

Jean Carlos Rodrigues  
(Organizador)

# **ENGENHARIA DE MATERIAIS E MEIO AMBIENTE:**

reciclagem, sustentabilidade,  
novos processos e desafios



## **Direção Editorial**

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

## **Organizador**

Prof.º Me. Jean Carlos Rodrigues

## **Capa**

AYA Editora

## **Revisão**

Os Autores

## **Executiva de Negócios**

Ana Lucia Ribeiro Soares

## **Produção Editorial**

AYA Editora

## **Imagens de Capa**

br.freepik.com

## **Área do Conhecimento**

Engenharias

# **Conselho Editorial**

Prof.º Dr. Aknaton Toczek Souza

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.ª Dr.ª Andréa Haddad Barbosa

*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos

*Instituto Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Carlos López Noriega

*Universidade São Judas Tadeu e Lab. Biomecatrônica - Poli - USP*

Prof.º Me. Clécio Danilo Dias da Silva

*Centro Universitário FACEX*

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria De Genaro Chirolí

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota

*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis

*Universidade do Estado de Minas Gerais*

Prof.ª Ma. Denise Pereira

*Faculdade Sudoeste – FASU*

Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig

*Universidade Federal do Paraná*

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos

*Universidade Federal do Amapá*

Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva

*Universidade Estadual de Londrina*

Prof.º Dr. Gilberto Zammar

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, IF Baiano - Campus Valença*

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

*Universidade Federal de Sergipe*

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso

*Universidade de Santa Cruz do Sul*

Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.º Me. Jorge Soistak

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra

*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Ubajara*

Prof.º Me. José Henrique de Goes

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti

*Universidade Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim

*Faculdade Sagrada Família e Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

Prof.ª Ma. Lucimara Glap

*Faculdade Santana*

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho

*Universidade Federal Rural de Pernambuco*

Prof.º Me. Luiz Henrique Domingues

*Universidade Norte do Paraná*

Prof.º Dr. Milson dos Santos Barbosa

*Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ITP*

Prof.º Me. Myller Augusto Santos Gomes

*Universidade Estadual do Centro-Oeste*

Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Me. Pedro Fauth Manhães Miranda

*Centro Universitário Santa Amélia*

Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes

*Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Parauapebas*

Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira

*Instituto Federal do Acre*

Prof.ª Ma. Rosângela de França Bail

*Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais*

Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

*Universidade Federal do Piauí*

Prof.ª Ma. Silvia Aparecida Medeiros

Rodrigues

*Faculdade Sagrada Família*

Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda

Santos

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues

*Instituto Federal de Santa Catarina*

Prof.º Dr. Valdoir Pedro Wathier

*Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional, FNDE*

© 2022 - **AYA Editora** - O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição *Creative Commons* 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). As ilustrações e demais informações contidas nos capítulos deste Livro, bem como as opiniões nele emitidas são de inteira responsabilidade de seus autores e não representam necessariamente a opinião desta editora.

---

E576 Engenharia de materiais e meio ambiente reciclagem, sustentabilidade, novos processos e desafios [recurso eletrônico]. / Jean Carlos Rodrigues (organizador). -- Ponta Grossa: Aya, 2022. 123 p.

v.1

Inclui biografia  
Inclui índice  
Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
ISBN: 978-65-5379-057-5  
DOI: 10.47573/aya.5379.2.86

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Engenharia de materiais. 3. Redução de resíduos. 4. Concreto. 5. Desenvolvimento sustentável. 6. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Jean Carlos. II. Título

CDD: 620.11

---

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

**International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora EIRELI**

**AYA Editora©**

CNPJ: 36.140.631/0001-53  
Fone: +55 42 3086-3131  
E-mail: contato@ayaeditora.com.br  
Site: <https://ayaeditora.com.br>  
Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557  
Ponta Grossa - Paraná - Brasil  
84.071-150

# SUMÁRIO

**Apresentação.....7**

**01**

**Incineração: vilã ou aliada ao meio ambiente? .8**

*Fernando da Silva Martinez*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.1

**02**

**Fabricação de farinhas enriquecidas com frutos e sementes oriundos da agricultura familiar no distrito de Jaci Paraná como fonte de agregar valores.....18**

*Ailnete Mário do Nascimento*

*Alberto Persio Alves Ewerton*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.02

**03**

**Catadores de materiais recicláveis .....36**

*Fabiana Hesketh de Oliveira Nunes*

*Alessandra Santos Nascimento*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.03

**04**

**Concreto leve com argila expandida e adição de fibra de aço .....62**

*Luis Felipe Simonetti*

*Michel Fernando Albertim*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.04



# 05

**Avaliação da porosidade de superfícies de alumínio comercialmente puro tratadas por oxidação por plasma eletrolítico .....84**

Matheus de Medeiros Tavares

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.05

# 06

**Atuação da Biorremediação no acúmulo de Hidrocarbonetos nos corpos hídricos e seus impactos ambientais.....94**

Fagner Lopes Guedes

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.06

# 07

**Gestão e licenciamento ambiental no município de Paraíso do Tocantins – TO: um breve estudo da política ambiental municipal .....104**

Henrique Mendes Cardoso Oliveira

Thiago Andrade de Carvalho

Thiago Oliveira Bandeira

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.07

**Organizador .....120**

**Índice Remissivo .....121**

# Apresentação

---

A publicação de um texto técnico ou científico é uma das formas mais utilizadas para transmitir à comunidade o conhecimento adquirido durante o desenvolvimento de um projeto ou de uma pesquisa. O compartilhamento de conhecimento promove o acelerado desenvolvimento da sociedade, além de um crescimento pessoal e profissional através das trocas de aprendizados.

Portanto, neste livro intitulado “**Engenharia de materiais e meio ambiente: reciclagem, sustentabilidade, novos processos e desafios**” são compartilhados conhecimentos interdisciplinares adquiridos por cada autor durante o desenvolvimento de seus estudos. A abrangência deste volume envolve diversos temas voltados a engenharia de materiais, onde os pesquisadores apresentam os resultados obtidos através da aplicação de diferentes técnicas e tecnologias.

A fim de proporcionar uma experiência de leitura agradável, esta obra encontra-se organizada em sete (7) capítulos abordando diversas temáticas e discussões, demonstrando a evolução proporcionada através do compartilhamento do conhecimento técnico e científico nas áreas da engenharia. Os estudos abordam discussões como: Incineração; fabricação de farinhas; catadores de materiais recicláveis; concreto leve com argila expandida e adição de fibra de aço; porosidade de superfícies de alumínio; biorremediação no acúmulo de hidrocarbonetos nos corpos hídricos e por fim, um estudo sobre a gestão e licenciamento ambiental no município de Paraíso do Tocantins - TO.

Espero que através deste livro você possa aprender novas técnicas e tecnologias para seu desenvolvimento pessoal e profissional e que também promova o compartilhamento destes conhecimentos com todos ao seu redor, impulsionando assim o desenvolvimento de nossa sociedade.

Boa leitura!

**Prof.º Me. Jean Carlos Rodrigues**

## **Incineração: vilã ou aliada ao meio ambiente?**

---

***Fernando da Silva Martinez***

*Coordenador de Saúde, Segurança e Meio Ambiente Rio Tinto Desenvolvidos Minerais Ltda.  
Tecnólogo Gestão Ambiental Faculdade do Meio Ambiente e Tecnologia de Negócios – FAMATEC  
Técnico em Segurança do Trabalho Instituto Monte Horebe*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.1



## RESUMO

Este artigo apresenta um estudo com levantamento bibliográfico de pesquisa em site, artigos e literatura sobre a problemática ambiental da destinação dos resíduos sólidos nos centros urbanos e municípios, bem como demonstra argumentos de que a destinação final dos resíduos pelo método de incineração pode ser aliada ao meio ambiente e viável aos interesses ambientais e sociais das cidades e municípios.

**Palavras-chave:** resíduo sólido. resíduo sólido urbano. incineração.

## ABSTRACT

This paper presents a study of literature research on site, articles and literature on the environmental problem of disposal of solid waste in urban centers and municipalities, and arguments demonstrates that the disposal of waste by incineration method can be combined with environment and viable environmental and social interests of cities and municipalities.

**Keywords:** solid waste. urban solid residue. incineration. Brasília-DF, 2015/6

## INTRODUÇÃO – PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS NAS CIDADES

A ocupação desordenada da população nos centros urbanos, que surgiu a partir do século XX, resultou em influências negativas sobre o seu próprio nível de bem-estar. Além disso, com o crescimento populacional, aumentou a demanda e procura por serviços e produtos como alimentação, vestuário, lazer, saúde, educação, dentre outros, tem exigido uma maior quantidade de recursos naturais e o resultado desta demanda é o incremento acelerado de resíduos sólidos e dejetos que acabam indo para o meio ambiente (DIAS 2006).

Desta forma estes resíduos ou lixos urbanos, tendem a aumentar os níveis de poluição em grande parte dos municípios e cidades brasileiras com a renda per capita. Muitos desses dejetos são considerados tóxicos, e um dos grandes problemas dos dias atuais consiste na geração e na disposição de resíduos sólidos e a destinação final, e os processos geram poluições que não se pode evitar, mesmo que utilize a melhor tecnologia (DIAS 2006, *apud* BARBA 2002).

As alternativas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos utilizados pela grande maioria dos municípios brasileiros mostram os lixões ou vazadouros a céu aberto com 59% sendo os mais utilizados, os aterros controlados com 17%, os aterros sanitários com 13%, e apenas 2,8% apresentam sistemas de reciclagem (IBGE 2000).

De acordo com a ABRELPE (2007), de um total de 5.564 municípios brasileiros, 3.406 (61%) dos municípios não fazem destinação adequada de seus resíduos urbanos coletados e apenas 2.158 (39%) possuem alguma forma de destinação adequada.

Por este motivo, o uso da incineração como alternativa importante a outros processos para a destinação final dos resíduos sólidos que é um das problemáticas das grandes cidades e municípios em todo o país, pois, aliado a esses problemas, a incineração traz vantagens como

a redução do volume e peso do lixo, possibilita a recuperação de energia, e aumenta consideravelmente a vida útil dos aterros, que são os locais de destino final utilizado pela grande maioria dos municípios brasileiros.

## **GESTÃO DOS RESÍDUOS E FORMAS DE DESTINAÇÃO NAS CIDADES**

Dentre as principais formas de destinação dos resíduos urbanos utilizados pelas cidades e municípios, podemos citar coleta seletiva, compostagem, lixão a céu aberto, aterros sanitários e controlados e incineração.

Muito é dito sobre reciclagem e processos de coleta seletiva, mas ainda não são muito eficazes nas cidades e municípios para o aproveitamento de cem por cento dos resíduos gerados e assim grande parte é destinada a céu aberto sem qualquer preocupação ambiental. Como o próprio nome diz, coleta seletiva é a separação de resíduos para a perfeita destinação e para isso, é indispensável que nos locais de coleta destes resíduos haja recipientes com cores específicas, desta forma os resíduos sólidos que podem ser reciclados, são enviados para a reciclagem e os demais resíduos não recicláveis, encaminhados para locais apropriados (SAZBÓ JÚNIOR 2005, p.29).

Seguindo o processo de destinação e de uma forma gerenciada, a etapa de destinação denominada de compostagem, onde os materiais selecionados na coleta seletiva devem ser direcionados para este processo. Entende que compostagem é o processo natural de decomposição biológica dos resíduos sólidos de origem orgânica, de origem vegetal ou animal e que possuem carbono como constituinte de sua estrutura, por meio da ação de microorganismos, sendo que não há a necessidade da ação de componentes químicos e físicos a massa do resíduo (MONTEIRO 2001, p.124).

O problema que hoje é identificado em boa parte das cidades e municípios é que a destinação dos resíduos sólidos urbanos é destinado a grandes áreas a céu aberto e denominadas de lixões, aterros controlados e sanitários. Com relação a Lixão a céu aberto, Calderoni (2003, p.118), menciona que lixão se “constitui em um mero local onde o lixo é deposto, sem qualquer proteção do solo nem outro cuidado sanitário como a cobertura regular do lixo com terra”.

Já Aterro controlado, é uma forma de destinação dos resíduos sólidos oriundo dos municípios, onde neste aterro não há a coleta e tratamento do chorume, além de drenagem e a perfeita queima dos gases que são gerados, também é uma técnica utilizada para o confinamento do resíduo sólido para evitar a poluição do meio ambiente externo, sem promover o tratamento do chorume e dos gases (MONTEIRO 2001, p.150), e de acordo com Tenório e Espinosa (2004, p.176), Aterro sanitário é uma técnica para a disposição dos resíduos sólidos urbanos sem causar danos à saúde pública e à segurança, reduzindo os impactos ao meio ambiente, onde se utiliza de métodos de engenharia específicos para fazer o confinamento dos resíduos sólidos à menores áreas possíveis e reduzindo-os ao menor volume possível, cobrindo- os diariamente com camada de terra.

A destinação por incineração consiste na tecnologia utilizada para a destruição de resíduos sólidos urbanos, industriais ou hospitalares por meio de processo de oxidação térmica a altas temperaturas, com a finalidade de reduzir seu potencial poluidor ou seu volume de disposi-

ção final (SZABÓ JÚNIOR 2005, p.52).

Um panorama nacional por macros-regiões, segundo a ABRELPE (2007), a destinação final dos resíduos sólidos urbanos é destinada aterros sanitários, e a outra parte para outras destinações como aterros controlados e lixões a céu aberto.

**Tabela 1 – Destinação final dos resíduos sólidos urbanos**

Macro-Região	Destinação	
	Aterro Sanitário	Não Adequada
Norte	67	382
Nordeste	448	1.345
Centro-Oeste	163	303
Sudeste	789	879
Sul	691	497
Brasil	2.158	3.406
%	38,79%	61,21%

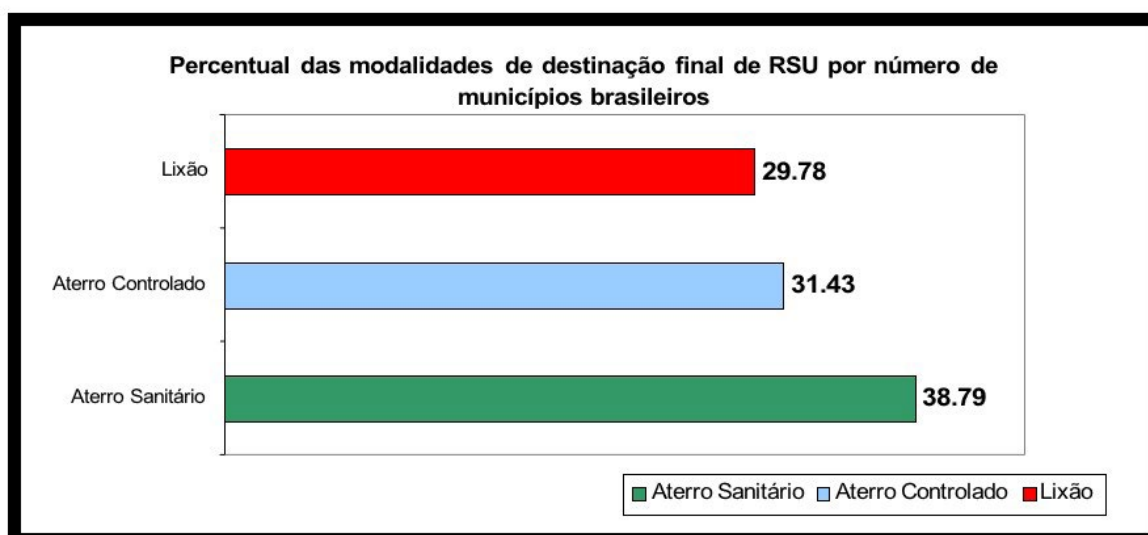
Fonte: ABRELPE (2007)

**Tabela 2 – Distribuição das formas de destinação e tratamento de resíduos sólidos no Brasil**

Destinação	Quantidade
Distritos com serviços de limpeza urbana e/ou coleta de lixo	8.381
Vazadouro a céu aberto (lixão)	5.993
Aterro controlado	1.868
Aterro sanitário	1.452
Aterro de resíduos especiais	810
Usina de compostagem	260
Usina de reciclagem	596

Fonte: IBGE (2002)

**Gráfico 1 – Percentual das modalidades de destinação final de RSU por número de municípios brasileiros**



Fonte: ABRELPE (2007)

## **DESTINAÇÃO POR INCINERAÇÃO – VILÃ OU ALIADA**

A imagem do processo de incineração no Brasil ganhou o status de poluidor, nocivo à saúde da população e impactante para o meio ambiente, devido ao uso de equipamentos obsoletos ou à operação e manutenção deficientes. Esta imagem, negativa e tão discutida e criticada, tem influenciado de forma não benéfica para a avaliação e tomada de decisões que envolvem o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos, semissólidos, pastosos e líquidos, resultando em tomadas de decisão contrárias ou que excluem o processo de incineração para qualquer nível ou estágio da avaliação (MENEZES, GERLACH E MENEZES 2000, p.01). Calderoni (2003, p.133) diz que as exigências dos órgãos públicos vêm sendo cada vez mais rígidos, e vem crescendo cuidadosamente a preocupação desses órgãos, principalmente, pelos impactos ambientais e à saúde da população que este tipo de tratamento para a destinação final dos resíduos produzem, tornando os órgãos governamentais cada vez mais sensíveis, no entanto, o avanço tecnológico vem permitindo uma redução significativa dos efeitos negativos que os equipamentos (incineradores) das usinas de incineração podem causar. Assim, este processo pode ser uma das alternativas mais adequadas para a solução dos problemas da disposição final dos resíduos sólidos, principalmente do ponto de vista ambiental e de segurança.

### **Argumentos para o processo de incineração**

O processo de incineração de resíduos sólidos, ao contrário do que muitos pensam, é uma etapa de destruição térmica do volume dos resíduos sólidos que são destinados a lixões e aterros, trazendo alguns benefícios e por essa razão, este trabalho, lista abaixo alguns argumentos que são favoráveis para este tipo de processo de destinação final dos resíduos sólidos.

A reciclagem da energia liberada na queima dos materiais, visando assim à produção de energia elétrica e também do vapor, onde muitas plantas com capacidade de tratar 20 t/dia de resíduos, principalmente para lixo hospitalar, conseguem recuperar esta energia para abastecer seu próprio sistema, ou seja, geração de energia para alimentação do próprio projeto (DIAS 2006, p.47).

Neste sentido, as grandes usinas de incineração e também as de co- incineração, conseguem reduzir seus custos operacionais com a diminuição da compra de combustível, e qualquer outra matéria prima necessária para a alimentação dos fornos, que muitas das vezes estas usinas cobram dos geradores dos resíduos pelo tratamento dos mesmos, porém, com alguns ajustes, estas usinas oferecem este tipo de serviço a preços bem competitivos (GT QUÍMICA DA REDE BRASILEIRA DE JUSTIÇA AMBIENTAL, et alii (2006, p.12).

Outro ponto importante é que a falha na segregação e destinação dos resíduos que são direcionados para os lixões e aterros acaba por identificar outro argumento importante, que é a toxicidade dos resíduos perigosos que são lançados nestes locais, assim, a incineração pode ser um grande aliado aos aterros para evitar que tais resíduos sejam destinados para estes locais (DIAS 2006, p.34).

A necessidade e desafios cada vez maiores que os governos e prefeituras estão vivenciando para encontrar áreas livres e disponíveis próximas as cidades e municípios para a construção de Aterros Sanitários, observando as questões de impacto social sobre a vizinhança local, que se incomoda com a presença de um aterro instalado ao lado de seu quintal, bem como

o fator dos custos de transporte desses resíduos para aterros instalados distantes ser inviável, tornando-se assim um argumento bastante viável para o processo de incineração.

Contudo, os resíduos classificados como perigosos que na maioria das vezes são encaminhados para aterros e sem qualquer preocupação na forma de destinação em diversos municípios, podem ser destruídos pela incineração, co-processamento e outras formas de tratamento térmico, se tornando assim uma das alternativas viáveis para a problemática sobre a forma de destinação final dos resíduos sólidos que a maioria dos municípios possui (GABAI 2004).

## **Implicações do processo (vantagens e desvantagens)**

### **Vantagens**

- Recuperação da energia dos RSU pelo processo de incineração, a geração de água quente para o abastecimento de piscinas municipais, hospitais e sistemas de calefação; geração de vapor para o abastecimento industrial em geral; geração de energia elétrica para utilização na própria planta do processo de incineração e para a distribuição local e na geração de frio através da conversão de vapor para o emprego em sistemas de ar condicionados, principalmente para shopping centers, aeroportos, fábricas e indústrias;
- A redução do volume dos resíduos sólidos que são requeridos e dispostos em aterros sanitários ou controlados e uma grande recuperação energética composta no lixo;
- Usinas de incineração ocupam áreas menores para operação;
- É importante processo para a eliminação dos resíduos e organismos patogênicos que são gerados nos hospitais, destruição de diversos produtos tóxicos descartados pela população, além de reduzir os odores nocivos provenientes dos aterros sanitários; e
- Entre outros.

