, p. 217–227, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.10.040>>

ZANZARINI, J. C. **Análise Das Causas E Recuperação De Fissuras Em Edificação Residencial Em Alvenaria Estrutural**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

ZHU, T. *et al.* Potential application of biomineralization by *Synechococcus* PCC8806 for concrete restoration. **Ecological Engineering**, [S. l.], v. 82, p. 459–468, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.05.017>>

# CAPÍTULO 2

## **A INFLUÊNCIA DA GESTÃO HÍDRICA NACIONAL NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS**

THE INFLUENCE OF NATIONAL WATER MANAGEMENT ON THE MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN MINAS GERAIS

**João Paulo Moraes Rabelo**

**Naiara Diniz Garcia**

**Frederico Augusto Massote Bonifácio**

**Carmino Hayashi**

## Resumo

**A**s políticas públicas de recursos hídricos ganharam força no Brasil desde a publicação da Política Nacional de Recursos Hídricos, no ano de 1997. Desde então, o país destaca no seu modelo de gestão descentralizado e integrado que é promovido pela União. Ressalta-se que o modelo de gestão hídrica nacional influenciou diretamente os sistemas estaduais. Assim, o presente capítulo aborda a questão da gestão hídrica no estado de Minas Gerais através dos órgãos gestores e dos Comitês de Bacias Hidrográficas sobre influência da Gestão Hídrica Nacional. Tendo isto, foi possível identificar que ainda existem inúmeras lacunas a serem preenchidas em relação à gestão hídrica do estado e também inúmeros desafios a serem superados nas esferas nacional e estadual.

**Palavras chave:** Influência; Recursos Hídricos; Legislação; Políticas Públicas de Recursos Hídricos; Minas Gerais.

## Abstract

**P**ublic policies on water resources have gained strength in Brazil since the publication of the National Water Resources Policy, in 1997. Since then, the country stands out in its decentralized and integrated management model promoted by the Union. It is noteworthy that the national water management model directly influenced the state systems. Thus, this chapter addresses the issue of water management in the state of Minas Gerais through management bodies and River Basin Committees under the influence of National Water Management. Having this, it was possible to identify that there are still numerous gaps to be filled in relation to the water management of the state and also numerous challenges to be overcome at the national and state levels.

**Key-words:** Influence; Water resources; Legislation; Public Water Resources Policies; Minas Gerais.

## 1. INTRODUÇÃO

As políticas públicas possuem um papel de grande relevância na regulação dos recursos hídricos, principalmente em países com dimensões continentais como o Brasil. Ao se refletir sobre a disponibilidade hídrica existente no país, Falcão e Rosa (2017) apontam que para o funcionamento sistemático, eficiente e coeso da gestão hídrica nacional, três fatores principais devem ser considerados, quais sejam: políticas públicas, leis regulamentadoras e instituições de implementação.

Desde a época colonial, o Brasil passa por uma série de significativas transformações em relação às formas de administrar os seus recursos naturais. Essas transformações partiram de um cenário centralizado nacional, que atualmente se encontraria em colapso, para um sistema de gestão descentralizado, integrado e com uma atuação in loco.

Ressalta-se que, hodiernamente, o conjunto de instrumentos de gestão dos recursos naturais adotados no país, na teoria, é tido como um dos melhores do mundo. O sistema de gestão de recursos hídricos brasileiro é composto por um compilado de leis e normatizações federais e estaduais que objetivam promover a gestão eficiente destes recursos.

No Brasil, cujo sistema de gestão de recursos hídricos é descentralizado, cada unidade federativa possui a liberdade e a competência para criar as suas próprias políticas de recursos hídricos, considerando as especificidades existentes em cada estado. No entanto, percebe-se e identifica-se uma sintonia e uma identidade da forma de gestão hídrica nacional sob os sistemas estaduais. Tanto é assim que, ao se analisar os 27 estados brasileiros, 23 deles publicaram as suas políticas de recursos hídricos somente após a publicação da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, no ano de 1997.

Assim, o presente capítulo traz considerações sobre a gestão hídrica no estado de Minas Gerais através dos órgãos gestores e dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Destaca-se que Minas Gerais, São Paulo e Ceará foram os estados pioneiros na criação de um sistema de gestão hídrica próprios.

Após a publicação da PNRH/97, o estado de Minas Gerais fez significativas alterações no seu sistema de gestão hídrica, como a criação de órgãos, instituições, conselhos e sistemas direcionados à otimização de uma nova perspectiva relacionada aos recursos hídricos mineiros.

O capítulo em tela apresentará uma breve contextualização do modelo de gestão dos recursos hídricos nacional, e após isso, realizará uma análise da organização institucional e legislativa de Minas Gerais em relação aos seus recursos hídricos e a influência existente da PNRH sobre o estado.





## 2. A GESTÃO HÍDRICA NACIONAL

Conforme citado na sessão anterior, o Brasil já passou por inúmeras transformações relacionadas à gestão dos recursos hídricos. Hoje, o país possui um sistema reconhecido mundialmente como eficiente, mesmo enfrentando grandes desafios no setor, como por exemplo, a questão da crise hídrica que assola o país nas últimas décadas.

Entre as principais leis publicadas para a gestão dos recursos hídricos nacionais, cita-se:

- *Código de Águas de 1934, que embora vigente até os dias atuais, possui um viés muito econômico em relação ao recurso;*
- *Constituição Federal de 1988, que estabeleceu uma nova perspectiva em relação à utilização do recurso;*
- *Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) de 1997, que desconstruiu toda uma perspectiva setorial que era atribuída ao recurso;*
- *Lei de criação da Agência Nacional de Águas (ANA) em 2000, que objetivou garantir a implementação dos instrumentos da PNRH;*
- *Políticas Estaduais de Recursos Hídricos – PERH, estabelecidas no período de 1991 até 2009, que consideram as características locais de cada estado, promovendo a efetivação da gestão in loco.*

O território nacional está dividido em 12 regiões hidrográficas, com as suas sub-bacias e frise-se que esta divisão foi traçada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, por meio da Resolução 32/2003, utilizando como critério, as características geográficas e ambientais de cada região. (CNRH, 2013).

A tabela 1 demonstra as 12 regiões hidrográficas do país, com um destaque para as regiões que compõe do estado de Minas Gerais. O estado mineiro pertence a quatro das doze regiões hidrográficas em que o Brasil está dividido.

---

Região Hidrográfica Amazônica
Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia
Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental
Região Hidrográfica do Paraguai
Região Hidrográfica do Parnaíba
Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental
Região Hidrográfica Atlântico Leste **
Região Hidrográfica Atlântico Sudeste **
Região Hidrográfica do Paraná **



Região Hidrográfica do São Francisco \*\*

Região Hidrográfica do Uruguai

Região Hidrográfica Atlântico Sul

Tabela 1 - Divisão Hidrográfica Nacional.

Fonte: Adaptado de CNRH, 2013.

Destarte, a lei que dispõe sobre a gestão hídrica no país é a PNRH, e ela foi criada com o objetivo principal de assegurar às gerações atuais e futuras que tenham acesso ao recurso e também para garantir a segurança hídrica brasileira (MUNIZ, 2015). No entanto, a implementação da PNRH ocorre de forma gradativa e lenta, devido às diferentes variáveis, principalmente quanto aos seus instrumentos de implementação (ASSUMPÇÃO et al., 2017).

E ainda, conforme dispõe Assumpção et al (2017), a evolução lenta da PNRH no país está relacionada com o baixo rendimento dos recursos gerados pelos seus instrumentos. E os baixos rendimentos estão relacionados com a falta de capacitação e de preparo técnico na atuação da área de recursos hídricos em todos os níveis institucionais, além dos inúmeros trâmites burocráticos que são inerentes aos serviços e obras públicas no Brasil.

Na gestão dos recursos hídricos nacional, a população tem uma participação no poder deliberativo que é concedido aos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) e no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Neste, uma das características de maior importância, é a consideração da opinião pública como suporte para a tomada de decisão (PORTO; PORTO, 2008).

Os CBHs surgiram como mediadores entre o Poder Público, a sociedade e os corpos hídricos presentes em suas áreas de atuação, com o objetivo de implementar ações de gestão ambiental e gestão de recursos hídricos nas regiões e no país (RESENDE; MIRANDA; SANTOS, 2019). Todavia, eles ainda possuem pouca visibilidade e autonomia para a coordenação de ações de gestão hídrica nas suas áreas de atuação. Isso se relaciona segundo Assumpção et al (2017), devido à não efetivação completa dos instrumentos da PNRH. Os CBHs foram instituídos anteriormente à PNRH, porém, só foram concretizados e oficializados após a publicação dessa política.

No Brasil existem 10 CBH interestaduais e mais de 150 comitês estaduais. Na região Norte existem estados que não possuem nenhum CBH, diferentemente das regiões Sudeste e Sul, onde todos os corpos hídricos já se encontram vinculados a um determinado CBH. Minas Gerais, em nível nacional, é o estado que mais tem CBHs, um total de 35 (ANA, 2019).

Quanto às instituições regulamentadoras dos recursos hídricos no país, a principal é a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), criada pela Lei nº 9.984/2000. O art. 4º dessa lei propõe que a atuação da agência no cenário nacional será guiada pelos princípios da PNRH para promover a integração de todos



os instrumentos, articular os órgãos integrantes do SINGREH, e mediar o contato entre as entidades federais e estaduais em prol da conservação e gestão eficiente dos recursos hídricos (BRASIL, 2000). Sinteticamente, seja em nível federal ou estadual, a ANA participa de processos de regulação, de monitoramento, de aplicação da lei e de planejamento relacionado aos recursos hídricos nacionais.

Outro órgão de grande poder na gestão dos recursos hídricos nacionais é o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, que trata-se de um colegiado que desenvolve regras de mediação entre os usuários da água, e está em atividade no Brasil desde junho de 1998 e possui competência e poder nas decisões relacionadas aos recursos hídricos, e é o órgão que possui maior hierarquia dentro do SINGREH (CNRH, 2013).

Neste sentido, a figura 1 tem como objetivo ilustrar a questão do compilado legislativo nacional em prol dos recursos hídricos.

Figura 1 - Leis, Órgãos e Instituições compõem o Sistema Hídrico Nacional.



Fonte: dos autores

Ao se compreender o cenário da gestão hídrica nacional, é possível identificar a existência de algumas variáveis que não foram consideradas neste sistema. Cita-se, por exemplo, as discrepâncias existentes entre as regiões brasileiras nas tomadas de decisão. Afinal, em alguns casos são desenvolvidas estratégias engessadas sem incorporar e considerar as variáveis locais existentes no cenário nacional.

É importante destacar a necessidade da criação de políticas nacionais sérias e menos burocráticas, principalmente quando se trata de questões ambientais. E as políticas estaduais devem observar as diretrizes da política nacional e ainda serem adaptadas às realidades e especificidades de cada estado.

Destarte, a próxima sessão abordará a gestão hídrica de Minas Gerais, partin-

do do pressuposto de que a mesma sofreu influência e está em perfeita sintonia com a gestão hídrica nacional.

### 3. A GESTÃO HÍDRICA EM MINAS GERAIS

Localizada na região sudeste do país, Minas Gerais possui uma forte participação no PIB brasileiro (IBGE, 2018), além de deter uma parcela significativa dos recursos naturais e hídricos nacionais. Melo (2013) aponta que a gestão eficiente dos recursos hídricos é um dos principais objetivos do estado.

Em esfera federal, estados como São Paulo, Ceará e Minas Gerais, foram pioneiros quanto à elaboração de políticas e sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos conforme supracitado (BENTO; AMIN; QUADRO, 2017).

Por conseguinte, a unidade federativa mineira possui extenso arcabouço jurídico para a gestão dos seus recursos hídricos.

A primeira Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (PERH – MG) foi publicada pela Lei nº 11.504, de 20 de junho de 1994. Contudo, a política criada em 1994 foi totalmente revogada e em 1999, foi instituída a nova PERH – MG pela Lei nº 13.999 de 08 de janeiro de 1999. Além de ser criada a política e as diretrizes para a gestão dos recursos hídricos, também foi criado o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH-MG).

E assim, nesse cenário, é possível identificar a influência da legislação nacional sob a estadual, uma vez que a nova PERH – MG foi publicada tão somente após a PNRH. E ao se realizar a análise de ambas as leis, nota-se que elas se complementam e possuem sincronia.

Figura 2 - Órgãos integradores do SEGRH/MG.



Fonte: adaptado de Minas Gerais, 1999.

O SEGRH-MG promove a gestão integrada dos recursos hídricos e articula diferentes órgãos e instituições ambientais que o compõe. A figura 2 abaixo representa os órgãos que compõe o SEGRH – MG.

Os instrumentos para a implementação da PERH-MG estão dispostos no Art. 9º e são eles: o plano estadual de recursos hídricos e os planos diretores de recursos; o sistema estadual de informações sobre recursos hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes; a outorga; a cobrança pelo uso de recurso; a compensação aos municípios; o rateio de custos das obras de uso múltiplo; as penalidades.

Pinheiro et al (2018) afirma que a implementação dos instrumentos propostos na PERH-MG não ocorreu de forma conjunta e uniforme, mas de forma gradativa, e ainda hoje encontram barreiras e dificuldades a serem vencidas pelo SEGRH – MG (IGAM, 2013).

Em síntese, a PERH-MG enfrenta grandes desafios mesmo depois de 20 anos da sua publicação. E os órgãos responsáveis pela implementação da norma e de seus instrumentos, tem desempenhado um papel de relevância e destaque no cenário atual, como o IGAM, o Conselho de Estadual de Recursos Hídricos e os Comitês de Bacias Hidrográficas.

As sessões a seguir abordarão sobre as instituições regulamentadoras dos recursos hídricos no estado, como o Instituto Mineiro de Gestão de Águas – IGAM, os Comitês de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais (CBH – MG) e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (CERH – MG), que assim como o CNRH em nível nacional, o CERH – MG detém poder e autonomia relacionada aos recursos hídricos mineiros.

### **3.1. Instituto Mineiro de Gestão de Águas – IGAM**

O Instituto Mineiro de Gestão de Águas tem por objetivo garantir a gestão integrada e descentralizada dos recursos hídricos no estado, considerando o valor econômico do recurso e assegurando a oferta deste para atividades distintas. Em paralelo e de forma cooperativa, o IGAM, também externaliza os objetivos da PERH – MG e dos Comitês de Bacia Hidrográfica (IGAM, 2020).

Em 2019, o IGAM iniciou o monitoramento da governança da gestão das águas em Minas Gerais com o objetivo de avaliar a implementação da PERH – MG a partir da mensuração do desempenho de indicadores e índices específicos de vários aspectos da gestão do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos hídricos (IGAM, 2021)

Este instituto foi criado em 17 de julho de 1997, e é vinculado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). No âmbito federal, a entidade integra o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNGREH). Na esfera estadual, o IGAM integra o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) e o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SEGRH), e exerce um importante papel no tocante

à gestão hídrica do Estado.

Ao IGAM, na qualidade de órgão gestor dos recursos hídricos em Minas Gerais, cabe fazer com que as regras estabelecidas sejam postas em prática, sejam seguidas, uma vez que ele possui poder de regulação e de polícia. O órgão também incentiva a criação e a coordenação de agências de bacias hidrográficas no estado.

A implementação da PERH-MG e de seus instrumentos estão sob a responsabilidade do IGAM, além de também ser o órgão responsável pelo estabelecimento de metodologias e estratégias que orientam na concessão de outorgas de direito de uso da água no estado (IGAM, 2020).

### 3.2 Comitês de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais

Os CBH – MG atuam em todo o território estadual e gerenciam bacias hidrográficas estaduais em parceria com a SEMAD, CERH-MG, IGAM, órgãos e entidades estaduais relacionadas aos recursos hídricos e Agências de bacias. (MINAS GERAIS, 1999).

Os CBH – MG diferem de outras formas de participação previstas nas demais políticas públicas, uma vez que têm como atribuição legal deliberar sobre a gestão da água de forma compartilhada com o Poder Público. Neste sentido, cabe ao Comitê definir as regras a serem seguidas em relação ao uso das águas na sua área de atuação.

Mesmo com a concepção de promoção de processos participativos, os CBH – MG ainda possuem baixa visibilidade e para que exista uma modificação neste cenário, resta necessária uma mudança de mentalidade, de comportamentos, de atitudes da população e dos políticos. Necessária também uma maior publicidade e divulgação das funções e da existência destes comitês.

Deve-se democratizar a gestão dos recursos hídricos. Deve-se compartilhar o poder de decidir e compartilhar as responsabilidades entre o Poder Público e a sociedade civil.

### 3.3 Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH – MG

O CERH-MG foi criado através do Decreto nº 26.961 de abril de 1987, doze anos antes da criação da PERH-MG, e surgiu da necessidade de integração dos órgãos públicos estaduais que objetivavam assegurar a quantidade e a qualidade suficiente de recursos hídricos para o atendimento das demandas da sociedade.



Este Conselho possui como objetivo principal o planejamento, a avaliação e o controle dos recursos hídricos em Minas Gerais em parceria com os demais órgãos reguladores dos recursos, além da promoção dos usos múltiplos dos recursos no estado (CERH-MG, 2020).

O CERH-MG é constituído por dois grupos principais da PERH-MG: os representantes do Poder Público e as entidades da sociedade civil ligadas aos recursos hídricos, conforme o disposto no art.34 desta política estadual. (CERH-MG, 2020).

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos 40 (quarenta) anos, o Brasil e as suas unidades federativas participaram de um avanço ambiental, principalmente na questão da gestão hídrica. Tal fato se deu a partir da criação de inúmeras legislações e políticas voltadas para a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

A publicação da PNRH sofreu grande influência da Constituição Federal de 1988, e foi desenvolvida sob uma perspectiva holística em relação à água. A PNRH incentivou os estados a estabelecerem as próprias políticas referentes ao recurso. Foi dada autonomia às unidades federativas para que as mesmas pudessem criar os seus próprios instrumentos de gestão. E isso foi de extrema relevância, pois foi levada em consideração a extensão territorial do país e os diferentes tipos e características de recursos hídricos encontrados em cada região brasileira.

Neste sentido, Minas Gerais aprovou a lei 13.999/99, que reproduziu a norma geral da Lei 9433/97, a PNRH, com adaptações à realidade estadual.

Destaca-se que isso não ocorreu somente em Minas Gerais, mas também em outras unidades federativas, o que facilitou a fiscalização e a gestão de forma mais eficiente dos recursos hídricos estaduais.

Assim, conclui-se que a PERH-MG reproduziu muitos dispositivos e ideais da PNRH conforme já mencionado, com algumas modificações devido às especificidades e necessidades estaduais.

No entanto, ainda restam inúmeros desafios a serem enfrentados tanto pela PNRH quanto pela PERH-MG, a exemplo da implementação total, coesa e sistemática de todos os instrumentos existentes em ambas as normas.

Lopes e Neves (2017) menciona que apesar dos expressivos avanços, algumas regiões caminham mais rápidas do que as outras, a exemplo da região sudeste do Brasil, que apesar de não possuir uma parcela tão significativa de recursos naturais brasileiros, possui um grande arcabouço legislativo ambiental, o que é suficiente para a administração dos seus recursos, e como consequência, torna-se o cenário



perfeito capaz de atrair a atenção da comunidade científica, que promove estudos e pesquisas relacionadas à gestão hídrica na região.

Por conseguinte, conclui-se que mesmo que o Brasil seja um dos primeiros países a fortalecer a legislação ambiental, para a proteção e para a gestão eficiente dos recursos hídricos, é necessário haver mais rigor no cumprimento das leis ambientais, com punições adequadas aos infratores. Não faltam legislações e garantias no país, faltam políticas para implementá-las. Falta aplicação prática. E a participação da sociedade civil organizada também merece destaque, pois, a sua colaboração é fundamental para a preservação ambiental, para o desenvolvimento sustentável e para a eficiência da gestão dos recursos hídricos.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Comitês de Bacia Hidrográfica: Comitês por Região. 2019. Disponível em: [https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/comites-de-bacia-hidrografica/rio\\_grande\\_sul](https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/comites-de-bacia-hidrografica/rio_grande_sul) . Acesso em 17 de jul. de 2021.

\_\_\_\_\_. Divisões hidrográficas do Brasil. 2021. Disponível em: [https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy\\_of\\_divisoes-hidrograficas](https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy_of_divisoes-hidrograficas). Acesso em 13 de ago. de 2021.

ASSUMPCÃO, R. F.; SÉGUIN, E.; KLIGERMAN, D. C.; COHEN, S. C. Possíveis contribuições da integração das políticas públicas brasileiras à redução de desastres. **Saúde e Debate**, Rio de Janeiro-RJ, v. 41, p. 39-49, 2017.

BENTO, M. S.; AMIN, M. G. H.; QUADROS, F. B. Gestão Integrada dos Recursos Hídricos como Política de Gerenciamento das Águas no Brasil. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria- RS, v. 10, n. 1, p. 101-115, 2017.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. – Brasília – DF, 1988.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, Decreta o Código de Águas. Rio de Janeiro – RJ, 1934.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.984, de 17 de Julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília-DF, 2000.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília-DF, 1997.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH. Divisão Hidrográfica do CNRH. 2013. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/atlashr2013/1-I-TEXTO.pdf> Acesso em 17 de jul. de 2021.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. 2013. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/cnrh>. Acesso em: 11 jul. 2020.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CERH. Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH - MG. 2020. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/cerh>. Acesso em: 23 jul. 2020.

FALCÃO, M. R. M.; ROSA, S. S. Lei das águas e a gestão dos recursos hídricos no Brasil: contribuições para o debate. **Fórum Ambiental de Alta Paulista**. v.13, n.3, p. 15-24, 2017.

INSTITUO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Institucional. 2020. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/instituicao>. Acesso em: 11 jul. 2020.





\_\_\_\_\_. Institucional. 2020. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/instituicao>. Acesso em: 11 jul. 2020.

\_\_\_\_\_. Institucional. 2021. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas> Acesso em: 13 de jun. de 2021.

\_\_\_\_\_. 1º Relatório anual de gestão e situação dos recursos hídricos de Minas Gerais – 2012. Belo Horizonte: IGAM, 2013. 274 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA – IBGE. **Produto Interno Bruto – PIB**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em 18 de jul. de 2021.

LOPES, M. M.; NEVES, F. F. A gestão de recursos hídricos no Brasil: um panorama geral dos estados. **FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, v.20, n.3, 2017.

MELO, M. C. Gestão de Recursos Hídricos em Minas Gerais. **Revista do TCEMG**, v. 31, n. 4, 2013.

MINAS GERAIS. Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Belo Horizonte, MG.

MUNIZ, C. A. F. Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). **JUS.com.br (Online)**. 2015. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/37777/instrumentos-da-politica-nacional-de-recursos-hidricos-pnrh> . Acesso em 05 jul. 2021.

PINHEIRO, N. A. S.; COSTA, P. G.; FERREIRA, S. S.; MOTA, A. O.; MELO, M. C. Implementação dos instrumentos de gestão: Desafios para o aprimoramento. In: CORREIA, C. M. C; MELO, M. C.; PINHEIRO, N. A. S. **Compartilhando experiências das águas de Minas Gerais - Brasil**. Belo Horizonte: IGAM, p. 35-40, 2018.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p.43-60, 2008.

RESENDE, A. M. R.; MIRANDA, V. L. G.; SANTOS, K. A. Análise da evolução dos modelos de gestão de recursos hídricos no Brasil. **EcoDebate**. 2019. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2019/05/22/analise-da-evolucao-dos-modelos-de-gestao-de-recursos-hidricos-no-brasil-artigo-de-alexandra-resende/> Acesso em: 17 ago. 2021.

# CAPÍTULO 3

## **MATERIAIS RECICLÁVEIS SEM VALORAÇÃO DE MERCADO PRESENTES NAS COOPERATIVAS DE RECICLAGEM: ESTUDO DE CASO DE PELOTAS-RS**

CHARACTERIZATION OF RECYCLABLE WASTE FROM SELECTIVE  
COLLECTION WITHOUT ECONOMIC VALUATION AND MARKET  
INTEREST: SITUATION IN THE MUNICIPALITY OF PELOTAS-RS

**Vandressa Siqueira Walerko**

**Karine Fonseca de Souza**

**Maiara Moraes Costa**

**Jayne da Silva Andrade**

**Matheus Francisco da Paz**

**Mery Luiza Garcia Vieira**

**Luana Pinto Bilhalva Haubman**

**Arielle da Rosa Sousa**

**Érico Kunde Corrêa**

**Luciara Bilhalva Corrêa**

## Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a geração e manejo dos resíduos sólidos urbanos recicláveis sem valorização de mercado presentes nas cooperativas de reciclagem. O trabalho foi realizado no município de Pelotas, junto das seis cooperativas conveniadas com a autarquia responsável pelo saneamento (SANEP). Para tanto a metodologia utilizada foi: revisão bibliográfica, estudo de caso e pesquisa exploratória e também observação direta *in loco* e entrevista estruturada com os representantes de cada cooperativa. Pode-se observar que todas as cooperativas analisadas possuíam algum tipo de material reciclável sem mercado de venda. Sendo assim concluiu-se que o vidro, os plásticos PP, PS e BOPP, e o isopor são os materiais recicláveis sem valorização de mercado presentes nessas seis cooperativas de Pelotas.