### **Desvantagens**

- Diretamente ligadas a falhas em processos de triagem e reciclagem dos resíduos, que é uma etapa anterior ao processo por incineração, uma vez que, poderiam ser encaminhados para as usinas de incineração, os resíduos que poderiam ser aproveitados;
- Problemas voltados para a população que reside próxima às usinas de incineração, devido ao trânsito constante de veículos pesados responsáveis pelo transporte dos resíduos, na poluição visual local, além de maus odores pela emissão de gases que são gerados no processo;
- Quanto aos custos operacionais, este processo mostra desvantagens ligadas ao alto custo para monitoramento e para o investimento inicial, além de requerer mão-de-obra especializada para a operação; e
- Entre outros.

## Principais impactos ambientais do processo

- Produção de resíduos tóxicos no processo final que fazem parte da constituição das cinzas que podem impactar o solo e contaminar também o ar;
- Efluente residual (águas residuais) e escórias originado do sistema de arrefecimento das escórias e do sistema de lavagem dos gases resultantes do processo, segundo a União Europeia, é classificado como resíduo perigoso e podem impactar o meio ambiente;
- Emissão de gases tóxicos pelas chaminés dos incineradores que são constituídos por substâncias como o chumbo, cádmio, mercúrio, cromo, arsênio, cobalto e demais metais pesados, ácido clorídrico, dióxido de enxofre, etc.; e
- Entre outros.

## Principais monitoramentos do processo e destinação do resíduo final

A incineração pode ter impactos ambientais negativos, em particular, há um enorme consenso sobre algumas emissões para atmosfera pela incineração, mostrando metais pesados e compostos orgânicos como dioxinas. Resultando no estabelecimento de limites restritos para as emissões e avançadas tecnologias de abatimento de gases (HENRIQUES 2004, p.133).

Atualmente, devido aos avanços científicos e tecnológicos, diversos componentes poluentes contidos nos gases dos materiais incinerados foram identificados, desta forma, a legislação vem avançando no sentido do controle ambiental e do bem-estar da população. Assim, para atender as exigências cada vez mais fortes da legislação, as indústrias aprimoram seus controles de combustão e criam seus sistemas para depuração dos gases (MANFROI 2007, p.01).

Neste sentido, os incineradores que hoje são fabricados de forma bastante evoluída, possuindo alta eficiência de combustão com redução das emissões de poluentes para a atmosfera, sendo estes gases menos nocivos do que outras alternativas de destinação (MANFROI 2007, p.01).

Estes equipamentos evoluídos no sentido de reduzir a nocividade para o meio ambiente são confeccionados com sistemas computadorizados de controle contínuo das variações de queima ou combustão, tanto na câmara inicial ou primária como nas demais etapas do processo (IMBELLONI 2004, p.01).

Outros monitoramentos para tornar o processo por incineração menos nocivo ambientalmente estão a seguir:

- Instalação de sistemas de filtragem como os denominados de filtros de mangas, equipados com membranas com abertura menor que 0.7 micras, capazes de eliminar ou reduzir a emissão dos poluentes (gases ou particulados) que são dispersos pelas chaminés;
- Instalação de sistemas lavadores de gases que removem os materiais particulados e os gases gerados no processo;
- Atualmente, há tecnologia mais moderna que permitem o monitoramento das emissões de dioxinas e furanos, com a instalação de filtros catalisadores que são desenhados para



reter estes gases;

- Controle da temperatura de combustão: garantindo a melhor taxa de degradação do resíduo, mantendo a combustão com a temperatura constante de 1100°C;
- Controle de óxidos de azoto: utilizando o sistema de redução catalítica seletiva ou redução não catalítica seletiva que constituem na injeção de amônia ou ureia nos gases; e
- Entre outros.

Quanto ao monitoramento e destinação dos resíduos finais do processo, estes resíduos são constituídos de uma massa residual com cinzas e escórias, que são destinadas na grande maioria a aterros industriais ou sanitários licenciados, enquanto que os efluentes que também são gerados nessa forma de tratamento, passam por etapa de neutralização e são direcionados para as estações de tratamento de efluentes para finalizar o descarte (CETREL 2008).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de tratamento por destruição térmica dos resíduos sólidos, incluindo a incineração constitui hoje processos com enorme relevância para o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (GIRS), devido a sua capacidade de redução do volume e do peso dos resíduos, da periculosidade e das conseqüentes agressões ao meio ambiente, além da recuperação de energia na reciclagem final dos resíduos.

Diante da gravíssima situação em que se encontra o tratamento de resíduos sólidos em praticamente todo o país, com a indisponibilidade ou dificuldade de construção de novos aterros sanitários por parte dos municípios, além de que, os custos operacionais para a manutenção desses aterros são altíssimos, são outros fatores que viabilizam a implantação do processo de incineração.

A partir desta abordagem, muitos municípios são pressionados e acabam dispondo em áreas sem prévio controle para as condições ambientais, sociais e de segurança para as pessoas, onde muitas vezes estes locais são denominados de aterros controlados, porém, devido às características e realidades destes locais, podem ser considerados vazadouros a céu aberto ou simplesmente lixões e trazem prejuízos para a população e para o meio ambiente como contaminação de águas superficiais e subterrâneas, emissão de gases para o efeito estufa, tratamento incorreto dos resíduos industriais, de saúde, públicos e domiciliares e o desperdício de energia que poderia ser recuperada dos resíduos.

Neste sentido grande parte das administrações públicas municipais não pode dispor de locais licenciados adequados e são cada vez mais forçados a conseguir por meio de empreendimentos privados outras formas para equacionar ou reduzir acentuadamente os problemas associados aos resíduos sólidos gerados em suas respectivas cidades e municípios, portanto, o processo de incineração, deve deixar de ser taxado como um processo poluidor e pode sim ser considerada uma das formas viáveis para minimizar os principais problemas existentes, pois, o avanço das pesquisas e tecnologias para os monitoramentos e controles dos incineradores, possibilita um controle eficiente e comprovado dos poluentes do processo, reduzindo os impactos ao meio ambiente e à saúde da população.

Como conclusão, para a viabilidade do processo de incineração como alternativa de destinação final dos resíduos, que com investimentos adequados e bem administrados, com controles operacionais rígidos e realizado por profissionais competentes e com monitoramentos ambientais periódicos tanto para as emissões à atmosfera como dos resíduos últimos, a incineração pode ser considerada uma alternativa para a problemática de destinação final dos resíduos sólidos nas cidades e municípios.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E

RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. Edição 2007. São Paulo: Abrelpe, 2007. Disponível em: [http://www.abrelpe.org.br/noticia\\_destaque\\_panorama.php](http://www.abrelpe.org.br/noticia_destaque_panorama.php). Acesso em: 05 mar. 2008.

CALDERONI, S. Lixo e energia elétrica: a nova fronteira da economia ambiental. 2006. Disponível em: <http://www.luftech.com.br/arquivos/art04.htm#topo>. Acesso em: 11 set. 2008

CETREL S/A EMPRESA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. Incineração de resíduos. 2008. Disponível em: [http://www.cetrel-lumina.com.br/incinera\\_residuos.asp](http://www.cetrel-lumina.com.br/incinera_residuos.asp). Acesso em: 26 de out. de 2008.

DIAS, F.P. A incineração de resíduos sólidos: análise custo benefício do incinerador de resíduos sólidos do P-sul-DF. Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Departamento de Economia, FACE, 2006. Disponível em: [http://btdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1821](http://btdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1821). Acessado em: 10 de jun. 2008.

GABAI, I. Incineração de resíduos especiais. 2004. Disponível em: [http://www.deq.ufpe.br/arquivos%20curso%20extensao/incinera\\_o.pdf](http://www.deq.ufpe.br/arquivos%20curso%20extensao/incinera_o.pdf). Acesso em 11 nov. 2008

GT QUÍMICA DA REDE BRASILEIRA DE JUSTIÇA AMBIENTAL. *et alii*. Co-incineração de resíduos em forno de cimento: uma visão da Justiça Ambiental sobre o chamado “co-processamento”. 2006. Disponível em: [http://www.portaldomeioambiente.org.br/JMA-incineracao\\_versaofinal\\_14052007.pdf](http://www.portaldomeioambiente.org.br/JMA-incineracao_versaofinal_14052007.pdf). Acesso em 05 mar. 2009.

HENRIQUES, R.M. Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos: uma abordagem tecnológica. 2004. 204p. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/rachelh.pdf>. Acesso em: 01 out. 2008.

IMBELLONI, R. Incineração. Ambiente Total, 2004. Disponível em: <http://www.resol.com.br/curiosidades2.asp?id=1456>. Acesso em: 10 ago. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa nacional de saneamento básico. 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.p df>. Acesso em: 27 set. 2008.

MANFROI, J. A limpeza dos gases na incineração. 2007. Disponível em: <http://www.luftech.com.br/arquivos/art09.htm>. Acesso em: 04 set. 2008.

MENEZES, R.A.A.; GERLACH, J.L.; MENEZES, M.A. Estágio atual da incineração no Brasil. Curitiba, 2000. Disponível em: <http://www.luftech.com.br/arquivos/art07.htm>. Acesso em: 04 set. 2008.

MONTEIRO, J. H. P. Manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos. 15ª Ed. Rio de Janeiro: IBAM, 2001

SZABÓ Jr, A.M.S. Educação ambiental e gestão de resíduos. São Paulo: Rideel, 2005.

TENÓRIO, J.A.S.; ESPINOSA, D.C.R. Controle ambiental de resíduos. In: PHILIPPI Jr, A; ROMERO, M.A.; BRUNA, G.C. Curso de gestão ambiental. Barueri, SP: Manole, 2004. Cap.5, p.188-197

# 02

## **Fabricação de farinhas enriquecidas com frutos e sementes oriundos da agricultura familiar no distrito de Jaci Paraná como fonte de agregar valores**

### **Manufacture of flour enriched with fruits and seeds from family farming in the district of Jaci Paraná as a source of adding value**

---

**Ailnete Mário do Nascimento**

*Licenciada e Bacharel em Química, Pós Graduanda do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu Master Business Administration em Gestão de Cooperativas*

**Alberto Persio Alves Ewerton**

*Orientador Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico EBTT do Instituto Federal de Rondônia - IFRO. Mestre em Assessoramento e Administração no Instituto Politécnico Porto - Portugal (Europa)*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.02

## RESUMO

Na tentativa de desenvolver uma cultura de aproveitamento sustentável dos recursos presentes no Distrito de Jaci Paraná realizou-se uma pesquisa que culminou com a identificação de frutos e sementes produzidos na localidade que poderiam viabilizar a fabricação da farinha enriquecida de fontes de vitaminas para alimento e consumo humano. Frutos e sementes (mandioca, castanha do Brasil, tucumã e pupunha) foram utilizados em diversas tentativas para se obter um produto que agradou os sentidos e que confirmou a possibilidade de aproveitamento do que antes era desperdiçado na comunidade. O referido trabalho de conclusão de curso abre uma perspectiva de que as farinhas enriquecidas não só representem uma alternativa de complemento para alimentação, mas também uma forma de ganho econômico gerando possível oportunidade de mercado.

Palavras-chave: sustentabilidade. farinha enriquecida. oportunidade.

## ABSTRACT

In an attempt to develop a culture of sustainable use of food in Paraná, a research was carried out in the District that cultivates a location in the manufacture of flour and a consumption that can enable enriched sources of vitamins for human food. Cassava, Brazil nut, tucumã and tucumã fruits were used (in several attempts to implement a product, the community pleased the senses and it was confirmed a use of what before obtaining the seeds selected and defined in the community). The aforementioned course conclusion work opens a perspective of gain that enriched flours not only represent an alternative supplement for food, but also a form of economy generating market opportunity.

**Keywords:** sustainability, enriched flour and opportunity.

## INTRODUÇÃO

A Amazônia é uma região cuja flora é rica e abundante, com um enorme potencial de recursos naturais, sejam eles cultivados ou extraídos da floresta, dos quais se ressaltam os frutos que são produzidos em grande escala, como por exemplo o tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), o abacaxi (*Ananas comosus*) e a banana (*Musa spp.*) frutos/sementes amazônicos. Entretanto, muitas vezes, uma parte destes alimentos são aproveitados, enquanto outras são desperdiçadas como resíduos inutilizáveis e descartados, como acontece com as sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*), melancia (*Citrullus lanatus*) e melão (*Cucumis melo*).

Com o reconhecimento do amplo potencial de recursos da Amazônia e a necessidade de reduzir o desperdício gerando assim alimento para as pessoas, a farinha enriquecida apresenta uma proposta viável na perspectiva de instigar a comunidade local a conhecer não só os produtos disponíveis na região, mas também as maneiras de manipular.

Sendo assim, este trabalho de conclusão de curso busca promover o desenvolvimento

de um produto inovador, nutritivo e funcional, que apresente primeiramente alternativas de alimentos e também características empreendedoras capazes de fomentar a economia e novos negócios na região, gerando reflexão sobre sustentabilidade alimentar.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) desempenha um importante papel na dieta alimentar dos brasileiros, por seu alto teor energético. O Brasil figura como um dos maiores produtores dessa cultura e também como grande consumidor, apresentando em 1999 um consumo de raízes per capita de 42,9Kg/hab/ano, enquanto o consumo per capita mundial foi de apenas 16,4Kg/hab/ano (FERREIRA, 2010). A mandioca possui baixas concentrações de proteína e matérias graxas quando comparadas a outras fontes de alimentos concorrentes neste nicho, tais como o feijão e o milho e, portanto, esta característica não a recomenda como constituinte principal nas dietas. Aproveitar materiais residuais descartados nas colheitas significa aproveitamento mais racional do custo de produção. (AGOSTIN, 2006).

Os produtores rurais detêm o conhecimento prático da fabricação da farinha de mandioca, mas verifica-se que a maioria deles desconhece ou não leva em consideração alguns cuidados que proporcionam o aumento do rendimento e a melhoria da qualidade da farinha produzida (FONTES, 1978 *apud* CHISTÉ; COHEN, 2006). Pouco se tem na literatura sobre o enriquecimento da farinha de mandioca. Sabe-se entretanto que em virtude de seu alto consumo principalmente nas regiões norte e nordeste produzir farinha pode deixar de ser apenas a manutenção de uma cultura centenária para se transformar em excelente negócio, capaz de atender não apenas às demandas locais do produto, mas também proporcionar a melhoria de vida das pessoas que se envolvem com a atividade, criar alternativas de mercado, fortalecer o desenvolvimento socioeconômico da região e garantir o atendimento às necessidades atuais e futuras das gerações (NASCIMENTO, 2016).

Compreendendo que a nossa região possui muitas riquezas de origem vegetal, buscamos conhecer o potencial de alguns desses recursos para viabilizar a sua utilização na fabricação de um produto que enriqueça nutritivamente a farinha de mandioca tradicional. Escolhemos para trabalhar a pupunha, o tucumã e a castanha-do-pará. Folhetos da EMBRAPA, sites, vídeos foram utilizados para embasamento do projeto.

### Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth), nativa da região amazônica é uma palmácea apreciada na alimentação pelo seu palmito e pelos seus frutos, com potencialidade para a produção sustentável de maneira econômica e ambiental. O fruto pode ser consumido após cozimento ou desidratados e utilizados como ingrediente para elaboração de diversos produtos alimentícios. É uma palmeira da família Aceraceae. (SILVA *et al*, 2020)

Oliveira e Mairinho (2010); Santos (2017) e Carvalho et al (2013) consoante o trabalho de Silva (2020) apresentam que os maiores plantios dessa palmeira estão nos países do norte da América do Sul e nos Países da América Central, e que a importância dessa palmeira cresceu



consideravelmente no Brasil, principalmente para produção de frutos e palmito, sendo cultivada na Amazônia comumente por agricultores familiares. O fruto da pupunha possui boa qualidade nutritiva e energética, principalmente, em relação a vitamina A, cálcio, fósforo, ferro, complexo B, carboidratos e gorduras insaturadas (LIMA *et al*, 2020). Autores como Rojas Garbanzo *et al*. (2016) e Girón (2017) também destacaram o potencial do fruto em termos de propriedades antioxidantes. Entretanto, o fruto só deve ser consumido após ser submetido ao processo de cocção “cozido ou desidratado”, em função da presença de compostos fenólicos que são inativados, atenuando o sabor adstringente presente na casca e polpa.

### **Tucumã (*Astrocaryum vulgare*)**

O tucumã (*Astrocaryum vulgare*), fruto de uma palmeira amazônica, de polpa grudenta e fibrosa, é riquíssima em vitamina A, tendo a vitamina 90 vezes mais que o abacate e 3 vezes superior a da cenoura, possuindo também alto teor de vitamina B (tiamina) e alto teor de vitamina C, rivalizando com os cítricos. Fruto do tucumanzeiro, palmeira que chega a alcançar 10m de altura. Essa palmeira produz cachos com numerosos frutos de formato ovóide, casca amarelo-esverdeada e polpa fibrosa, amarela, oleaginosa característica, que reveste o caroço. (Portal Amazônia, 2020).

### **Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.)**

A Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*, H.B.K.), é também conhecida como castanheira, castanheiro, castanha do Pará, castanha do maranhão e castanha do Brasil. É uma planta nativa da Amazônia e uma das mais importantes espécies de exploração extrativista. Árvore de grande porte podendo medir até 60 m de altura, com diâmetro de 100 a 180 cm. As castanheiras iniciam a produção aos oito anos e atingem aos doze a máxima produção. Em castanheiras enxertadas (gemas), a produção inicia-se com apenas 3,5 anos e a safra ocorre de janeiro a fevereiro e de abril a maio (DONADIO *et al.*, 2002 *apud* MOURA *et al* 2011).

O fruto, conhecido popularmente como ouriço, é uma cápsula esférica de mesocarpo lenhoso, extremamente duro, medindo de 10 a 15 cm de diâmetro e pesando entre 500 a 1500 g. Dentro do fruto são encontradas as sementes, em número de 15 a 25, com casca também lenhosa e rugosa, medindo de 4 a 7 cm de comprimento cuja amêndoa é reconhecida pelo elevado valor nutricional (EMBRAPA, 2004).

O Brasil é o segundo país exportador de castanha do Brasil perdendo somente para a Bolívia. No Brasil, mais de 90 % da castanha do Brasil produzida é comercializada para fora do país, sendo que os maiores compradores são os Estados Unidos, a Inglaterra, França, Alemanha e Itália (APIZ, 2010).

A relação entre consumo de castanha do Brasil e saúde humana tem sido pesquisada devido às características nutricionais que a mesma apresenta. Entre todas as amêndoas, a castanha do Brasil é reconhecida como um dos mais completos alimentos humanos, devido aos seus elevados conteúdos em proteínas, carboidratos, gorduras insaturadas, vitaminas e minerais essenciais como Mg, Ca, Fe, Cu, Cr, As, Se. A composição nutricional das amêndoas de castanha do Brasil apresenta alto conteúdo lipídico (60 - 70 %) e proteico (15 - 20 %) além de elevado teor do aminoácido essencial metionina que é deficiente em proteínas de outras fontes vegetais, especialmente nas leguminosas (SOUZA, 2013).

Devido ao modo de produção extrativista, o produto pode sofrer diversos tipos de contaminações em toda a cadeia produtiva. O modelo tradicional de extrativismo não madeireiro é caracterizado pelo baixo nível tecnológico o que, de acordo com o Programa Alimento Seguro (PAS), favorece a constituição de pontos de contaminação com conseqüente risco à saúde do consumidor e a perdas econômicas comuns em todas as etapas (ÁLVARES e tal., 2012). A exploração de castanha do Brasil tornou-se a principal atividade econômica na região amazônica, desde o declínio da exploração de borracha (SILVA *et al*, 2020).

Segundo Santos (2010) o cenário aponta para obtenção de produtos mais saudáveis com ingredientes variados aproveitando resíduos e insumos mal aproveitados, fato que colabora com a realização desse trabalho.

## **Análise sensorial**

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Pode se avaliar a seleção da matéria prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros. Para alcançar o objetivo específico de cada análise, são elaborados métodos de avaliação diferenciados, visando a obtenção de respostas mais adequadas ao perfil pesquisado do produto. Esses métodos apresentam características que se moldam com o objetivo da análise. O resultado, que deve ser expresso de forma específica conforme o teste aplicado, é estudado estatisticamente concluindo assim a viabilidade do produto. (TEIXEIRA, 2009)

Esta metodologia é de suma importância podendo ser dividida em três áreas: discriminativa, descritiva e afetiva. Os testes afetivos podem ser divididos em duas categorias: preferência e aceitação. Os de aceitação podem ser avaliados por meio de escala hedônica, que expressa o grau de gostar ou desgostar, de forma globalizada ou em relação a um atributo específico; é o método sensorial mais utilizado devido principalmente à sua simplicidade e facilidade de uso (BIERDRZYCKI, 2008).

Os testes de preferência são usados quando se deseja comparar vários produtos quanto à preferência. Estes testes, embora meçam a preferência dos consumidores, não indicam se eles gostaram ou não dos produtos avaliados, portanto o pesquisador deve ter conhecimento prévio sobre a avaliação afetiva destes produtos. Nas indústrias alimentícias estes testes são utilizados no desenvolvimento de novos produtos, melhoria de produtos, alteração de processos de produção, formulação de produtos, etc. (BAROZA, 2011).

Ainda consoante a autora, as características do indivíduo tais como idade, sexo, renda, localização, além de outras condições fisiológicas e sociológicas são importantes na avaliação da qualidade sensorial de um alimento, pois esta não está relacionada apenas com as características do produto.

## Vida útil do produto

A vida de prateleira ou vida útil de produtos pode ser definida como um período de armazenamento em que produtos com alta qualidade inicial permanecem adequados para consumo. Entretanto, como os mecanismos de perda de qualidade dos alimentos são complexos e os consumidores têm sensibilidade diferente a esta perda, é impossível estabelecer uma definição universal de vida de prateleira (GRIZOTTO *et al.*, 2006).

O estudo de vida de prateleira de produtos alimentícios consiste em submeter várias amostras a uma série de testes e examiná-las durante um período de tempo até o limite de aceitação. São observadas as alterações na qualidade do produto e o tempo que ele leva para se deteriorar até o limite que o torna impróprio para o consumo. A identificação dos atributos que se alteram e a definição quantitativa deste atributo são maneiras de monitorar a perda de qualidade durante o armazenamento (NETTO, 2004).

Segundo Freitas (2005), no desenvolvimento de novos produtos, a determinação da vida de prateleira é necessária, sendo definida como o tempo decorrido entre a produção e a embalagem do produto até o ponto que este se torna inaceitável ao consumo.

Alguns fatores extrínsecos como: tamanho e propriedades da embalagem, condições ambientais de estocagem (umidade, concentração de oxigênio, luz e temperatura), transporte e manuseio, e também fatores intrínsecos como: composição química do alimento, tipo e concentração de aditivos, influenciam a vida de prateleira de alimentos desidratados (TEIXEIRA NETO *et al.*, 2004).

## METODOLOGIA

### Universo estudado

A presente pesquisa teve como espaço amostral o Colégio Tiradentes da Polícia Militar localizado no distrito de Jaci-Paraná, no município de Porto Velho – RO. Tratou-se de uma pesquisa quali-quantitativa, estudando os aspectos qualidade e quantidade, o universo observado foram de 40 alunos no ensino médio, com faixa etária entre 15 e 17 anos aproximadamente.

### Do método aplicado

O método utilizado consistiu em submeter os alunos à aplicação de questionário e observação/análise de dados e informações, acompanhado de degustação de farinhas produzidas por três tipos de matéria prima, quais sejam, farinha de castanha do Brasil, farinha de pupunha e farinha de tucumã, visando desenvolver uma análise sensorial.

A produção da farinha ocorreu no Colégio Militar, utilizando-se os frutos e sementes da castanha do Brasil, pupunha e tucumã, o processo de produção consistiu naquele utilizado na produção da farinha da mandioca, produzindo a farinha de mandioca como base e após esta etapa por meio da incorporação dos produtos das espécies utilizadas após os processos de trituração, processamento e torrefação produziu-se as farinhas que foram submetidas à degustação para análise posterior. Para análise sensorial considerou-se os seguintes elementos: odor, tex-

tura e sabor. Se fazendo valer da análise sensorial desenvolveu-se uma ficha de avaliação para analisar a aceitação e intenção de compra após a degustação.

Após a degustação visando verificar o nível de aceitação dos alunos, cada aluno atribuiu notas a cada amostra de farinha utilizando as seguintes notas: 9. Gostei muitíssimo; 8. Gostei muito; 7. Gostei moderadamente; 6. Gostei levemente; 5. Indiferente; 4. Desgostei levemente; 3. Desgostei moderadamente. 2. Desgostei muito e 1. Desgostei muitíssimo. Em relação à intenção de compras as notas atribuídas consistirão em 5. Certamente eu compraria; 4. Provavelmente eu compraria; 3. Talvez eu compraria; 2. Provavelmente eu não compraria e 1. Certamente eu não compraria.

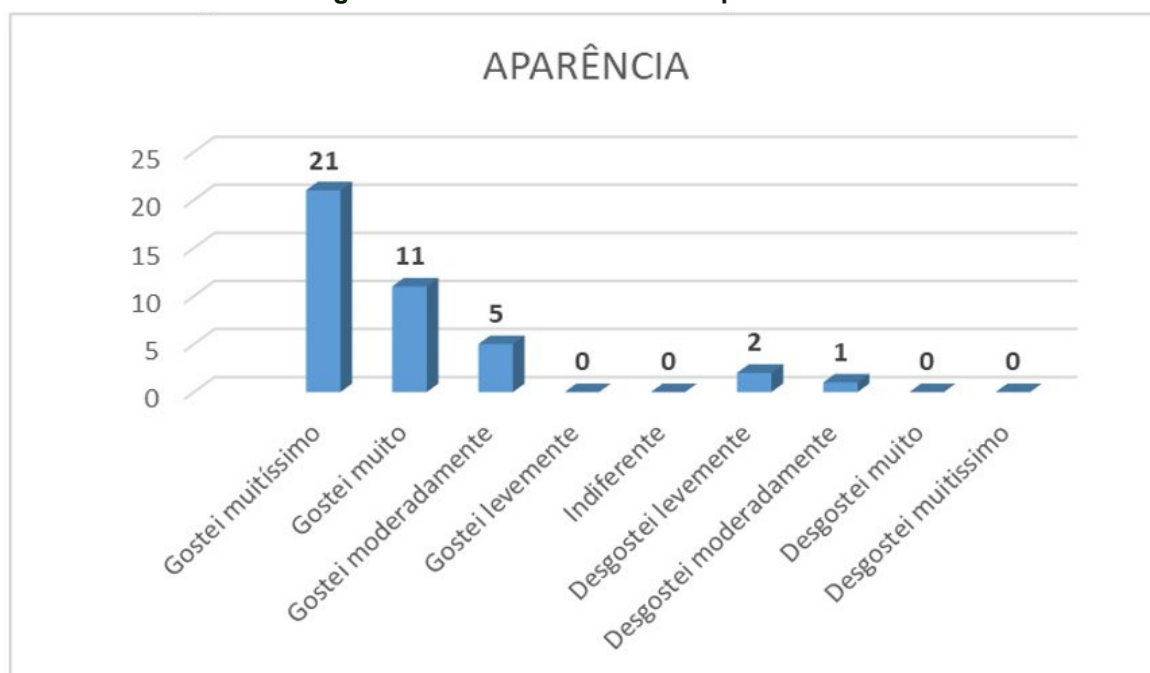
## RESULTADOS OBTIDOS

Realizadas as experimentações realizou-se os trabalhos de análises de dados visando compreender a aceitação dos alunos quanto à degustação das farinhas implicando também em possível intenção de compra.

### Castanha do Brasil

A primeira amostra a ser degustada tratou-se da farinha de castanha do Brasil, em relação a análise sensorial no que tange ao elemento aparência obteve-se o resultado que segue apresentado na figura 01.

Figura 01 – Análise Sensorial - Aparência

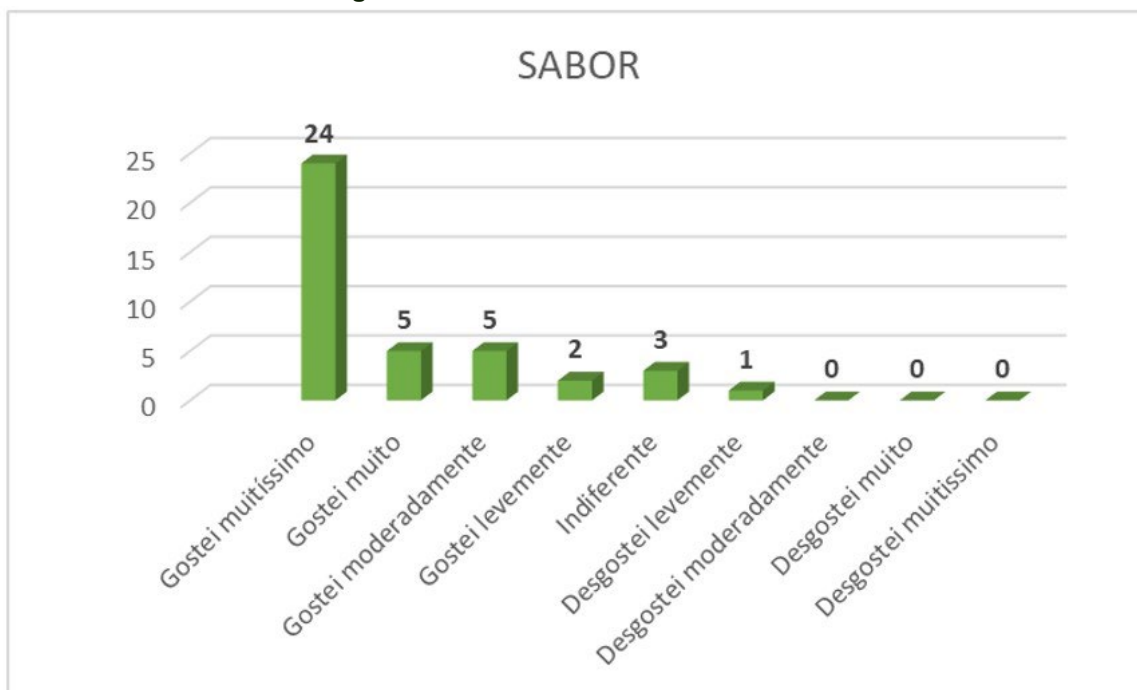


Em relação a este elemento, observou-se que 52,5% dos alunos atribuíram a nota máxima a farinha de castanha do Brasil. Infere-se que a coloração da farinha foi a mais agradável para maioria dos avaliadores, visto que quando comparada com as de outra matéria prima houve um percentual maior.

Isso se deve ao fato de que visualmente a farinha da castanha se assemelha-se muito a

farinha de mandioca já habitual dos avaliadores. No que se refere ao sabor obteve-se o resultado que segue, apresentado na figura 02.

Figura 02 – Análise Sensorial – Sabor

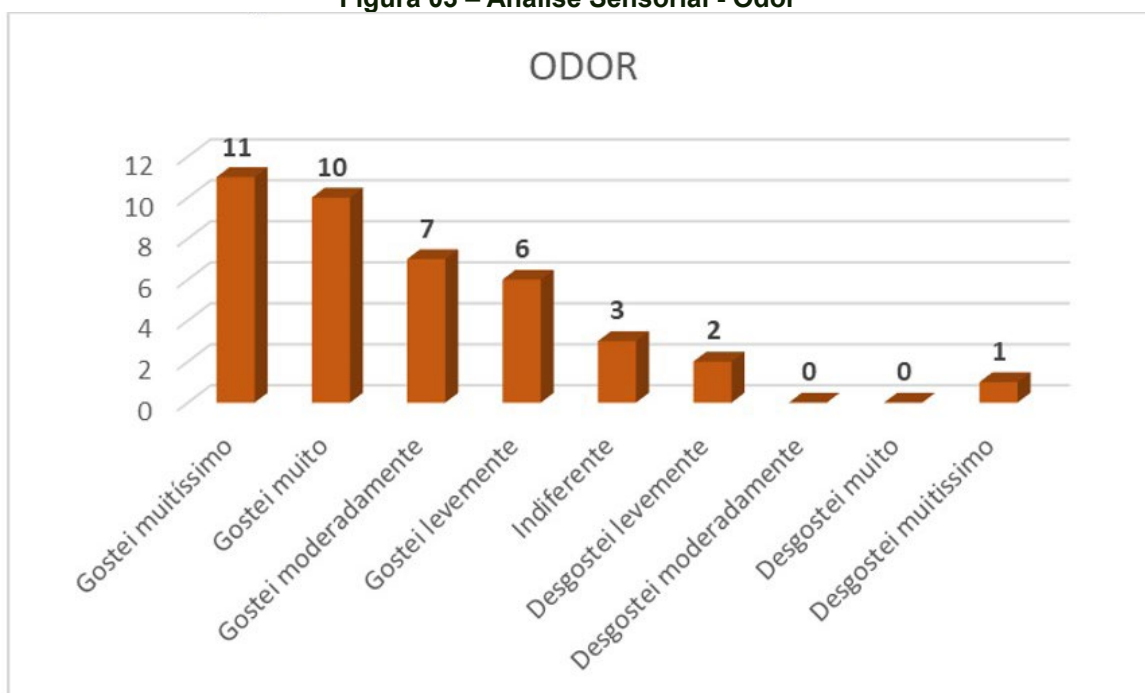


Fonte: a autora

Referente ao sabor observou-se que dentre as amostras degustadas a farinha da castanha do Brasil foi que obteve a maior aprovação equivalente a 60%, a castanha é uma semente muito degustada pelo ser humano tendo um sabor agradável, isso justifica o fato do maior percentual em referência à manutenção do sabor, ainda que incorporada à farinha de mandioca.

Quanto ao odor da farinha, o resultado para amostra em questão também se manteve-se superior as demais amostrar, o resultado obtido segue apresentado na figura 03.

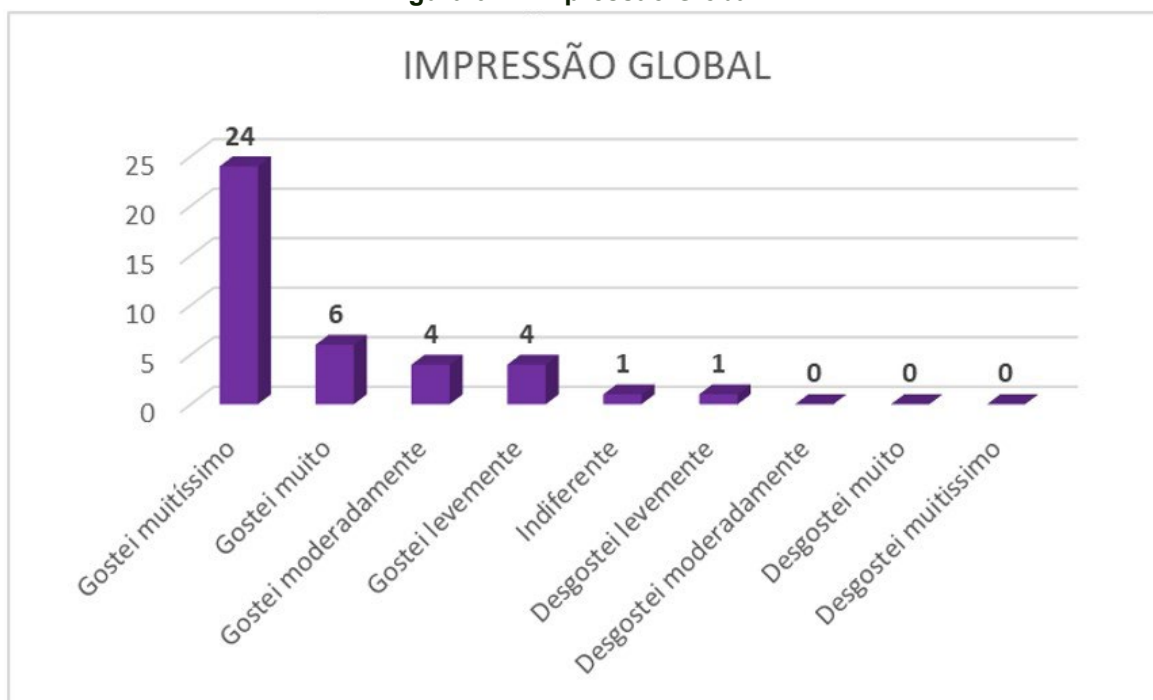
Figura 03 – Análise Sensorial - Odor



Fonte: a autora

Observou-se que a maioria dos degustadores gostaram do odor apresentado, muito embora a avaliação esteve dividida entre os critérios gostei muitíssimo e gostei muito, obtendo, 27% e 25%, respectivamente, fica claro que agradou a grande maioria, perfazendo uma aprovação de 52%, a semente da castanha já possui um odor característico e conhecido, e ainda que tenha sido processada para fins de produção da farinha, esse odor se manteve o que explica a sua aprovação quando comparada com as demais amostras. O último elemento avaliado que trata da avaliação global, trata-se, basicamente de uma média subjetiva do degustador considerando todos os elementos da análise sensorial. O resultado acerca desse critério é apresentado na figura 04.

Figura 04 – Impressão Global

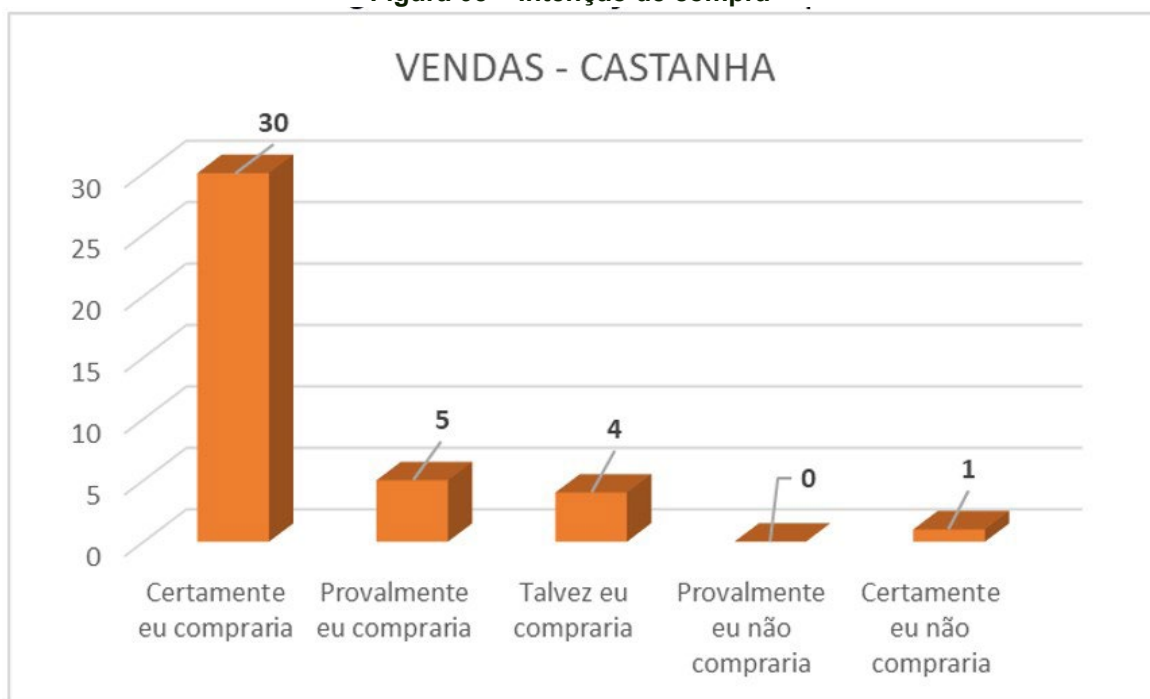


Fonte: a autora

Considerando que os critérios da análise sensorial obtiveram as notas mais altas, a impressão global manteve-se padronizada, obtendo uma aprovação de 60% no critério mais elevado, seguido de 15% do segundo melhor critério, logo, tem-se que a aprovação atingiu 75%. Isso refletiu na intenção de vendas visto que a certeza de compra do produto equivale a 75% dos degustadores. O resultado obtido para esta avaliação apresenta-se na figura 05.