**Palavras chave:** Reciclagem, Unidades de Triagem, Resíduos Sólidos Urbanos, Meio Ambiente

## Abstract

The work was carried out in the municipality of Pelotas with the six cooperatives that are part of the agreement with the municipality responsible for sanitation (SANEP) and is based on methodologies such as case study and exploratory research and also on direct observation on site and structured interview. It was concluded that glass, PP, PS and BOPP plastics, and Styrofoam are the recyclable materials without market appreciation present in these six cooperatives in Pelotas.

**Key-words:** Recycling, Sorting Units, Urban Solid Waste, Environment

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão e a disposição correta dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é um dos temas mais desafiadores para os países em desenvolvimento. Com o aumento na produção e consumo de bens, atrelados ao crescimento populacional e sua volumosa concentração nos grandes centros urbanos acarretam uma maior geração e descarte dos RSU (SOUZA et al., 2015).

Os RSU são compostos pelos resíduos domiciliares, aqueles gerados nas atividades domésticas; e resíduos de limpeza urbana, provenientes de varrição, limpeza de logradouros e das vias públicas (BRASIL, 2010). Esses quando dispostos de forma inadequada oferecem riscos ao meio ambiente e saúde pública.

A fim de gerenciar de forma correta e minimizar os efeitos negativos da má disposição dos RSU a lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) representou um grande avanço para o enfrentamento de tais problemáticas, nela estão contidos princípios, objetivos e instrumentos a serem cumpridos. A referida lei trouxe conceitos modernos e inovadores como a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Para amenizar os efeitos negativos da grande geração de RSU, deve-se buscar novas tecnologias e métodos para melhorar e otimizar este processo. Nesse contexto, uma importante ferramenta aliada à gestão integrada de resíduos sólidos é a coleta seletiva, definida pela PNRS como: “coleta de resíduos previamente segregados conforme sua constituição ou composição” (BRASIL, 2010).

A coleta seletiva é apontada como uma solução eficiente, permitindo que o resíduo reciclável seja reaproveitado, diminuindo o volume de resíduos para a disposição final e assim aumentando a vida útil de aterros sanitários (MERLO, 2020).

Os resíduos recicláveis coletados na coleta seletiva pelo município via de regra são encaminhados às associações de cooperativas de catadores, uma vez que essa organização propõe grande importância social aos trabalhadores, de modo com que a união das partes resulta em melhoria de suas condições econômicas e sociais, além de uma prestação de serviço singular ao município, contribuindo na segregação e destinação adequada desses materiais (HOMSE, 2017).

A reciclagem é uma ferramenta aliada à coleta seletiva e torna-se fundamental para a conservação do meio ambiente. Essa técnica consiste na transformação em novos produtos a partir de materiais usados e promove a redução na extração dos recursos naturais disponíveis (KRAUCZUK, 2017).

Porém, apesar da importância dessas atividades, o índice de reciclagem de



RSU no Brasil é incipiente e encontra muitas dificuldades. Um estudo realizado pela ABRELPE (2020), aponta que dos 5.570 municípios brasileiros, um número de 1.500 não possuem nenhuma iniciativa de coleta seletiva implementada.

Segundo um estudo gravimétrico realizado pela CEMPRE (2018), aponta os resíduos recicláveis mais coletados, sendo eles: o papel e papelão os resíduos recicláveis mais arrecadados por sistemas de coleta seletiva municipais, um percentual de (21%), seguido dos plásticos (17%), alumínio (10%), metais ferrosos (9%), vidro (8%), longa vida e eletrônicos (2%) para ambos, outros (2%) e os rejeitos (24%).

Um dos problemas enfrentados pelos profissionais da coleta seletiva, relacionado à reciclagem, é que existem resíduos oriundos da segregação que não são de interesse da indústria e dos atravessadores, e por não terem mercado para venda acabam sendo descartados e encaminhados aos aterros sanitários pelas centrais de reciclagem (MONTERROSSO, 2016).

São vários os fatores que acarretam essa falta de comercialização, os entraves para separar ou armazenar alguns materiais devido às condições de infraestrutura de muitas cooperativas, como também o baixo valor econômico agregado na comercialização de determinado material (CAMARDELO et al, 2016).

Godecke e Walerko (2015) realizaram um estudo sobre as cooperativas do município de Pelotas-RS, nesse trabalho levantaram as principais problemáticas enfrentadas por esses trabalhadores, no ano da realização da pesquisa o vidro foi apontado como um dos principais problemas, apontaram grande dificuldade de venda para este tipo de material e muito volume dentro das Unidades de Triagem (Uts).

Em geral as vantagens da coleta seletiva são maiores que as desvantagens, sendo assim seu sucesso está diretamente associado aos investimentos realizados para sensibilização e conscientização da população, quanto maior for aderida pela população, menor será o custo da administração pública com a coleta seletiva (CEMPRE, 2018).

A exemplo de outros municípios brasileiros, Pelotas também enfrenta dificuldades em relação ao planejamento, implantação, execução e aperfeiçoamento no Programa de Coleta Seletiva (COLLARES, 2015). Além dos citados, atualmente as cooperativas pelotenses, também enfrentam dificuldades de venda de alguns tipos de materiais recicláveis, não atingindo assim um índice de 100% de venda desses materiais que chegam até elas através da coleta seletiva realizada pelo município.

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a geração e manejo dos materiais recicláveis sem valoração de mercado presentes nas cooperativas de reciclagem do município de Pelotas-RS.

## 2. METODOLOGIA

O local de estudo foi a cidade de Pelotas, município com a terceira maior população entre os demais municípios gaúchos. Sua localização está apresentada na Figura 1.

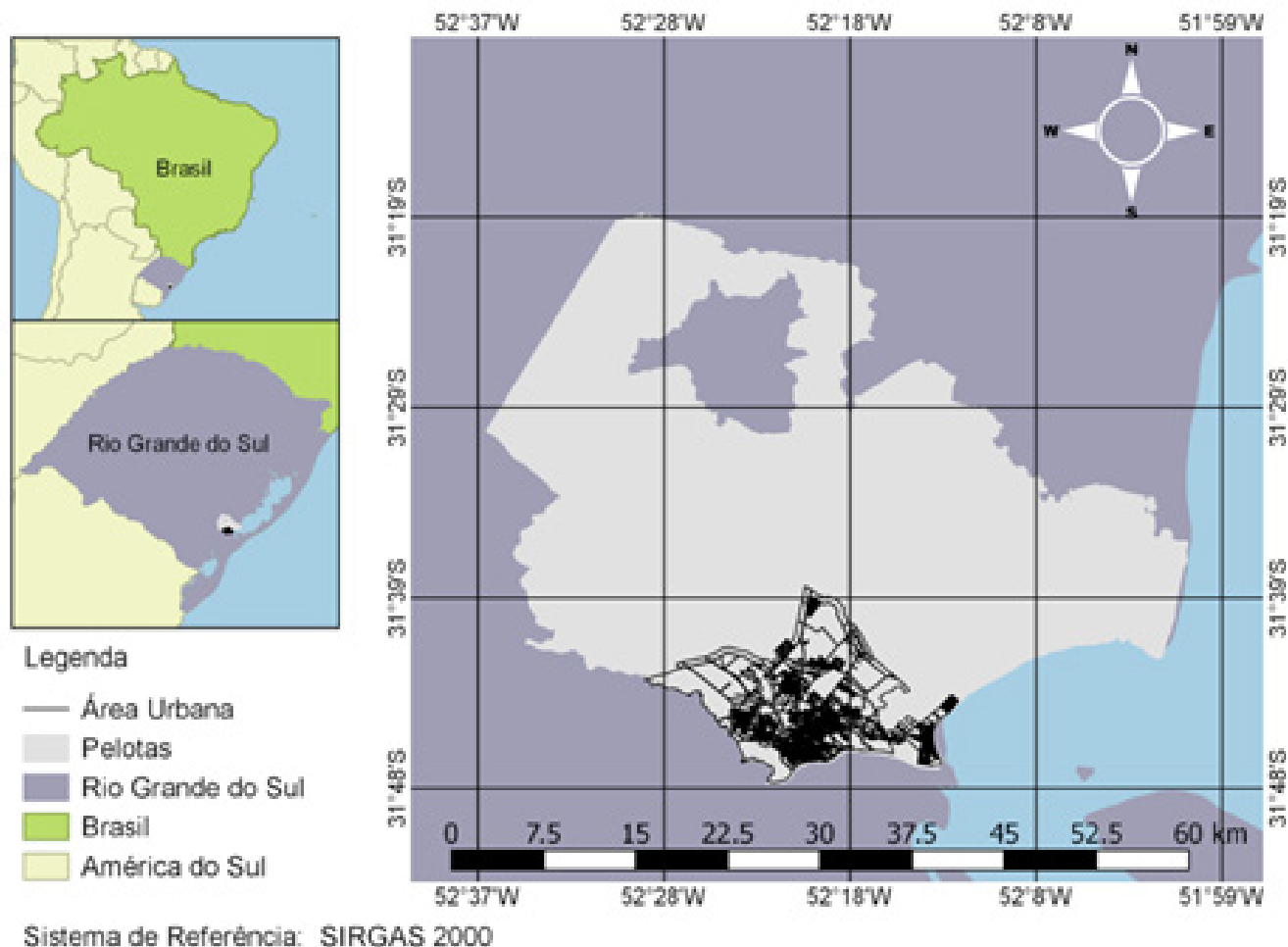


Figura 1 – Mapa de Localização do Município de Pelotas  
Fonte: Elaboração dos autores

A pesquisa é um estudo de caso, do município de Pelotas, cidade localizada na região Sul do estado do Rio Grande do Sul, com cerca de 345 mil habitantes, pelas estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019). O “Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – Diagnóstico”, publicação em agosto de 2014 da Prefeitura Municipal de Pelotas (PMP), mostra que o serviço de Coleta Seletiva foi implementado em 2010 (SANEP, 2014).

O município de Pelotas conta com dois tipos de coleta para os resíduos sólidos domiciliares: a coleta regular ou convencional, onde parte dela é containerizada, e a Coleta Seletiva, e é neste tipo de coleta o enfoque deste estudo.

Durante o processo de pesquisa os resíduos sólidos oriundos da coleta seletiva eram recolhidos pela empresa terceirizada Urban e encaminhados às cooperativas de materiais recicláveis (Figura 2) conveniadas a autarquia responsável pelo serviço de saneamento do município, nesse caso o Serviço Autônomo de Saneamento



de Pelotas – SANEP, no momento da pesquisa faziam parte deste convênio seis cooperativas, são elas:

- Cooperativa de Trabalho dos Agentes Ambientais do Fraget (Cootafra) - Rua Carlos Andrade, 260 – Fragata.
- Cooperativa de Trabalho de Catadores da Vila Castilho (COOPCVC) - End: Rua Dr. Amaral
- Cooperativa Pelotense de Prestação de Serviços e Ação Social (COOPEL) – Rua Ulisses Guimarães, 788 – Loteamento Dunas, 1394/1404
- Cooperativa de Trabalho e Reciclagem (COORECICLO) - Av. Pinheiro Machado, 2112 – Fragata
- União Cooperativa dos Catadores de Resíduos Sólidos (UNICOOP) - Rua Conselheiro Brusque, 710 – Fragata
- Cooperativa de Trabalho da Vila Governação (COOPERCICLAÇO) – BR-392, no Distrito Industrial.

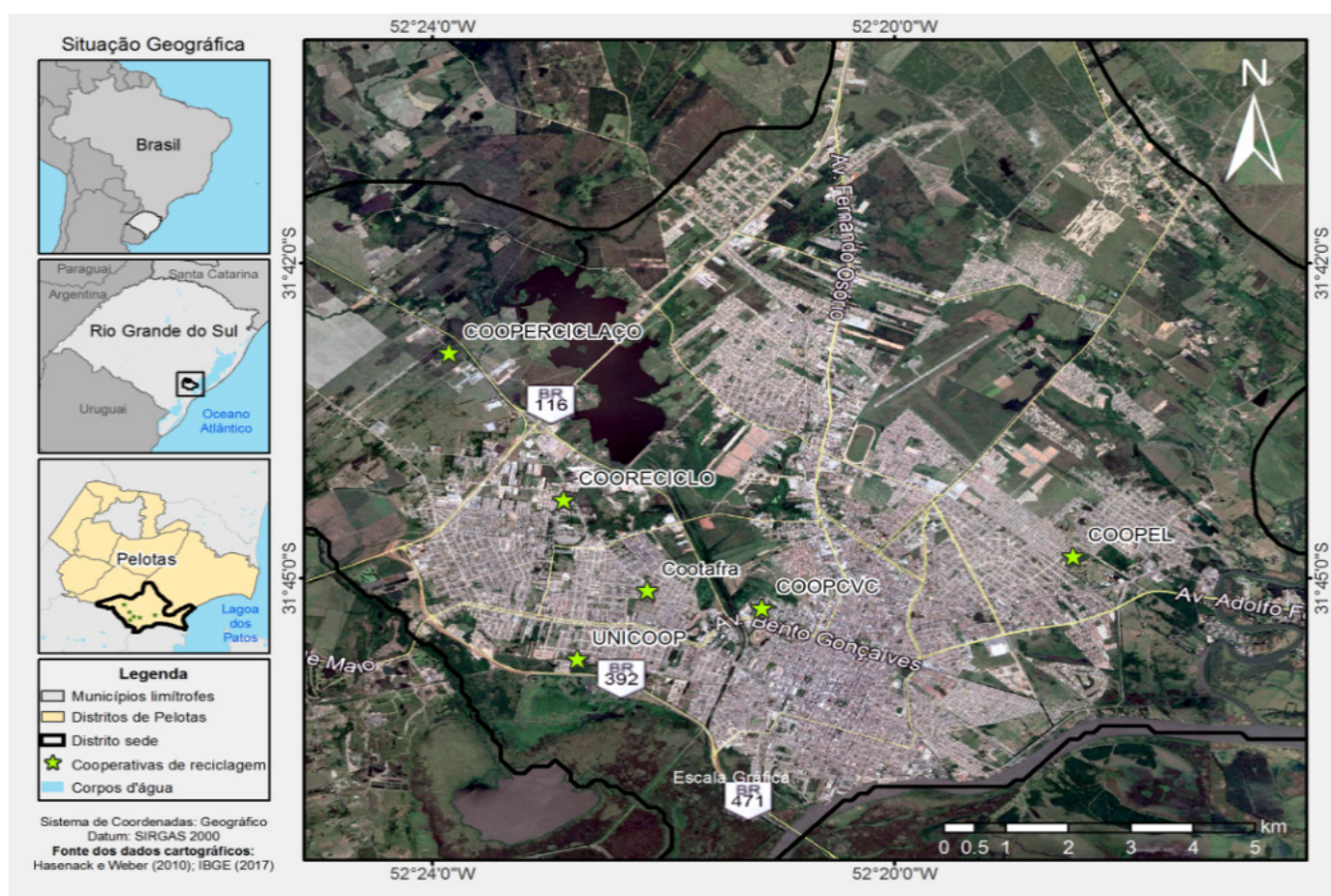


Figura 2 – Mapa de Localização das Cooperativas de Material Reciclável  
Fonte: Elaboração dos autores

A metodologia do estudo se caracteriza como: Revisão bibliográfica, estudo de

caso e pesquisa exploratória. A pesquisa bibliográfica se caracteriza pela busca de publicações em livros, periódicos e anais de eventos, e outras publicações acadêmicas (SANTOS, 2015).

O método de estudo de caso, enquadra-se em uma lógica de construção de conhecimento por ser um estudo detalhado de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos úteis para compreender uma classe maior de unidades semelhantes (GERRING, 2004). O método permite ainda levantar hipóteses a partir de estudos baseados em casos reais (HOON, 2013).

A pesquisa tem ainda caráter exploratório-descritivo. Segundo Hunter (2019) e colaboradores, esse tipo de metodologia permite maior flexibilidade na abordagem do assunto, dando a possibilidade de explorar aspectos práticos e descritivos dentro de uma única pesquisa.

Foram adotados procedimentos diretos: pesquisa de campo através do método de observação direta *in loco* nas cooperativas e entrevista estruturada com apoio de questionário.

A observação direta tem como objetivo o contato pessoal do pesquisador com o elemento a ser pesquisado, promovendo assim uma melhor familiarização, compreensão e interpretação desse objeto (MAXIMIANO; ANSELMO, 2006).

O método de entrevista consiste, segundo Cervo (2007) em uma conversa orientada a fim de recolher, através de perguntas, dados para a pesquisa. Neste estudo utilizou-se de uma entrevista estruturada, por meio de questionários de apoio.

A observação foi baseada na metodologia de observação direta *in loco*, seguindo o método de Fry, et al. (2017); esta ocorreu diretamente nas seis cooperativas que fazem parte do convênio com o SANEP e foram previamente agendadas de modo que não prejudicasse o andamento das atividades nesses locais. Para isto, a observação direta *in loco* foi dividida em duas partes, durante os meses de junho e julho de 2019, respectivamente, de modo que em cada mês três cooperativas foram visitadas semanalmente. Para uma melhor organização foi definido um dia da semana para cada cooperativa, conforme pode ser observado na Tabela 1. Totalizando assim quatro visitas para cada cooperativa, com duração de 4 horas.

Cooperativa	Meses	
	Junho/2019	Julho/2019
COOPCVC (terça-feira)	X	
COOPERCICLAÇO (quarta-feira)	X	
COOPEL (quinta-feira)	X	
CORRECICLO (terça-feira)		X
FRAGET (quarta-feira)		X
UNICOOP (quinta-feira)		X

Tabela 1 – Cronograma de observação direta *in loco*  
Fonte: Elaboração dos autores

A segunda etapa da pesquisa refere-se à realização das entrevistas estruturadas com apoio de questionário, para tanto o método utilizado foi de Harris; Brown (2010). Essas entrevistas aconteceram com os representantes de cada uma das seis cooperativas conveniadas ao SANEP. Para isso, as entrevistas foram realizadas presencialmente e previamente agendadas pela autora. Tais entrevistas tem como objetivo proporcionar o contato direto com a realidade por eles vivenciada, bem como tipologia e as quantidades dos resíduos recicláveis sem valoração econômica e interesse de mercado, a triagem, o armazenamento e disposição envolvendo estes determinados resíduos, mediante o questionário exposto no Apêndice B.

Em relação aos aspectos éticos da pesquisa, primeiramente foi redigido um documento (Apêndice C) solicitando a autorização a cada representante das cooperativas do município de Pelotas que são conveniadas ao SANEP, para que então fosse realizado o estudo.

Antes da entrevista com os representantes das cooperativas, foi-lhes entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice D), em linguagem simples, assegurando a liberdade em recusar-se a responder qualquer questionamento ou, até mesmo, em retirar seu consentimento e optar por deixar de participar do referido trabalho, sem qualquer prejuízo a sua pessoa, o direito ao acesso aos resultados do trabalho, entre outros. Esse termo para a participação voluntária na pesquisa foi elaborado a partir da Resolução 196/1996, que dispõe sobre a ética na pesquisa com seres humanos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor contextualização é importante descrever que a Coleta Seletiva no município de Pelotas teve início no ano de 2010. Com isso, um dos precursores do programa foi o projeto “Adote uma Escola”, criado pelo Núcleo de Educação Ambiental em Saneamento – NEAS/SANEP, no ano de 1990. Este projeto representa uma importante ferramenta de educação ambiental para o município, pois envolve uma parceria entre a administração pública municipal, as escolas e as

cooperativas de catadores.

Neste Projeto, os alunos entregam de forma voluntária para as escolas cadastradas os resíduos recicláveis gerados em suas casas, esses resíduos são armazenados em tonéis com cores especificadas de reciclagem, após isso são pesados e encaminhados às cooperativas conveniadas ao SANEP que se responsabilizam pela comercialização dos mesmos, após a venda o dinheiro é repassado as escolas (SANEP, 2014).

Com a pesquisa bibliográfica foi possível entender melhor o funcionamento da coleta seletiva na cidade de Pelotas. Segundo o SANEP, os principais tipos de resíduos passíveis de reciclagem se dividem em quatro grupos, sendo eles: papel, plástico, vidro e metal, que após serem coletados pela empresa terceirizada Onze Construtora, que realiza o recolhimento porta a porta dos materiais recicláveis nas residências, encaminha-os às seis cooperativas de catadores conveniadas à autarquia. A empresa realiza a coleta por meio de roteiros e entrega às cooperativas, as cooperativas juntamente com o SANEP se organizaram em rodízio para receber os resíduos, de modo que todas recebam no mesmo ano os materiais oriundos de todos os bairros. Este rodízio se dá devido ao fato de que em alguns bairros a segregação é mais eficiente e em outros ainda incipiente.

No ano de 2013 a coleta seletiva de Pelotas contemplava 65% da área urbana (GODECKE e WALERKO, 2015). Atualmente a coleta seletiva expandiu a cobertura do serviço para 80% da zona urbana do município, coletando, em média, 138 toneladas de resíduos recicláveis/mês, a coleta seletiva passa três vezes por semana nos bairros contemplados pelo serviço (figura 3).







Figura 3 – Caracterização da área de abrangência da coleta seletiva de Pelotas  
Fonte: SANEP (2014)

Além da coleta porta a porta, a coleta seletiva em Pelotas conta também com os Postos de Entrega Voluntária de recicláveis PEVs, são eles:

- Ecoponto Centro – Avenida Juscelino Kubitschek, 3195;
- Ecoponto Fragata – Rua Machado de Assis, 285;
- Ecoponto Laranjal – Rua Bom Jesus, 95;
- Ecoponto Balsa – Rua Paulo Guilayn, 20.

Os PEVs são pontos de entrega onde o cidadão de forma espontânea deposita seus recicláveis em contêineres ou pequenos depósitos, posicionados em pontos fixos da cidade (D>ALMEIDA e VILHENA, 2010).

Como mencionado na metodologia, fazem parte do convênio junto ao SANEP as cooperativas FRAGET, COOPEL, COOPCVC, CORRECICLO, UNICOOP e COOPER-

CICLAÇO, estas ficam responsáveis por receber os materiais recicláveis e cuidar da triagem e comercialização. Este convênio junto à autarquia oportuniza a cobertura de despesas fixas administrativas como o aluguel, luz água, impostos e taxas, operacionais como a compra de EPIs, EPCs, combustível, bags, etc, e também com a previdência social dos cooperados.

Com o intuito de se fortalecerem as cooperativas foi criado o Fórum das Cooperativas de Pelotas, essas reuniões ocorrem todos os meses uma vez ao mês, em um lugar fixo (cooperativa) estabelecido no início de cada ano e contam com a presença dos presidentes das cooperativas, representantes da universidade e o SANEP, nesses encontros acontecem o debate das rotinas, a comercialização dos materiais recicláveis, as principais problemáticas enfrentadas diariamente, dentre outros aspectos.

A observação direta *in loco* inicialmente foi realizada nas seis cooperativas conveniadas ao SANEP. Esta observação aconteceu de forma individual pela autora, pois se evitou a intervenção dos responsáveis pelas cooperativas para a alteração da situação encontrada, seguindo o roteiro estabelecido na metodologia. O primeiro item observado corresponde à presença ou ausência de resíduos reciclável sem comercialização e valoração econômica, e os resultados podem ser observados na Tabela 2.

Cooperativa	Presença ou ausência de materiais recicláveis sem mercado de venda	
	Presença	Ausência
COOPCVC	X	-
COOPERCICLAÇO	X	-
COOPEL	X	-
CORRECICLO	X	-
FRAGET	X	-
UNICOOP	X	-
<b>Total</b>	100%	0,0%

Tabela 2 – Resultados de presença ou ausência de materiais recicláveis sem valoração de mercado  
Fonte: Elaboração dos autores

Diante desta primeira observação já foi possível definir que as seis cooperativas fariam parte da etapa das entrevistas. Prosseguindo, as três semanas seguintes auxiliaram para observar a tipologia desses resíduos, a triagem e o armazenamento. Em relação à tipologia dos materiais recicláveis sem valoração de mercado, pode-se realizar o seguinte levantamento, conforme está demonstrado na Tabela 3.