Figura 05 – Intenção de compra

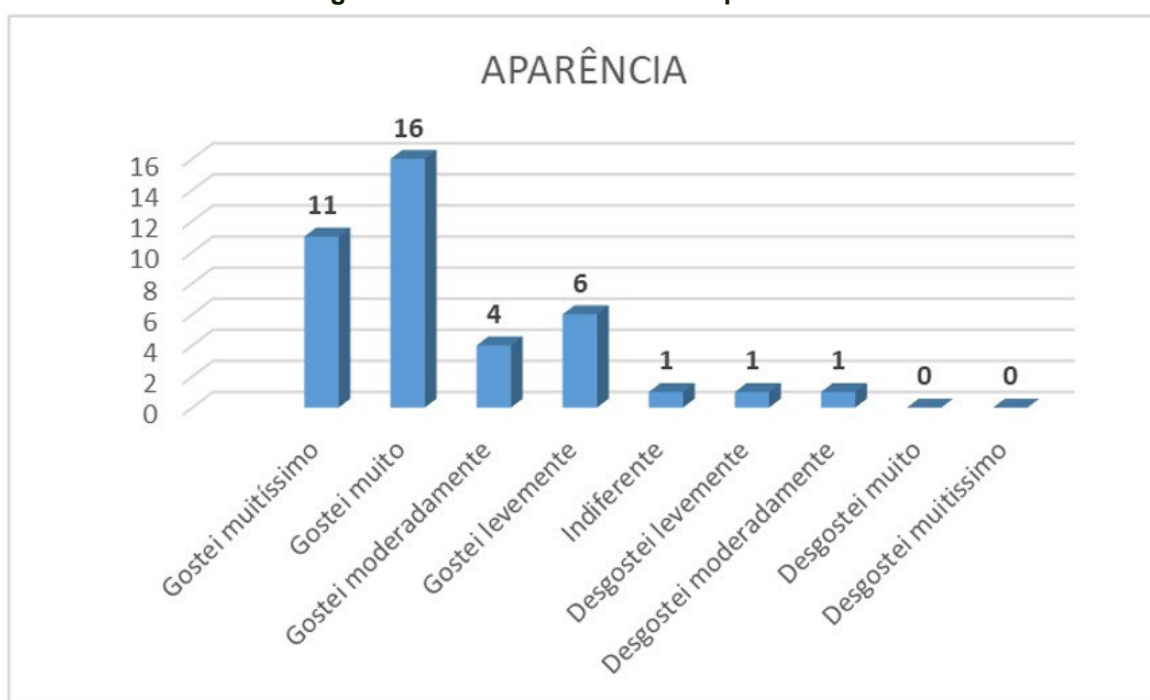


Fonte: a autora

## Pupunha

A segunda amostra degustada tratou da farinha da pupunha, em relação a análise sensorial do sabor vejamos o resultado obtido apresentado na figura 06.

Figura 06 – Análise Sensorial – Aparência

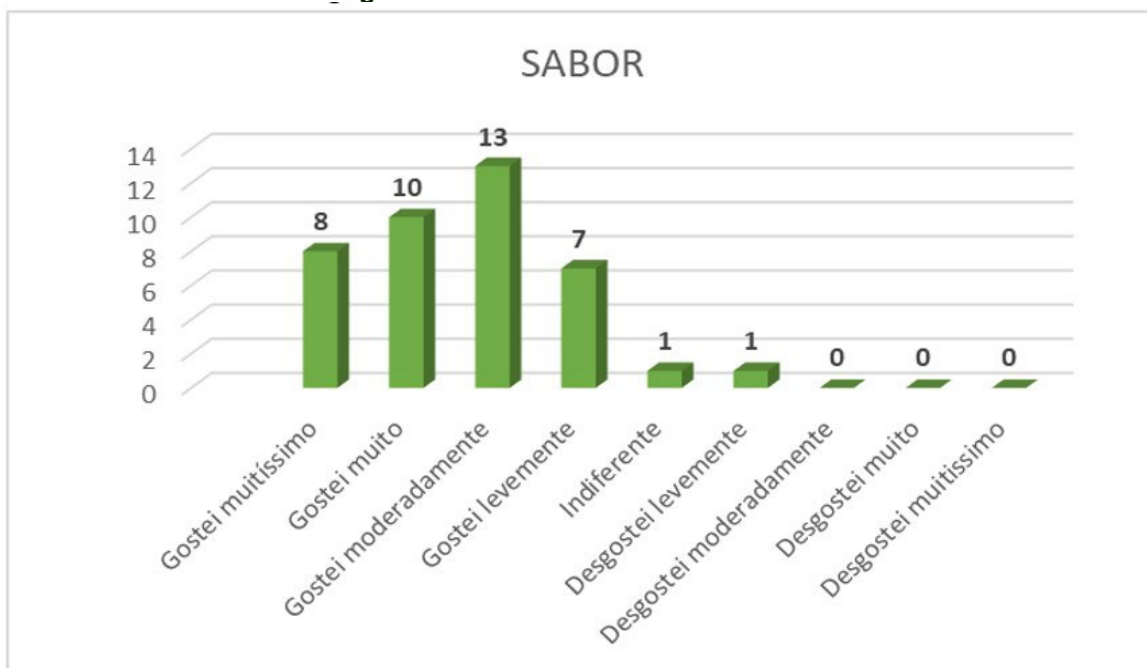


Fonte: a autora

As avaliações acerca deste critério se mostraram favoráveis, todavia, observou que a segunda maior nota, qual seja, gostei muito, foi aquela mais atribuída, perfazendo um percentual de 40%, seguido de 27,5% na nota gostei muitíssimo, verificou-se que a aprovação foi mediana

em relação aos melhores critérios. O resultado obtido está apresentado na figura 07.

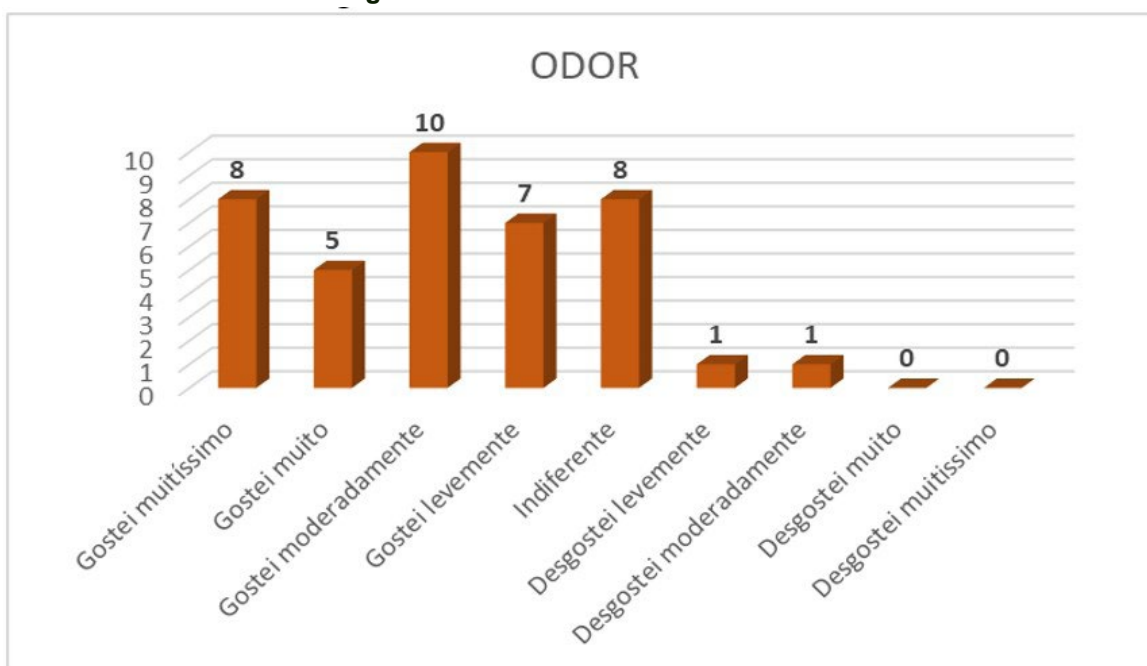
**Figura 07 – Análise Sensorial - Sabor**



Fonte: a autora

Entende-se que essa dispersão dos resultados está associada ao fato de que mesmo sendo uma espécie conhecida no estado de Rondônia, seu maior consumidor é o estado do Amazonas, sendo pouco consumido pelo público específico que degustou a amostra. Comparada com a amostra o critério anterior a dispersão foi maior. Vejamos o resultado obtido conforme figura 08 abaixo.

**Figura 08 – Análise Sensorial - Odor**



Fonte: a autora

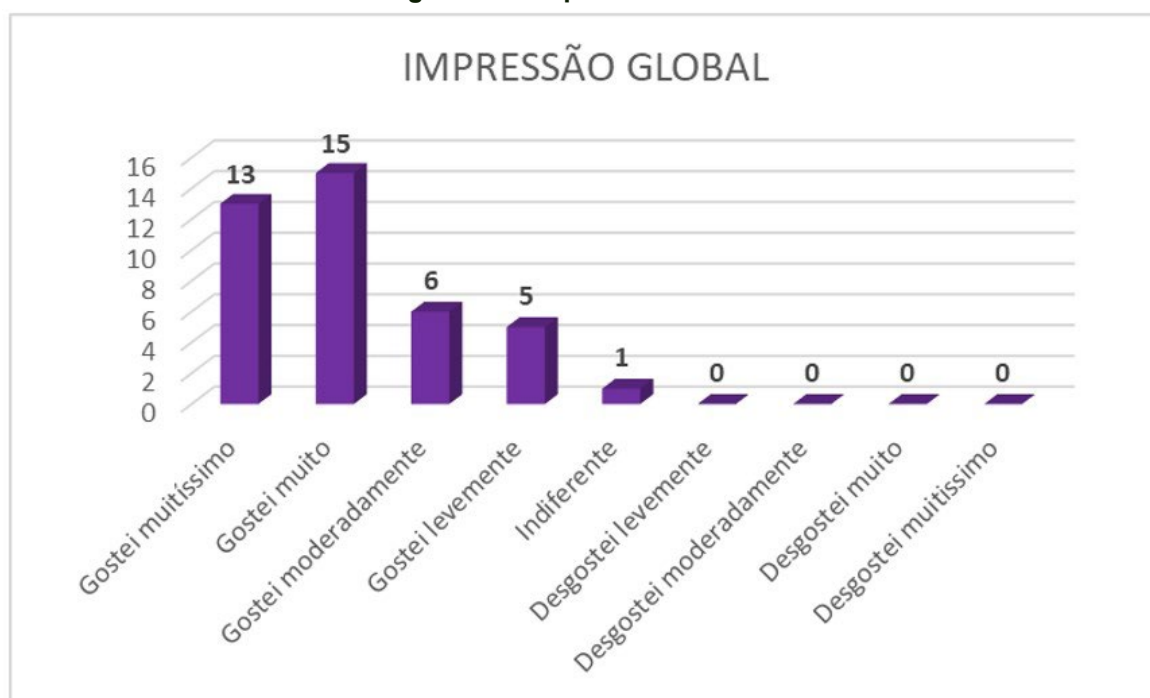
Verificou-se que uma dispersão mediana entre as notas dos degustadores, apresentando-se entre as melhores notas, e atingindo ainda, notas indiferentes quanto ao odor da amostra,

isso se mostra adequado visto que o consumo do fruto é diminuto pelos avaliadores, logo, não se tem familiaridade ou proximidade com as características sensoriais do fruto, paladar e odor.

Entretanto, verifica-se que de maneira geral a amostra agrada regularmente a maior parte do grupo dos avaliadores, já que as maiores notas atribuídas estão acima do valor considerando nulo, qual seja o critério indiferente.

Quanto à impressão global verificou-se que houve, no geral, uma boa aceitação na degustação da amostra, visto que houve um percentual de 32,5% e 37,5% de aprovação considerando os critérios gostei muitíssimo e gostei muito o que implica numa aprovação positiva de 70%. O resultado obtido é demonstrado na figura 09.

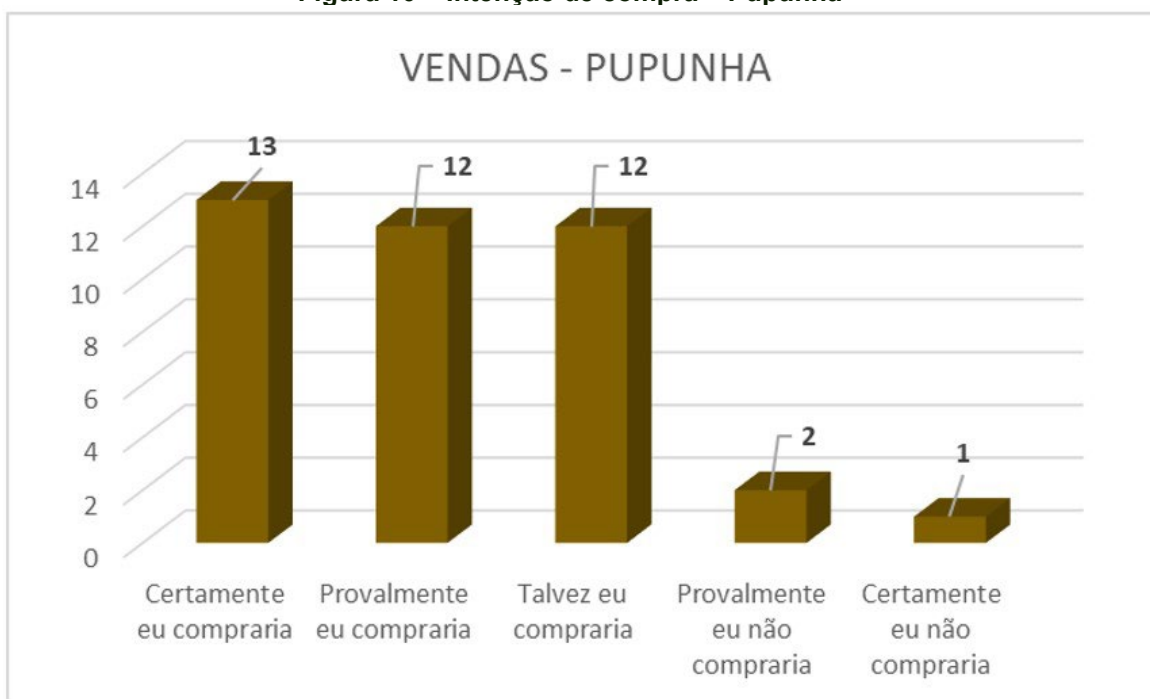
Figura 09 – Impressão Global



Fonte: a autora

A intenção de compra da farinha da pupunha também, assim como seus resultados sensoriais apresentou-se dispersa, havendo uma certeza de compra de 32,5% e uma provável certeza de 30% e uma indiferença quanto esta certeza de compra de 30%, numa visão positiva entende-se que o produto atendeu razoavelmente o público degustador. O resultado é apresentado na figura 10.

Figura 10 – Intenção de compra – Pupunha

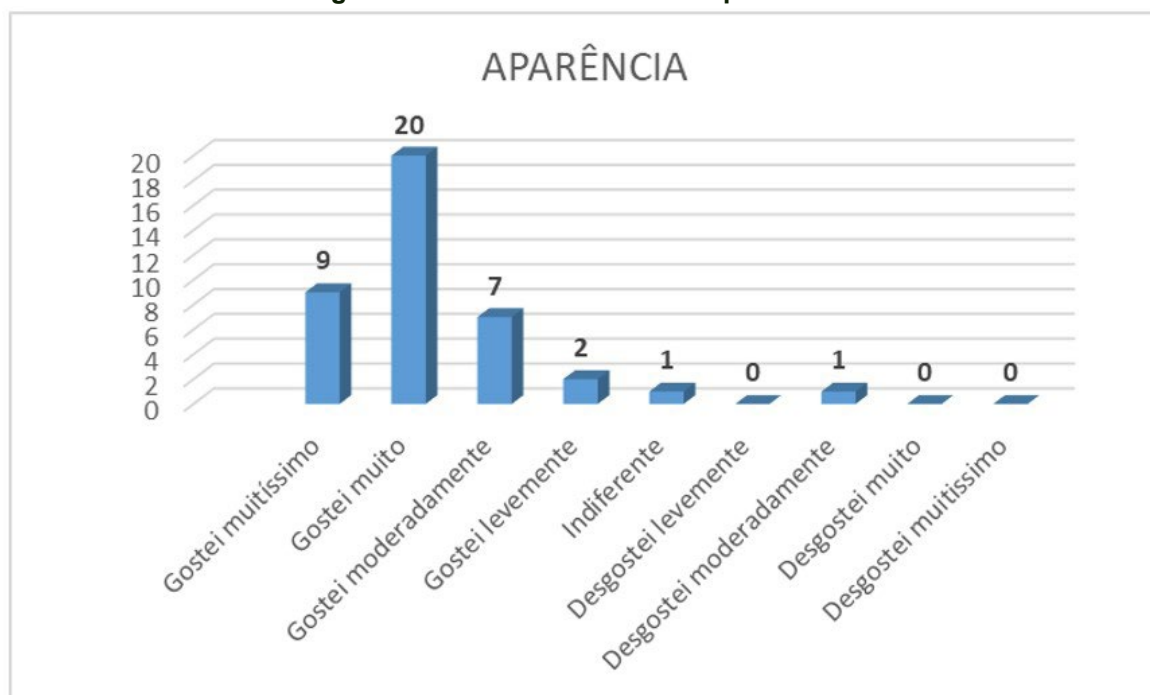


Fonte: a autora

## Tucumã

Quanto ao primeiro critério da análise sensorial observou-se que metade dos degustadores considerou a aparência da farinha de tucumã agradável, sendo avaliada no critério gostei muito conforme verifica-se na figura 11.

Figura 11 – Análise Sensorial – Aparência

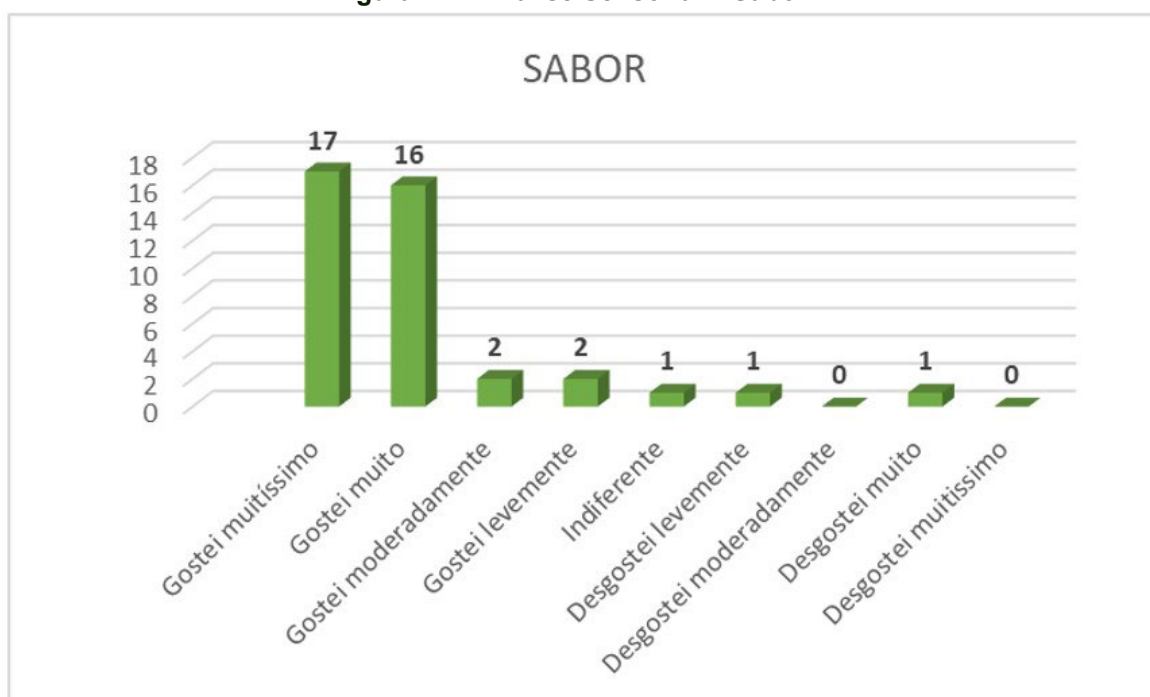


Fonte: a autora

Muito embora não tenha tido a maior nota atribuída percebe-se que 50% dos degustadores consideraram a amostra com boa aparência, infere-se que tal avaliação se deu em virtude da coloração que possui a farinha, chamativa, tal como seu fruto. A avaliação dos degustares representou 50% no segundo melhor critério, gostei muito, apresentando, ainda, 22,5% de aprovação pelo melhor critério, gostei muitíssimo, pode-se, considerar, portanto, que a aprovação positiva da amostra perfaz 72,50%.

Sabe-se que o tucumã é uma fruta bastante consumida na região norte, de diversas formas, seja o fruto em si como seus derivados, a exemplo dos sorvetes e picolés, até mesmo sendo utilizado como recheios em sanduíches, a sua boa degustação apresentou-se também enquanto farinha, visto que apresentou resultados positivos quanto à avaliação dos degustadores. O resultado obtido é apresentado na figura 12.