Cooperativa	Caracterização dos materiais recicláveis sem mercado de venda
	Tipologia
COOPCVC	Vidro, plásticos, acrílico e isopor
COOPERCICLAÇO	Vidro e plástico
COOPEL	Vidro, acrílico e plástico
COORRECICLO	Vidro, plásticos e isopor.
FRAGET	Vidro, isopor, plásticos
UNICOOP	Vidro, plásticos e isopor

Tabela 3 – Tipologia dos materiais recicláveis sem valoração de mercado

Fonte: Elaboração dos autores

Nota-se que os resíduos sem mercado de venda se repetem na maioria das cooperativas, a exemplo do vidro, dos plásticos e o isopor. Vale ressaltar que os materiais recicláveis como: o papel, o papelão, o alumínio, o ferro e demais tipologias de plásticos, são comercializados por essas cooperativas.

Em relação ao vidro o mais recorrente são as garrafas de bebidas e os potes de alimentos em conserva, e é o material que mais gera incômodo nesses locais, visto que se recebe muita quantidade e devido ao seu grande volume acaba por ocupar muito espaço dentro das cooperativas.

Um estudo realizado por Balbinotti (2019) na cidade de Francisco Beltrão – PR, também constatou que o vidro é considerado rejeito na cooperativa analisada. Homse (2017), apontou que cerca de 206,23 kg/mês de vidro na cooperativa do município de Londrina – PR são considerados rejeitos.

As embalagens plásticas pode-se observar que em sua maioria são as de alimentos como bolachas, salgadinhos, macarrão, potes, embalagens de material de limpeza, copinhos, etc, e estão presentes nas seis cooperativas. Esses resíduos plásticos são: Polipropilenos (PP), Poliestireno (PS) e o Polipropileno biorientado (BOPP), porém cada cooperativa chama de uma forma, o PP é chamado de estralantes, o PS de plástico duro ou resina e BOPP de plástico laminado. Os plásticos são muito utilizados como matéria nas indústrias para fabricação de diversos tipos de produtos, desde embalagens e recipientes, até peças automotivas e dispositivos eletrônicos. O PP é muito utilizado na fabricação de embalagens de alimentos, seringas descartáveis, frascos, etc. O PS é utilizado na fabricação de brinquedos, potes, bandejas, pratos e copos (LOMASSO, et al. 2015).

Segundo Maciel, et al. (2018) o BOPP é considerado um plástico multicamadas, podendo ser formado por sobreposição de filmes plásticos e metalizados, muito utilizado para embalar salgadinhos e biscoitos. O autor aponta ainda que devido a essas propriedades o BOPP se torna para as cooperativas um material com dificuldade de comercialização, devido à falta de compradores, baixos preços de venda e também devido há poucas informações referente a soluções tecnológicas de como realizar a devida reciclagem.

Para um melhor entendimento os materiais recicláveis sem valorização de mercado de tipologia plástico encontrados nas seis cooperativas foram organizados em categorias e suas respectivas embalagens encontradas, conforme ilustrado na Tabela 4.

<b>Categoria</b>	<b>Caracterização das embalagens plásticas</b>
Plástico PP	Macarrão, bombons, balas
Plástico PS	Potes, embalagens de amaciante e produtos de limpeza, copinhos descartáveis e de iogurte
Plástico BOP	Embalagens de salgadinhos, bolacha

Tabela 4 – Categoria dos Plásticos sem Valorização de Mercado e suas Embalagens  
Fonte: Elaboração dos autores

Segundo Coltro e Duarte (2013), as embalagens plásticas devem possuir um símbolo de identificação contendo a descrição do tipo de resina utilizada em sua composição para assim facilitar sua posterior reciclagem.

O Isopor foi encontrado devido a presença de embalagens de alimentos, marmitas, bandejas, copinhos e proteção de objetos. Para descrição desse resíduo na área técnica-científica são utilizados diversos termos, sendo um deles a espuma de poliestireno ou poliestireno expandido (EPS) (CANEVAROLO, 2002; EPS BRASIL, 2019). O EPS é um material não biodegradável, apesar disso, ele não contamina quimicamente o solo, o ar ou a água. No entanto, por ser um material muito volumoso devido sua baixa densidade, pode se tornar um problema ambiental se não for reciclado. O grande volume que esses resíduos ocupam e sua baixa biodegradabilidade dificulta o seu transporte e a disposição em aterros (SCHMIDT, et al., 2011).

Porém, os EPS são totalmente recicláveis, seus rejeitos podem ser processados e transformados em solados plásticos para calçados e também podem ser reaproveitados na construção civil (SCHMIDT, et al., 2011).

Além dos materiais mencionados na Tabela 3, existem os que não deveriam estar chegando as cooperativas, porém foi observada sua presença, a exemplo das: lâmpadas, pilhas e baterias, materiais eletrônicos, dentre outros, esses materiais são separados pelos cooperados e posteriormente encaminhados aos ecopontos e/ou empresas que recolhem esse tipo de material.

Realizadas as observações diretas e assim definidas as cooperativas, passou-se para a segunda etapa da pesquisa, as entrevistas estruturadas, no qual envolveram os representantes de cada uma delas.

O primeiro questionamento referia-se a quais são os materiais sem valorização de mercado, os representantes apontaram os mesmos materiais que foram descritos anteriormente, sendo eles: os vidros, os plásticos PP, PS e BOPP e o isopor. Além da tipologia, a primeira pergunta questionava as respectivas quantidades desses materiais, porém as seis cooperativas não realizam a pesagem desses ma-

teriais recicláveis sem valoração de mercado, por experiência os representantes têm apenas uma da quantidade aproximada desses resíduos devido à capacidade dos bags. A figura 3 mostra a quantidade de vidros recebidos mensalmente e que não possuem a comercialização.

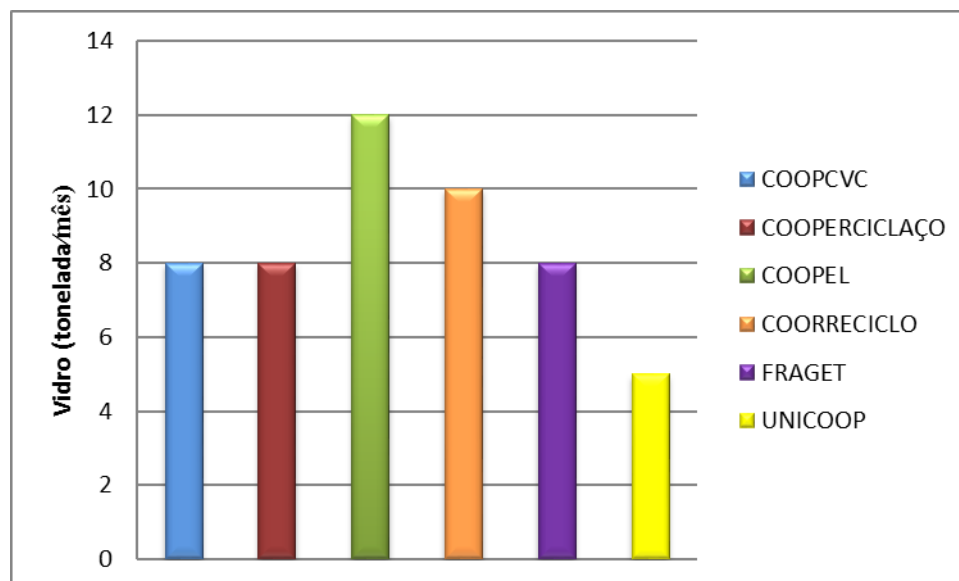


Figura 4 – Quantidade de Vidro presentes nas cooperativas  
Fonte: Elaboração dos autores

Nota-se que a cooperativa que mais apontou quantidade recebida de vidro sem valoração de mercado foi a COOPEL, totalizando assim uma média entre 8 e 12 toneladas mensais presentes nas cooperativas.

A falta de interesse da indústria na reciclagem deste tipo de material acontece porque o vidro por ser um material não biodegradável, necessita ser separado por processos manuais, o que gera custos mais altos e morosidade no processo. Para que se possa reciclá-lo não pode conter pedaços de cristais, espelhos, lâmpadas e vidro plano usado nos automóveis e na construção civil, isso se dá ao fato desses materiais conterem composição química diferente e podem ocasionar trincas e defeitos nas embalagens (CEMPRE, 2018).

Já os plásticos nenhuma cooperativa soube responder a quantidade mensal desses resíduos, visto que são muitos tipos de embalagens que envolvem as categorias de plásticos PP, PS e BOPP, apenas pesam os plásticos comercializados.

O mesmo acontece com o isopor e suas respectivas embalagens, não há um controle na pesagem também, apenas a cooperativa COORRECICLO respondeu, apontando uma quantidade média de 800 kg por mês. Levando em consideração a realidade de não haver controle na pesagem dos materiais que não possuem valoração econômica sugere-se um estudo gravimétrico dos resíduos com tais características, visto que se tem custo em coletar e com cooperados para triá-los. Um estudo realizado por Piaia (2017), em uma cooperativa em Londrina – PR apontou um percentual de rejeitos de plástico em 26,13%, o de isopor em 6,64% e o vidro de 3,99%. O que demonstra que tais dificuldades de comercialização desses resíduos não é apenas uma realidade encontrada nas cooperativas do município de Pelotas.

A terceira pergunta questionava o motivo da não comercialização desses materiais, o interessante seria que todos os materiais que chegam às cooperativas fossem todos triados e posteriormente comercializados, evitando assim a sua futura disposição em aterros sanitários. No entanto a falta de interesse entre os fabricantes e as indústrias recicladoras por certos tipos de materiais faz com que isso não seja possível e foi este o motivo apontado pelos representantes das cooperativas.

Por fim, o último questionamento se referia à destinação desses resíduos. Os resíduos recicláveis ficam armazenados de acordo com sua tipologia até a sua venda. Já os materiais sem valorização de mercado dependem da gestão de cada cooperativa. A cooperativa COORRECICLO, a COOPCVC e a COOPEL estão estocando os plásticos, por serem materiais que geram pouco volume e ocupam pouco espaço dentro das cooperativas, no intuito de no futuro conseguir compradores para esses resíduos. Por outro lado, as cooperativas COOPERCICLAÇO, a FRAGET e UNICOOP descartam como rejeito os plásticos sem comercialização, ficando a cargo da coleta convencional coletar e encaminhar para o aterro sanitário. Já as embalagens em isopor são encaminhadas ao aterro pelas seis cooperativas. O vidro por possuir grande volume fica armazenado dentro das cooperativas até conseguir uma empresa para doá-lo, ainda apontaram grande dificuldade para essa doação. Segundo Buque e Ribeiro (2015) a escassez de compradores de resíduos recicláveis está fortemente relacionada à falta de iniciativas e da fraca expansão dos projetos de coleta seletiva que acompanham o baixo crescimento do mercado de recicláveis no país.

Essa prática de envio dos resíduos sem mercado de venda para aterro sanitário não acontece somente no município de Pelotas, Homse (2017), em seu estudo realizado em Londrina – PR também descreve tal prática pela cooperativa, alguns tipos de plásticos, vidros, papel, isopor, dentre outros, são tidos como rejeito e encaminhados ao aterro sanitário pela cooperativa analisada. O mesmo acontece em Florianópolis – SC, Piaia et al. (2017), apontou o envio de materiais recicláveis considerados rejeitos pelas cooperativas para o aterro sanitário, ainda descreveu que em relação ao índice de rejeitos pode ocorrer uma variação de uma associação para outra, sendo que os principais fatores para esta diferença são: o comprador dos materiais, o valor oferecido por cada material, a existência de tecnologia para a reciclagem de determinado produto e a quantidade de resíduos que chega até as associações.

Na tabela 5 pode ser visto os subprodutos gerados a partir da reciclagem de alguns materiais.



Resíduo	Tratamento	Produto final obtido através da reciclagem
Plásticos	Reciclagem mecânica, reciclagem química, e reciclagem energética.	<b>Plásticos PET:</b> Vassouras, bolsas, cestos, brinquedos, enfeites, luminárias, porta-objetos, hortas suspensas, etc.
		<b>Plásticos PP:</b> Telhas plásticas, cordas, baldes, lixeiras, copos e recipientes, peças automotivas, etc.
		<b>Plástico PS:</b> Pratos, copos e bandejas descartáveis, artigos de isolamento térmico, etc.
Vidro	Químico (reprocessamento de vidro)	Garrafas, pratos, copos, peças de decoração, frascos para produtos farmacêuticos, janelas, partes de eletrodomésticos e eletroeletrônicos, etc.
Papel	Químico (reprocessamento de papel) através de reciclagem industrial e também pode ser caseira	O próprio papel

Tabela 5 – Produtos Finais obtidos a partir do processo de reciclagem  
Fonte: LOMASSO et al. (2015)

A reciclagem gera benefícios, tanto para a comunidade, quanto para o meio-ambiente como um todo. Porém segundo Lomasso et al. (2015), para que se tenha um sistema de reciclagem eficaz, deve-se levar em consideração os seguintes requisitos: Uma fonte adequada de materiais reciclados; Um sistema para extrair os produtos reciclados a partir do fluxo de resíduos; Uma fábrica capaz de realizar o reprocessamento dos materiais reciclados; A responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população, incentivando a reinserção dos resíduos no ciclo produtivo e regulamentando os planos de gerenciamento dos resíduos.

## 4. CONCLUSÃO

As cooperativas de materiais recicláveis são atores muito importantes na cadeia produtiva dos resíduos sólidos urbanos. Apesar disso, sabe-se que elas enfrentam muitos desafios para o seu pleno funcionamento, mediante isso, com o desenvolvimento desse estudo, pode-se realizar a constatação de materiais recicláveis considerados sem mercado de venda presentes nas cooperativas de Pelotas.

Para tanto, se faz necessário o incentivo de pesquisas científicas para a busca de novas técnicas de reciclagem, a fim de valorizar e propor melhorias nesse processo, visando a importância de um gerenciamento adequado para a qualidade de vida e sustentabilidade do ambiente. Além disso, seria interessante a ajuda dos órgãos competentes do município na busca por compradores e também verificar uma forma de consórcio entre as cooperativas locais para viabilizar esta comercialização conjunta. Através de um maior incentivo governamental, é plausível a formação de mais iniciativas que atuem no sentido de disseminar informações, conscientizar a população e incentivar a reciclagem e o gerenciamento de resíduos, pois a soma dos esforços da população, empresas e governo é o melhor caminho para a

construção de uma cultura de incentivo e participação frente à reciclagem. Outro aspecto importante no qual o governo pode ter maior participação é na instalação de novas usinas de reciclagem na região.

Em relação aos resíduos que chegam indevidamente até as cooperativas através da coleta seletiva, recomenda-se investimentos em educação ambiental para a população através de propagandas na tv e jornais local, palestras em escolas e centros comunitários, com enfoque na segregação na fonte. Por fim, recomenda-se estudos futuros tratando a mesma temática, a fim de ter dados mais aprofundados sobre a composição gravimétrica destes materiais, visto que não é realizado um controle deste material por parte das cooperativas.

## Referências

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (1976). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>> Acesso em: 17 dez 2020.
- BALBINOTTI, E. C. **Rejeitos na Triagem de Resíduos da Coleta Seletiva do Município de Francisco Beltrão – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.
- BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei nº 12. 305 de 2 de agosto de 2010; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Poder Executivo. Brasília, DF, 2010b.
- BUQUE, B. I. L.; RIBEIRO, H. **Panorama da coleta seletiva com catadores no município de Maputo, Moçambique: desafios e perspectivas**. Saúde Soc. São Paulo, v.24, n.1, p.298-307, 2015
- CAMARDELO, A. M P. et al. Catadores e Catadoras de Resíduos: prestadores de serviços fundamentais à conservação do meio ambiente. **Caxias do Sul: Educs**, 2.ed., p. 43-55. 2016.
- CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. São Paulo: CEMPRE, 2018. 316 p.
- CERVO, A. L. **Metodologia Científica** 6 ed. São Paulo; Pearson Prentice Hall, 2007.
- COLLARES, G.S. **Avaliação do Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos do Município de Pelotas/RS**. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas, 2015.
- COLTRO, L.; DUARTE, L. C. **Reciclagem de Embalagens Plásticas Flexíveis: Contribuição da Identificação Correta**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Paulo, 2013.
- D’ALMEIDA, M.; VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2010.
- FRY, M.; CURTIS, K.; CONSIDINE, J.; SHABAN, R.Z. Using observation to collect data in emergency research. **Australasian Emergency Nursing Journal**, 20 (2017) 25–30
- GERRING, J. What is a case study and what is it good for. **The American Political Science Review**. v.98, n.2, p.341-354. 2004. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/4145316>> Acesso em: 13 out 2020.
- GODECKE M.V.; WALERKO, V.S. **Gestão de resíduos sólidos urbanos: Estudo do caso da reciclagem em Pelotas, RS**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v.19, n.2, p.359-373, 2015.
- HARRIS, L.R.; BROWN, G.T.L. Mixing interview and questionnaire methods: Practical problems in aligning





data. **Practical Assessment, Research, and Evaluation**, Vol. 15, 2010.

HOON, C. Meta-Synthesis of Qualitative Case Studies: An Approach to Theory Building. **SAGE Journals**. v.16, n.4, p.522-556. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1094428113484969>> Acesso em: 13 out 2020.

HOMSE, R. A. M. **Resíduos descartados como rejeitos por cooperativa de catadores: composição e análise da perda de receita**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

HUNTER, D., MCCALLUM, J.; HOWES, D. Defining Exploratory-Descriptive Qualitative (EDQ) research and considering its application to healthcare. **Journal of Nursing and Health Care**. v.9, n.1. 2019. Disponível em: <<http://eprints.gla.ac.uk/>> Acesso em: 10 out 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/index.php>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

KRAUCZUK, H. M. **Reciclagem**. Revista Científica Brasileira, Paraná, V.3, p.1, 2017.

LOMASSO, A. L. et al., **Benefícios e desafios na implementação da reciclagem: um estudo de caso no centro mineiro de referência em resíduos (CMRR)**. Revista Pensar Gestão e Administração, v. 3, p. 1-20, 2015.

MACIEL, J. P. et al. **VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE POLIPROPILENO BIORIENTADO (BOPP) PÓS-CONSUMO: EM BUSCA DE SOLUÇÕES PRÁTICAS E SUSTENTÁVEIS**. 9º Forum Internacional de Resíduos Sólidos, Porto Alegre, 2018.

MAXIMIANO, A. C.; ANSELMO, J. L. Escritório de gerenciamento de projetos: um estudo de caso. **Revista de Administração**, v. 41, n. 4, p. 394-403, 2006.

MERLO, J. F. Desenvolvimento sustentável na gestão de resíduos sólidos provenientes da indústria de transformação de polímeros. Trabalho de Conclusão Final. **Curso de Pós-graduação em Educação e Gestão Ambiental (EGAM) do IFES** - Campus Santa Teresa. 2020. Disponível em: < <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/696>> Acesso em: 23 set 2021.

MONTEROSSO, E. P. **Política nacional de resíduos sólidos: o olhar crítico de um gestor público**. In: AMARO, A. B.; VERDUM, R. Política Nacional de Resíduos Sólidos e suas interfaces com o espaço geográfico: entre conquistas e desafios. Porto Alegre: Letra1, 2016. Cap. 2, p. 22-30.

PIAIA, E. Diagnóstico da presença de rejeitos nos resíduos enviados à coleta seletiva em Florianópolis. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Universidade Federal de Santa Catarina. **Centro Tecnológico**. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2017. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/191294>> Acesso em: 23 set 2021.

SANEP. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Pelotas, 2014.

SANTOS, I. E dos. **Manual de Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica**. São Paulo: Ed Impetus, 2015. 182p.

SCHMIDT, P. N. S. et al. **Flexural Test On Recycled Polystyrene**. Procedia Engineering, 2011.

SOUZA, José Antônio Rodrigues de et al. **Caracterização e influencia da sazonalidade na geração de resíduos sólidos em Urutaí-GO**. Revista Multi-Science Journal, Urutaí – GO, fev-mar 2015.

# CAPÍTULO 4

## **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E VALORES NA ESCOLA COMO ELEMENTOS PARA PENSAR O DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL**

ENVIRONMENTAL EDUCATION AND SCHOOL VALUES AS ELEMENTS  
FOR THINKING TERRITORIAL DEVELOPMENT

**Taíne Alexandra Ramires Camargo**

**Zilda Diani da Rosa Leal**

**Luana Pinto Bilhalva Haubman**

**Roberta Langlois Massaro**

**Lucas Lourenço Castiglioni Guidoni**

**Tirzah Moreira Siqueira**

**Caroline Terra de Oliveira**

**Lúcio André de Oliveira Fernandes**

**Érico Kunde Corrêa**

**Luciara Bilhalva Corrêa**

## Resumo

**D**iante do cenário de degradação ambiental, a Educação Ambiental (EA) surge para promover a sensibilização e compreensão dos acontecimentos de degradação da natureza, da exacerbada utilização dos recursos naturais do planeta e da necessidade de mudança de atitudes e valores em prol ao meio ambiente. Através da EA é possível trabalhar estratégias pedagógicas para a conscientização ambiental, principalmente com crianças e jovens nas escolas. A Educação em Valores Humanos também representa um importante meio educacional. Ela tem por finalidade fortalecer os valores relevantes para a formação do caráter e o exercício da cidadania. A partir desse contexto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver práticas educativas em EA baseada nos valores humanos, que contribuam para o processo de conscientização ambiental de alunos do segundo ano escolar de uma Escola Pública, localizada no sul do Estado do Rio Grande do Sul. Como aporte metodológico foi desenvolvido uma pesquisa de caráter qualitativo, utilizando como instrumento de coleta de dados a entrevista e a pesquisa-ação, no intuito de promover a transformação de valores ambientais a partir de ações conjuntas. As práticas de EA colaboraram para a mobilização e participação dos alunos durante o processo pedagógico, contribuindo para o resgate dos valores humanos necessários para o alcance da sustentabilidade do ambiente.

**Palavras chave:** Escola, Conscientização Ambiental, Valores Humanos, Estratégias de Ensino, Cidadania.

## Abstract

**G**iven the scenario of environmental degradation, Environmental Education (EE) emerges to promote awareness and understanding of the events of nature degradation, the exacerbated use of the planet's natural resources and the need to change attitudes and values for the environment. Through EE it is possible to work pedagogical strategies for environmental awareness, especially with children and young people in schools. Education in Human Values also represents an important educational environment. It aims to strengthen values that are extremely relevant for the formation of the individual's character and the exercise of citizenship. From this context, this study aims to develop educational practices in AE based on human values, which contribute to the process of environmental awareness of students of the second year of school of a Public School, located in the south of the State of Rio Grande do Sul. As a methodological approach, qualitative research was developed, using as an instrument of data collection the interview and action research, in order to promote the transformation of environmental values from joint actions. The EE practices contributed to the mobilization and participation of students during the pedagogical process, contributing to the rescue of the human values necessary to achieve the sustainability of the environment.

**Key-words:** School, Environmental awareness, Humans values, Teaching Strategies, Citizenship.



## 1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade torna-se cada vez mais um desafio a nível global e exerce um papel essencial para manter a vida na Terra, uma vez que os danos ambientais têm crescido de forma significativa. Ela também é considerada uma ferramenta de fundamental importância para o desenvolvimento humano e territorial, na qual a educação possui um papel preponderante nesse processo (ONU, 2017).

O desenvolvimento territorial não se trata apenas das limitações geográficas e sua potencialidade, ele também está nas relações sociais que viabilizam ações enriquecedoras ao desenvolvimento, pertencentes ao contexto social (FREITAS, 2016). Os indivíduos diante de suas manifestações e escolhas dentro do seu contexto social tornam-se responsáveis não somente por si, mas também pela sociedade que o cerca (LONG; PLOEG, 1994).

A partir destes fatos, concomitantemente, eleva-se o interesse pelo desenvolvimento da sustentabilidade e pelos desafios a ele inerentes. Um grande processo educativo de intervenção aos danos ambientais é a Educação Ambiental (EA) (FLUMINAHAN; SOUZA, 2015). Por se basear na ética, na igualdade, na solidariedade e no respeito, tem grande potencial em contribuir para a mudança de ideais, valores e atitudes, transformando o conhecimento em ação, uma vez que transmite o valor do cuidado e da preservação (VELASCO, 2018; KUSS et al., 2015).

Nesse contexto, as instituições de ensino, em especial as escolas, são potentes espaços para a propagação e idealização da EA, onde crianças e jovens estão receptíveis a aprendizagem de informação e conhecimentos (WALS et al., 2014). Para isso, é preciso contar com profissionais capacitados na construção de políticas, planos, programas e/ou projetos ambientais, associando conteúdo disciplinar com ações práticas compatíveis com a realidade dos alunos (SAUVÉ, 2000).

As atividades em EA permitem que as crianças e jovens aprendam questões do meio ambiente e sustentabilidade com criatividade e sensibilidade (HANSEN, 2013; LEGAN, 2007). Através das práticas é possível desenvolver nos alunos um senso crítico, isso possibilita que eles possam descobrir os reais problemas em relação ao ambiente e se sentirem potencializados na busca de soluções (HANSEN, 2013). Existem inúmeras estratégias possíveis para se trabalhar a EA no ambiente escolar, como a discussão em classe, palestra, trabalhos em grupo, projetos, jogos, entre outros (DIAS, 2001). Cada uma delas precisa ser avaliada de acordo com a proposta que se deseja trabalhar e ainda com as características dos alunos envolvidos. Além disso, fatores como condições da escola e recursos disponíveis precisam ser levados em conta (DIAS, 2001; LEGAN, 2009).

Em particular, o ensino fundamental, uma das etapas do ensino básico do Brasil, requer atenção e compreensão quanto às atividades propostas em EA, por



abranger desde a classe de alfabetização escolar até a formação de jovens, e suas características são diferenciadas dependendo do nível escolar na qual se encontram (BITTENCOURT; KOGUT, 2014; LEGAN, 2009; BRASIL, 2007). As práticas precisam despertar o interesse dessas crianças e jovens, por isso a importância em respeitar as diferentes faixas etárias, e segundo apontam diversos estudos a esse respeito, os benefícios das ações ativas com o meio ambiente melhoram a autoestima, valores e relações interpessoais desses alunos (LEGAN, 2007; LEGAN, 2009).

Outras práticas educativas mostram-se relevantes no processo de formação de cidadãos no espaço escolar, como as que são desenvolvidas no Programa Sathya Sai de Educação em Valores Humanos (PSSEVH). Para o Programa, a educação na sua real concepção deve guiar o aluno na construção do caráter e no pleno desenvolvimento do indivíduo (GOMES, 2016). O PSSEVH foi formulado por um grupo de professores, psicólogos e pedagogos por volta de 1960, com base nos ensinamentos do educador Sathya Sai Baba. "No contexto escolar, os valores podem ser abordados de duas formas: em si mesmos ou na educação infantil e no ensino fundamental, através de brincadeiras, jogos, contação de histórias, cantos e atividades coletivas" (GOMES, 2016, p.133). Dessa forma, a PSSEVH busca caminhos para trabalhar os valores humanos na escola (ALVES; PÁTARO, 2011).

Nesse sentido, este estudo tem como objetivo geral desenvolver práticas educativas na dimensão da EA baseada em valores humanos, visando potencializar a conscientização ambiental de alunos do ensino fundamental de uma escola pública.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Local do estudo**

O local do estudo foi uma escola pública municipal de ensino localizada no município do Capão do Leão, Estado do Rio Grande do Sul. Localizada entre a zona urbana e rural do município, na qual abriga crianças tanto da cidade, como do rural. A escola foi fundada no ano de 1948 e oferece ensino de nível infantil no período da tarde e fundamental no período da manhã e tarde, dependendo no ano escolar. Atualmente conta com uma estrutura que abriga cerca de 260 alunos, possuindo 01 turma de cada ano escolar, com exceção do quarto e do quinto ano que possuem 02 turmas.

### **2.2. Seleção dos sujeitos da pesquisa**

Participaram como sujeitos do estudo a direção da escola e os alunos pertencentes ao segundo ano do Ensino Fundamental. A seleção da turma foi indicação da direção, por ser composta de crianças receptíveis e participativas na realização



de atividades em geral desenvolvidas pela escola. A Turma participante das ações de EA em valores humanos contou com 22 alunos, entre os quais crianças de 7 a 8 anos de idade. A investigação ocorreu durante o ano de 2018. Para preservar a identidade dos alunos, seus nomes foram substituídos pela letra "A" seguida de ordem numérica, onde cada aluno é representado por um número. Assim, no estudo teremos: o A1, o A2, o A3, o A4, assim sucessivamente até o vigésimo segundo aluno da turma trabalhada.

## **2.3. Procedimentos e métodos de coleta de dados**

### **2.3.1. Classificação da Pesquisa**

Pesquisa de cunho qualitativo, que de acordo com Flick (2009, p.20) "é de particular relevância ao estudo das relações sociais devido à pluralização das esferas da vida", considerando que o principal objetivo do estudo é de compreender determinada situação social, fator, função ou grupo, como um processo de investigação (CRESWELL, 2007). Nesse sentido, foi proposto um estudo com o intuito de despertar a conscientização ambiental através da EA, através da investigação intervencionista, que permite a interferência na realidade estudada, a fim de modificá-la por meio da participação.

Tal metodologia permitiu exercer algum tipo de influência sobre os sujeitos da pesquisa, sendo este processo considerado uma pesquisa-ação, dada a sua característica de pesquisa participante, que proporcionou a interação entre pesquisadores e pesquisados, considerado fundamental para atingir o objetivo deste trabalho pela sua capacidade de intervenção na realidade social (KUSS et al., 2015).

Para a coleta dos dados, a entrevista permitiu adquirir informações relevantes tanto sobre o local de estudo como sobre a seleção de características dos sujeitos da pesquisa, uma vez que a entrevista neste trabalho, foi semiestruturada, permite que o sujeito entrevistado possa expressar seus pontos de vista de acordo com o direcionamento do pesquisador (FLICK, 2009). Através do desenvolvimento das atividades, durante os encontros realizados com a turma, foi possível captar dados relevantes para a busca em despertar a conscientização ambiental nas crianças, além das trocas de experiência entre pesquisadora e os sujeitos. Ainda, como aporte metodológico para o enriquecimento da coleta de dados, o diário de bordo tornou-se um meio capaz de dar veracidade ao estudo através da riqueza de detalhes e percepções captadas durante as atividades.





### 2.3.2. Instrumentos de Coleta de Dados

Na pesquisa qualitativa e mais especificamente na investigação em EA, existem diversas formas de se realizar a coleta de dados (KUSS et al., 2015). A entrevista e a pesquisa-ação são algumas das formas, e foram utilizadas como métodos de coleta de dados para o desenvolvimento deste trabalho. Primeiramente foi feita a coleta de dados através de entrevistas realizadas com a direção da escola, no próprio local de trabalho da entrevistada, no mês de fevereiro de 2018.

Nas entrevistas foram utilizados um roteiro semiestruturado em forma de uma conversa com perguntas previamente elaboradas, tendo sido a conversa gravada mediante autorização e posteriormente transcrita. Concomitantemente foi feita uma observação do local de estudo, na qual foi realizada uma descrição nos resultados deste trabalho. As entrevistas ainda colaboraram para a seleção dos sujeitos da pesquisa, além da coleta de informações importantes para o planejamento das atividades desenvolvidas durante a pesquisa-ação.

Na busca por veracidade do estudo, as metodologias escolhidas visaram coletar os dados da melhor forma possível, mantendo a integridade da realidade do objeto de estudo. Por isso, as atividades desenvolvidas com os alunos foram documentadas em diários de pesquisa de campo (CRESWELL, 2007). Ao longo das atividades, mas principalmente após o desenvolvimento delas, foram registrados os acontecimentos, observações e percepções. Fotos, áudios e vídeos também serviram como registro das atividades realizadas.

Dessa forma, estes métodos foram utilizados para captar informações sobre o tema meio ambiente e sustentabilidade dentro do espaço escolar selecionado e para o desenvolvimento de metodologias educativas de EA baseado nos valores humanos, para o despertar da conscientização ambiental dos alunos.

### 2.4. Atividades de EA desenvolvidas

As atividades foram desenvolvidas em data, horário e espaço físico previamente acordado com a professora responsável pela turma, juntamente com a diretoria da escola. A proposta é que as atividades fossem realizadas tanto dentro da sala de aula quanto fora dela, a fim de explorar ao máximo o espaço escolar. Dias (2001) propõe diferentes esferas para se trabalhar as atividades em EA, algumas delas foram selecionadas para o embasamento das atividades. De acordo com a Figura 1 é possível observar os tipos de atividades empregadas.



Atividade	Descrição	Propósito
<b>Apresentação de mídia datashow</b>	Apresentação de slides sobre o tema meio ambiente e sustentabilidade realizado pela pesquisadora.	A apresentação proporciona a Ilustração e visualização sobre o tema. Além de promover esclarecimentos sobre o tema abordado.
<b>Discussão em classe</b>	Através de uma proposta envolver toda classe onde o aluno contribui informalmente	Induzir o debate e a reflexão.
<b>Jogos de simulação</b>	Execução de atividades práticas para a turma.	As atividades proporcionam a ação dos alunos, promovendo uma visão prática do tema.
<b>Exploração do ambiente local</b>	Explorar o ambiente local dos alunos	Percepção e desenvolvimento de uma visão crítica do ambiente na qual estão inseridos.

Figura 1 – Atividades propostas  
 Fonte: Elaborado pelos autores, adaptação de Dias (2001)

Além do embasamento em Dias (2001), também foram utilizadas as estratégias educacionais propostas nos valores humanos. Conforme Gomes (2016), “no contexto escolar, os valores podem ser abordados de duas formas: em si mesmos ou, na educação infantil e no ensino fundamental, através de brincadeiras, jogos, contação de histórias, cantos e atividades coletivas”. Para o trabalho, foi feita a junção da proposta de Dias (2001) e do PSSEVH no planejamento das atividades apresentadas para a pesquisa-ação. A proposta foi trabalhar metodologias divergentes a fim de abordar com os alunos o tema meio ambiente e sustentabilidade sob óticas distintas. Na Figura 2 é possível observar a proposta descrita anteriormente.

	Estratégias em Valores Humanos do PSSEVH	Atividades conforme Dias (2001)	Finalidade
<b>Introdução do tema</b>		Apresentação de mídia Datashow	Introdução sobre o tema
<b>1 atividade</b>	Citação	Discussão em classe	Permitir a reflexão, participação e o debate
<b>2 atividade</b>	Contação de História	Discussão em classe	Permitir a reflexão e respeito à natureza
<b>3 atividade</b>	Canto grupal	Discussão em classe	Permitir a fraternidade, participação e reflexão
<b>4 atividade</b>	Atividade Grupal	Jogos de simulação	Trabalhar a cooperação, respeito e a participação
<b>5 atividade</b>	Harmonização	Exploração do ambiente --	Percepção do meio Trabalhar o respeito, reflexão e concentração

Figura 2 – União das atividades propostas e das estratégias PSSEVH  
 Fonte: Elaborado pelos autores, adaptação de Dias (2001) e Instituto Sathya Sai de Educação do Brasil (2017)

Depois de definidas as atividades, um plano de execução foi elaborado contendo as seguintes informações: o tempo aproximado de cada atividade; a forma de elaboração das atividades e os recursos e materiais necessários e disponíveis (Apêndice 3), (CRESWELL, 2007; LEGAN, 2009).

As atividades foram realizadas no ano de 2018, uma vez na semana, todas as quartas-feiras no primeiro período do turno da tarde. A duração de cada encontro dependeu basicamente do tipo de prática desenvolvida e da característica comportamental da turma no dia da atividade, sendo realizada aproximadamente durante o período de 01 hora e 30 minutos.

Foram planejados o total de cinco encontros com os alunos, cada um relacionado a uma estratégia educacional em valores humanos (citação, canto, contação de história, atividade grupal e harmonização). No entanto, houve a necessidade de abordar a introdução do tema antes de começar o desenvolvimento das atividades, assim foi acrescentada a apresentação de slides para o primeiro encontro. Além disso, no decorrer do processo de coleta de dados, ocorreu a necessidade de desenvolver as atividades em mais de um encontro, para melhor aprofundamento e desenvolvimento das ações propostas.

## 2.5. Análise dos dados

De acordo com Creswell (2010, p.216), “o processo de análise dos dados envolve abstração dos dados do texto e da imagem”. Significa preparar os dados coletados para analisá-los e organizá-los a fim de interpretá-los, é um processo contínuo de reflexão sobre os dados. Portanto, todas as informações coletadas nas entrevistas e durante a pesquisa-ação seguiu um roteiro dado como “dica de pesquisa” por Creswell (2007), onde primeiramente os dados foram organizados e preparados, em seguida os dados completos foram lidos para uma análise geral, após todo o material foi organizado e separado em segmentos/categorias para dispor as informações detalhadas, separados por descrição e temas especificados por subtítulos e foram representadas por uma passagem narrativa, por fim feita a interpretação dos dados.

Quanto ao diário de pesquisa de campo utilizado durante a pesquisa-ação, serviu como material de apoio para a análise dos dados. Depois de analisado os dados, com o objetivo de verificar a confiabilidade da pesquisa, foram documentados os procedimentos do estudo de caso o mais detalhado possível. Já para a validação da pesquisa, que também é um fator essencial após análise dos dados, foi utilizada uma descrição detalhada e densa dos resultados como forma de permitir aos leitores a sensação de realidade, tornando os resultados mais ricos, além de possibilitar que o trabalho tenha estrutura efetiva para uma possível reprodução caso alguém venha a se interessar (CRESWELL, 2007; YIN, 2001).

## 2.6. Aspectos Éticos

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi solicitada autorização à direção da escola e secretaria da Educação do Município do Capão do Leão, que por sua vez redigiu um documento permitindo a realização do trabalho sob a disposição da diretoria e professores. Houve também a solicitação para registrar os encontros via áudio, fotos ou vídeos, este foi autorizado pela professora da turma que relatou possuir a permissão dos pais dos alunos para tais eventos. Ainda assim, para assegurar que os sujeitos da pesquisa sejam mantidos no anonimato, seus nomes foram preservados e, portanto, substituídos pela letra A seguido de uma ordem numérica do 01 ao 22, uma vez que a turma é composta por 22 crianças.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. A escola e a sua relação com as práticas de sustentabilidade

A aproximação junto a direção da escola, permitiu o reconhecimento do local de estudo, a identificação das peculiaridades da escola, bem como informações pertinentes para o desenvolvimento do presente trabalho. Conforme aponta Creswell (2007, p.189), no procedimento de coleta de dados, “a ideia por trás da pesquisa qualitativa é selecionar propositalmente participantes ou locais (ou documentos ou materiais gráficos) mais indicados para ajudar pesquisadores a entender o problema e a questão de pesquisa”.

Foram identificadas informações sobre a estrutura escolar, tempo de funcionamento da escola, a capacidade total de alunos, níveis escolares e informações sobre os alunos. Em seguida, foi realizado um levantamento sobre as práticas de EA desenvolvidas na escola, no qual foi possível perceber que o tema sustentabilidade era trabalhado pelos os professores de maneira aleatória, e a decisão em relação a forma de trabalhar o assunto cabia a cada professor. Isso demonstrou que não havia na escola um plano de elaboração definido quanto à abordagem de questões ambientais.

Não foram identificadas, na escola, ações sustentáveis como a captação da água da chuva, a utilização de energia solar, separação de resíduos, uso de torneiras temporizadoras, entre outros métodos. Porém, foi constatado que a escola já havia trabalhado com horta escolar, onde os alunos tinham o contato com a terra e a oportunidade de consumir alimentos orgânicos produzidos nela. Entretanto, a proposta da horta se perdeu pela ausência de manutenção e de alguém que se responsabilizasse por ela.

Foi questionado também se havia incentivo para que os professores e funcionários colaborassem com a redução do consumo de copos de plástico descartáveis. Nesse sentido, foi possível observar que no refeitório da escola, eles utilizavam



utensílios laváveis, passíveis de serem reutilizados, enquanto que na cantina eram utilizados apenas copos descartáveis de plástico. Já em relação à compra e ao uso de papel, a escola informou que utiliza apenas o necessário, procurando economizar ao máximo, por motivos de baixos recursos financeiros.

Com relação ao racionamento de energia e água, todos os membros da escola são incentivados a economizarem, uma vez que devem contas ao município e este exige redução de gastos. Isso demonstra que as medidas de racionamento não são direcionadas à conscientização ambiental, em prol do meio ambiente, e sim exclusivamente pela prestação de contas à prefeitura. Para Legan (2009, p.18) “A escola não se torna “verde” somente pelo fato de economizar energia, fazer coleta de baterias e selecionar o lixo. A questão crucial é o que os estudantes estejam aprendendo com essas atividades”.

Apesar de considerar trabalhos voltados à conscientização ambiental, a escola é carente de ações sustentáveis, bem como, de atividades de EA. Sabe-se que promover ensino público de qualidade não é tarefa fácil, contudo é importante que a escola esteja aberta a novos projetos e propostas que enriqueçam o processo pedagógico escolar para a construção de um ensino melhor (ANDERSEN et al., 2017). A escola se mostrou aberta a novas iniciativas, como o desenvolvimento de projetos em outras áreas, oriundos de estudantes da UFPel, e também extrema receptividade à proposta deste trabalho. Isso demonstrou a sua preocupação em propor um ensino melhor aos estudantes.

### 3.2. Introdução à temática ambiental

Antes de realizar as atividades práticas preparadas, sentiu-se a necessidade de introduzir o tema relacionado às questões ambientais, principalmente devido à baixa faixa etária da turma. Dessa forma, a apresentação de slides fez-se necessária, através da qual foi possível abordar o tema, exibir imagens e trocar experiências com a turma. Para Kuss et al. (2015, p.148), há “[...] necessidade de que a temática escolhida possua um significado para as pessoas com as quais vamos trabalhar”. A apresentação durou cerca de 20 minutos, contando com a participação dos alunos e foi realizada na sala vídeo da escola. A todo o momento haviam interrupções feitas pelos alunos expondo suas opiniões e vivências, a turma já no primeiro encontro demonstrou grande participação e envolvimento na proposta dada. O aluno A7 deu sua opinião sobre o desmatamento, dizendo “eles tão tacando fogo nas árvores, tão roubando às árvores para fazer casa e isso não pode, que as árvores são a casa dos bichos”, o A8 completou “os bicho morre né?!”. Já sobre a poluição outra criança apontou “se coloca lixo na água, não dá pra tomar” (A12).

O conteúdo de algumas lâminas dos slides abordou temas como o desmatamento, queimadas, poluição, biodiversidade e conscientização ambiental, contando com material não somente teórico, mas também acompanhado de imagens, e





frases voltadas à conscientização. A apresentação de uma imagem em questão (Figura 3) despertou grande curiosidade e interesse da turma, inclusive alguns saíram dos seus lugares em direção à tela do datashow para verificar os materiais e seus respectivos tempos de decomposição. O aluno A8 espantado perguntou “O chiclete leva muito tempo, né?” Certamente cinco anos é um tempo considerável e para uma criança de 7/8 anos parece ser ainda maior pela sua perspectiva de tempo.



Figura 3 – Imagem apresentada sobre o tempo de decomposição do lixo  
 Fonte: Autores, adaptação da internet (2021)

Diante disso, foi decidido que a figura acompanharia todas as atividades posteriores e ainda permaneceria na parede da sala após o término do estudo mediante autorização, que por sua vez foi concedida pela professora. A introdução do tema mostrou-se de extrema relevância para o esclarecimento de alguns conteúdos e palavras, isso trouxe maior entendimento para o desenvolvimento das atividades posteriores. Ao questionar a turma sobre o que é biodiversidade, se conheciam a palavra, o aluno A19 prontamente respondeu “conheço, é tu ajudar a natureza”. Isso demonstra a inexperiência da turma no entendimento de algumas questões ambientais, sendo completamente compreensível diante da faixa etária que se encontram.

### 3.3. Processo de desenvolvimento das atividades

Conforme aponta a literatura baseada na Educação em Valores Humanos, para a preparação de uma aula, é necessário escolher um valor absoluto e um ou mais dos seus valores relativos, além de ser necessário definir as atividades que serão trabalhadas e a maneira que a aula será conduzida (INSTITUTO..., 2017). De acordo com a proposta do trabalho, o valor absoluto selecionado foi o da Não-Violência, pelo seu enfoque no respeito à vida e a natureza, que segundo o Instituto Sathya Sai em Educação do Brasil (2017, p.24) “Não violência corresponde a um estado de profunda harmonia entre todos os seres”. Trabalha valores como a cooperação, o respeito à cidadania, a compreensão, a solidariedade, a participação, a fraternidade e outros. Referente à escolha do valor relativo, seguindo a proposta do trabalho, fez-se a seleção do valor da participação e o da reflexão, julgados como ponto



chave para o processo de auxílio na conscientização ambiental.

### 3.4. Aplicação das atividades

A atividade 1 foi realizada no segundo encontro. A partir de então a presença da professora já não se fazia mais necessária e os Pesquisadores passaram a ser considerados pela turma os professores, e isso, de certa maneira, contribuiu para o aumento da credibilidade do conteúdo perante os alunos, sendo recebido pelos pequenos com atenção e como se estivessem diante de uma atividade curricular (grifos do autor).

A recepção na porta da sala de aula, antes mesmo do começo da aula, motivou alguns alunos a compartilharem suas histórias, a maioria relacionadas de alguma forma ao meio ambiente, como o aluno A11 que relatou que “as pessoas que passam lá perto na minha casa, no lado da minha casa tem um baita lago, e aí tem uma faixa que as pessoas jogam tudo pra faixa e cai tudo pra dentro da água, agora tá ficando tudo sujo”, assim como outro aluno relatou que o vizinho jogava lixo onde não deveria.

Tais comentários expressam a interação dos alunos com o tema abordado no encontro anterior, assim foi possível analisar que eles compreenderam a proposta. Para Gomes (2016, p.120), “todas as atividades desenvolvidas ou experiências manifestadas pelos alunos em sala de aula devem ser observadas e valorizadas”. A frase selecionada para a atividade de citação: “A sabedoria da natureza é tal que não produz nada de supérfluo ou inútil” (Nicollò Copernico), foi escrita no quadro e lida em voz alta (Figura 4). Tornou-se necessário uma breve explicação do significado da frase e ainda de algumas palavras que estavam fora da compreensão dos alunos.



Figura 4 – Atividade 1 “Citação”  
Fonte: Autores (2021)

Logo começaram a interagir e expor suas opiniões, e o A8 comentou que “a minhoca faz o buraco na terra, que é pra planta respirar”. O A6 já engajado no assunto perguntou: “Porque a gente não vai pra rua, pega uma raizinha e depois faz crescer uma árvore no colégio?”. Esta última fala mostra que já no segundo encontro o tema despertou o interesse e a vontade de colocar em prática ainda que como uma brincadeira e não com a noção real do impacto ambiental.

Para direcionar a turma para o principal tema da frase, foram questionados sobre o que a natureza nos fornece. O aluno A3 respondeu que “dá o mel por causa da abelha”, outro disse “dá as frutas” (A19), para o A4 a natureza dá “a árvore”, e foi então que o A19 completou que “a árvore fica torta, mas deixa uma sombrinha”. Por fim o A10 considera que “tem água salgada e água doce”.

A frase abordada, diante da reação da turma, mostrou-se complexa para a idade deles, a proposta era que depois de ler a frase eles pudessem refletir e tirar suas próprias conclusões, sem interferências do educador. Entretanto, como isto não foi possível, uma breve explicação foi necessária e assim foi possível desenvolver a atividade proposta e em seguida começaram a participar. Os relatos demonstram o ponto de vista das crianças, conforme sua vivência e seu contexto social, mesmo que ainda pequenos são capazes de compreender a natureza e suas riquezas.

Marcada pelo terceiro encontro, a atividade 2 de contar uma história à turma foi uma experiência diferente dos dois primeiros encontros. Ao saberem que seria contada a história do girassol solitário, as atenções foram voltadas para frente da sala, ansiosos para saber o desfecho do conto, logo sentaram-se aos seus lugares para prestar atenção (grifos do autor). Levou cerca de 2 a 3 minutos a duração do conto, o texto foi lido em voz alta, de maneira firme e pausadamente, para que houvesse a compreensão de todos. As falas dos personagens eram interpretadas, inclusive com entonações diferentes de voz de acordo com cada personagem. Conforme aponta Philippi e Pelicioni (2005), é relevante que ao passar uma mensagem, ela deva acontecer de forma clara e objetiva, além disso a linguagem também é parte importante do processo da comunicação.

As crianças ouviam atentamente a história, percebia-se que eles estavam gostando do desfecho do texto. Assim que a história terminou, questionados se gostaram do conto do girassol, o coro respondeu que sim. As conclusões sobre o texto não foram muito além das que estavam explícitas no texto. O aluno A9, posicionou-se dizendo “o pólen é importante para a abelha fazer o mel”. O A10 expressou o significado do conto ao concluir “é tipo isso ó, a A14 me empresta uma borracha, aí o dia que ela não tem eu também tenho que emprestar”.

Este era exatamente um dos pontos principais da mensagem que o texto transmitia, o girassol era solitário, por não querer compartilhar, recebia a luz do sol, mas não queria ceder seu pólen para a abelha, nem a folha para a lagarta. Através da história, pode-se transmitir valores como o da cooperação, reflexão, cuidado, compartilhamento, concentração e outros. De acordo com Gomes (2016, p.168), ao



contar uma história “os fatos, as cenas e os contextos fazem emergir sentimentos e emoções que transcendem a ficção”.