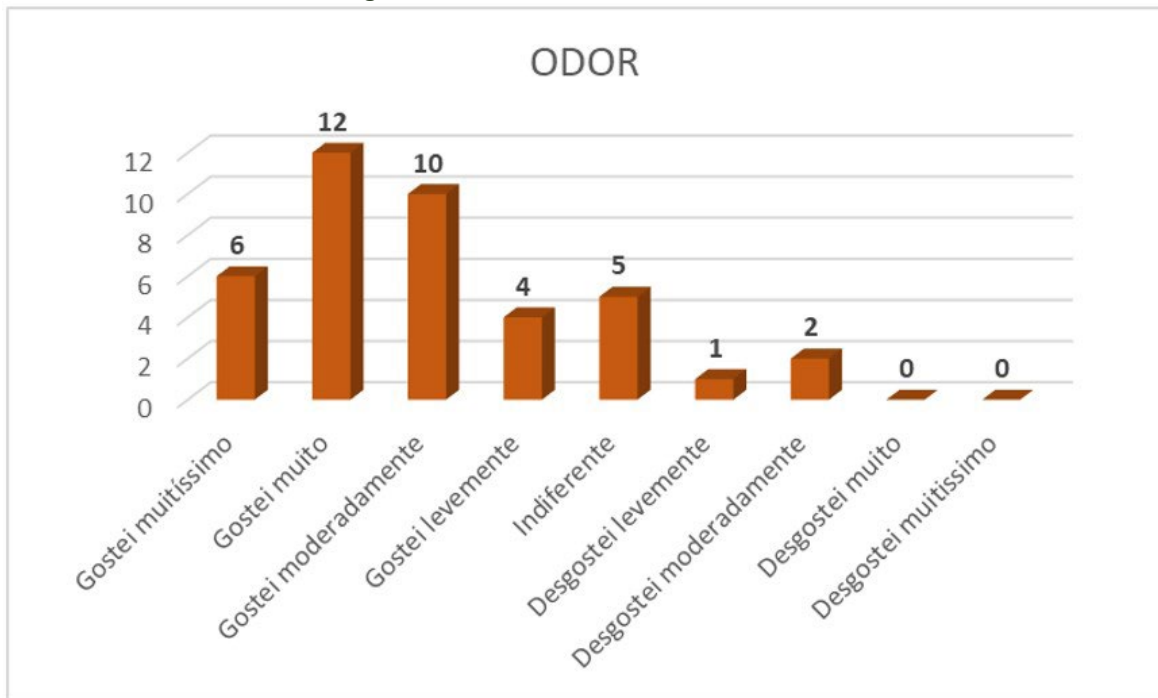
**Figura 12 – Análise Sensorial – Sabor**



Fonte: a autora

O sabor do tucumã já é conhecido da população rondoniense, pode observar que a aprovação quanto seu sabor enquanto farinha foi extremamente agradável, muito embora esteja dividido entre os dois melhores critérios, depreende-se que houve aprovação altíssima, perfazendo, 82,5% considerando o somatório dos melhores índices. Isso se deve ao fato de que mesmo após processado o sabor do fruto se mantém, não sendo mascarado após a incorporação à base de mandioca. Em relação ao odor notou-se que houve uma dispersão na avaliação com verifica-se na figura 13.

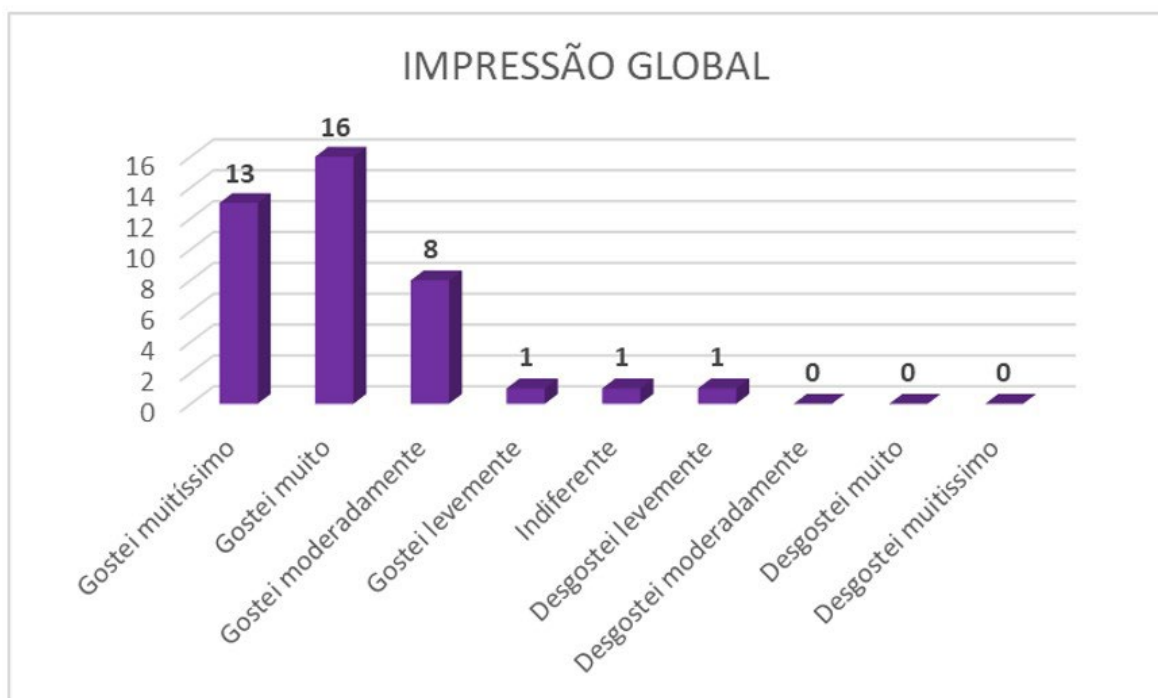
Figura 13 – Análise Sensorial – Odor



Fonte: a autora

Em relação a este critério, nota-se que os degustadores tendem a ter uma opção avaliativa mais branda ou indiferente, isso pode ser explicado pelo fato de que, há, de fato, após o processamento do fruto a perda do cheiro característico que se conhece do tucumã quando consumido in natura o que pode inibir sua aceitação. A impressão global mesmo dispersa se mostrou com boa aceitação pelos degustadores, visto que atingiu 32,5% no critério mais alto e 40% no segundo melhor critério, e, considerando ambos se tem 72,5% de aprovação, como pode ser verificado na figura 14.

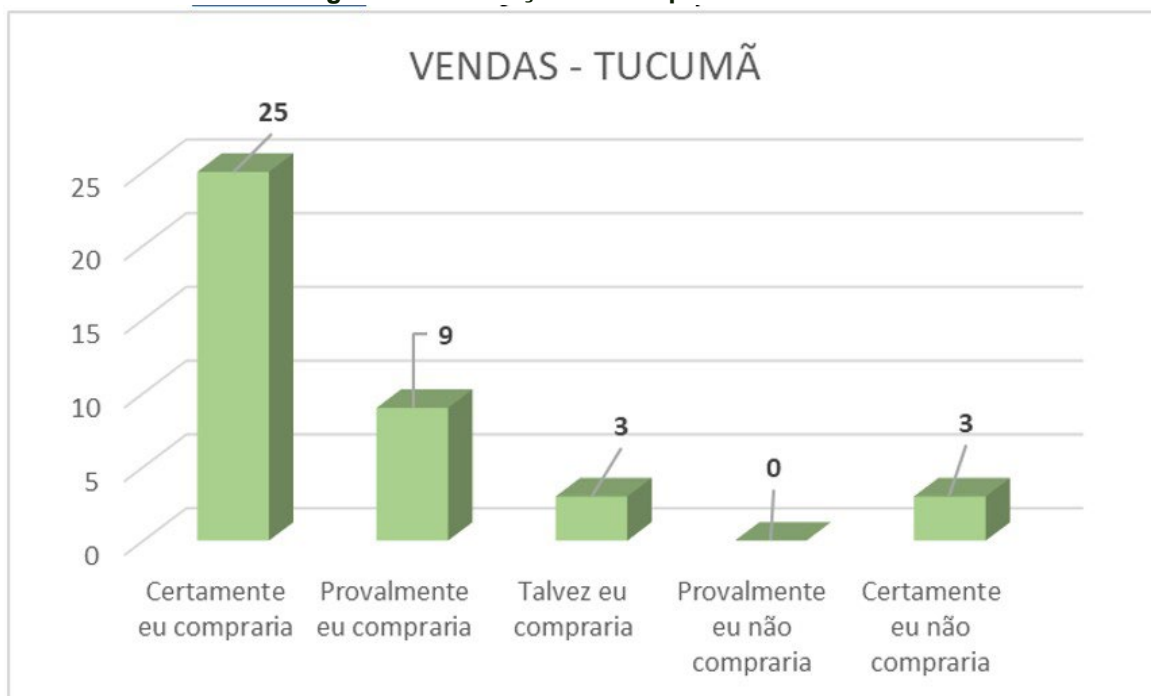
Figura 14 – Impressão Global



Fonte: a autora

Muito embora tenha tido avaliações dispersas na análise sensorial, notou-se que a intenção de compra foi positiva, visto que 62,5% dos degustadores certamente comprariam o produto, o que somando com uma provável compra dos degustadores no percentual de 22,5 perfaz um compra positiva de 85% o que demonstra a boa aceitação do produto. O resultado encontrado encontra-se demonstrado na figura 15.

Figura 15 – Intenção de compra – Tucumã



Fonte: a autora

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos durante o processo de desenvolvimento dessa pesquisa verificou-se que as farinhas produzidas com as matérias-primas da castanha do Brasil, pupunha e tucumã, num contexto geral agradou a todos os avaliadores.

A análise sensorial para as três farinhas foi extremamente positiva o que pode ser corroborado ao verificar que houve intenção de compra satisfatória, atingindo, inclusive percentual superior a 50% como nos casos da farinha de tucumã 62,5% e farinha de castanha com 75%.

Comparando as três produções ficou evidente que a farinha de castanha do Brasil foi a que mais agradou ao paladar dos degustadores, conclui-se que isso ocorreu em virtude da semente por si só ser muito saborosa e mesmo sendo processada e sendo incorporada à base da farinha de mandioca não houve perda de sabor, odor, sendo esses os principais aspectos que influenciam na degustação.

A partir da visualização dessa boa aceitação tanto de degustação, quanto para intenção de compra entende-se que a produção da farinha oriunda de outras matérias-primas pode ser uma fonte de renda alternativa para muitos agricultores, como também agrega valores à produção e processamento dessas fontes alimentícias que já são conhecidas na alimentação regional, fomentando, ainda, a produção e agrícola extrativista e a economia local. Sendo um produto



favorável a comercialização e geração de renda local, e ainda observando uma oportunidade de negócio regional.

## REFERÊNCIAS

ALVARÉZ, Virgínia de Souza, *et al.* Qualidade da castanha-do-brasil do comércio de Rio Branco, Acre. ACTA AMAZONICA, 2011.

Associação do Povo Indígena Zoró - APIZ Boas práticas de coleta, armazenamento e comercialização da castanha-do-Brasil: Capacitação e intercâmbio de experiências entre os povos da Amazônia mato-grossense com manejo de produtos florestais não-madeireiros (2010).

BAROZA, Camila Carvalho de Lima. Análise Sensorial MF 1178. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. (2011)

BIEDRZYCKI, Aolicação da avaliação sensorial no controle de qualidade em uma indústria de produtos cárneos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2008.

CHISTÉ, Renan Campos; COHEN, Kelly de Oliveira. Estudo do Processo de Fabricação da Farinha de Mandioca. Documentos 267. Embrapa Amazônia Oriental. Belém – PA, 2006.

FERREIRA, Daniel Costa. Avaliação do teor dos compostos cianogênicos e identificação dos pontos críticos de controle Químico no processamento de massa puba. Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA, 2010.

AGOSTINI, Mariangela Rosário. Produção e utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar. 2006. vi, 84 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90612>>.

GRIZOTTO, Regina Kitagawa. *et al.* Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(3): 709-714, jul.-set. 2006.

LIMA, Diego Gonçalves de; *et al.* Composição química e aspectos microbiológicos de pães enriquecidos com polpa integral de pupunha desidratada. Revista GEINTEC– ISSN: 2237-0722. Aracaju/SE. Vol. 10, n. 1, p. 5352-5366, jan/fev/mar – 2020.

Manual Segurança e Qualidade para a Cultura da Castanha-do-Brasil. Brasília: EMBRAPA/SEDE, 2004. 61 p. (Qualidade e Segurança dos Alimentos). Projeto PAS Campo. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/ EMBRAPA.

MARTÍNEZ-GIRÓN, J.; RODRÍGUES-RODRÍGUES; X., PINZÓN-ZÁRATE, L. X., & Ordóñez-Santos, L. E. Caracterização físico-química de farinha de resíduos do fruto de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae) obtida por secagem convectiva. Ciência & Tecnologia Agropecuária., v. 18, n. 3, p. 599–613, 2017.

MOURA, Talyanne do Socorro Araújo de, *et al.* Biomonitoramento de abelhas euglossina (apidae, hymenoptera) em um SAF com castanheira-do-brasil (*bertholletia excelsa* bonpl., lecythidaceae) em tomé-açu, Pará. 15º Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA 24 e 25 de agosto de 2011 Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA.

NASCIMENTO, R. Possidônio. Boas práticas de fabricação da mandioca. Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria. Brasília, DF. Embrapa, 2016.

NETTO, F. M. Determinação da vida-de-prateleira – Erros e limitações. In: REAÇÕES DE TRANSFORMAÇÃO E VIDA-DE-PRATELEIRA DE ALIMENTOS PROCESSADOS. Moura, S. C. S. R.; Germer, S. P. M. Campinas: ITAL. 3ª ed. p. 83-92, 2004.

SANTOS, J.F. Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde, p.1-2, 2010.

SILVA, Reginaldo Ferreira da. *et al.* Qualidade nutricional de frutos da pupunheira vermelha integral desidratados a diferentes temperaturas. Agropecuária Técnica, Areia-PB, v. 41, n. 3-4, p. 101–108, 2020.

SILVA, Thiago Paixão da. Cadeias de produção sustentáveis no extrativismo de castanha do Brasil na Amazônia brasileira. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 8, p. 63460-4678, aug. 2020.

SOUZA, Joana Maria Leite de. Caracterização e efeitos do armazenamento de amêndoas com películas e despelculadas sobre propriedades das frações proteica e lipídica de castanha-do-Brasil. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2013.

TEXEIRA, Lilian Viana. Análise Sensorial na indústria de alimentos. Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, Jan/Fev, nº 366, 64: 12-21, 2009

TEIXEIRA, Neto. *et al.* Introdução à cinética de reação em alimentos. In: REAÇÕES DE TRANSFORMAÇÃO E VIDA-DE-PRATELEIRA DE ALIMENTOS PROCESSADOS. Moura, S. C. S. R.; Germer, S. P. M. (ed.) Campinas: ITAL. 3ª ed. p. 63-83, 2004. (Manual Técnico nº6).

TUCUMÃ, Amazônia de A a Z (2020). Portal Amazônia. Disponível em: < [https://portalamazonia.com/amazonia-az/letra-t/tucuma#:~:text=O%20Tucum%C3%A3%20\(Astrocaryum%20vulgare%20Mart,teor%20de%20vitamina%20C%2C%20rivalizando](https://portalamazonia.com/amazonia-az/letra-t/tucuma#:~:text=O%20Tucum%C3%A3%20(Astrocaryum%20vulgare%20Mart,teor%20de%20vitamina%20C%2C%20rivalizando) > Acesso em 05.04.2022

## Catadores de materiais recicláveis

---

**Fabiana Hesketh de Oliveira Nunes**

*Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, Universidade de Araraquara-UNIARA. Especialista em Gestão (UEMA) e Serviço Social (UNINTER) e Bacharel em Serviço Social pela UFMA.*

**Alessandra Santos Nascimento**

*Docente pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, Universidade de Araraquara-UNIARA. Doutora e Mestre em Sociologia pela UNESP, Especialista em Governança e Bacharel em Ciências Sociais pela UNESP.*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.03

## RESUMO

O modelo de desenvolvimento econômico vigente no Brasil tem propiciado um aumento da desigualdade social e, por outro lado, o padrão de consumo industrial tem feito com que a sociedade produza um excessivo volume de resíduos inservíveis, que poluem o meio ambiente, e um montante de resíduos que tem sido usado como matéria-prima do trabalho dos catadores de recicláveis. Diante do contexto de agravamento dos índices de desenvolvimento econômico e social desta população, a pesquisa se propôs a analisar a literatura especializada no tocante a exclusão social, o trabalho informal e a atuação do catador como agente ambiental, como parte relevante que compôs o trabalho final de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, da Universidade de Araraquara-SP. Para tanto, buscamos realizar uma pesquisa bibliográfica descritiva, capaz de reconstruir e interpretar parte das trajetórias de vida, de trabalho e de organização dos catadores. Como resultado desta investigação encontramos questões inerentes aos catadores de materiais recicláveis que refletem suas forças, fragilidades e desafios de mulheres e homens trabalhadores vulneráveis na busca pela sobrevivência.

**Palavras-chave:** exclusão social. trabalho informal. catador como agente ambiental.

## ABSTRACT

The current economic development model in Brazil has led to an increase in social inequality and, on the other hand, the pattern of industrial consumption has caused society to produce an excessive volume of unusable waste, which pollutes the environment, and an amount of waste that has been used as raw material for the work of recyclable collectors. In view of the worsening context of the economic and social development indexes of this population, the research proposed to analyze the specialized literature regarding social exclusion, informal work and the role of the collector as an environmental agent, as a relevant part that composed the final work. dissertation presented to the Postgraduate Program in Territorial Development and Environment. In order to do so, we seek to carry out a descriptive bibliographic research, capable of reconstructing and interpreting part of the life, work and organization trajectories of the collectors. As a result of this investigation, we found questions inherent to recyclable material collectors that reflect their strengths, weaknesses and challenges of vulnerable working women and men in the search for survival.

**Keywords:** social exclusion. informal work. collector as an environmental agent.

## INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento econômico capitalista, desde a Revolução Industrial, tem por base a geração de riqueza a partir do progresso tecnológico e da produção intensiva de bens de consumo. Essa lógica tem levado ao descarte cada vez maior de resíduos inservíveis ao meio ambiente, sejam eles provenientes do ambiente de trabalho (industrial ou não) ou das próprias residências. Semelhante lógica também tem sido responsável pelo aumento do acúmulo de capital e das desigualdades sociais, seja em países desenvolvidos, seja em países subdesenvolvidos, a exemplo do Brasil.

Segundo dados divulgados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2019), o Brasil se encontra na 84ª posição no ranking do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), ainda apresentando uma distribuição de renda bastante desigual, 1/3 de todas as riquezas se concentra nas mãos de 1% da população, tal quadro é acompanhado por políticas educacionais e de saúde subfinanciadas. Em outras palavras, tais informações demonstram que no território nacional tem persistido um padrão desigual, em que há enriquecimento de um lado e, de outro, aumento do contingente de excluídos sociais.

É nesse contexto de desigualdades sociais, e de excedentes de resíduos sólidos, principalmente nos grandes centros urbanos, que surgem os catadores de materiais recicláveis como pertencentes a uma parcela da população mais vulnerável, isto é, desprovida de meios de subsistência minimamente dignos, estando geralmente caracterizados como abaixo da linha de pobreza e com nível de escolaridade insuficiente. Tal caracterização encontra respaldo na reflexão de Yazbek (2018), segundo a qual vulneráveis são os indivíduos ou grupos que se diferenciam por suas condições precárias de vida (condições sociais, de classe, culturais, étnicas, políticas, econômicas, educacionais e de saúde).

Neste cenário de vulnerabilidade, à margem da sociedade do trabalho e do consumo, inicia-se a atividade de catação com a finalidade única de coletar para o uso próprio os materiais encontrados nos lixões (resíduos alimentícios e de vestuário). Com o tempo, de acordo com Bosi (2016), essa atividade foi tomando corpo e fluxo, e se tornando, além de um meio de sobrevivência, uma fonte de renda mínima aos catadores, uma vez que os resíduos sólidos urbanos passaram a lhes servir como matéria-prima de trabalho, sendo o aproveitamento do lixo imprescindível para sua comercialização.

Por pertencerem a um grupo, muitas vezes invisível ao poder público nas diferentes instâncias, os catadores foram, em seus primórdios, foco da ação de várias organizações sociais, de universidades, da filantropia religiosa e dos princípios da economia solidária. Na década de 1980, tais organizações passaram a dar lugar a diversas associações e cooperativas pelo país (BOSI, 2016). A partir da cooperação mútua, e de uma maior organização dessa categoria, os movimentos dos catadores entram em cena em busca de melhores condições de trabalho, de maior consciência sobre seus direitos e de reconhecimento de sua atividade como profissão.