No intuito de integrar o conto do girassol com uma atividade prática envolvendo a reciclagem de material, foi dada uma tarefa para casa: que levassem para a próxima aula recipientes que seriam utilizados para plantar um girassol (poderia ser lata, copo plástico, garrafa pet cortada ao meio, etc.). A atividade também teve por finalidade integrar os pais no assunto, isso faria com que eles compartilhassem a proposta com os familiares. Chiamulera et al. (2015, p.45) enfatizam que “o processo de aprendizagem deve ser desenvolvido em conjunto, família e escola”. Ao final da aula, a imagem dos materiais e seu tempo de degradação foi retomado ao exemplificar os materiais recicláveis que poderiam levar para a próxima aula. Foi utilizada a garrafa pet, mostrando aos alunos o tempo de decomposição dela.

O quarto encontro, ainda parte da atividade 2, foi a atividade prática de plantar uma flor: um girassol. Antes mesmo de solicitar o material, muitos já exibiam que tipo de recipiente haviam separado para o trabalho, um deles foi até o mural da sala para verificar quanto tempo a lata de achocolatado que ele havia levado levaria para se decompor, a atitude deste aluno chamou a atenção de outros que acabaram fazendo o mesmo (grifos do autor) (Figura 5).

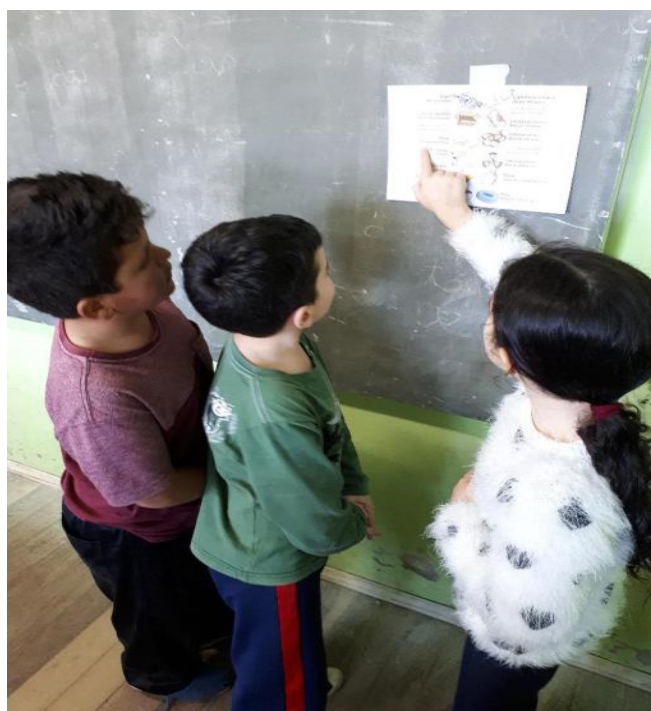


Figura 5 – Alunos analisando o tempo e decomposição dos materiais  
Fonte: Autores (2021)

Dirigiram-se ao pátio da escola em fila e sentaram um ao lado do outro com seus respectivos recipientes. Foi realizada a explicação de como seria plantado o girassol, em sequência o plantio consistiu em colocar as britas no fundo, a terra e depois a semente, por fim regar com água. Todos realizaram cada etapa do plantio, com o objetivo que eles se sentissem parte daquele processo, responsáveis pelo crescimento daquela planta, despertando o valor do cuidado e do amor.

A atividade 3 se deu no quinto encontro, com a finalidade de desenvolver uma prática com os alunos em grupo, para trabalhar valores como a compreensão, o inter-relacionamento, o respeito e o ouvir ao outro (grifos do autor). Para a atividade em grupo (jogos de quebra-cabeça) foi necessário um passeio pelo pátio da escola, com o intuito de instigar os alunos a refletir como era aquele espaço antes da escola ser construída no local. Direcionados em fila ao pátio da escola, ao chegar no local, foram solicitados para que observassem em volta e respondessem se a escola sempre esteve ali, a resposta unânime foi negativa, foram então novamente questionados sobre o que havia naquele local anteriormente e o aluno A3 respondeu: "era só as gramas". O aluno A8 completou que "era só tudo mato", e ainda houve a resposta do A2 de que "era um matagal, tinha os leopardo, leão, cobra. Ah! Não tinha carro".

Ao voltar para a sala de aula, a turma foi dividida em três grupos e então foi distribuído um quebra-cabeça para cada grupo com o objetivo de realizar um trabalho em conjunto para alcançar a finalização da tarefa. A imagem do jogo era da escola, cada grupo tinha uma imagem com ângulos diferentes. Dois grupos precisaram de auxílio para terminar a atividade e para a colagem do jogo no papel pardo, a ideia era que todos pudessem visualizar as imagens montadas, assim foi resgatado os principais pontos que haviam sido debatidos no pátio. Para a finalização da atividade, uma folha em branco foi distribuída, solicitando que os alunos desenhasssem as observações feitas no pátio, de como eles achavam que era o local anteriormente à escola.

A quarta atividade, realizada no sexto encontro, foi trabalhada a arte do canto. Uma breve explicação de como seria feita a atividade foi feita, a letra da música, cujo título "Formiguinha", foi entregue impresso para que as crianças pudessem acompanhar a canção. Antes de tocar a música no computador, a letra foi passada duas vezes para que os alunos se familiarizassem com ela (grifos do autor). Depois de a música ter sido tocada uma vez, foram convidados para que se dirigissem até a frente da sala para que juntos dançassem e cantassem. Alguns se recusaram e permaneceram nos seus lugares observando, estes foram respeitados e deixados à vontade. Já os que participaram, deram as mãos e participaram da atividade com entusiasmo (Figura 6). Conforme o Instituto Sathya Sai de Educação do Brasil, o canto é uma técnica [...] "que torna natural o desenvolvimento de um sentimento de apreço pela harmonia da música, da apreciação da beleza através da arte e da grandeza da natureza".







Figura 6 – Atividade 4 “Canto”  
Fonte: Autores (2021)

De volta aos seus lugares foram questionados sobre o significado da letra da música, foi quando o aluno A10 expressou sua opinião dizendo que “a formiga faz o buraco e aí em cada buraco ela leva o que ela acha”. Alguns lembraram da história da formiga e o gafanhoto, como o aluno A4 que comentou: “o gafanhoto não faz nada e as formigas vão lá pra pegar comida”, em seguida o A11 falou “é assim ó, a formiga, chega o calor ela carrega a plantinha e depois no outono e depois no frio ela não pode sair da casa”.

A letra da música aborda o trabalho das formigas, que apesar de pequenas juntas se organizam e através da cooperação, da ação e da união, passam a lição de disciplina e sucesso. Com a canção foi possível trabalhar com os alunos os valores do amor, cuidado, reflexão, colaboração, organização, entre outros. Através das falas descritas acima, foi possível identificar que as crianças já possuíam uma referência de cooperação, ao abordar um clássico do conto infantil cujo título é “as formigas e do gafanhoto”, mostram-se indignadas com o gafanhoto que em nada colaborava, enquanto as formigas juntas trabalhavam para os momentos difíceis, que era a chegada do inverno.

Uma atividade sobre a poluição foi selecionada para complemento da aula, o trabalho consistiu em marcar os objetos que poluem o rio no qual Chico Bento quer nadar, além disso poderiam pintar o desenho (Figura 6). Todos participaram e realizaram a tarefa adequadamente e com entusiasmo. A atividade em questão permitiu que os alunos trabalhassem sobre a poluição de maneira lúdica.



Figura 6 – Atividade complementar sobre poluição  
Fonte: Autores (2021)

Finalizando as atividades com a quinta técnica de educação em valores humanos, a harmonização foi trabalhada no sétimo e último encontro. Foi selecionado para encerrar o ciclo do trabalho de forma reflexiva e relaxante, capaz de promover valores como a calma, concentração e focalização (grifos do autor). A aula começou com a explicação de que seria feito uma harmonização. Alguns estranharam a palavra (harmonização) e não sabiam seu significado, assim foi necessária uma breve explicação sobre a sua aceção antes de dar início à atividade coma turma. Em seguida foi solicitado que todos ficassem sentados em seus lugares e de frente para eles a atividade começou com todos sendo convocados a fechar os olhos.

Dentre as formas de harmonização, optou-se pelo método guiado em razão da idade dos alunos e pelo tema não fazer parte do conteúdo de sala de aula. Assim, a prática foi conduzida de maneira que eles buscassem visualizar e sentir aspectos da natureza, buscando integrá-los mentalmente ao meio ambiente. Ao finalizar a atividade, alguns revelaram o que haviam imaginado, como o aluno A3 que expressou “que campo bonito que eu imaginei”. Percebeu-se, então, o quão valiosa e eficiente foi a atividade diante da reação das crianças, tendo em consideração que a harmonização é recomendada pelo seu poder de auxílio a concentração e tranquilidade, e dependendo do estado da turma pode ser utilizado no início da aula para a realização de uma aula bem aproveitada (INSTITUTO..., 2017).

Constatou-se que a noção dos alunos acerca das questões ambientais é bastante superficial e ainda incipiente, o que é absolutamente compreensível já que trata-se dos primeiros contatos com a temática. Contudo, percebeu-se que ao longo das atividades realizadas com a turma essa noção sobre a preservação do meio ambiente foi sendo aperfeiçoada, de modo que as intervenções realizadas pelos alunos durante os exercícios se mostravam cada vez mais precisas. Essa interação dos alunos e suas percepções baseadas nas suas vivências, e visão de mundo, são



importantes na construção pessoal da criança (CHIAMULERA, 2015).

## 4. CONCLUSÃO

Trabalhar a sustentabilidade no espaço escolar é desafiador, ainda há obstáculos, necessitando de uma mudança de pensamento e atitudes primeiramente da escola, pois é ela quem possibilitará a iniciativa de ações conscientes. A partir do foco central deste trabalho conclui-se que a Escola em questão não possui ações de sustentabilidade consistentes e suficientes nos seus hábitos escolares diário, o que existe de certa forma são convenções de racionamento financeiro. Apesar disso, a escola mostrou-se aberta ao desenvolvimento do trabalho, demonstrando interesse e valorizando a proposta de uma conscientização ambiental. Houve empolgação por parte dos alunos perante as atividades desenvolvidas, o que permitiu identificar na escola aparente falta de planejamento e integração da temática ambiental ao conteúdo curricular.

A pesquisa demonstra que as ações de EA em valores humanos, além de viável, contribuem na busca por cidadãos conscientes ambientalmente, visto ser na fase escolar que os alunos estão em constante aprendizado, permitindo maior envolvimento e entendimento quanto às questões ambientais. Isto pode ser visto no retorno dado pelos alunos em cada atividade realizada, mas principalmente ao final do trabalho onde as falas das crianças expõem o aprendizado que eles obtiveram e o direcionamento para um olhar mais atento às questões relacionadas à degradação ambiental. As atividades mostraram-se relevantes para o aprendizado e esclarecimento de alguns assuntos e vocábulos, além de expor as problemáticas ambientais. Assim, o resultado do trabalho é considerado satisfatório, indo além das expectativas, principalmente no que se refere ao envolvimento dos alunos perante as atividades, desenvolvendo-as com entusiasmo e comprometimento.

## Referências

- ALVES, C. D.; PÁTARO, R. F. Educação em Valores: a escola como espaço de formação para a cidadania na sociedade contemporânea. **VI EPCT**, encontro de produção científica e tecnológica. 2011. Disponível em: [http://www.fecilcam.br/nupem/anais\\_vi\\_epct/PDF/ciencias\\_humanas/07.pdf](http://www.fecilcam.br/nupem/anais_vi_epct/PDF/ciencias_humanas/07.pdf). Acesso em: 29 set. 2019.
- ANDERSEN, D.; SCHULZ, L.; TOMIO, D. A escola como espaço de práticas educativas e de pesquisa em Permacultura: Estado da arte da produção científica. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.** Rio Grande, v. 34, n. 3, p. 299-319, set./dez. 2017.
- BITTENCOURT, E.; KOGUT, M. C. Perfil dos Alunos das Séries Finais do Ensino Fundamental e sua Influência na Ação do Professor. Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC/PR. **ResearchGate**, 2014.
- BRASIL. **Vamos cuidar do Brasil**: conceitos e práticas em educação ambiental na escola. Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental: Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: UNESCO, Brasília, 2007.



CHIAMULERA, Jussara; HACK, Karen; MAGRI, Silmara; TEDESCO, Anderson Luiz; VIEIRA, Patricia. Educação, Ética e Valores Humanos: outros olhares por meio da pesquisa de campo. **Unoesc & Ciência – ACHS Joaçaba**, v.6, n.1, p.43-50, jan./jun. 2015.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2010.

DIAS, F. G. **Educação Ambiental: Princípios e Práticas**. 7 ed. São Paulo: Gaia, 2001.

FLICK, Uwe. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3. Ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009.

FLUMINHAN, A.; SOUZA, G. P. O. A História Ambiental no Processo de Educação Ambiental. Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Programa de Pós-Graduação Regional, Presidente Prudente, SP. **Colloquium Humanarum**. v. 12, n. 1, p.21-29, jan/mar, 2015.

FREITAS, A. F. Por uma abordagem relacional do desenvolvimento territorial rural. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. V.54, n.4, Brasília Oct./Dec., 2016.

GOMES, M. H. S. C. **Valores Humanos: Essência da Educação na Formação do Caráter**. Curitiba, PR: Editora Prismas, 2016.

HANSEN, K. S. Metodologias de Ensino da Educação Ambiental no Âmbito da Educação Infantil. **Educação Ambiental Infantil**, n. 43, 2013.

INSTITUTO Sathya Sai de educação do Brasil. **Manual de Práticas de Educação em Valores Humanos**. Ribeirão Preto, SP, 2017.

KUSS, A. V.; BEHLING, G. M.; CARLAN, F. A.; GIL, R. L. **Possibilidades metodológicas para a pesquisa em educação ambiental**. Pelotas, RS: Editora Santa Cruz, 2015.

LEGAN, L. **A escola sustentável: eco-alfabetizando pelo ambiente**. 2.ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

LEGAN, L. **Criando Habitats na escola sustentável: livro de educador**. Pirenópolis, São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2009.

LONG, N.; PLOEG J.D. Heterogeneity, actor and structure: towards a reconstitution of the concept of structure. In: BOOTH, D. (ed) **Rethinking Social Development: theory, research and practice**. England, Longman, p. 62-90, 1994.

ONU. **A ONU e o Meio Ambiente**. Nações Unidas, 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 11 dez. 2017.

PHILIPPI JUNIOR, A.; PELICIONI, M. C. F. **Educação Ambiental e Sustentabilidade**. Barueri, SP: Manoele, 2005.

SAUVÉ, L. **A Educação Ambiental – uma relação construtiva entre a escola e comunidade**. Montréal: Projeto EDAMAZ, UQAM, 2000.

VELASCO, S. L. **Filosofia da educação: A relação educador-educando e outras questões na perspectiva da educação ambiental ecomunitarista**. Goiânia, GO: Editora Phillos, 2018.

WALS, A. E.; BRODY, M.; DILLON, J.; STEVENSON, R. B. Convergence between science and environmental education. **Science**, v. 344, n. 6184, p. 583-584, 2014.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.



# CAPÍTULO 5

## **FAIXA DE CONTENÇÃO PARA REDUÇÃO DO APORTE DE SEDIMENTOS E DE NUTRIENTES POR EROSÃO HÍDRICA**

CONTAINMENT RANGE FOR REDUCING SEDIMENT AND NUTRIENT  
SUPPORT BY WATER EROSION

**Elisamara Caldeira do Nascimento**  
**Oscarlina Lúcia dos Santos Weber**  
**Marcos Maruo Maruian**

## Resumo

**A** erosão hídrica é uma das principais causas de assoreamento e eutrofização dos corpos hídricos, além de causar o empobrecimento do solo pela saída de nutrientes e matéria orgânica da lavoura afetando diretamente a sua produtividade. Este presente trabalho objetivou avaliar a eficiência de uma faixa de contenção com brachiaria na redução do aporte de sedimentos e de nutrientes por erosão hídrica, sob condições de chuva natural, em uma lavoura de algodão. Foram delimitadas duas áreas com dimensões de 10 m de largura por 40 m de comprimento, sendo que em uma delas foi mantida com uma faixa de brachiaria de 10 m de espessura e 10 m de largura. Para a coleta do material erodido, foram instaladas duas calhas coletoras, uma em cada parcela, localizadas na extremidade inferior. A coleta das amostras de sedimento carregado ocorreu sempre após um evento de chuva capaz de gerar escoamento superficial, em dois anos agrícolas. Foram determinados os teores de Ca, Mg, P, K e carbono orgânico nos sedimentos e de nitrito, sulfato e fosfato na água da enxurrada a fim de quantificar as perdas de nutrientes. Os resultados mostraram que o plantio de uma faixa de brachiaria foi eficiente na redução das perdas de solo, água e nutrientes. A faixa de brachiaria implantada há dois anos foi mais eficiente no controle da erosão hídrica do solo.

**Palavras-chave:** métodos de conservação do solo e da água; qualidade ambiental; qualidade do solo

## Abstract

**W**ater erosion is one of the main causes of siltation and eutrophication of water bodies, in addition to causing soil impoverishment due to the output of nutrients and organic matter from the crop, directly affecting its productivity. This study aimed to evaluate the efficiency of a retaining strip with brachiaria in reducing the input of sediments and nutrients by water erosion, under natural rain conditions, in a cotton field. Two areas measuring 10 m wide by 40 m long were delimited, one of which was maintained with a brachiaria strip 10 m thick and 10 m wide. To collect the eroded material, two collector gutters were installed, one in each plot, located at the lower end. The collection of samples of carried sediment always occurred after a rain event capable of generating surface runoff, in two agricultural years. The contents of Ca, Mg, P, K and organic carbon in the sediments and nitrite, sulfate and phosphate in the runoff water were determined in order to quantify the loss of nutrients. The results showed that the planting of a brachiaria strip was efficient in reducing the loss of soil, water and nutrients. The brachiaria strip implemented two years ago was more efficient in controlling soil water erosion.

**Keywords:** soil and water conservation methods; environmental quality; soil quality



## 1. INTRODUÇÃO

O debate sobre sustentabilidade aumentou nas últimas décadas no sentido de romper com perspectivas centradas numa lógica onde as inovações tecnológicas representariam uma fonte ilimitada de soluções para os problemas ambientais.

No Brasil, o uso de espécies vegetais vivas na bioengenharia é muito incipiente, quando se considera a diversidade de espécies vegetais nativas e as exóticas adaptadas ao clima e solo brasileiro. A diversidade e versatilidade das espécies, apontam para uma demanda de estudos com a finalidade de conhecer e indicar o potencial dessas espécies na bioengenharia, principalmente para o controle de processos erosivos e recuperação de taludes.

A erosão hídrica é uma das principais causas de assoreamento e eutrofização dos corpos hídricos, além de causar o empobrecimento do solo pela saída de nutrientes e matéria orgânica da lavoura afetando diretamente a sua produtividade.

A bioengenharia de solos faz uso de vegetação para recuperação e prevenção de ambientes degradados, que consiste no uso de elementos biologicamente ativos, mantendo o solo coberto o maior período entre as safras. No controle de processos erosivos, a bioengenharia utiliza-se de diversas plantas, em especial, as gramíneas, pela característica de seu sistema radicular e presença de estolhos e rizomas, além do seu desempenho fotossintético ser mais eficiente em condições adversas.

Outras práticas conservacionistas também podem ser utilizadas em conjunto com os sistemas de manejo a fim de se obter uma maior redução nas perdas de solo. Dentre as práticas mais utilizadas destacam-se a semeadura em nível e a construção de terraços, que atuam na redução da velocidade da enxurrada e, conseqüentemente, na manutenção dos sedimentos na lavoura.

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de uma faixa de contenção de brachiaria na redução do aporte de sedimentos e de nutrientes por erosão hídrica em uma lavoura de algodão no município de Primavera do Leste, MT.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Implantação do experimento

O experimento foi instalado na Fazenda Juriti, localizada no município de Primavera do Leste – MT às margens do Córrego Chico Nunes e foi constituído por duas parcelas de dimensões 10 m x 40 m as quais contemplaram os seguintes tratamentos: cultivo de algodão com presença e ausência de faixa de contenção.

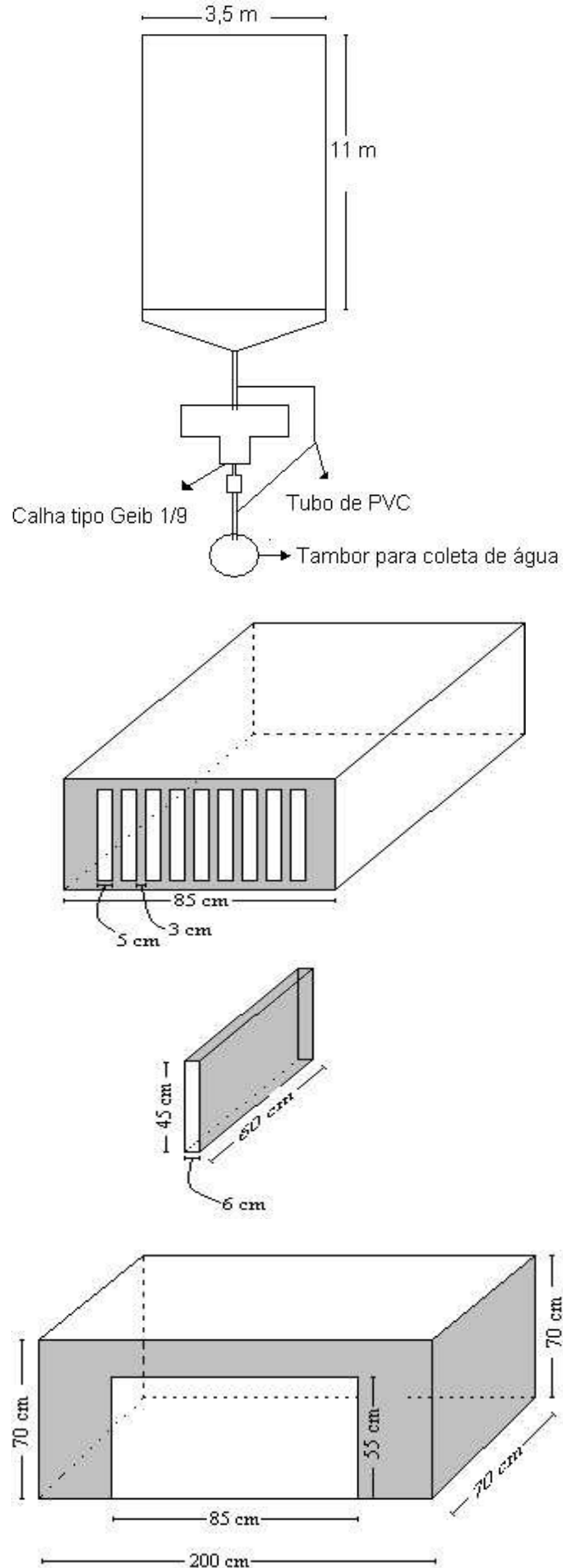
A área da parcela foi delimitada por chapas de aço de 25 cm de altura, com aproximadamente 10 cm enterrados no solo. As parcelas experimentais foram montadas segundo especificações de Wischmeier & Smith (1978). Na Figura 1 está apresentada uma representação esquemática da disposição das parcelas experimentais no campo:

- a) Área de captação da chuva, com dimensão de 3,5m de largura e 11 m de comprimento, delimitada com chapas galvanizadas de 25 cm de altura, com aproximadamente 10 cm enterrados no solo;
- b) Calha coletora e tubo de PVC (100 mm) instalados na parte inferior da parcela para condução do escoamento superficial até a estrutura de coleta das perdas de solo e água;
- c) Estrutura de coleta posicionada na extremidade inferior da área experimental consistindo em uma caixa retangular construída de chapa galvanizada, contendo um sistema de filtragem (manta geotêxtil);
- d) Caixa com sistema de calhas divisoras do tipo Geib para a fração de 1/11. Na extremidade final desta calha do tipo Geib havia nove aberturas, sendo acumulado apenas o volume de escoamento da abertura central. De posse desse volume e da razão de coleta da abertura central foi possível determinar o volume total do escoamento superficial; e
- e) Tambor para armazenar o volume de escoamento que passou pela fração de 1/11 da calha Geib.





**Figura 1** – Representação esquemática das parcelas experimentais para o monitoramento das perdas de solo e de água e suas partes constituintes.



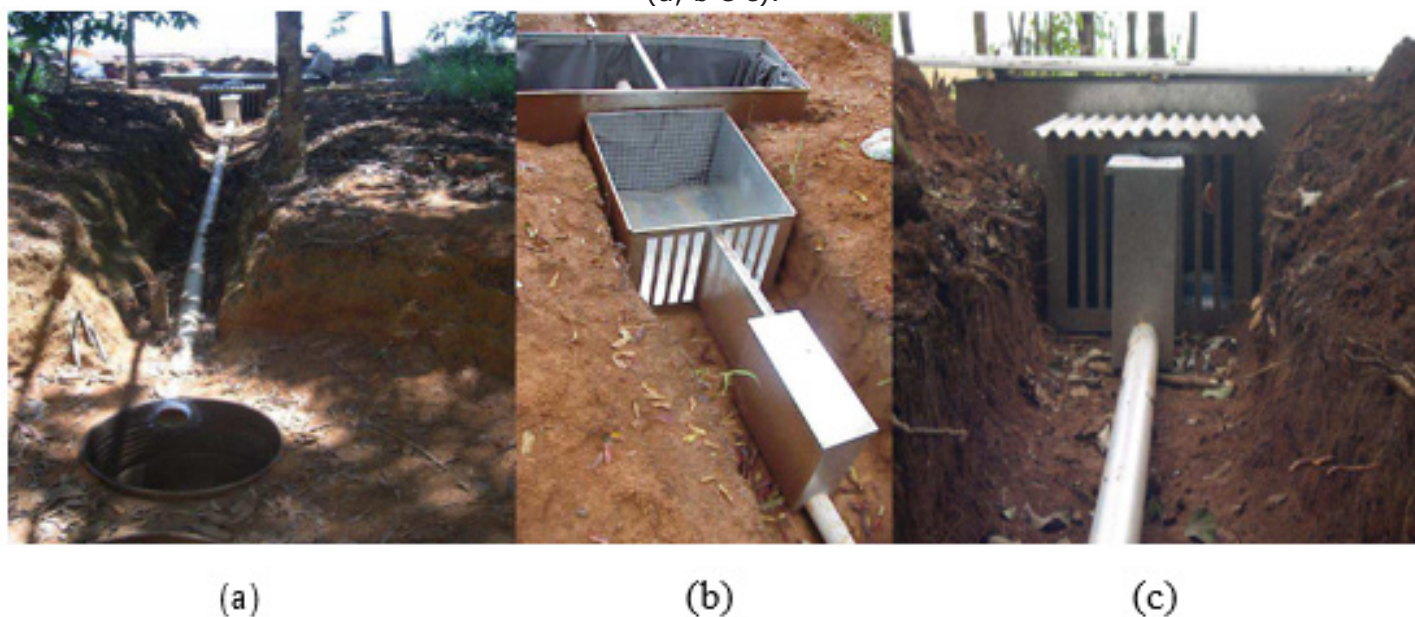
A faixa de contenção, com 10 m de extensão por 10 m de largura, foi implantada no sentido transversal ao maior declive do terreno, visando interceptar o escoamento superficial gerado numa encosta localizada entre dois terraços, dessa forma, para sua eficiência, a faixa foi instalada no menor nível da parcela contemplada, ou seja, no final da parcela.

Foi utilizada a *Brachiaria decumbens* para compor a vegetação da faixa de contenção, a qual foi instalada no campo via semeadura após uma adubação da área, visando o rápido estabelecimento da vegetação. Foi realizado um manejo de roçada antes do pendoamento da gramínea para que não alastrasse para dentro do talhão de plantio.

## 2.2 Escoamento superficial

O escoamento superficial juntamente com os sedimentos transportados da parcela foi conduzido por meio de tubos de PVC (100 mm) para uma estrutura de coleta posicionada na extremidade de menor cota da área experimental. Nesta estrutura, os sedimentos transportados foram retidos no filtro (Bidim OP 30) e o escoamento superficial foi conduzido para a calha do tipo Geib, para fração de 1/11. Na extremidade final desta calha havia nove aberturas, sendo armazenado apenas o volume de escoamento que passava pela abertura central. De posse desse volume e da razão de coleta da abertura central, foi possível determinar o volume total do escoamento superficial, que foi armazenado em tambores de 200 L como pode ser observado na Figura 2.

**Figura 2** - Sistema de coleta e armazenamento dos sedimentos e do escoamento ocorridos nas parcelas (a, b e c).



## 2.3 Coleta e análise das amostras

Amostras de água e de sedimentos foram coletadas após a ocorrência de chuvas fortes o suficiente para causar escoamento superficial. O período da coleta foi realizado durante o período chuvoso, entre novembro a abril.

As amostras de água foram coletadas em frascos de vidro âmbar e os sedimento em recipientes de alumínio, sendo conservadas em gelo imediatamente após a coleta, e transferidas para o refrigerador no laboratório.

Com o auxílio de um trado manual, foram coletadas amostras de solo nas duas parcelas na camada de 0-20 cm do solo para a determinação dos teores de P, K, Ca e Mg, uma no início do experimento (outubro) e outra após a colheita do algodão (julho).

A extração e determinação dos nutrientes no sedimento carregados e no solo seguiram metodologia descrita por Tedesco et al. (1995); pH por potenciometria, Ca, Mg por titulação complexométrica; P por colorimetria; K por fotometria de chama; e o carbono orgânico pelo método Walkley & Black modificado por Jackson, (1958). As determinações de  $\text{NO}_3^-$  (nitrato) e de  $\text{PO}_4^{3-}$  (fosfato) na água foram feitas em cromatógrafo de íons.

## 2.4 Cálculo das perdas de solo, água e nutrientes

As perdas de solo foram quantificadas pelo método direto (Bertoni e Lombardi Neto, 1990), por meio da coleta dos sedimentos transportados juntamente com o escoamento superficial até a estrutura de coleta, localizada a jusante de cada parcela experimental (Figura 2-E). O bidim previamente pesado possibilitou a coleta das partículas de solo transportadas pelo escoamento superficial durante a ocorrência das chuvas.

As coletas de solo e água foram realizadas em intervalos de aproximadamente 15 dias. A manta geotêxtil com solo era retirada da estrutura de coleta e colocada para secar ao ar, para posterior determinação da sua massa seca. Após a pesagem do solo, ele foi homogeneizado, sendo retiradas amostras para determinar a sua umidade residual, com intuito de determinar o peso do solo seco. O restante do solo retido na manta geotêxtil foi levado, juntamente com o mesmo, para secagem ao ar, até atingir peso constante, para posterior determinação da massa seca.

As quantidades totais de P, K, Ca, Mg, nitrito, sulfato e fosfato, perdidas por erosão hídrica (incluindo a perda nos sedimentos e na água), em cada chuva, foram obtidas por meio do produto das concentrações desses elementos nos sedimentos e na água com as quantidades de sedimentos e de água perdidas pela erosão hídrica.



## 2.5 Valoração das perdas de nutrientes dos sedimentos

As quantidades de P, K Ca e Mg perdidas por erosão hídrica ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ ) foram expressas em quantidades de superfosfato triplo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), cloreto de potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) e calcário (Ca + Mg), levando-se em conta a porcentagem média de  $\text{P}_2\text{O}_5$  no superfosfato triplo (42 %),  $\text{K}_2\text{O}$  no cloreto de potássio (60 %) e CaO + MgO no calcário dolomítico (38 %) (Bertol et al., 2007).

Com base nas quantidades de superfosfato triplo, cloreto de potássio e calcário, os valores das perdas de P, K, Ca e Mg por erosão hídrica foram expressas em  $\text{US\$ ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  num procedimento semelhante ao utilizado por Freitas e Castro (1983).

Para esses cálculos adotou-se, ainda, o valor de  $\text{US\$ 720,00}$  para a tonelada de superfosfato triplo, de  $\text{US\$ 720,00}$  para a tonelada de cloreto de potássio e de  $\text{US\$ 40,00}$  para a tonelada de calcário dolomítico. O valor dos adubos e do calcário corresponde aos encontrados no município de Primavera-do-Leste no ano de 2008.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Perdas de solo e nutrientes

As concentrações e as perdas de nutrientes nos sedimentos, e as perdas de solo decorrentes da erosão hídrica estão apresentadas na Tabela 1. Observou-se que as concentrações de nutrientes nos sedimentos foram maiores do que na camada de 0-0,20 m do solo (Tabela 1), tanto no ano 2005/2006 quanto no 2006/2007, concordando com Bertol et al. (2003). Segundo Langdale et al. (1985), isto se deve à textura do material transportado pela enxurrada, o qual é mais rico em silte e argila do que o solo de onde foi removido e por ser estas frações as principais fontes de carga do solo responsáveis pela adsorção de nutrientes.

Tabela 1. Concentrações, perdas de nutrientes nos sedimentos e perdas de solo decorrente da erosão hídrica.

Período	Tratamento	Ca	Mg	K	P	C-org	Perdas de solo	
.....Teores na camada 0,20 m do solo.....								
		.....cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> .....		.....mg/dm <sup>3</sup> .....				
Primeiro ano agrícola	Com faixa	3,1	2,4	2,3	11,2			
	Sem faixa	3,2	1,5	7,7	10,7			
Segundo ano agrícola	Com faixa	3,3	2,4	2,5	36,3			
	Sem faixa	3,3	2,3	2,8	48,6			
.....Teores nos sedimentos transportados.....								
		.....cmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> .....		.....mg/dm <sup>3</sup> .....		%		
Primeiro ano agrícola	Com faixa	3,3	2,6	125,7	22,9	2,3		
	Sem faixa	3,3	2,7	97,5	19,1	8,1		
Segundo ano agrícola	Com faixa	4,4	3,8	4,3	183,9	3,5		
.....Perdas de solo e nutrientes.....								
							-----g/ha-----	Mg/ha
Primeiro ano agrícola	Com faixa	236,6	112,8	51,6	8,4		0,9	
	Sem faixa	864,1	424,1	152,3	28,5		3,4	
Segundo ano agrícola	Com faixa	167,2	88,4	0,8	36,2		0,3	
	Sem faixa	1815,5	763	12,3	190,6		3,1	

As perdas de solo foram maiores na parcela sem a faixa de contenção com braquiária. Em termos percentuais, a parcela com a faixa da forrageira reduziu as perdas de solo em 73% no primeiro ano de avaliação e em 90% no segundo ano, em comparação à parcela sem a faixa de braquiária. Estes percentuais reforçam as observações de Cogo (1981), que obtiveram redução nas perdas de solo com 30 % de cobertura vegetal na superfície, enquanto que Schick (1999), encontrou eficiência no controle das perdas de solo e redução da velocidade de escoamento superficial da água aplicando uma cobertura com resíduos vegetais de 60%, quando comparada à ausência de cobertura.

As perdas de nutrientes seguiram a mesma tendência das perdas de solo, e foram maiores na parcela sem faixa de braquiária nos dois anos avaliados, o que está de acordo com Bertol et al., (2003), que afirmaram que as perdas totais de nutrientes e carbono orgânico (CO) dependem de suas concentrações no sedimento e do volume total erodido.

No primeiro ano a faixa de contenção de braquiária reduziu as perdas de Ca, Mg, K, P e CO em 73%, 73%, 66%, 71% e 70%, respectivamente, enquanto que no segundo período avaliado, a presença da faixa de contenção de braquiária reduziu as perdas de Ca, Mg, K, P e CO em 91%, 88%, 93%, 81%, 93%, respectivamente, quando comparado à parcela sem cultivo.

Os resultados obtidos permitiram inferir que houve um aumento da eficiência da faixa de contenção de braquiária no segundo ano após a sua implantação, que refletiu em menores perdas de solo, nutrientes e CO.

Esse aumento de eficiência da faixa de braquiária no segundo ano ocorreu, provavelmente, devido ao crescimento e desenvolvimento da gramínea, que proporcionou uma maior cobertura do solo, a qual foi responsável pela diminuição da velocidade do escoamento (Leite et al., 2004).

Segundo Dechen et al. (1981), o sistema radicular das gramíneas pode, ainda, ter grande importância na reestruturação da camada arável, tornando o solo mais resistente à ação do impacto da gota de chuva.

Entre os nutrientes, as maiores perdas foram as de Ca e de Mg, em consequência das suas maiores concentrações nos sedimentos. Para Schick et al. (2000a), as elevadas perdas de Ca e Mg por erosão hídrica, ainda se deve à forte adsorção desses elementos aos colóides do solo, o que facilita a sua remoção com os sedimentos.

As perdas de CO foram maiores do que as de nutrientes nos dois anos. Isto se deve ao sistema de manejo de cultivo mínimo que foi implantado na área, que proporcionou alta quantidade de MOS na superfície do solo, e consequentemente, elevadas concentrações de CO nos sedimentos. A baixa densidade da MOS foi um outro fator determinante nas altas perdas de CO por facilitar o seu transporte pela enxurrada (Schick et al., 2000b). As perdas de MOS podem, segundo Oades, (1984), resultar em perda de estabilidade dos agregados, acelerando a erosão.





### 3.2 Perdas de água e nutrientes na enxurrada

Na Tabela 2 são apresentadas as perdas de nutrientes na água da enxurrada, as perdas de água e as concentrações dos nutrientes na água da enxurrada, nas parcelas com e sem faixa de brachiária.

As concentrações de nitrato ( $\text{N-NO}_3$ ) na água da enxurrada dos dois tratamentos foram inferiores ao limite máximo de contaminação para água de consumo humano estabelecido no Brasil em  $10 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{N-NO}_3$  (Tundisi, 2003). Baixas concentrações de nitrato na enxurrada também foram obtidos em trabalho de Bertol et al., (2005) avaliando perdas de nitrogênio via superfície e subsuperfície em semeadura direta, e em trabalho de Guadagnin et al., (2005) em que se avaliou perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo.

Figura 2. Concentrações, perdas de nutrientes na água da enxurrada e perdas de água decorrentes da erosão hídrica.

Ano agrícola	Tratamento	Nitrato	Fosfato	Sulfato	Perdas de água
Teores na água de enxurrada					
..... mg/L.....					
Primeiro ano	Com faixa	1,0	0,1	3,8	
	Sem faixa	0,6	0,2	2,7	
Perdas na água da enxurrada					
.....g/ha.....					m <sup>3</sup> /ha
Segundo ano	Com faixa	714,0	228,6	5027,5	160,5
	Sem faixa	1679,1	2093,0	10411,1	441,8

Isso pode estar relacionado à alta taxa de infiltração de água em decorrência do revolvimento parcial do solo, por se tratar de cultivo mínimo, que propiciou melhor estrutura do solo, com canais mais bem definidos e contínuos (Guadagnin et al., 2005). Assim, como o  $\text{N-NO}_3$  é solúvel na água, em razão de ser fracamente retido pelas partículas ativas do solo, o seu transporte através do perfil do solo pode ter sido facilitado, acarretando menores perdas do elemento na água da enxurrada, o que concorda com Zhu et al. (1989).

O sulfato foi o que apresentou as maiores concentrações, provavelmente por ter alta solubilidade na água, enquanto o fosfato foi o nutriente que apresentou os menores teores.

As perdas de água foram menores na parcela com faixa de brachiaria. Em termos percentuais, a parcela com a faixa reduziu as perdas de água em 64%. Porém, a faixa de brachiaria foi mais eficiente no controle das perdas de solo (Tabela 1) do que nas de água, constatação também feita por Bertol et al., (2007). Isso se deveu ao fato de que as perdas de água da chuva na forma de enxurrada, geralmente são menos influenciadas pelo efeito da cobertura e manejo do solo do que as perdas de solo (Mello et al., 2003), já que este apresenta capacidade-limite de infiltração de água; e também porque as perdas de água são mais dependentes da capacidade de retenção e infiltração, as quais são mais relacionadas ao tipo de solo e às con-

dições físicas de superfície deste do que ao sistema de manejo propriamente dito.

A faixa com brachiaria foi também eficiente na redução das perdas de nitrato, sulfato e fosfato. Em percentagem, a faixa com brachiaria reduziu em 57, 89 e 52% as perdas de nitrato, sulfato e fosfato, respectivamente. As maiores perdas dos nutrientes na parcela sem faixa de brachiaria estão relacionadas, principalmente, ao maior volume de água perdido nessa parcela. O sulfato foi o nutriente mais perdido na água, devido a sua maior concentração em comparação ao nitrato e fosfato.

### **3.3 Aspectos financeiros relacionados às perdas de alguns nutrientes por erosão hídrica**

Na Tabela 3 estão expressas as quantidades de P na forma de superfosfato triplo, K, na forma de cloreto de potássio, e Ca e Mg, na forma de calcário, perdidas por erosão hídrica e o valor monetário das referidas perdas.

Pode-se observar que a parcela com a faixa de brachiária apresentou, em média, menores perdas monetárias de fertilizante do que a parcela sem a faixa de brachiária. Nesse mesmo sentido, houve, em média, redução de 88% nas perdas monetárias de fertilizante na parcela com brachiária, o que se deve às menores quantidades de P, K, Ca e Mg perdidos nessa parcela.

Dentre os insumos, o superfosfato triplo (SFT) foi o responsável pelas maiores perdas monetárias, o que está em função das quantidades de P perdida e do alto custo do SFT. Em termos percentuais, o SFT representou 84% das perdas monetárias na faixa sem brachiária e 73% na faixa com brachiária. Tais resultados, porém, discordam de Bertol et al., (2007), que constataram ser o cloreto de potássio o fertilizante responsável pelas maiores perdas monetárias.

Tabela 3. Quantidades de P expresso na forma de superfosfato triplo, K, na forma de cloreto de potássio, e Ca e Mg, na forma de calcário, perdidas por erosão hídrica e o valor monetário das referidas perdas, em dois tratamentos e dois anos agrícolas.



Ano agrícola	P (superfosfato triplo)		K (cloreto de potássio)		Ca e Mg (calcário)	
	Com faixa	Sem faixa	Com faixa	Sem faixa	Com faixa	Sem faixa
	.....kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> .....					
Primeiro ano	0,45	5,05	0,1	0,31	1,36	5,03
Segundo ano	0,2	1,04	0,0	0,02	1,00	10,01
Média/ano	0,32	3,05	0,05	0,17	1,18	7,52
	.....US\$.ha <sup>-1</sup> .....					
Media/ano/trat	0,23	2,19	0,04	0,12	0,05	0,30
Média/ano		1,21		0,08		0,17
	<b>Total/ano</b>		<b>Com faixa</b>		<b>Sem faixa</b>	
	<b>SF+KCl+ calcário</b>					
	<b>0,32</b>		<b>2,61</b>			

De modo geral, a faixa de contenção com brachiária atuou na redução das perdas de todos os fertilizantes que resultou, conseqüentemente, em menor aporte de nutrientes nos cursos hídricos.

Porém, neste experimento, mesmo na parcela sem a faixa de brachiária, o valor monetário das perdas de nutrientes foi insignificante (2,61US\$ há<sup>-1</sup>). A condução da lavoura de algodão adotando como sistema de manejo o cultivo mínimo teve um importante papel na redução da erosão hídrica e das perdas de solo, nutrientes e CO<sub>2</sub>, não permitindo, assim, perdas monetárias expressivas dos corretivos e fertilizantes.

Apesar disso, a faixa de contenção com brachiária mostrou-se eficiente na redução das perdas de solo, água e nutrientes. A sua implantação em lavouras que adotam sistemas convencionais de manejo pode ser de grande auxílio, no sentido de minimizar os efeitos da erosão hídrica a que solos submetidos a esses tipos de sistemas estão sujeitos, e evitar que os sedimentos oriundos dessas áreas promovam o assoreamento de rios e lagos, comprometendo a qualidade da água e alterando a vida aquática, principalmente pela eutrofização das águas (Martins et al., 2004).

## 4. CONCLUSÕES

1. A faixa com brachiária foi eficiente na redução nas perdas de solo, água e nutrientes
2. A faixa com brachiária foi mais eficiente no controle da erosão no segundo ano agrícola de avaliação
3. A faixa com brachiária reduziu em 88% as perdas monetárias dos fertilizantes em comparação à parcela sem faixa de brachiária.

## Referências

- AMADO, T. J. C.; COGO, N. P. & LEVIEN, R. Eficácia relativa do manejo do resíduo cultural de soja na redução das perdas de solo por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, p 251-257, 1989.
- BAHIA, V.G.; CURI, N.; CARMO, D.N. Fundamentos de erosão do solo (tipos, formas, mecanismos, fatores determinantes e controle). **Informe Agropecuário**, v. 176, n. 16, p. 25-31, 1992.
- BERTOL, I. **Comprimento crítico de declive para preparos conservacionistas de solo**. 1995. 185 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.
- BERTOL, I; COGO, N. P. & MIQUELLUTI, D. J. Sedimentos transportados pela enxurrada relacionados à cobertura e rugosidade superficial do solo e taxa de descarga. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, 3:199-206, 1997.
- BERTOL, I.; MELLO, E. L.; GUADAGNIN, J. C.; ZAPAROLLI, A.L.V. & CARRAFA, M.R. Nutrient losses by water erosion. **Scientia Agricola**, 60:581-586, 2003.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; GUADAGNIN, J. C.; RITTER, S. R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. II - Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, 2004a.
- BERTOL, I. B.; GUADAGNIN, J. C; CASSOL, P. C; AMARAL A. J; BARBOSA F. T. Perdas de Fósforo e Potássio por erosão hídrica em um Inceptisol sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28 n. 3 485-494, 2004b
- BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; FAVARETTO, N.; LAVORANTI, O. J. Perdas de nitrogênio via superfície e subsuperfície em sistema de semeadura direta. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 35, n. 3, set./dez. 2005.
- BERTOL, Ildegardis et al. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, 2007 .
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 4.ed. São Paulo, Ícone, 1999. 355p.
- CARVALHO, D. F.; MONTEBELLER, C. A.; CRUZ, E. S.; CEDDIA, M. B.; LANA, A. M. Q. Perdas de solo e água em um Argissolo Vermelho-Amarelo, submetido a diferentes intensidades de chuva simulada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.3, p.385-9, 2002.
- CARVALHO, E. J. M. *et al.* Comportamento físico-hídrico de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico fase terraço sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.1, p.257- 265, 1999.
- CASSOL, E. A.; LEVIEN, R.; ANGHINONI, I. & BADELUCCI, M.P. Perdas de nutrientes por erosão em diferentes métodos de melhoramento de pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 26:705-712, 2002.
- CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 117-124, 2003.
- COGO, N.P. **Effect of residue cover, tillage induced roughness, and slope length on erosion and related parameters**. 1981. 345 f. Tese de Doutorado - Purdue University, West Lafayette, 1981.
- COGO, N.P.; MOLDENHAUER, W.C. & FOSTER, G.R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 48:368-373, 1984.
- COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A.. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, 2003 .
- DALLA ROSA, A. **Práticas mecânicas e culturais na recuperação física de solos degradados pelo cultivo no solo Santo Ângelo (Latossolo Roxo distrófico)**. 1981. 138 f. Tese de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1981.
- DANIEL, T. C.; SHARPLEY, A. N.; EDWARDS, D. R.; WEDEPOHL, R. & LEMUNYON, J. L. Minimizing surface



- water eutrophication from agriculture by phosphorus management. **J. Soil Water Conserv.**, 40:30-38, 1994.
- DECHEN, S.C.F.; LOMBARDI NETO, F.; CASTRO, O.M. Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.5, p.133-137, 1981.
- FAVARETTO, N. **Gypsum amendment and exchangeable calcium and magnesium related to water quality and plant nutrition**. West Lafayette, Purdue University, 2002. 150p.
- GASCHO, G.J.; WAUCHOPE, R.D.; DAVIS, J.G.; TRUMAN, C.C.; DOWLER, C.C.; HOOK, J.E.; SUMNER, H.R. & JOHNSON, A.W. Nitrate-nitrogen soluble and bioavailable phosphorus runoff from simulated rainfall after fertilizer application. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 62:1711-1718, 1998.
- GUADAGNIN, J. C. **Perdas de nutrientes e carbono orgânico pela erosão hídrica, em um Cambissolo Húmico Alumínico léptico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo**. 2003. 150 f. Tese de Mestrado - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2003.
- GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. vol. 29, no. 22008-10-25], pp. 277- 286, 2005.
- KAMPHORST, E. C.; JETTEN, V.; GUÉRIF, J.; PITKÄNEN, J.; IVERSEN, B.V.; DOUGLAS, J.T. & PAZ, A. Predicting depression storage from soil surface roughness. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 64:1749-1758, 2000.
- KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.395- 401, 1995.
- LANGDALE, G.W.; LEONARD, R.A. & THOMAS, A.W. Conservation practices effects on phosphorus losses from Southern Piedmont watersheds. **J. Soil Water Conserv.**, 40:157-160, 1985.
- LEITE, D.; BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; SANTOS, E. J.; RITTER, S. R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. I - Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 6, 2004 .
- MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J.A. & RAMOS, M.C. The cost of soil erosion in vineyard fields of the Penedès – Anoia Region (NE Spain). **EUROSOIL**, 2004, Freiburg. Abstracts. Freiburg,, 2004.CD-ROOM.
- MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; FERREIRA, M.M.; FONSECA, S.; MASCARENHAS, G.C.C. A atual conjuntura sócio-econômica e ambiental da Região Sul e agricultura sustentável como alternativa concreta. In: UZEDA, M.C.(org.) **O desafio da agricultura sustentável: alternativas viáveis para o Sul da Bahia**. Ilhéus: EDITUS, 2004, p. 13 – 32.
- MATTIAZZO, M.E.; ANDRADE, C.A. Aplicabilidade do biossólido em plantações florestais. IV. Lixiviação de N inorgânico e toxicidade de metais pesados. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p.203-213.
- MCINTYRE, D. C. Soil splash and formation of surface crusts by raindrop impact. **Soil Science**, Baltimore, v. 85, n. 5, p. 261 – 266, 1958.
- MELLO, E. L.; BERTOL, I.; ZAPAROLLI, A. L. V. & CARRAFA, M. R. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um Nitossolo háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 901 – 909, 2003.
- MELLO, E.L. **Erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo sob chuva simulada**. 2002. 88 f. Tese de Mestrado - UDESC/CCA, Lages, 2002.
- MORAIS, L.F.B. & COGO, N.P. Comprimentos críticos de rampa para diferentes manejos de resíduos culturais em sistema de semeadura direta em um Argissolo Vermelho na Depressão Central-RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:1.041-1.051, 2001.
- OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. **Plant and Soil, Dordrecht**, v. 76, p. 319-337, 1984
- OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E.; MARCIANO, C.R.; MORAES, S.O. Lixiviação de nitrato em um Latossolo Amarelo distrófico tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. **Scientia Agricola**, v.58, p.171-180, 2001.