O primeiro passo relevante no processo de institucionalização da atividade dos catadores de recicláveis ocorreu em 2002, com o reconhecimento oficial da profissão de catador pela legislação brasileira, compondo a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) sob o número 5192-05, segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2013). Ainda de acordo com a descrição da CBO, os catadores podem ser divididos em três atividades: 1) a de catar o material; 2) a de selecionar, e a 3) de operar a prensa desses materiais recicláveis. Tais trabalhadores também são responsáveis por: “[...] catarem, selecionarem, prepararem e venderem materiais recicláveis como papel, papelão, vidro, bem como materiais ferrosos e não ferrosos e outros materiais reaproveitáveis” (BRASIL, 2013). Para ingressar neste tipo de trabalho não há exigência de escolaridade e tampouco de formação profissional. Aqueles que trabalharem em associações ou cooperativas ainda são responsáveis por realizar a manutenção do ambiente e dos equipamentos, administrar os recursos e garantir a segurança de todos no processo de reciclagem (BRASIL, 2013).

Outra conquista relevante para a categoria foi a aprovação, em 2010, da Política Nacio-

nal de Resíduos Sólidos (PNRS), que incluiu como um de seus principais instrumentos o incentivo ao desenvolvimento das cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de recicláveis em seu artigo 8º da Lei 12.305/10. Como também o artigo 18 que trata da elaboração dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos, dando ênfase à prioridade de acesso aos recursos da União àqueles que implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas, ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis composta por pessoas de baixa renda (BRASIL, 2010). Essas cooperativas, desde que devidamente organizadas, poderiam passar a receber o apoio da administração pública, incluindo galpões de triagem, equipamentos de proteção individual (uniformes, botas, bonés, luvas e máscaras) e outros equipamentos (máquina de prensa, esteira, caminhão etc.), com a finalidade de dar melhor tratamento ao material coletado, valorizando o produto para ser vendido (BRASIL, 2010).

Na literatura especializada encontramos estudos a respeito da vida e da atuação dos catadores de materiais recicláveis no Brasil. Cerca de 90% dos materiais coletados que chegam às indústrias de reciclagem advêm do trabalho dos catadores, que possuem habilidades para identificar, coletar e separar o material desprezado pela sociedade (SILVA; JOIA, 2008). O Anuário da Reciclagem, que compilou dados do período entre 2017 e 2018 e foi lançado em São Paulo, consiste em um documento elaborado pela Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT). De acordo com tal documento, a reciclagem, a partir do trabalho dos catadores, gerou para o Brasil cerca de 70 milhões de reais, com 465.814 toneladas de materiais recuperados, nesse período.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), baseado no Censo 2010, existiam no Brasil cerca de 388 mil pessoas exercendo atividade de catação de material reciclável e reutilizável como fonte principal de renda. Até o início de 2020, de acordo com o Movimento Nacional de Catadores de Recicláveis (MNCR), o país passou a contar com aproximadamente 800 mil pessoas realizando essa atividade, com possibilidade de ter aumentado para um milhão com a pandemia de COVID-19.

A literatura pesquisada nos permite partir de dois pressupostos: primeiro, o de que os catadores possuem um papel importante na cadeia da reciclagem e, conseqüentemente, no seu efeito benéfico ao meio ambiente. E segundo, o de que, apesar dessa contribuição ambiental, aqueles que trabalham informalmente ainda continuam na base da cadeia de produção, tendo ganhos inferiores em comparação ao volume e relevância do trabalho executado, uma vez que os catadores contratados e com registro em carteira profissional correspondem a 2% dessa população e ganham em média R\$ 1.320,60 (salário mínimo no período de R\$ 1.039,00) no mercado de trabalho brasileiro para uma jornada laboral de 44 horas semanais, de acordo com pesquisa junto a dados oficiais do Novo CAGED, eSocial e Empregador Web, no período de maio de 2020 a abril de 2021 (SALÁRIO, 2021).

Esse cenário pandêmico, com o aumento do número de pessoas exercendo a catação por falta de oportunidade de emprego, sugere a relevância de se desenvolver novos estudos sobre o tema. Decorreu desta necessidade, a proposta de realizar esta pesquisa que visa contribuir para lançar luz sobre a realidade dos catadores de materiais recicláveis. Os principais sujeitos da pesquisa são os catadores que vivem da coleta de resíduos sólidos urbanos e/ou domiciliares de forma autônoma.

Frente às mudanças na legislação, na conjuntura nacional e local, em razão também

da pandemia, e a continuidade e sobrevivência da atividade dos catadores de recicláveis numa sociedade que nega emprego, o estudo pretende contribuir com reflexões sobre a inclusão social desses profissionais, a partir da caracterização do seu trabalho como catador, para que os próprios catadores e demais atores envolvidos possam tomar conhecimento das fragilidades e forças nesta área.

Este trabalho é resultado da pesquisa de dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente da Universidade de Araraquara-SP (UNIARA), e foi organizado e estruturado da seguinte forma: inicialmente é feita a apresentação do tema e a discussão a partir da literatura, sobre o catador visto como agente ambiental, a exclusão social de que é refém e o seu trabalho precarizado.

Como resultado foi observada as seguintes características das categorias pesquisadas na literatura: baixa escolarização; prevalência de pessoas com idade acima de trinta anos; existência de problemas de saúde e insalubridade na execução da atividade de catação. Tais condições reforçam as desigualdades sociais e a precariedade do trabalho desses profissionais neste e em outros estudos.

## **METODOLOGIA**

A partir do levantamento bibliográfico nas bases de dados Google Acadêmico; na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da CAPES e SciELO durante o primeiro e segundo semestre de 2020, e o primeiro semestre de 2021, buscou-se na literatura especializada o tema catador e seus principais vieses estudados, tendo como palavras-chave: exclusão social, trabalho informal, catador como agente ambiental.

No levantamento bibliográfico da literatura especializada sobre os catadores de recicláveis, encontramos alguns exemplos: Bosi (2016), Bortoli (2009) e Miúra (2004), dentre outros.

Os autores considerados os principais interlocutores da presente pesquisa foram escolhidos a partir da identificação da recorrência de seus trabalhos para o tratamento de diferentes questões que envolvem a temática dos catadores no país. Além disso, verificou-se que houve uma maior incidência de publicações de artigos e trabalhos científicos sobre o tema dos catadores num determinado período que antecedeu e sucedeu a PNRS, em 2010. Nos estudos de caso de diferentes localidades, observou-se a prevalência de investigações que analisaram as seguintes abordagens: 1) os catadores cooperados e suas relações com as cooperativas específicas; 2) o papel do movimento social dos catadores; 3) os catadores avulsos/autônomos e a coleta em lixões ou aterros.

## **OS CATADORES DE MATERIAIS REICLÁVEIS NA LITERATURA**

Os catadores de materiais recicláveis são definidos, de acordo com Sicular (1991), como grupos que executam várias atividades relacionadas à coleta de produtos no lixo, seja para o consumo próprio, seja para a comercialização, isto é, são grupos que utilizam o lixo como matéria-prima. Ainda para esse autor, embora excluídos de qualquer vínculo empregatício e de estabilidade financeira, sua atividade de catação foi confundida em alguns espaços com coletores de lixo ligados ao serviço público. Contudo, essa distinção ocorre com base na finalidade que o lixo



tem para cada um deles, pois diferentemente do catador de recicláveis, o servidor público tem sua atividade baseada apenas na remoção do lixo. Além disso, este último está inserido regularmente no mercado de trabalho formal, possuindo renda e estabilidade financeira e de trabalho e sem a exigência numérica de produtos em peso recolhidos ao dia para sua subsistência.

Diante do exposto, o termo catador se refere exclusivamente à função que um determinado indivíduo desempenha ao catar, tratar e vender ou se apropriar dos lixos encontrados, importando para sua renda e manutenção a qualidade do produto recolhido e a quantidade coletada.

Para Sicular (1991), os catadores de recicláveis podem ser agrupados de acordo com diferentes critérios: local em que executam a coleta; tipos de materiais coletados; tipos de habitação; e a relação que eles têm com os compradores. Quanto ao primeiro critério, ou seja, o local em que a coleta é realizada, os catadores se dividem em dois tipos: os que catam nos lixões e os que catam nas áreas urbanas das cidades, ou seja, de porta em porta. Considerando os tipos de materiais têm-se os materiais destinados ao seu próprio uso e que atendam às suas necessidades pessoais (exemplos: sapatos, roupas, móveis etc.); e os materiais coletados e separados para a venda, isto é, que tenham um valor de troca (são exemplos destes materiais: o plástico, o papelão, os metais etc.). O terceiro critério, que se refere ao tipo de moradia, leva em consideração se os catadores residem nos próprios lixões (aterros) e proximidades, em barracos e favelas, ou se eles moram em casas em bairros da periferia. E, o último critério diz respeito à forma de se relacionar com os compradores (se ela é direta ou indireta). Tais compradores são representados tanto por atravessadores (carroceiros e donos de oficinas de sucata), quanto pelas empresas pertencentes à indústria da reciclagem.

Vários autores estudados destacam que a origem dos catadores no Brasil não pode ser dada com exatidão porque não existem registros de sua existência inicial. Isto é, não se conhece a evolução inicial da atividade de catador, sabe-se apenas que ela é bastante antiga e considerada como a primeira atividade de recuperação do lixo.

Para Bosi (2016), em seu livro intitulado “*História dos catadores no Brasil*”, a origem dos catadores no país se deu a partir de 1950, por registros literários que mencionavam em suas histórias a existência de pessoas que viviam do lixo. Segundo este autor, a reciclagem nunca foi iniciada com intuito de preservar a natureza, mas sim para a reutilização das coisas devido ao nível de pobreza da população.

Em meados de 1960, os catadores passaram a ganhar atenção a partir de iniciativas da Igreja Católica, de Organizações não Governamentais (ONGs) e de Universidades, no sentido de mobilizá-los para buscar melhores condições de vida. Em 1970, com o surgimento da perspectiva de economia ecologicamente correta, na época conhecida como ecodesenvolvimento, depois como desenvolvimento sustentável e na atualidade como economia verde (Romeiro, 2012), o trabalho executado pelos catadores no ciclo que deu origem à reciclagem foi sendo paulatinamente reconhecido como fundamental nesse processo.

Uma das implicações da atuação do trabalho realizado pelos catadores ficou evidenciada quando a coleta realizada por eles afetou diretamente a redução dos materiais coletados pelos caminhões de lixo municipais. O que influenciou na redução dos gastos com a limpeza pública e o aumento da vida útil dos aterros sanitários, fazendo com que o meio ambiente fosse

menos impactado com o descarte dos resíduos sólidos, e também se promovesse a redução na extração dos recursos naturais.

O trabalho do catador se tornou mais perceptível a partir de 1990, quando houve o crescimento do material coletado e também um aumento no número de pessoas envolvidas nesse processo (SEVERO, 2008). Esse aumento foi causado, de um lado, pela ampliação do material destinado à reciclagem, isto é, maior interesse na compra desses materiais pela indústria, pois o lixo passou a ser visto como mercadoria na sociedade do capital; por outro, pela grande quantidade de desempregados no país, a partir da década de 1980, em meio à crise mundial que abalou o sistema capitalista e o refez em novos moldes neoliberais (LEAL *et al.*, 2002).

Com o surgimento do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR), a partir de 2001, e a fundação do Movimento Nacional da População de Rua (MNPR), em 2004, a categoria passou a ter uma melhor organização e representatividade de classe, propiciando a abertura de espaços de discussão dentro das políticas públicas sob a perspectiva dos próprios catadores (IPEA, 2013).

O MNCR surgiu a partir do I Encontro Nacional de Catadores de Papel em meados de 1999, em Belo Horizonte-MG, sendo fundado em junho do ano seguinte no 1º Congresso Nacional de Catadores; e faz parte da Rede Latino-Americana de Organizações Recicladoras de Catador (RLOR) (SOUZA; SILVA; BARBOSA, 2014).

Tal Movimento continua atuante na luta por direitos, abrangendo em suas reivindicações, no ano de 2020, a inclusão da categoria dos catadores na lista de profissionais da linha de frente que deveriam ser imunizados imediatamente pelo governo quanto ao COVID-19 e com manifestações contrárias ao despejo e desocupação de áreas ocupadas nesse período de pandemia, evitando maior situação de risco à população ao ficar desabrigada.

O MNCR foi e continua sendo um grande exemplo de luta por direitos, a partir do qual os catadores tiveram a oportunidade de reivindicar suas demandas sem a participação de terceiros (pastorais, ONGs etc.), pois sua organização, mobilização e demais ações eram executadas e lideradas por pessoas da categoria.

A profissão só passou a ser reconhecida oficialmente pela legislação brasileira em 2002, compondo a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) de número 5192-05 (BRASIL, 2013). Segundo a descrição sumária de suas atividades na CBO, os catadores catam, selecionam e vendem materiais recicláveis como papel, papelão, vidro, bem como materiais ferrosos e não ferrosos e outros materiais reaproveitáveis.

Ainda que bastante relevante, o reconhecimento da profissão não implicou mudanças nas condições de vida e de trabalho dos catadores, os quais atuam muitas vezes sem vínculo empregatício e sem direitos, ganham geralmente menos de um salário-mínimo, disputam materiais recicláveis com seus iguais/concorrentes, nem sempre estão inseridos nos sistemas de gestão de resíduos e ainda enfrentam a exploração da indústria da reciclagem (Bortoli, 2009).

A Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010) trouxe alguns avanços. Um deles foi a responsabilização compartilhada ou gestão integrada entre poder público, iniciativa privada e sociedade civil. Neste tipo de arranjo está previsto que os responsáveis são todos os atores que fazem parte do ciclo

de vida do produto, compreendendo fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores. No referido ciclo, cada ator possui um papel importante, por exemplo: enquanto o fabricante se utiliza dos instrumentos de logística reversa e acordos setoriais, o poder público exerce o papel de fiscalização e de intermediação por meio de ações normativas e incentivos fiscais, e o consumidor por sua vez recorre à coleta seletiva para destinar de forma correta os resíduos domiciliares (BRASIL, 2010).

Segundo Souza, Silva e Barbosa (2014, p.4007),

[...] com a PNRS se reconhece legalmente que os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis têm valor social e se configura como um bem econômico, assim como, essa matéria-prima do catador é responsável por gerar trabalho e renda, promovendo a cidadania e inserção do catador no ciclo de vida do produto dentro da gestão e responsabilidade compartilhada.

Essa responsabilidade passa a ser entendida como uma obrigação de fazer, ou seja, cada ator tem o dever de contribuir para com uma gestão mais sustentável dos resíduos sólidos. Assim, essa política destaca o papel dos catadores de recicláveis e aumenta as possibilidades tanto de coleta, quanto de comercialização do material coletado.

Em síntese, a PNRS é composta por 17 diferentes instrumentos, destes, três favorecem o trabalho dos catadores de recicláveis: a logística reversa, a coleta seletiva e o incentivo ao desenvolvimento das cooperativas. A logística reversa objetiva o retorno das embalagens e dos produtos pós-consumo aos seus fabricantes e/ou fornecedores para que sejam reaproveitadas, recicladas ou descartadas adequadamente. Para que a logística reversa possa ocorrer é necessário que haja anteriormente a coleta seletiva. Esta se trata da coleta de resíduos sólidos previamente separados conforme sua constituição ou composição (úmidos, secos, industriais, da saúde, da construção civil etc.). O incentivo ao desenvolvimento das cooperativas se daria por meio do financiamento de equipamentos e materiais pelo poder público, que favoreceriam o funcionamento desses espaços de trabalho dos catadores e sua devida organização (BRASIL, 2010).

Foi estimado, pelo MNCR (2008), que no país tenha cerca de 800 mil catadores em efetivo exercício, sendo 70% do sexo feminino. Foram mapeadas 1.826 cooperativas em todo território nacional com um total de 10.413 catadores associados; destas cooperativas, 374 somente no Estado de São Paulo, com 2.729 cooperados. E constatado que os catadores são responsáveis por grande parte do trabalho na cadeia produtiva da reciclagem (90%), carregando 600 quilos ou mais de material por dia, com ganhos nem sempre suficientes para seu sustento e em condições adversas de trabalho.

Após 2010, o MNCR passou a fazer parte das Conferências Nacionais do Meio Ambiente e a incluir em sua pauta não apenas reivindicações exclusivas dos catadores, mas também em prol da preservação ambiental como um todo. Fundou a Associação Nacional de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT), que presta assessoria e capacitação. Nesse período de pandemia, tem distribuído cestas básicas à população carente e buscado conscientizar os catadores cooperados e autônomos a manterem todos os cuidados necessários de prevenção ao COVID-19, pois a exposição à infecção é potencializada na atividade de coleta de recicláveis (MNCR, 2008).

Reivindicação mais recente do MNCR é quanto a impedir que municípios e estados utili-

zem da incineração dos resíduos sólidos, como forma arbitrária de zerar o lixo de sua localidade, para no lugar iniciar um planejamento adequado de destinação correta desse material e auxiliar a população de catadores a gerar mais renda. Tem-se como exemplos de casos: a experiência de Mauá-SP, com a participação do MNRC em audiência pública; e o caso de Minas Gerais, com a possibilidade de implantação do Programa Lixão Zero do Governo Federal.

Convém lembrar que as principais políticas federais em prol do meio ambiente e direcionadas ao trabalho dos catadores foram implantadas nas gestões do Partido dos Trabalhadores (PT). Tem-se o Decreto n.º 5.940, de 25 de outubro de 2006; a Lei n.º 11.445/07 de Diretrizes Nacionais para Saneamento Básico; e a Lei 12.305/10 e o Decreto n.º 7.404/10, referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos e sua regulamentação; e, em 2011, o Plano Brasil Sem Miséria, pelo Decreto n.º 7492 de 02 de junho de 2011, este que contemplou os catadores no que tange ao incentivo à capacitação profissional, melhoria nas condições de trabalho, ampliação da coleta seletiva e das redes de comercialização (Souza; Silva; Barbosa, 2014). Em 2013, via Secretaria Nacional de Economia Solidária (SENAES), o MTE lançou a Política Nacional de Economia Solidária. Foi o órgão que mais destinou recursos de incentivo aos catadores pelo país (88%), respeitando as especificidades regionais, que atendeu 901 empreendimentos cooperativistas, selecionados por projetos, favorecendo a expansão geográfica e melhor organização do trabalho dessa categoria de trabalho (SILVA; SILVA, 2018).

A queda da taxa básica de juros, na gestão da ex-presidente Dilma Rousseff, também auxiliou a população de catadores, aumentando seu poder aquisitivo de bens e serviços em geral até 2016, por baratear o crédito e as compras à prazo.

Para Silva e Silva (2018), que analisa a questão dos catadores diante da crise institucional ao Estado mínimo:

A partir de 2016, sob novo comando, o Poder Executivo Federal, contando com apoio da mídia e do Poder Legislativo, concebeu e impôs uma mudança estrutural nas finanças públicas, de longo prazo, por meio da EC n.º 95/2016, que congelou por vinte anos os gastos sociais do governo federal, de modo que prevalece o ideal do Estado mínimo no social (SILVA; SILVA, 2018, p. 147).

Desde então foram intensificadas as políticas de defesa do mercado e ampliadas as restrições aos gastos públicos, principalmente com os gastos primários, característico dos governos neoliberais radicais e autoritários que se mantiveram no poder daí em diante, influenciando diretamente no aumento das vulnerabilidades, isto é, dificultando ainda mais o acesso da população aos meios de subsistência (Boffo; Saad-Filho; Fine, 2018).

Um outro caminho para pensar sobre a inserção econômica e social dos catadores de materiais recicláveis é a partir das chaves analíticas do cooperativismo e da economia solidária. Leite (2008) analisa as experiências de economia solidária como fazendo parte de um processo de transformação social, em que se configura como uma alternativa válida de geração de emprego e renda. Para a autora, a difusão dessas experiências se deu em decorrência da crise do trabalho assalariado (crise econômica e social), a partir da década de 1980, movimentada por trabalhadores que perderam seus empregos e que não conseguiram a reinserção no mercado, juntamente com aqueles que jamais deixaram a informalidade e que sozinhos não conseguiriam obter renda suficiente para seu sustento, passando a se reunirem na tentativa de continuar trabalhando.

Ainda segundo Leite (2008), a economia solidária pode ser compreendida por diferentes vieses. Com base na experiência britânica do início do século XIX, ela é vista como consequência das mudanças ocorridas nas relações de produção capitalista, em que se usou como resposta um modelo mais solidário e participativo de trabalho. Em outro, a economia solidária é vista como sendo, além de uma resposta à crise econômica, uma nova maneira de perceber o trabalho e de se buscar maior qualidade de vida. Há o viés que acredita que essas experiências não passam de movimentos passageiros que surgem com a crise, mas que não se sustentam por muito tempo em meio às dificuldades impostas pelo contexto capitalista, como a baixa capitalização, a ausência de capacidade técnica para gerenciar os negócios e o baixo envolvimento dos trabalhadores com a perspectiva de colaboração mútua.

Para Jean Louis Laville (2006), um dos principais teóricos sobre economia solidária, tal economia surge a partir da crise da sociedade salarial e do processo de terceirização em seu interior, com o propósito maior de alterar as estruturas sociais, incorporando não somente questões econômicas, mas também políticas. Sua base é principalmente direcionada à reciprocidade, ao bem comum ou ao interesse coletivo, por assim dizer, e aos recursos monetários, numa visão democrática e redistributiva dos ganhos.

Guardando as devidas proporções, as cooperativas e associações de catadores deveriam seguir a mesma linha da economia solidária, sendo criadas no país seguindo esses mesmos princípios, com a função primordial de organizar esta categoria de trabalhadores e criar formas de autogestão, cooperativismo e participação política (de acolhimento e organização de suas reivindicações), além de garantir sua subsistência.

As primeiras experiências brasileiras cooperativistas de catadores ocorreram em Belo Horizonte-MG, São Paulo-SP e Porto Alegre-RS. Segundo Magera (2003), a Cooperativa dos Catadores Autônomos de Papel, Aparas e Materiais Reaproveitáveis – COOPAMARE, foi fundada em São Paulo, no ano de 1989, a partir da organização de certos setores da sociedade civil e dos próprios catadores de rua, sendo pioneira na coleta e triagem de resíduos recicláveis.

O Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), em estudo de 2003, apresenta algumas vantagens do catador que faz parte de cooperativas, como: maior quantidade de materiais recicláveis armazenados que facilitariam a competitividade e a negociação, evitando depender de um único comprador, ou seja, vender uma quantidade maior por um preço melhor; estocar por um período mais longo e num local adequado (galpões de triagem); além de conseguirem de forma associada oferecer uma mercadoria mais limpa e melhor classificada e ainda reduzir os gastos com o transporte.

Dessa forma, as cooperativas têm por objetivo gerar oportunidades de trabalho e renda que não somente garantam a sobrevivência, mas também garantam a dignidade desses trabalhadores, oportunizando melhores condições de trabalho e maior conhecimento do mercado produtivo ao qual pertencem.

Além dos benefícios acima, é a partir da organização cooperativista que os associados passam a ter algumas garantias como, por exemplo, o recolhimento ou contribuição previdenciária ao Instituto Nacional de Seguro Social (INSS), proporcionando aos catadores a aposentadoria por invalidez ou tempo de serviço, licença médica ou afastamento por acidente de trabalho, dentre outros benefícios.



Como já mencionada, a PNRS incluiu como um de seus principais instrumentos o incentivo ao desenvolvimento das cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de recicláveis. Quando devidamente regularizadas, essas cooperativas passam a receber apoio da administração pública, incluindo galpões de triagem, equipamentos de proteção individual e outros equipamentos necessários para agregar valor ao material coletado e vendido.

De acordo com Bortoli (2009), os catadores de materiais recicláveis precisam de incentivo de outras experiências cooperativistas como modelo para poder criar uma organização coletiva e, desencadear uma articulação política para reivindicar seus direitos referentes à melhoria das condições de trabalho e renda.

Diante disso, a autora destaca que a organização para o associativismo, cooperativismo ou empreendedorismo pressupõe habilidades mínimas de gestão e de tomada de decisão num trabalho em equipe que, muitas vezes, os catadores não possuem, dificultando o processo de geração de trabalho e renda de forma coletiva. Ou seja, é necessário o desenvolvimento prévio das capacidades de trabalho no que se refere ao planejamento operacional e à autogestão associativa, para o entendimento de conceitos e práticas sobre: custos, produção, organização do trabalho, rateio e prestação de contas. Levando em consideração a ausência dessas capacidades técnicas, Leite (2008, p.33) destaca que apesar de poucos estudos a esse respeito, existem as “[...] ‘falsas’ cooperativas que, em vez de experiências de trabalho solidário, funcionam como forma de flexibilização do trabalho a serviço do capital, nas quais os princípios de autogestão, igualdade e solidariedade não estão presentes”.

Paul Singer (2002), em seu livro intitulado *“Introdução à Economia Solidária”* analisa diferentes tipos de cooperativismo: de consumo, de crédito, de compras e vendas, de produção e de troca, cada um com suas especificidades. E destaca também o volumoso surgimento de cooperativas pelo país com intuito de flexibilizar as relações de trabalho, a partir da contratação coletiva de um número considerado de trabalhadores sem lhes garantir os direitos trabalhistas exigidos pela legislação. Nesse sentido, empresas das mais variadas ordens criam cooperativas e exigem que seus funcionários se associem para lhes retirar as obrigações contratuais, sendo conhecidas por “falsas cooperativas”, “coopergatos” ou “cooperfraudes”, por serem cooperativas apenas no nome, mas sem preservarem os princípios da autogestão, mantendo sim as relações desiguais de poder típicas das empresas capitalistas, com patrões e empregados e exploração do trabalho.

Nesse contexto, a trajetória de muitos catadores foi ao longo do tempo perpassada por experiências cooperativistas que não reproduziam os princípios fundantes da economia solidária, muitas não progredindo e sendo encerradas, outras se mantendo às custas do trabalho expropriado dos catadores e dando lucro aos seus proprietários por serem heterogestionárias. Já as cooperativas que de fato contribuíram para melhoria das relações de trabalho e organização efetiva dos catadores, enfatizam os autores estudados, são associações cooperativistas autogestionárias, em que esses trabalhadores possuem autonomia e exercem sua atividade em prol do bem comum dos cooperados.

Diante disso, procurou-se entender como a literatura acadêmica tem abordado o tema do catador de recicláveis, possíveis conceituações, origem familiar e trajetória de vida e de trabalho. O resultado da revisão bibliográfica foi organizado e apresentado considerando aspectos relevantes da história e trajetória dos catadores bem como as categorias analíticas mais recorrentes:

a) papel de agente ambiental; b) exclusão social ou inclusão perversa; e c) trabalho informal e precarizado.

## Catador como Agente Ambiental

Com o surgimento das cidades no período industrial (século XVIII) e sua urbanização desordenada, a questão do descarte do lixo passou a se agravar e ser um caso de saúde pública, haja vista que os dejetos alimentícios e de materiais diversos eram jogados nas ruas sem qualquer preocupação sanitária. Ficou comprovado que esse descarte sem planejamento contribuiu para o surgimento de diversos problemas como, por exemplo: mau cheiro, poluição, atração de insetos e camundongos, chorumes e doenças em geral.

A influência direta do lixo na saúde da população gerou gastos ao governo dando início as primeiras medidas sanitárias como o tratamento de água, inauguração de incineradores e criação de lixões, mais tarde, de aterros sanitários. Essas medidas utilizadas pelos países europeus foram imitadas pelas demais nações do mundo, inclusive pelo Brasil.

Na atualidade, sabe-se que o crescimento populacional aliado ao desenvolvimento tecnológico e industrial (sistema produtivo) são os maiores causadores do expressivo aumento de resíduos sólidos no país e no mundo, onde a busca incessante pelo consumo de bens se tornou culturalmente aceita como forma de alcançar qualidade de vida e status e, ao mesmo tempo, de contribuir para o acúmulo crescente de capital.

O sociólogo francês Baudrillard (1995, p. 38), em sua análise a respeito do consumo das sociedades desenvolvidas, da segunda metade do século XX, retratou essa questão dizendo: “[...] todas as sociedades desperdiçaram, dilapidaram, gastaram e consumiram além do estrito necessário, pela simples razão de que é no consumo do excedente e do supérfluo que, tanto o indivíduo como a sociedade, se sentem não só existir, mas viver”.

Desse modo, nas sociedades modernas, desde a Revolução Industrial e as Revoluções do século XIX, busca-se pelo bem-estar ou conforto, símbolos de felicidade e alcançáveis, a partir do ideário do consumo.

Ainda que a partir de um repertório distinto, Bauman (2008, p. 53) recupera o diagnóstico de Baudrillard ao afirmar que: “[...] para atender a todas essas novas necessidades, impulsos, compulsões e vícios, [...] a economia tem de se basear no excesso e no desperdício”. Para tais autores, o ideário consumista passa a ideia de quanto maior a aquisição, maior a propensão para a felicidade.

Isto posto, a geração de bens a partir da exploração exagerada dos recursos naturais e o consumo acelerado seguiram caminhando para a crise ambiental. Dessa forma, “[...] na versão idealista: o crescimento é a abundância; a abundância é a democracia” (BAUDRILLARD, 1995, p. 45). No entanto, é preciso entender que o consumo está relacionado ao prazer egoísta e imediato, disfarçando-se de democracia, onde não se trata mais de saciar as necessidades de sobrevivência, mas sim de esbanjar um status social.

De acordo com Moura (2002, p. 2): “[...] constata-se, ao longo da história, que o homem sempre utilizou os recursos naturais do planeta e gerou resíduos com baixíssimo nível de preocupação: os recursos eram abundantes e a natureza aceitava sem reclamar os despejos



realizados [...]”. Entretanto, o meio ambiente tem se mostrado frágil às mudanças antrópicas ao longo do tempo. Por essa razão, aumentou a preocupação da sociedade com o impacto do lixo ao meio ambiente e a degradação dos recursos naturais e sua possível escassez, fazendo surgir ao longo da história métodos e técnicas para lidar melhor com esse descarte, pois os aterros e o processo de incineração não são mais capazes de absorver as proporções crescentes de lixo gerados pelas residências e pelos setores da economia.

Essa preocupação ambiental se dá em âmbito mundial, especialmente em grandes centros urbanos de países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Ferraz, Gomes e Busato (2012) enfatizam que os resíduos sólidos são um grande problema nos grandes centros urbanos, pois nem sempre se dispõe de sistemas de gerenciamento adequado, realizando o despejo desses resíduos em áreas sem controle ou qualquer tratamento.

A Europa é pioneira em diversos movimentos dentro dessa questão. A comunidade científica e as organizações não governamentais foram as primeiras a se atentar para as tragédias ambientais e a propor mudanças. Em 1975, a União Europeia definiu as diretrizes para um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos Europeu. Este contemplou diversos instrumentos para uma gestão integral de vários tipos de resíduos, servindo de inspiração para o desenvolvimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira.

No caso brasileiro, as discussões a respeito da gestão de resíduos sólidos não são muito antigas e têm avançado em passos lentos, uma vez que diversas iniciativas e proposições não partiram de ações diretas do Estado. Exemplo disto temos a experiência da Agenda 21, documento elaborado na Conferência Rio 92, onde foi defendido que o manejo de resíduos sólidos domésticos deveria compreender não somente a disposição ou aproveitamento, mas também a utilização de medidas capazes de modificar os padrões de produção e consumo da sociedade, levando em consideração as capacidades econômicas de cada local para isso (CNUMAD, 1992).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020), foi gerado no Brasil, no ano de 2018, cerca de 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo gerado por pessoa 380 kg/ano. Quando se considera a região sudeste tem-se que foram gerados 105.977 t/dia.

Segundo Ferraz, Gomes e Busato (2012), o trabalho dos catadores de recicláveis tem um papel preponderante na preservação dos recursos naturais e na contribuição que dão ao desafogar os esgotados espaços físicos que servem de armazenamento dos resíduos produzidos pela geração e acúmulo de lixo. Nesse sentido, o catador é entendido como agente ambiental de grande relevância, mas que só passa a ter certa visibilidade diante da emergência do debate sobre preservação do meio ambiente.

Na atualidade, com o agravamento da questão ambiental, os catadores se mostram a maior categoria de profissionais diretamente relacionada com a destinação correta dos resíduos sólidos, por isso o papel do catador é de extrema relevância.

Na capital do Estado de São Paulo, por exemplo, algumas cooperativas de catadores, além de exercerem o trabalho com a catação, também possuem o papel de conscientizar a população quanto ao descarte correto e à coleta seletiva, efetuando um trabalho de educação ambiental (por meio de: campanhas, panfletagens e ações programadas ou projetos sociais), geralmente desenvolvido em parceria com alguns órgãos públicos (SÃO PAULO, 2019).

Há experiências no Brasil, a exemplo da experiência da Prefeitura de Florianópolis-SC, que incentivam a concepção de reaproveitar 100% do lixo, coletado pelos catadores, e destiná-lo conforme suas características: orgânicos para compostagem e inorgânicos para reciclagem ou reuso. Iniciativas cada vez mais propagadas também pelo MNCR e organizações sociais de cunho ambiental.

Ainda segundo os autores Ferraz, Gomes e Busato (2012), “[...] os catadores são os agentes iniciais do circuito de produção da reciclagem e da sustentabilidade ambiental”. O trabalho como agente ambiental envolve gastos de energia, de tempo, organização e instrumentos adequados para executá-lo (recolher, separar e transportar o material coletado), experiência esta que os catadores já adquiriram com os anos de trabalho. Além disso, a figura do catador nos remete a pensar sobre o lixo produzido, sobre a natureza e o ambiente sociocultural em que vivemos, isto é, tais atores “[...] são figuras vivas da representação da preservação da natureza” (FERRAZ; GOMES; BUSATO, 2012).

De acordo com a CEMPRE (2020), os principais efeitos econômicos e ambientais da reciclagem são: minimização da exploração dos recursos naturais; redução da poluição do solo, água e ar; mitigação das emissões de gases causadores do efeito estufa; redução do custo da produção e geração de renda.

Diante dessas explanações, a utilidade do trabalho do catador e seu baixo custo são o que impulsiona a cadeia da reciclagem e, de certa forma, contribui para que todos os resíduos sólidos do país não sejam simplesmente despejados nos aterros sanitários ou incinerados, causando maior desequilíbrio ambiental do que o já existente.

## **Exclusão social ou inclusão perversa**

Num breve resgate histórico, a desigualdade social tem seus primórdios na propriedade da terra, garantida sua distribuição pela coroa a poucos que detinham status e vários outros privilégios no período feudal. De um lado, estavam os grandes fazendeiros, de outro, os escravos e/ou camponeses que dependiam totalmente da boa vontade do senhor feudal para garantir sua subsistência, mesmo estes trabalhando de sol a sol. Esse período é caracterizado pelas relações servis de produção e esta era majoritariamente agrícola (PESCAROLO, 2017).

De lá para cá, esses mesmos escravos e camponeses foram sendo expulsos gradativamente do campo, seguindo para as vilas que, mais tarde, deram origem às cidades. O êxodo rural é consequência também desse fenômeno histórico, assim como da necessidade de buscar trabalho remunerado (Kauchakje, 2017).

O progresso agrícola deu origem a um excedente econômico que proporcionou a ida dos trabalhadores para o comércio, contribuindo para o progresso técnico que deu lugar a Revolução Industrial. No Brasil, esse processo se deu um pouco diferente, pois teve alguns anos de atraso e sem alcançar a plena maturidade, em um processo que partiu do escravismo colonial até chegar a uma conformação de um país urbano e industrial mas de capitalismo dependente e periférico.

Com a intensificação do mercantilismo e Revolução Industrial, a ocupação dos meios urbanos se deu ainda mais de forma desordenada. A população de baixa renda passou a habitar cortiços e áreas periféricas das grandes cidades, pois não tinha posses suficientes para adquirir a moradia digna (BONDUKI, 2000).

A segregação socioespacial e a falta de moradia continuam sendo problemas sociais facilmente identificáveis no país, já que continuamos no patamar do subdesenvolvimento. De forma agregada aparecem a falta de saneamento básico, carência de recursos e de políticas que efetivamente busquem enfrentar essa situação. O fenômeno das favelas e a ocupação dos lixões deixaram muito claro a desigualdade e a falta de condições mínimas de segurança e de infraestrutura da população mais vulnerável. Essas desigualdades sociais nada mais são que as implicações de um modelo de desenvolvimento econômico capitalista, baseado na exploração da mão de obra barata obtida por meio da grande quantidade de trabalhadores desempregados e em subempregos (YAZBEK, 2001).

Segundo Carvalho (2015), o desenvolvimento capitalista, por suas próprias especificidades, se dá de modo desigual e combinado no território, o que, por seu turno, cria dilemas e entraves sérios à justiça e a equidade social.

Já Quinelato (2012, p. 23) expõe que: “[...] a aproximação da população com os excluídos é resultado de um processo próprio da sociedade capitalista, que é eminentemente excludente. Os principais aspectos em que a exclusão se apresenta dizem respeito à falta de segurança, à justiça e à cidadania”. Este autor destaca ainda que existe a exclusão social velha e a nova: a primeira, é decorrente de todo tipo de segregação espacial causada pela diferenciação entre as classes dominantes e subalternas, dentro do processo de produção capitalista, incluindo desde a escravidão até as populações minoritárias em representatividade e sem direito à voz, em virtude de sua baixa escolaridade, nível de pobreza ou baixa renda, origem, sexo, etnia, cultura e/ou religião. Já, a segunda, isto é, a nova exclusão, ela está diretamente ligada à generalização do grau de desemprego, e sua longa permanência, e à ausência de perspectivas mesmo para aqueles com nível de escolaridade maior. Este quadro é causado pelo processo de financeirização da economia, em que se valoriza o capital financeiro, flutuante e com rendimentos milionários, deixando de lado a necessidade de geração de empregos e de rendimentos para continuar lucrando (QUINELATO, 2012).

O Brasil se transformou de país agrário num país urbano, concentrando, em 2010, 85% da sua população nas cidades (BRASIL, 2011). O que agravou ainda mais os aspectos de infraestrutura deficitários do país e demais questões sociais, no que se refere ao saneamento básico, a pobreza, a insegurança alimentar, dentre outros. Yazbek (2001) destaca que há uma superpopulação eminentemente urbana, flutuante, miserável, que foi alijada de seus vínculos rurais e que tem enfrentado problemas diversos.

Há consenso entre alguns autores quanto à origem dos catadores enquanto pertencentes ao processo de exclusão social, por possuírem raízes históricas nas consequências do êxodo rural (MEDEIROS; MACEDO, 2006; BOSI, 2008; SEVERO, 2008). Para Bosi (2008), os catadores são em sua maioria provenientes do campo, com experiência de trabalho rural, por isso não têm qualificação profissional para desempenhar outras atividades no contexto das cidades além da catação.

Os catadores fazem parte de uma parcela da população que não conseguiu ser inserida na nova ordem social e fazer parte da organização produtiva nas cidades, integrando o grupo dos excluídos, por não serem considerados sujeitos pertencentes e participantes da vida em sociedade, sem direito de acesso às estruturas sociais (escola, comunidade, trabalho etc.). Nesse sentido, a exclusão social se dá exatamente quando pessoas são impedidas por alguma razão

de participar dessas estruturas (SOUZA; SILVA; BARBOZA, 2014).

Um dos primeiros registros visuais a respeito dos catadores no Brasil trata-se do curta metragem *Ilha das Flores*, produzido em 1989, por Mônica Schmidt, Giba Assis Brasil, Nôra Goulart, com roteiro de Jorge Furtado. *Ilha das Flores* é um local na cidade de Porto Alegre-RS, destinado ao depósito de lixo. O curta faz uma crítica às desigualdades sociais geradas pelo sistema capitalista e a ausência de políticas públicas para mitigar a miséria existente no país. Em 2004, é produzido o documentário intitulado “Estamira”, realizado por Marcos Prado, no qual se questiona o destino do lixo e a triste realidade das pessoas que vivem a partir do lixão de Gramacho, no Rio de Janeiro (BORTOLI, 2008). Esses dois registros retratam como a população mais vulnerável que vivia da catação permaneceu sem a devida atenção pelo poder público em suas diferentes esferas, evidenciando que a lógica neoliberal foi alheia a essa realidade, pois a diferença entre a realização dos referidos registros foi a década de 1990. Isto reforça a concepção de Bortoli (2008), quanto à atividade do catador sempre ter estado entre coletar para uso próprio e para a comercialização em decorrência da fragilidade social em que esteve inserido.

Nessa linha teórica, Miúra (2004) vê no trabalho dos catadores, mesmo sem alterar sua condição de vulnerabilidade e a estrutura da desigualdade social, uma maneira provisória de inserção social, entendendo que é a partir da atividade como catador que os sujeitos se sentem parcialmente pertencentes à sociedade e com certa utilidade social, diferentemente dos desocupados e mendigos. Maior entrave enfrentado pelos catadores, não se trata do seu reconhecimento como profissão, mas de conseguir assegurar seu bem-estar com o fruto do seu trabalho.

Já Medeiros e Macedo (2006) entendem a inclusão dos catadores de materiais recicláveis no processo de produção capitalista de forma perversa, pois ao mesmo tempo que lhes proporciona um trabalho, não lhes dá condições dignas para executá-lo, precarizando a atividade e lhes mantendo em situação de exclusão social. Essa realidade ambivalente influencia na invisibilidade que os catadores sofrem ao longo de sua história.

O estado de vulnerabilidade dos catadores ficou demonstrado nas primeiras iniciativas voltadas para sua organização e estruturação enquanto categoria, surgindo a partir do trabalho realizado pelas pastorais católicas nas grandes cidades com pessoas residentes nas ruas, estas que sobreviviam da catação de lixo.