SCHAEFER, Carlos Ernesto Reynaud et al . Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, 2002 .

SCHICK, J. **Erosão hídrica em Cambissolo Húmico álico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo**. 1999. 114 f. Tese de Mestrado - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 1999 (Tese de Mestrado).

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O. & BALBINOT JR., A.A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico aluminico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 24:427- 436, 2000a.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BALBINOT JUNIOR, A. A. & BATISTELA, O. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico aluminico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: II. Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 24:437-447, 2000b.

SCHWAB, G.O; FANGMEIER, D.D.; ELLIOT, W.J. & FREVERT, R.K. **Soil and water conservation engineering**. 4.ed. New York, John Wiley & Sons, 1993. 507p.

SILVA, Antonio Marcos da, SILVA, Marx Leandro Naves, CURI, Nilton *et al.* Soil, water, nutrients and organic carbon losses from inceptisol and Oxisol under natural rainfall. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.40, no.12, p.1223-1230, Dec. 2005.

SILVA, J. E.; RITCHEY, K. D. Acumulação diferencial de potássio em oxissolos devido à lavagem do nutriente das plantas de milho para o solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.6, p.183- 188, 1982.

STOLTENBERG, N. L. & WHITE, J. L. Selective loss of plant nutrients by erosion. **Soil Sci. Proc.**, 17:406-410, 1953.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos, Rima, IIE, 248 p., 2003

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agricultural Handbook, 537).

ZHU, J.C.; GANTZER, C.J.; ANDERSON, S.H.; ALBERTS, E.E. & BEUSELINCK, P.R. Runoff, soil, and dissolved nutrient losses from no-till soybean with winter cover crops. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 53:1210-1214, 1989.

ZOLDAN JUNIOR, W.A. **Rugosidade superficial do solo ocasionada por uma operação de escarificação aplicada após cinco anos e meio de uso de sistemas de manejo do solo, e suas relações com a erosividade da chuva e erosão hídrica em um Nitossolo Háplico**. 2006. 100 f. Tese de Mestrado - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages. 2006.





# CAPÍTULO 6

## **A IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUA GESTÃO: UMA MINI-REVISÃO**

THE IMPORTANCE OF SOLID WASTE TREATMENT AND ITS  
MANAGEMENT: A MINI-REVIEW

**Rhayssa Alves Moraes**

**Amanda Mickelly Azevedo Vieira**

**Victor José Lopes Silva**

**Mirlla Correia Lima Lica**

## 1. INTRODUÇÃO

Ao passar dos anos, com o aumento da urbanização e industrialização, os impactos causados pelo lançamento incorreto de resíduos sólidos ocasionam diversos problemas para o meio ambiente. Nesse contexto, existem insuficiente aterros sanitários, e o mínimo de incentivo para a população sobre o descarte ideal dos resíduos sólidos.

Esta pesquisa é importante pois embasa que o planejamento adequado sobre o tratamento de resíduos sólidos urbanos e industriais, podem-se desenvolver novos estudos que trazem condições específicas sobre a finalidade de reaproveitamento ou o descarte do lixo urbano.

O gerenciamento de resíduos sólidos envolve diversos fatores, que tem ligação direta com a qualidade de vida da sociedade (MACHADO, 2012). As atividades industriais geram resíduos sólidos, no qual, necessitam de normas para seu melhor gerenciamento, assim, não geram posteriores problemas ambientais (ZAPPELINI, 2016).

A elaboração do trabalho foi feita através de revisão de literatura, no qual foi utilizado o levantamento de informações em base de dados como artigos publicados. As palavras-chave utilizadas nas buscas foram: "resíduos sólidos"; "poluição"; "compostagem"; "reciclagem".

Com esta pesquisa foi possível contextualizar os métodos mais adequados para o tratamento dos resíduos, de acordo com os aparatos científicos ao alcance no momento.

## 2. PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Ausência na implantação de gestão de resíduos sólidos pelo poder público, e o mínimo interesse nas políticas ambientais, trazem consequências diretas para a sociedade urbana, contribuindo para o aumento de lixões (PHILLIPI JR, 2001). Tratando-se, de um descaso socioambiental decorrentes da destinação inadequada dos resíduos sólidos. Vale ressaltar, que o planejamento ambiental urbano seja uma das principais estratégias para o melhor destino final do lixo urbano (PHILIPPI JR, 2001).

Segundo a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, os resíduos sólidos são definidos como "todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade". Cada tipo de resíduos possui características únicas que irão determinar todo



o seu trajeto, desde a forma como será manuseado a sua destinação final e o seu tratamento (VGRESIDUOS, 2020).

Cabe ressaltar segundo Abetre (2015), que no Brasil os resíduos sólidos ainda são um dos principais problemas ambientais. Desta forma, como em outros setores de infraestrutura, o desenvolvimento socioeconômico não foi acompanhado pela implantação de empreendimentos de tratamento e destinação de resíduos em número e tecnologia adequados.

## 2.1 Compostagem

É um processo biológico em que micro-organismos como fungos e bactérias, são responsáveis pela degradação do lixo orgânico (DE BERTOLDI; VALLINI; PERA, 1983). Visando uma alternativa sustentável para o meio ambiente a compostagem é viável para o reaproveitamento de resíduos já bastante utilizado na agricultura urbana e rural como adubo (BRASIL, 2010).

O plano nacional de resíduos sólidos, estimula-se que aumente a implantação das unidades de usinas de compostagem, auxiliando mais estratégias para o melhor reaproveitamento de resíduos sólidos, incentivando a consciência da sociedade para que realize a compostagem doméstica (BRASIL, 2010).

## 2.2 Reciclagem

No processo de reciclagem, consiste na educação ambiental, cultural que enfatiza na transformação e no reuso de resíduos. Além de preservar o meio ambiente, reduz o fluxo de lixo, no qual, seria jogado de maneira incorreta. Tal, que, colabora para a diminuição significativa da poluição do solo (ABIPET, 2009).

## 2.3 Gerenciamento de resíduos sólidos industriais

Os resíduos sólidos provenientes das indústrias, são caracterizados pelo plano de gerenciamento, no qual, no processo alguns produtos podem ser reaproveitados, mas em consequência outros são chamados de rejeitos. Tal, que, não tem valor econômico (PHILLIPI JR., 2005, p.272). Podemos analisar, na figura 1, o processo da destinação dos produtos na indústria.

**Figura 1:** Diagrama esquemático

Fonte: Phillipi Jr., 2005, p.272.

A entrada do processo, começa com as atividades humanas, logo após a divisão entre o produto e o subproduto, já no final da escala, observa-se a separação o que é reaproveitado e ao contrário teremos os rejeitos (PHILLIPI JR., 2005, p.272).

### 3. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LOGÍSTICA REVERSA

A gestão de resíduos vem criar um conjunto de procedimentos apropriados nas etapas de coleta, armazenamento transporte e tratamento, sua destinação final e sua disposição final desde que seja ambientalmente adequada, e também tem como objetivo reduzir de forma significativa a produção de resíduos, pretendendo que a qualidade ambiental e a preservação da saúde pública sejam preservada (ANVISA, 2018).

Uma boa gestão de resíduos é de extrema importância para as empresas, tornando essencial para minimizar ou até mesmo acabar com os impactos que os resíduos acabam causando ao meio ambiente ou aos indivíduos (ANDRADE; AL-CÂNTARA, 2016).

Devido ao grande aumento de consumo nos dias atuais, como em efeito cascata o volume de resíduos sólidos sobe gradativamente, e por isso os aterros sanitários vão abarrotando resíduos até não poder mais, com uma coleta seletiva adequada recuperar resíduos que ainda tem alguma utilidade, logo que a reutilização desses produtos minimizam a exploração de recursos naturais (BRK AMBIENTAL, 2021).

As empresas devem criar planos estratégicos de gestão para lidar com esses resíduos, uma vez que a comunidade e as empresas são responsáveis por esses resíduos então gerados, como essencial meio de gestão de resíduos temos a logística reversa.

A logística reversa é um é aglomerado de procedimentos e processos de recolher produtos e dar o devido encaminhamento de pós venda ou pós consumo para o setor empresarial, para então serem reaproveitados ou terem sua destinação apropriada (PEREIRA, 2013). As empresas devem criar mecanismos para a coleta de seus produtos após o uso pelo consumidor, e sua coleta deve ser independente do serviço de coleta pública de limpeza urbana, como prevê o artigo 33 da lei 12.305 de 2 agosto de 2010 (BRASIL, 2010).

### 3.1 Tipos de logística reversa

**Logística reversa pós consumo:** Esse sistema é o mais empregado nas empresas hoje em dia, já que ele se trata da restituição de um produto já utilizado, para usarmos como exemplo de logística reversa pós consumo, são os pneus inservíveis que podem ser reutilizados na fabricação de asfalto, em 2016 pavimentações realizadas pela concessionária Ecovia utilizaram quase 1,7 mil toneladas de Asfalto borracha (FAGUNDES; CORREA, 2020).

Os pneus inservíveis desde 1999 que foi o ano de criação do programa até o ano de 2019, por volta de 5,23 milhões de toneladas de pneus inservíveis tiveram tanto sua coleta com destinação de forma apropriada, isso em volumes seria aproximadamente 1,04 bilhões de pneus de carro de passeio. Houve um aumento na coleta dos pneus inservíveis nos municípios brasileiros onde esse aumento foi de 576 em 2010 para 1053 pontos de coleta no ano de 2019, além desse crescimento logístico os pneus recuperados também tiveram um aumento significativo de 50,96%, que em toneladas foi de 312.200 em 2010 para 471.000 toneladas em 2019. (ABRELPE, 2019).

**Figura 2:** Evolução de pneus inservíveis coletados corretamente destinados no Brasil (Ton × Mil)



Fonte: Reciclanip (2019)

Outra forma de reaproveitamento dos pneus inservíveis são as cimenteiras, no Brasil 64% dos pneus que são coletados, são utilizados na produção de cimento, não só estão reaproveitados os pneus mas também reduzem os custos com energia que para esse modelo de produção que é tão indispensável, à grande serventia do reaproveitamento nesse tipo de processo é que se usa o pneu por inteiro na queima tornando assim o grande aliado no destino final desse produto.

**Logística reversa pós venda:** Esse tipo de logística é a devolução dos produtos que vieram a não atender o que os clientes esperavam com por exemplo o pedido errado, produto defeituoso ou simplesmente arrependimento, sendo assim a empresa apenas recupera o produto, onde esse produto coletado é utilizado em uma nova venda (OLIVEIRA, 2015).

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como vimos no decorrer do artigo, percebemos a importância dos tratamentos de resíduos sólidos e sua gestão, que por meio tanto da logística reversa como de mecânicos de tratamento de resíduos, a reciclagem por exemplo ajuda tanto ambientalmente como socialmente e também economicamente, podemos ver também como o Brasil ainda que devagar vai dando seus passos para um tratamento adequados de seus resíduos, sendo assim deve cada vez mais ter positivas novas e atualizadas com a realidade atual para que as empresas possam ter mais controle na gestão dos resíduos sólidos bem como campanhas para conscientizar a sociedade sobre como se fazer uma destinação final correta.

## Referências

- ABETRE, Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos. São Paulo – SP, 2015. **A importância da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos.** Disponível em: [http://www.abetre.org.br/a\\_abetre/opiniao/a-importancia-dainfraestrutura-de-destinacao-de-residuos-solidos](http://www.abetre.org.br/a_abetre/opiniao/a-importancia-dainfraestrutura-de-destinacao-de-residuos-solidos). Acesso em 06/nov/2021.
- ABRELPE. **Gestão adequada dos resíduos sólidos.** 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 31 out. 2021.
- ABIPET. **4º Censo da Reciclagem de PET no Brasil.** São Paulo, 2009.
- ANDRADE, Ayslann Todayochy Siqueira; ALCÂNTARA, Roselene Lucena. Resíduos Sólidos Urbanos e Impactos Socioambientais no Bairro “Lagoa do Ferreiro”, Assu/RN. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 16-31, 2016.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 222 de 28 de março de 2018: Dispõe sobre os requisitos de Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde. **Diário Oficial da União**, 2018.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Brasília: Casa Civil. 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Manual para Implantação de Compostagem e de Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos.** Brasília, 2010.
- BRK AMBIENTAL. Descarte incorreto de lixo: entenda por que é preciso mudar esse cenário no país. 2021. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/descarte-de-lixo-2/>. Acesso em: 10 nov 2021.
- DE BERTOLDI, M; VALLINI, G.; PERA, A. The biology of composting: a review. **Waste Management and Resource**, vol. 1, n. 2, p. 157-176, 1983.
- FAGUNDES, Fernando Dantas; CORREA, Willian; USO DA BORRACHA DE PNEUS NA PAVIMENTAÇÃO COMO





ALTERNATIVA ECOLOGICAMENTE VIÁVEL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. Anais do 3º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsona. 2020; 745-768.

PHILIPPI JUNIOR, A.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C. (2004) **Curso de gestão ambiental**. Barueri: Manole. Acesso em: 05 nov 2021.

PHILIPPI JR., A. (Ed.). **Saneamento, saúde e Ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005. 842p. (Coleção Ambiental, 2).

MACHADO, Paulo Affonso Leme. Princípios da política nacional de resíduos sólidos. **Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região**, v. 24, n. 7, p. 25-33, 2012.

OLIVEIRA, L. da S. **Lógica reversa no varejo**: construindo relações nas diferentes modalidades-produtos, embalagens e resíduos pós-consumo. 2015.

PEREIRA, Renan Carlos Correia et al. **Logística reversa e a política nacional de resíduos sólidos**. 2013.

VGRESIDUOS. **Conheça algumas tecnologias para tratamento de resíduos sólidos**. 2020. Disponível em <<https://www.vgresiduos.com.br/amp/blog/conheca-algumas-tecnologias-para-tratamento-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 03 nov. de 2021.

ZAPPELINI, Julia Coelho. **Estudo do gerenciamento de resíduos sólidos de uma empresa de embalagens plásticas em Criciúma, SC**. 2016.



# CAPÍTULO 7

## **A IMPORTÂNCIA DAS RELAÇÕES ECOLÓGICAS NO ECOSSISTEMA: UMA REVISÃO**

THE IMPORTANCE OF ECOLOGICAL RELATIONS IN THE ECOSYSTEM: A  
REVIEW

**Dyego Mafra Boaes**

**Mauricio de Sousa Pinheiro**

**Kercia Priscila Ferreira Godinho**

**Pablo Jorge Pires Bastos**

## Resumo

O presente artigo trata das interações ecológicas Interespecíficas e Intraespecíficas com o objetivo de levantar teorias e consolidar de forma intuitiva a importância dessas relações no ecossistema. Foram utilizados dados de obras diferentes como livros, artigos científicos e monografias na busca de entender a importância dessas relações ecológicas, em nossa pesquisa exploratória analisamos as formas de interação entre espécies diferentes e espécies iguais, como também as razões que exercem influência nessas interações. Encontramos exemplos variados de interações harmônicas e desarmônicas onde os seres mantêm relações que beneficiam a ambos ou somente uma das partes, exemplos esses que nos incentivaram a continuar buscando por resultados. Vale destacar que todas as interações podem ser encontradas no ecossistema classificado por Robert Wittaker, como os cinco reinos.

**Palavras Chaves:** Relações Ecológicas, Interações Biológicas, Ecossistema.

## Abstract

This article deals with Interspecific and Intraspecific ecological interactions, aiming to raise theories and intuitively consolidate the importance of these relationships in the ecosystem. Data from different works such as books, scientific articles and monographs were used in order to understand the importance of these ecological relationships, in our exploratory research we analyzed the forms of interaction between different species and the same species, as well as the reasons that influence these interactions. We found varied examples of harmonic and disharmonious interactions where beings maintain relationships that benefit both or only one of the parties, examples that encouraged us to continue looking for results. It is worth noting that all interactions can be found in the ecosystem classified by Robert Wittaker as the five kingdoms.

**Keywords:** Ecological Relations, Biological Interactions, Ecosystem.



## 1. INTRODUÇÃO

As relações ecológicas são todas as interações entre organismos no ecossistema considerando as interações entre organismos de mesma espécie e entre espécies diferentes (RESENDE; ROSINKE; WOBETO, 2021). Podendo demonstrar uma relação harmônica, quando a interação tende a ser benéfica para ambos, e desarmonica, quando a interação tende a beneficiar apenas um lado (SABAGH, 2014).

Mas essas interações são realmente importantes? De modo a entender se realmente são importantes, deve-se analisar cada interação e fazer uma correlação para entender sua importância.

O presente artigo aponta as interações e como elas se comportam no ecossistema de forma a entender seus benefícios e malefícios. Com base em uma pesquisa exploratória usando outros artigos, buscamos demonstrar qual a importância das relações ecológicas.

## 2. METODOLOGIA

No desenvolvimento da metodologia foi elaborada uma revisão narrativa de literatura e/ou revisão bibliográfica sobre a temática exposta, buscando o levantamento de dados para somar ao conteúdo apresentado. Foi revisado os livros, artigos, leis e revistas científicas sobre os assuntos correlacionados ao tema abordado.

O intervalo de tempo dos artigos pesquisados foram os trabalhos e livros disponibilizados nos últimos 30 anos e as palavras chaves utilizadas nas buscas serão: Meio ambiente, botânica, ecologia e relações intraespecíficas e interespecíficas.

## 3. AS RELAÇÕES ECOLÓGICAS

As interações acontecem de modo a beneficiar ou prejudicar o organismo da comunidade, onde a estrutura depende das interações ecológicas no seio dessa interação (MOREIRA, 2015), ou seja, podendo ser, harmônicas ou desarmonicas entre os organismos. De modo que essas interações podem ocorrer como intraespecífica e interespecífica.

No que diz respeito as relações harmônicas interespecífica se pode afirmar que são relações benéficas para ambos os indivíduos envolvidos onde os mesma são de espécies diferentes, essas influências positivas circundam-se sob alguns aspec-



tos do indivíduo envolvido, principalmente em relação sobrevivência e reprodução (LOTUFO, 2021).

Lotufo (2021) continua que para as relações intraespecífica harmônica não possui uma definição tão distante das relações interespecífica harmônica, tomando aqui como principal ponto de diferença o quesito da espécie, onde na intraespecífica o conceito se aplica para os indivíduos de mesma espécie, conforme Figura 1.

**Figura 1:** Matriz de exemplo de relações ecológicas.

RELAÇÃO ECOLÓGICA	RELAÇÃO INDIVÍDUO	EXEMPLO
Relação harmônica interespecífica	Mutualismo, protocooperação, comensalismo, inquilinismo	Algas e fungo; gados aliviados de parasitas por passáros;tubarão e rêmola; bromélias e orquídeas.
Relação harmônica intraespecífica	Colônia	Colônias de cnidários
Relação desarmônica interespecífica	Competição; predatismo; parasitismo; amensalismo	Competição por territórios; leão e zebra; piolho e homem; fungos e bactérias.
Relação desarmônica intraespecífica	Competição; canibalismo	Competição por territórios; aranha viúva-negra.

**Fonte:** Autores (2021).

As Interações que ocorrem no ecossistema podem ser harmônicas ou desarmônicas (RESENDE; ROSINKE; WOBETO, 2021). Na natureza alguns organismos estabelecem um ciclo de relações ecológicas, algumas podem ser benéficas, e outras podem ser prejudiciais, como por exemplo as parasitárias, ou seja, afetam o outro ser para benefício da própria sobrevivência, podendo até causar a morte de outro ser vivo (QUESADO; DOS SANTOS RIOS, 2009). Estas relações podem ocorrer em organismos da mesma espécie (intraespecífica) ou em outras espécies (interespecíficas).

### 3.1 Algumas das principais relações intraespecíficas

#### Colônia

É um conjunto de organismos da mesma espécie, onde ambos necessitam de uma relação intraespecífica para viverem (PELLISSARI; TEIXERA, 2013). Tendo como principal característica a harmonia entre as espécies e sua anatomia. Um exemplo de colônia seriam os corais (Figura 2).



Figura 2: Vida marinha nos recifes



Fonte: BiologiaNet (2020)

## Sociedade

É um tipo de população uma unidade biológica organizada de modo cooperativo com divisão de trabalho sendo uma interação harmônica (ALMEIDA; SCHIMIN, 2016), como por exemplo: colônias, as abelhas e as formigas.

## Competição

Sendo de característica desarmônica e prejudicial para ambos os lados, a competição acontece em razão da necessidade no âmbito entre organismos, geralmente dada por limitações de recursos. Visto que a competição ocorre quando um organismo tende a ser excluído do âmbito por falta de recursos capturado por outro organismo (KEDDY, 2001; GRACE; TILMAN,1990).

## Canibalismo

Relação ecológica caracterizada pela prática de organismos se alimentarem de outros organismos de mesma espécie. Geralmente acometido por escassez de recursos. Fato comprovados por Buddle (1984), o crescimento desigual ou o uso



de recursos desigual, tem como consequência a prática do canibalismo de algumas espécies.

## Neutralismo

Para Hubbell (2005) que fala sobre “A teoria Neutra da Biodiversidade” que todos os organismos têm as mesmas necessidades ecológicas e compartilham das mesmas características, mesmo sendo de espécies diferentes, gerando assim uma neutralidade nessa interação.

## 3.2 Algumas das principais relações interespecíficas

### Simbiose

Segundo Huff et al. (1958), simbiose corresponde as relações entre espécies, onde ambas espécies são beneficiadas, há três formas de simbiose: amensalismo, comensalismo, mutualismo e predatismo. Além disso, as interações por simbiose podem ser classificadas em obrigatórias e harmônicas, isso depende da necessidade de cada espécie, os principais motivos são necessidade de abrigo, locomoção, alimentação ou sustentação.

### Amensalismo

Segundo Figueiredo et al. (2020) amensalismo, também chamada antibiose, é uma relação interespecífica de aspecto negativo ou desarmônico, entre inibidor e amensal, os que liberam substâncias que prejudicam o crescimento e desenvolvimento de outra espécie e os que são afetados, respectivamente.

### Mutualismo e Protocooperação

Segundo Conti (2012) a associação por mutualismo, ocorre entre espécies diferentes onde um organismo vive de modo intracelular ou extracelular, sendo essencial para a sobrevivência de ambas as espécies. Esta relação pode ser encontrada em organismos terrestres e aquáticos, por exemplo: as plantas + organismos endófitos (fungos e bactérias) e esponjas marinhas + fungos. Além de ser uma relação harmoniosa que beneficia a ambas as espécies, alguns organismos simbiotes possuem grande relevância para a produção de produtos naturais bio-



ativos, como os insetos e microrganismos que possuem grande habilidade para a produção de substâncias químicas que são utilizadas pela indústria farmacêutica na produção de fármacos.

A Protocooperação ou mutualismo facultativo ambas as espécies são beneficiadas e conseguem sobreviver separadamente. Já o mutualismo é uma interação obrigatória, porque as espécies não conseguem sobreviver separadamente.

Figura 3. Exemplo de mutualismo as bactérias fixadoras de nitrogênio



Fonte: Brasil Escola (2021)

## Comensalismo

De acordo com Almeida e Schimin (2016). O comensalismo trata das interações onde uma espécie se beneficia da interação e a outra não é prejudicada nem beneficiada, podemos citar como exemplo os seres humanos e aves de rapina (urubus), onde os restos de alimentos descartados em locais inapropriados servem de alimento para esses animais. O tipo de benefício pode ser alimentação, abrigo, locomoção ou suporte.

## Parasitismo

Sua característica está correlacionada ao comensalismo, só que de forma desarmônica, dito que ao invés de se alimentar de sobras ou do que não é de interesse do hospedeiro, o parasita se alimenta diretamente de algo essencial no hos-

pedreiro (CASSINI, 2005).

Em resumo é o ato de um organismo que vive na superfície ou no interior de outro organismo vivo, usando o hospedeiro como fonte de recurso (PANTOJA et al., 2015).

## Predatismo

A predação é uma forma de interação ecológica onde determinado animal se alimenta de outro, como exemplos podemos citar: os sapos que se alimentam de insetos e os jacarés que comem de tudo, até mesmo outros jacarés (PINTO-CO-ELHO, 2009). No primeiro momento pode parecer cruel, mas este tipo de relação possui um papel importante na manutenção do equilíbrio ecológico.

Figura 4. Sapo predando um inseto.



Fonte: Sonhos (2020)

A importância da predação para manutenção do equilíbrio ecológico está relacionada ao controle populacional de presas e predadores (PRADO; ZUKOVSKI, 2018).

A predação, é normalmente regulada por abundância, facilidade de captura e a qualidade das presas, bem como a eficiência do predador (RICKLEFS, 2010).

Vale destacar que a condição ambiental do habitat das espécies também tem um papel importante, em condições favoráveis como em tempos de chuva, as plantas se desenvolvem mais facilmente aumentando a oferta de alimento para os animais herbívoros (presas), que aumenta a quantidade de predadores (AMARANTE; RAGOZO; SILVA, 2014). Tudo está interligado e oscila de tempos em tempos, em condições desfavoráveis ocorre o inverso do processo citado.

## 4. CONCLUSÃO

A partir do estudo podemos perceber as diversas formas de interações ecológicas existentes na biosfera. As formas de interação que ocorrem no ecossistema são muito importantes e necessárias para o equilíbrio do ecossistema. O maior ecossistema que existe é a biosfera, nela estão presentes tanto seres abióticos como os bióticos, com diferentes níveis tróficos. O ecossistema é um sistema complexo, muito organizado, e bem estruturado tudo envolve várias redes, existe competição, a procura por espaço, a cadeia alimentar.

## Referências

- ALMEIDA, Luciane Maciel; SCHIMIN, Eliane Strack. **O USO DE IMAGENS EM BIOLOGIA: estratégia didática para o estudo das relações ecológicas entre os seres vivos.** 2016.
- AMARANTE, Alessandro Francisco Talamini do; RAGOZO, Alessandra; SILVA, Bruna Fernanda da. **Os parasitas de ovinos.** 2014.
- BIOLOGIANET. **Colônias.** 2020. Disponível em: <https://www.biologianet.com/ecologia/colonias.htm> . Acesso em: 27 nov 2021
- BRASIL ESCOLA. **Mutualismo.** 2021. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/mutualismo.htm>. Acesso em: 27 nov. 2021
- BUDDLE, R., Androgen induced Sex inversion of *Oreochromis niloticus* Trewavas hybrid fry stocked into cages standing in earthen pond. **Aquaculture**, Amsterdam, v.40, n. 2, p. 233-239, 1984.
- CASSINI, Sérgio Túlio. **Ecologia: conceitos fundamentais.** 2005.
- GRACE, J. B.; TILMAN, D. **Perspectives on Plant Competition.** [s.l.] Academic Press, Inc., 1990.
- HUBBELL, Stephen P. Teoria neutra em ecologia de comunidades e a hipótese de equivalência funcional. **Ecologia funcional**, v. 19, n. 1, pág. 166-172, 2005.
- HUFF, Clay G. et al. An approach toward a course in the principles of parasitism. **The Journal of parasitology**, v. 44, n. 1, p. 28-45, 1958.
- KEDDY, P. A. **Competition.** 2. ed. [s.l.] Springer Netherlands, 2001.
- LOTUFO, T. M. C. **Interações ecológicas.** 2021. Disponível em: <http://www.io.usp.br/index.php/infraestrutura/museu-oceanografico/29-portugues/publicacoes/series-divulgacao/vida-e-biodiversidade/821-interacoes-ecologicas>. Acesso em: 09 nov. 2021
- MOREIRA, Catarina. Interações Ecológicas. **Revista de Ciência Elementar**, v. 3, n. 1, 2015.
- PANTOJA, L. D. M.; PAIXÃO, G. C.; DE BRITO, E. H. S.; MOURÃO, C. I. **Princípios de Parasitologia** 2ª edição, p. 10, 2015.
- PELLISSARI, Mariana; TEIXEIRA, Tarcisio Miguel. ECOLOGIA BÁSICA. **Educere-Revista da Educação da UNIPAR**, v. 13, n. 1, 2013.
- PINTO-COELHO, Ricardo Motta. **Fundamentos em ecologia.** Artmed Editora, 2009.
- PRADO, Luana Elizabeth Pinheiro Antunes; ZUKOVSKI, Luciana. A importância da conservação de lepidópteros para os processos ecológicos. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 28, n. 54, p. 69-78, 2018.
- QUESADO, Letícia Barbosa; DOS SANTOS RIOS, Elizabeth. **Interações ecológicas nos livros didáticos do ensino médio.** Monografia de Pós-Graduação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,



RJ, Brasil, 2009.

RESENDE, Tarcísio Renan Pereira Sousa; ROSINKE, Patrícia; WOBETO, Carmen. ESTUDO DAS RELAÇÕES ECOLÓGICAS EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA MEDIADA PELAS TIC. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, 2021.

RICKLEFS R.E. **Economia da Natureza**. 503 p. 6ª ed Guanabara Koogan 2010.

SABAGH, Leandro Talione et al. Interações entre anuros, bromélias e a comunidade bromelícola associada em três unidades de conservação no Estado do Rio de Janeiro. 2014.

SONHOS. **Sonhos com sapos**. 2020. Disponível em: <https://www.sonhos.com.br/sonhar-com-sapo>. Acesso em: 27 nov. 2021



# AUTORES<sup>1</sup>

---

1 Currículo via Lattes / LinkedIn



## **Alan Rodrigo Sorce**

Mestrando em Ciências e Engenharia dos Materiais, Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, e Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas, Campus Poços de Caldas. Fez pesquisas na área de bio-remediação de terras contaminadas na Universidade de Glasgow pelo Programa Ciências se Fronteiras. Realizou formação pedagógica complementar em Física pela Unifran. Trabalha como professor de idiomas na rede privada e voluntário.

## **Amanda Mickelly Azevedo Vieira**

Graduação em Engenharia Química pela Faculdade Pitágoras, São Luís-MA.

## **Arielle da Rosa Sousa**

Graduada no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Pelotas. Possui 2 anos de experiência em análises laboratoriais e pesquisa científica através de estágio em laboratório de análise de resíduos sólidos e educação ambiental (Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade - NEPERS), sendo bolsista de Iniciação Científica - CNPq em projetos de extensão e pesquisa nas áreas de compostagem, educação ambiental e resíduos de serviço de saúde. Nível B2 no Quadro Comum Europeu de Referência para Línguas, obtido através da realização do TOEFL ITP com pontuação de 583 realizado em 08/12/2018.

## **Carmino Hayashi**

Possui Licenciatura Plena em Ciências Biológicas (USP), Mestrado em Zootecnia (UNESP) e Doutorado (UFSCar). Também é Bacharel em Administração Pública (UFSJ), Graduado em Gestão Empresarial (FATEC), Licenciado em Pedagogia e atualmente cursa Bacharelado em Direito. Possui Especialização em Design Instrucional para EaD (UNIFEI), Especialização em Planejamento, Implementação e Gestão da EaD (UFF), Especialização em Gestão Pública Municipal (UFSJ) e Especialização em Mídias na Educação (UFSJ). Publicou isoladamente ou em parceria 199 artigos completos em periódicos indexados, 17 capítulos de livro, 37 textos em jornais, 403 trabalhos em resumos/anais de congressos, além da organização e edição de quatro livros. Orientou 82 alunos em nível de graduação, pós-graduação e pós-doutorado, além de diversos outros estagiários. Participou em 102 bancas examinadoras de graduação e pós-graduação e em 45 bancas de processos seletivos e concursos públicos. Foi Professor Titular na Universidade Estadual de Maringá, onde exerceu cargos de Diretoria, Chefia e Conselhos; além de docente no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Foi pesquisador científico do CNPq (1B), entre 1991 e 2010; tendo atuado posteriormente como Professor Professor Visitante Nacional



Sênior - CAPES/MEC na UFTM, Uberaba/MG, entre 2010 e 2014 e como Professor Visitante Sênior na Universidade Federal de Alfenas entre 2018 e 2020. No início de carreira (1977-1988), foi professor na Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, além de ter atuado também na área de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente em órgãos públicos. Atualmente é Professor credenciado no PPG em Ciências Ambientais e no PPG em Ciência e Engenharia Ambiental, ambos na UNIFAL, assim como no PPG em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, da UFSCar; além de Consultor Científico em vários Institutos, Fundações e Entidades relacionadas à Ciência e Tecnologia e de diversas Revistas Científicas nacionais e internacionais. As principais linhas de pesquisas, ensino e extensão são relacionadas as áreas de Ecologia e Recursos Naturais; Meio Ambiente; Gestão, Políticas Públicas e Sustentabilidade (Educativas e Socioambientais); Aquicultura Sustentável; assim como em Educação, Ciência e Tecnologia (Novas Tecnologias Educativas).

### **Caroline Terra de Oliveira**

Graduada em História Licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG (2003) e Pedagogia pela Universidade Luterana do Brasil - ULBRA (2013). Especialista em Sociedade, Política e Cultura do Rio Grande do Sul pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG (2004). Mestre em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG (2008). Doutora em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG (2013). Na Educação Básica, foi professora de História no Ensino Médio e nos Anos Finais do Ensino Fundamental na Secretaria da Educação do Rio Grande do Sul. Atualmente, é professora Adjunta do Departamento de Ensino da Faculdade de Educação na Universidade Federal de Pelotas. Integra o grupo de pesquisa Filosofia, Educação e Práxis Social (FEPráxis/UFPel). Temáticas de interesse: Educação e mundo do trabalho, Educação Ambiental, Educação Popular, Ciências da Natureza na Educação Infantil e nos Anos Iniciais.

### **Dyego Mafra Boaes**

Graduação em Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras, São Luís-MA.

### **Eliana Cristina da Silva Rigo**

Possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1989), mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais - Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa) pela Universidade Federal de São Carlos (1995) e doutorado em Ciência e Engenharia dos Materiais - Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa) pela Universidade Federal de São Carlos (2001). Projeto Jovem Pesquisador pela FAPESP desenvolvido na Universidade São Francisco - Itatiba (2004-2007). Professora doutora da Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Básicas, campus de Pirassununga - SP (2007). Experiência na área de Materiais, com ênfase em Biomateriais e Materiais Biocompatíveis, Materiais Cerâmicos e



Poliméricos, atuando principalmente nos seguintes temas: biossensores, biocerâmica, fosfato de cálcio, cimentos de fosfatos de cálcio, hidroxiapatita, recobrimento biomimético, membranas poliméricas (gelatina e quitosana), materiais com características bactericidas.

### **Elisamara Caldeira do Nascimento**

Atualmente é professora da Universidade Estadual de Mato Grosso (UNEMAT), formada em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e como Técnica em Alimentos pela Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista (IFMG). Realizou Mestrado em Fitotecnia pela UFRRJ. Desenvolveu sua Dissertação em Fixação Biológica de Nitrogênio em soja, trabalhando com seleção de bactérias e potencial de Fixação Biológica de Nitrogênio. Realizou o Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo, com ênfase em Fertilidade e Manejo Sustentável do Solo em áreas de produção orgânica da Baixada Fluminense com estágio desenvolvido na Universidad de Buenos Aires (FAUBA), no laboratório de química e fertilidade do solo. Atuou como docente no Curso de Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e é pesquisadora associada ao Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical da UFMT. Possui experiência em linhas relacionadas à fisiologia da produção, microbiologia do solo, fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes, sistemas de produção sustentáveis, agricultura urbana e periurbana.

### **Érico Kunde Corrêa**

Professor Associado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Pelotas. Professor do PPG em Ciências Ambientais do Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas e do PPG em Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da UFPel. Coordenador do Laboratório de Resíduos e Ecotoxicologia (CEng - UFPel). Atua como revisor de periódicos científicos nacionais e internacionais. Atua no desenvolvimento de produtos e processos para valorização de resíduos. Coordenador do Grupo de Gestão de Resíduos Sólidos.

### **Frederico Augusto Massote Bonifácio**

Possui graduação em Direito pela Faculdade de Direito de Varginha (2012). Pós Graduação em Direito Médico pela Faculdade de Direito de Varginha (2015). Especialista em Direito Ambiental. Mestrado em Ciências Ambientais. Atualmente é Diretor de Controle Processual na Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais SEMAD. Tem experiência na área de Direito, com ênfase em Direito Ambiental.



## **Jayne da Silva Andrade**

Acadêmica de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Pelotas. Atualmente sou colaboradora do Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade (NEPERS), tenho experiência com projetos de ensino, pesquisa e extensão nas áreas de: resíduos de serviços de saúde, resíduos agroindustriais, compostagem, educação ambiental e cooperativas de materiais recicláveis.

## **João Paulo Moraes Rabelo**

Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (2018) e mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas (2021). Atualmente, doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, pela mesma universidade. Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em Políticas Públicas de Recursos Hídricos.

## **Karine Fonseca de Souza**

Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Pelotas, bolsista de iniciação científica da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM) e atua como voluntária no Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão de Resíduos e Sustentabilidade (NEPERS) desenvolvendo atividades laboratoriais, projetos de extensão nas áreas: resíduos de serviço de saúde e projeto de pesquisa com higienizadores sobre gerenciamento de resíduos sólidos de instituições de ensino superior.

## **Kercia Priscila Ferreira Godinho**

Graduação em Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras, São Luís-MA.

## **Luana Pinto Bilhalva Haubman**

Graduada em Pedagogia pela ULBRA em 2010. Aperfeiçoamento em Educação Ambiental pela UFPel. Atualmente atua junto ao Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade - NEPERS - UFPel. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas. Linhas de atuação: educação ambiental. ensino infantil. metodologias ativas. sustentabilidade na escola.

## **Lucas Lourenço Castiglioni Guidoni**

Possui graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Pelotas (2016) e mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Pelotas (2019).



## **Luciara Bilhalva Corrêa**

Possui graduação em Economia Doméstica pela Universidade Federal de Pelotas (1999). Mestrado em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande (2005). Doutorado em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande (2009). Professora Associada da Universidade Federal de Pelotas. Coordena o Laboratório de Educação Ambiental e o Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade. Atua nos Programas de Pós-Graduação nível Lato Sensu - Especialização em Educação Ambiental, e Stricto Sensu - Mestrado em Ciências Ambientais e Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais. Integra a Rede Brasileira de Educação Ambiental e a Rede Sul Brasileira de Educação Ambiental. Pesquisas relacionadas aos temas: consumo sustentável, família, criança, catadores, saneamento, educação ambiental na escola, universidade, educação ambiental no âmbito não-formal, gerenciamento de resíduos sólidos domésticos, coleta seletiva, resíduos sólidos de serviços de saúde, higienização, qualidade de vida, sustentabilidade.

## **Lúcio André de Oliveira Fernandes**

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Pelotas (1986), especialização em economia, pela mesma universidade (1994), mestrado em Economics of Environment and Development no Institute for Development Policy and Management (1999) e PhD em Development Policy and Management no mesmo instituto da Universidade de Manchester, Inglaterra (2004). Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Pelotas. Tem experiência na área de economia, com ênfase em economia rural e economia e meio ambiente. Os temas de interesse são: agricultura familiar, agroecologia, economia ecológica e economia solidária.

## **Maiara Moraes Costa**

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel. Atualmente aluna regular do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

## **Marcos Maruo Maruian**

Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT.

## **Marcos Vinicius Vieira Caglieri**

Graduando em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas – MG.



## **Matheus Francisco da Paz**

Possui Graduação em Química de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas (2010), Especialização em Ciências e Tecnologias na Educação pelo Instituto Federal Sul-Rio-Grandense Campus Pelotas Visconde da Graça (2020), Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Pelotas (2012). Possui experiência na área de segurança alimentar, panificação, sub-produtos e resíduos da agroindústria orizícola, reuso de sub-produtos e resíduos sólidos. Possui doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFPel (2017). Foi professor substituto do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense no campus Pelotas - Visconde da Graça, atuando nos cursos técnicos em Alimentos e Agroindústria, bem como nos cursos superiores de Agroindústria e Viticultura e Enologia, nos seguintes segmentos: Tecnologia de Produtos de Origem Animal, Microbiologia de Alimentos, Fundamentos da Química de Alimentos, Higiene e Segurança na Agroindústria, Operações Unitárias e Bioquímica Aplicada à Enologia. Também foi professor do projeto estratégico Desafio da Universidade Federal de Pelotas na área de química, subárea química orgânica, professor da Disciplina de Cardápios Saudáveis do Curso Técnico de Alimentação Escolar (IFSul) e da Disciplina de Tratamento de Resíduos e Efluentes do curso técnico em Agroindústria do Departamento de Educação à Distância do IFSul Campus Visconde da Graça. Atualmente é Graduando do Curso Superior em Gastronomia da Universidade Federal de Pelotas e responsável técnico da empresa ST Franco.

## **Mauricio de Sousa Pinheiro**

Graduação em Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras, São Luís-MA.

## **Mery Luiza Garcia Vieira**

Possuo graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande (2012), mestrado (2014) e doutorado (2018) em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande. Atuei como Professora substituta no Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas (2019). Atuo em Projetos que abrangem os seguintes temas: Operações Unitárias, Aproveitamento de rejeitos, Recobrimento de partículas, Tratamento de efluentes e Adsorção. Atualmente atuo como mentora acadêmica.

## **Mirlla Correia Lima Lica**

Graduação em Engenharia Química pela Faculdade Pitágoras, São Luís-MA.





## **Naiara Diniz Garcia**

Graduada em Direito pela Universidade José do Rosário Vellano, campi Alfenas/MG. Especialista em Ciências Penais pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal e em Civil e Processo Civil pelo Centro Universitário do Instituto do Ensino Superior/COC . Mestra em Direito com ênfase em Constitucionalismo e Democracia pela Faculdade de Direito do Sul do Minas. Doutoranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas- UNIFAL. Atuou como conciliadora voluntária do Tribunal de Justiça de Minas Gerais nas comarcas de Alfenas/MG e Arcos/MG. Atuou como docente na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/PUCMINAS. Atuou como supervisora de estágio no Núcleo de Prática Jurídica e Judiciária da Universidade José do Rosário Vellano. Advogada.

## **Oscarlina Lúcia dos Santos Weber**

Possui Graduação em Agronomia e em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT (1979), Mestrado (1984) e Doutorado (2000) em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP. Engenheira Agrônomo (1979 a 2008) da UFMT. Atualmente é Professora Associada da UFMT. Ministra disciplinas nos cursos de Graduação de Agronomia e de Zootecnia da Faculdade Agronomia e Zootecnia. Leciona disciplinas e orienta no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical atuando na área de Recursos Naturais. Foi Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (Mestrado e Doutorado) da UFMT no período de 2019 a 2021.

## **Pablo Jorge Pires Bastos**

Graduação em Engenharia Ambiental pela Faculdade Pitágoras, São Luís-MA.

## **Rhayssa Alves Moraes**

Graduação em Engenharia Química pela Faculdade Pitágoras, São Luís-MA.

## **Roberta Langlois Massaro**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. Possui graduação em Direito pela Faculdade Anhanguera de Pelotas(2013). Atualmente é Advocacia Geral da MPB-Advocacia e Consultoria Jurídica.

## **Sylma Carvalho Maestrelli**

Professora Associada da Universidade Federal de Alfenas desde 2009, atuando no BICT e nas Engenharias. Graduação em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos, mestrado e doutorado em Ciência e Engenharia dos Materiais



(DEMa-UFSCar) e especialização em Engenharia Cerâmica pelo Centro Cerâmico de Bolonha - Italia. Desde 2010 atua no PPGCEM da mesma universidade, desenvolvendo projetos nas seguintes áreas: Produção de cerâmicas porosas aplicadas à despoluição de águas (semicondutores) e de suportes de reatores para imobilização enzimática. Pesquisas envolvendo Nanotecnologia, Moagem de alta energia, flash sintering e two steps sintering. Possui ainda projetos na área de compósitos cerâmica/polímero e em concretos de construção civil (otimização de formulações, substituição de matérias primas e biomineralização). Atualmente é professora e membro do Colegiado do PPGCEM e do Colegiado do curso de Especialização em Engenharia de Minas (CEEM), Coordenadora da área de Ciências Exatas, da Terra e Engenharias do CIPICTI.

### **Taíne Alexandra Ramires Camargo**

Mestrado em Desenvolvimento Territorial e Sistemas Agroindustriais na Universidade Federal de Pelotas, estudo com ênfase na área da sustentabilidade, mais especificamente relacionado à Educação Ambiental. Graduação em Tecnologia em Processos Gerenciais pela Universidade Federal de Pelotas (2016). Tem experiência profissional na área de Administração e Organizações de Eventos.

### **Tirzah Moreira Siqueira**

Professora na Universidade Federal de Pelotas (UFPel) desde 2014, membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCamb-UFPel) desde 2017, possui Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (2007), Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010), Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2015), atuando principalmente nos seguintes temas: recursos hídricos, simulação estocástica, geoestatística, simulações água-solo, avaliação de impactos ambientais.

### **Vandressa Siqueira Walerko**

Possui graduação em Gestão Ambiental pela Universidade Federal de Pelotas (2014). Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. Professora colaboradora da Universidade Federal de Pelotas e pesquisadora voluntária da Universidade Federal de Pelotas. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Resíduos Sólidos, Domésticos e Industriais.

### **Victor José Lopes Silva**

Graduação em Engenharia Química pela Faculdade Pitágoras, São Luís-MA.



## **Zilda Diani da Rosa Leal**

Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do CNPq. Integrante do Núcleo de Educação, Pesquisa e Extensão em Resíduos e Sustentabilidade (NEPERS) da UFPel. Atuante no Projeto Adote uma Escola do Núcleo de Educação Ambiental em Saneamento (NEAS) do SANEP.



## ORGANIZADORAS

### Camila Pinheiro Nobre



**P**rofessora Adjunta I - Campus Itapecurú-Mirim da Universidade Estadual do Maranhão. Foi bolsista de Fixação de Doutor - UEMA/ Programa de Pós Graduação em Agroecologia. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (2008), mestrado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2011) e doutorado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2014). Foi bolsista de pós doutorado CAPES/PVE da Universidade Estadual do Maranhão de 2015 a 2016. Atuou como professora substituta do Departamento de Química e Biologia da Universidade Estadual do Maranhão ministrando as disciplinas

de Microbiologia, Microbiologia Ambiental e Diversidade de Micro-organismos. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Microbiologia e Bioquímica do Solo, atuando principalmente nos seguintes temas: Fungos micorrízicos arbusculares - identificação morfológica e ecologia; Micorrizas - aplicação e eficiência. E-mail: camilanobre@twamf.com. ORCID: 0000-0001-8137-7456; ResearcherID: L-4252-2014; Scopus Author ID: 55847138300.

### Anna Christina Senazario de Oliveira



**P**ossui Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF - 2007), mesma instituição que fez Mestrado (2009) e Doutorado (2013) em Produção Vegetal, além disso, também possui Formação Complementar em Ciências Biológicas, pela Universidade Salgado de Oliveira. Fez parte da Equipe de Formação da UENF no PROJOVEM Campo - Saberes da Terra do Estado do Rio de Janeiro, lecionou as disciplinas Estatística, Economia Ambiental e Sustentabilidade e Metodologia Científica na Faculdade de Educação Santa Terezinha, em Imperatriz - MA, além de ter atuado como Professora Visitante do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), onde ainda permanece com

bolsa de pesquisa. Com isso, possui experiência na área de Agronomia, com ênfase em Produção Vegetal, atuando e publicando principalmente em temas relacionados à produção, qualidade fisiológica e armazenamento de sementes, agroecologia.

**E**sta obra, apresentada em 7 capítulos, tem como objetivo apresentar estudos realizados por pesquisadores de diferentes regiões do Brasil, os quais trabalham nas áreas das Ciências Ambientais e Agrárias. Neste sétimo volume os resultados e conclusões, destes trabalhos, abordam temas como gestão hídrica, resíduos sólidos, ecologia, concreto, reciclagem, educação ambiental e solos. Contribuindo com diferentes subáreas das duas grandes áreas contempladas.

ISBN: 978-65-86707-79-3

**BR**



9 786586 707793