Outro fator que veio a dar destaque à condição precária de vida dos catadores foi quando vários países colaboradores do Fundo das Nações Unidas Para a Infância (UNICEF) passaram a atuar por meio de fóruns e ações de combate ao trabalho infanto-juvenil nessa atividade. Isto ocorreu após o triste noticiário, com repercussão internacional, em 1994, de que crianças no Estado de Pernambuco haviam sido hospitalizadas por ingerir alimento tóxico no lixão, suspeitando-se de ter sido carne humana proveniente de lixo hospitalar (SOUZA; SILVA; BARBOSA, 2014).

Mesmo com a articulação dos movimentos sociais e a conquista do reconhecimento como profissão, o que se percebe é que os catadores continuam à margem da sociedade, com um trabalho realizado de forma desleal, debaixo de intempéries climáticas, expostos a riscos de acidente e de contaminação por falta de equipamentos adequados para manusear o lixo e, por fim, sem lhes oferecer qualidade de vida devido à baixa renda adquirida com seu trabalho.

Outro indício dessa exclusão é por serem muitas vezes beneficiários de programas go-

vernamentais que promovem a proteção social a partir do repasse de renda mínima por meio das Secretarias de Assistência Social como, por exemplo: Bolsa Escola; Auxílio Gás; Bolsa Família; Renda Cidadã; Auxílio Emergencial etc. Sempre necessitando da intervenção de políticas públicas para garantir o mínimo necessário à sua subsistência, com a complementação da renda ou fomento da atividade de forma mais organizada.

Por outro olhar, a desvalorização dessa categoria também está associada à concepção preconceituosa que se formulou na sociedade por lidar diretamente com o lixo. Migueles (2004) relaciona o significado social do lixo de forma negativa com a formação da identidade do catador e, conseqüentemente, a maneira com que ele encarou seu trabalho por muito tempo sem qualquer motivação. O fato de ter como objeto de trabalho algo descartável e muitas vezes visto como desagradável à sociedade, como é o caso do lixo, despertou por muito tempo nos próprios catadores preconceito, fazendo com que não se identificassem com a profissão, o que dificultou a mobilização conjunta em prol da categoria e o reconhecimento social.

Na visão de Cunha (2011), para superar a condição de exclusão e conquistar o reconhecimento social, é necessário construir espaços institucionais e simbólicos que viabilizem a identidade e dignidade dos catadores de forma coletiva.

Soma-se a esta visão as considerações de Veronese (2016), ao apontar que:

[...] o trabalho realizado por esses sujeitos (...), recoloca o material numa condição de obter valor de mercado, de gerar renda. Desse modo, o catador opera uma transformação que, além de ajudar em seu sustento e renda, tem valor simbólico: ele mesmo se recicla nesse processo, ou seja, adquire um papel social com sentido e se produz como sujeito (VERONESE, 2016, p. 230).

Deve-se reconhecer também que é pelo trabalho de catação que o catador passa a ter ganhos que, mesmo precariamente, o inserem na sociedade de consumo, ou seja, o incluem na relação trabalho x consumo, embora continue excluído do trabalho formal. O que trataremos no próximo item.

## **Trabalho informal e precarizado**

As mudanças no padrão de produção e de acumulação do capital influenciaram, ao longo da história, diretamente nas relações trabalhistas e na constituição do trabalho informal. Este caracterizado pela ausência de direitos, flexibilização das jornadas de trabalho, diminuição dos salários, terceirizações e até extinção de funções ditas estáveis. Essa instabilidade e declínio do trabalho formal intensificou ainda mais a precarização do trabalho (BOSI, 2008).

De acordo com Medeiros e Macedo (2006), a precariedade pode ser caracterizada pelo trabalho mal remunerado, com pouco reconhecimento, instabilidade e risco, restrição de acesso aos direitos sociais e trabalhistas, e falta de perspectiva de crescimento profissional.

No caso dos catadores, além de trabalho informal e precarizado, são considerados pertencentes a uma profissão insalubre se levarmos em consideração a Norma Reguladora n.º 15 do MTE, que elenca diversos fatores de risco aos quais os trabalhadores podem estar sendo submetidos como: calor excessivo, chuva, contato com produtos químicos, ruídos, risco de acidente ou de atropelamento, contato com insetos, dentre outros (IPEA, 2013).

Desse modo, os aspectos que envolvem a exclusão social estão entrelaçados a essa



precarização, ou seja, a todo momento se cruzam e se influenciam.

Bosi (2008) enfatiza o aspecto do trabalho informal dos catadores como só sendo possível por ter baixo custo. Além disso, ele faz a leitura da realidade dos catadores a partir de três vertentes: a) como forma alternativa de geração de renda aos excluídos; b) como construção de novos sujeitos; e, c) como uma questão de saúde pública. Outro aspecto levantado pelo autor é de que o trabalho de catação pode ser iniciado de imediato, sem a exigência de condicionais ou pré-requisitos para sua execução, levando a um numeroso quadro de trabalhadores, estes propulsores de novas tecnologias e da expansão do processo de reciclagem no país.

Este estudioso também enfatiza que a catação de recicláveis geralmente é vista como uma modalidade de trabalho autônomo, uma invenção do catador, uma oportunidade em meio as mudanças no mundo do trabalho e a diminuição do trabalho formal. Mas, na verdade, o trabalho de catador faz parte do processo de acumulação do capital e de suas relações desiguais, possibilitando lucro ao topo da cadeia de produção da reciclagem, mesmo que suas relações de trabalho não sejam reconhecidamente legitimadas.

Marchi (2011) caminha na linha que discute a reciclagem na perspectiva lucrativa, em que os resíduos sólidos podem oferecer às pessoas, a partir da atividade de catação, sua fonte de renda. Já Souza (2011) considera a reciclagem pelo aspecto econômico, destacando sua capacidade de fornecer matéria-prima de baixo custo ao processo produtivo das indústrias se comparado ao uso da matéria-prima convencional, sendo que esse baixo custo se dá exatamente pela mão de obra barata exercida graças aos catadores de recicláveis.

Para Costa e Chaves (2012), os catadores de recicláveis são analisados na perspectiva de trabalho informal e precarizado em que:

[...] faz-se necessário pensar os sujeitos que vivem do/no lixo, marginalizados na estrutura social do trabalho, [...] bem como entender a cidade e os seus desafios de inserção e negação ao mercado de trabalho formal, cabendo a estes o esforço contínuo de se organizarem em cooperativas e associações a fim de romperem com a lógica do desemprego e da informalidade (COSTA; CHAVES, 2012, p. 2).

Para todos os autores citados anteriormente, o trabalho informal ou precarizado é característico do próprio sistema produtivo no qual as sociedades ocidentais estão inseridas. Um modo de produção que tem exigido da população cada vez mais qualificação profissional e polivalência, além de capacidade de gerir e habilidades interdisciplinares e/ou multidisciplinares em suas funções para manter-se empregada.

De outro modo, as novas tecnologias ou tecnologias de ponta, fruto também do desenvolvimento capitalista, têm influenciado exponencialmente na redução e/ou extinção dos empregos, enxugando o contingente de profissionais pertencentes ao mercado de trabalho formal. Esse mercado de trabalho formal está cada vez mais inacessível à população, englobando todas as gerações e classes sociais que vivem a partir dessas relações de trabalho.

Diante desse cenário, segundo Severo (2008), existem dois tipos de catadores: os mais velhos que depois de desempregados não conseguiram mais ser inseridos no mercado formal de trabalho, por baixa escolaridade, avançada idade ou problemas de saúde; e os jovens, que nunca experimentaram o trabalho formal, por fazerem parte de uma geração desprovida de condições sociais e econômicas favoráveis para galgar posições mais vantajosas de trabalho.

Bauman (2009), em sua análise a respeito da vida líquida, destaca que o próprio estilo de vida da sociedade moderna é caracterizado pela precariedade das relações de modo geral. No caso dos catadores, essa realidade é ainda pior, pois além de terem como matéria-prima de trabalho produtos descartáveis, eles próprios enquanto mão de obra barata e desqualificada também são considerados descartáveis e facilmente substituíveis pelo mercado.

O trabalho é fruto de relações de poder entre o catador, sem poder, ou com baixo poder, de negociação, e os atravessadores, que ganham mais que os catadores por terem os meios de armazenar, prensar e revender os materiais às indústrias da reciclagem. Para Antunes (1995), essas relações de poder e a consequente precarização do trabalho estão em total acordo com o modo de produção capitalista.

Para Pochmann (2003), o Brasil ao aderir às políticas neoliberais de desregulamentação, flexibilização e redução considerável da proteção social, vem contribuindo progressivamente para a precarização das ocupações, aumentando assim as taxas de subemprego e desemprego. Essas condições precárias de vida e de trabalho têm reflexo direto na saúde dos catadores, isso sem falar na situação atual de pandemia de Covid-19, que intensificou os prejuízos para essa categoria. Em vista dos argumentos desse autor, segundo dados do IBGE (2021), 13,4 milhões de pessoas estavam na fila por um trabalho em 2020, com taxa média de desocupação para esse ano de 13,5%.

Segundo Bortoli (2009), a organização coletiva dos catadores e o reconhecimento da realidade do trabalho no processo de produção são primordiais para a construção desses atores sociais como sujeitos políticos, pois somente unidos e colaborando entre si podem gerar ações de resistência e de luta. É a partir da organização e do trabalho conjunto que os catadores se tornam capazes de fortalecer a categoria em prol dos seus direitos, tendo uma melhor visão dos aspectos que envolvem seu labor e do valor que o mesmo deveria ter para o mercado da reciclagem.

Em suma, a trajetória dos marcos legais, dos movimentos sociais e das experiências cooperativistas dos catadores, somada à sistematização dessas três categorias, trabalhadas nos itens anteriores, nos permitem construir um repertório a partir do qual é possível entender parte significativa dos avanços e desafios que os catadores têm enfrentado ao longo do tempo, dentro e fora do Brasil.

## **RESULTADO E CONSIDERAÇÕES**

Ficou evidenciado com a pesquisa que o catador ao longo da história sempre enfrentou dificuldades para se manter em meio ao mercado de trabalho informal na área urbana, o qual, assim como o formal, é concorrido e excludente.

Como destacou Yazbek (2001) e Bosi (2008), trata-se de uma população que, sendo expulsa do meio rural e da atividade da roça que realizava com propriedade, se viu amontoadas nas cidades e sem trabalho, devido a pouca escolaridade e, conseqüentemente, com pouca capacitação para outros trabalhos mais elaborados. Sem emprego e renda fixa, passou a ocupar as áreas periféricas das cidades (BONDUKI, 2000). Isto indica que o êxodo rural não é uma busca por melhores condições e sim uma expulsão do campo, demonstrando indiretamente o potencial



social da reforma agrária popular.

Por nem sempre serem capazes de suprir suas necessidades básicas como catador, recorrem ao poder público local para solicitar auxílio de cestas básicas ou de inclusão em programas socioassistenciais de complementação de renda (ex.: Bolsa Família, Auxílio Emergencial e BPC). O BPC é uma alternativa, utilizada somente após os 65 anos completos, em substituição a aposentadoria da qual eles não têm direito, apesar de terem trabalhado por toda a vida, uma vez que a renda não é suficiente para contribuir com a previdência social e se tornar um segurado. Tais atores dependem exclusivamente do Sistema Único de Saúde para atendimento médico-hospitalar.

Os catadores se caracterizam por: baixa escolaridade, baixa renda, origem rural, maioria de mulheres, relações de trabalho precárias e nem sempre tendo acesso às estruturas sociais (educação, saúde, trabalho etc.); a exemplo do trabalho de Quinelato (2012), pertencem a uma parcela da população em situação de desigualdade social ou de exclusão.

A relação comercial existente entre a empresa compradora e o catador é de dependência e de exploração, típica do processo de produção capitalista, pois não existe vínculo empregatício, tampouco seguros sociais que resguardem os catadores caso fiquem doentes ou, pela idade avançada, percam a capacidade de trabalhar. Esses atores exercem trabalho informal e precário por sua conta e risco, empurrando a pé carrinhos de ferro, carregados com uma enorme quantidade de materiais recicláveis pelas ruas da cidade, expostos a intemperes climáticas e outras situações de risco por lidarem com o lixo, com a concorrência e com o preconceito de uma parcela da população.

Mesmo assim, é a partir da atividade de coleta de materiais recicláveis que esse grupo social se vê inserido na sociedade, mesmo que de forma parcial, por ela promover seu sustento e dignidade (MIÚRA, 2004).

Ao mesmo tempo que os(as) catadores(as) compõem a base da cadeia produtiva da reciclagem, ao executarem o trabalho pesado de coleta, seleção e separação desses materiais e os venderem por preços, muitas vezes irrisórios, são eles os principais responsáveis pela movimentação desse mercado lucrativo aos grandes empresários de ponta, contribuindo diretamente para um desenvolvimento mais sustentável, em que a exploração dos recursos naturais é substituída por materiais recicláveis. Para Bosi (2008), os catadores são propulsores de novas tecnologias e da expansão do processo de reciclagem no país. Já na visão de Souza (2011) o baixo custo do trabalho do catador é o que torna possível sua utilização no lugar da extração de produtos in natura.

Constatamos na literatura especializada vários aspectos que envolvem a vida e o trabalho dos catadores de materiais recicláveis pelo país. Destes, os que mais foram identificados como sendo um ponto de congruência característico dessa categoria está relacionado à exclusão social, agregado ao trabalho precário e ao papel como agente ambiental. Neste último aspecto, os catadores, apesar de fornecerem uma grande contribuição ambiental, acabam por fazê-la como uma consequência indireta, pois o foco está voltado para garantir a subsistência de sua família.

Houve maior incentivo por parte do poder público (nas esferas federal, estadual e municipal), entre os períodos de 2002 a 2016, decaindo os investimentos voltadas aos catadores até

2020, por conta do congelamento dos gastos com as políticas sociais, instituído pelo governo federal.

Num contexto mais recente, em meio à crise institucional que se instalou no Brasil, e às políticas restritivas de direitos sociais e trabalhistas vindas a partir das reformas neoliberais, desde 2016, o país foi acometido pela pandemia de COVID-19, em 2020, assim como os demais países do mundo, passando a enfrentar uma crise sanitária nunca vista por gerações.

Foi reduzida a capacidade de compra desses atores sociais, em meio a pandemia, devido ao aumento da inflação, diminuição do valor de venda dos materiais recicláveis e do crescimento do número de catadores eventuais (concorrentes) no mercado local no primeiro ano de pandemia.

Ao longo da execução da pesquisa, e neste texto final, buscamos, de um lado, contribuir para chamar a atenção dos gestores públicos e privados para o trabalho dos catadores, evidenciando sua importância para a cadeia da reciclagem e a parcial invisibilidade por eles vivenciada. E, de outro, colaboramos para que os profissionais ativos da catação pensassem a respeito do seu trabalho, sua importância e suas dificuldades, mostramos também a ausência de políticas públicas voltadas a atender suas necessidades e a questão ambiental.

Desse modo, este trabalho espera ter fornecido conhecimentos que possam auxiliar a melhorar as relações existentes entre todos os atores sociais da reciclagem, reconhecendo os catadores como protagonistas nessa relação de modo a se tornarem cada vez mais conscientes de sua importância social e ambiental.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2011. Disponível: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=87080>. Acesso em: 29 de jun. de 2020.

ABRELPE. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos na brasil edição 2020. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 12 de ago. de 2021.

AFP. Agence France-Presse. Economia brasileira teve queda de 4,1% em 2020. UOL, 2021. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/afp/2021/03/03/economia-brasileira-teve-queda-de-41-em-2020.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em: 24 de nov. 2021.

AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS. No Dia da Mulher, estatísticas sobre trabalho mostram desigualdade. 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20287-no-dia-da-mulher-estatisticas-sobre-trabalho-mostram-desigualdade>. Acesso em: 24 de nov. 2021.

ALVES, A. M. Pensar o gênero: diálogos com o Serviço Social. Revista Serv. Soc. Soc., São Paulo, n. 132, p. 268-286, maio/ago. 2018.

Alves, Jean Carlos M.; VELOSO, Letícia Helena M.; ANDRADE, Emmanuel P; SILVA, Andreia Maria. Economia Solidária e a dimensão cognitiva da experiência dos catadores. Interações (Campo Grande) [online]. 2020, v. 21, n. 1 [Acessado 27 Novembro 2021], pp. 125-140. Disponível em: <<https://doi.org/10.20435/inter.v21i1.2199>>. Epub 27 Fev 2020. ISSN 1984-042X. <https://doi.org/10.20435/inter>.

v21i1.2199.

ANTUNES, R. Adeus ao trabalho? – ensaio sobre as morfoses e a centralidade do mundo do trabalho. (6ª. ed.). Campinas, SP: Cortez, 1995.

BAUDRILLARD, Jean. A sociedade de consumo. Edições 70; Lisboa: Portugal, 1995.

BAUMAN, Z. Vida para consumo: a transformação das pessoas em mercadorias. Tradução Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008.

BAUMAN, Z. Vida líquida. Tradução Carlos Alberto Medeiros. 2ª edição. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2009.

BOFFO, M.; SAAD-FILHO, A; FINE, B. Neoliberal Capitalism: The Authoritarian Turn. *Socialist Register*, Canadá, v. 55, p. 312-320, 2019.

BONDUKI, N. Habitar São Paulo: reflexões sobre a gestão urbana. São Paulo: Estação Liberdade, 2000.

BORTOLI, M. A. Catadores de materiais recicláveis: a construção de novos sujeitos políticos. *Revista Katálysis*, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 105-114, jan./jun. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/katalysis/article/view/S1414-49802009000100013>. Acesso em: 08 dez. 2020.

BOSI, A. P. A organização capitalista do trabalho "informal": o caso dos catadores de recicláveis. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 23, n. 67, jun. 2008.

BOSI, A. P. História dos Catadores no Brasil. São Paulo: Editora Verona, 2016.

BRASIL. Lei nº 5.764, de 16 de dezembro de 1971. Define a Política Nacional de Cooperativismo, institui o regime jurídico das sociedades cooperativas, e dá outras providências. 1971. Diário Oficial. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l5764.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5764.htm). Acesso em: 10 de out. 2020.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. 2002. Diário Oficial. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10406compilada.htm). Acesso em: 10 de out. 2021.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. 2007. Diário Oficial. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em: 10 de out. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010a. Diário Oficial. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: Acesso em: 10 de out. 2020.

BRASIL. Decreto Federal 7.404/2010 de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010b. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm) Acesso em 08/12/2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. 2020. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/conesan/sites/253/2020/11/pnrs\\_2020.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/conesan/sites/253/2020/11/pnrs_2020.pdf). Acesso: 13 de set. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sobre a doença. 2021. Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca#o-que-e-covid>. Acesso: 01 de maio 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego – MTECBO. Classificação Brasileira de Ocupações. 2013. Disponível em: <https://www.ocupacoes.com.br/cbo-mte/519205-catador-de-material-reciclavel>. Acesso em: 10 de out. 2020.

CAMPOS, L. S. Processo de triagem dos materiais recicláveis e qualidade [manuscrito]: alinhando a estratégia de manufatura às exigências do mercado. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, 2013.

CARVALHO, J. G. Economia política e desenvolvimento: um debate teórico. 1. ed. São Carlos: Grupo de Pesquisa Ideias, Intelectuais e Instituições, p.60, 2015.

CASTILHOS JR, Armando Borges de; RAMOS, Naiara Francisca; ALVES, Clarissa Martins; FORCELLINI, Fernando Antônio; GRACIOLLI, Odacir Dionísio. Catadores de materiais recicláveis: análise das condições de trabalho e infraestrutura operacional no Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. Artigo Ciência da saúde coletiva, 18 (11), nov. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013001100002>. Acesso em: 09 de abr. 2021.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem (2017-2018). Anuário da Reciclagem. São Paulo: ANCAT/PRAGMA/LCA. 2020. Disponível em: <https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/2-Anu%C3%A1rio-da-Reciclagem.pdf>. Acesso em: 10 de out. 2020.

CNUMAD. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. AGENDA 21. Rio de Janeiro, 1992.

CNMP. Conselho Nacional do Ministério Público. Diretrizes técnicas e jurídicas para a coleta seletiva e triagem de materiais recicláveis durante a pandemia de covid-19. 2020. Disponível em: [https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Publicacoes/documentos/2020/DIRETRIZES\\_COLETA\\_SELETIVA\\_E\\_COVID.pdf](https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Publicacoes/documentos/2020/DIRETRIZES_COLETA_SELETIVA_E_COVID.pdf). Acesso em: 10 de out. 2021.

COSTA, W. B.; CHAVES, M. R. Informalidade e precarização do trabalho de catação de materiais recicláveis no Brasil: pontos para debate. Anais... XII Jornada do Trabalho - A irreformabilidade do capital e os conflitos territoriais no limiar do século XXI. Os novos desafios da Geografia do Trabalho". Presidente Prudente: UNESP, 2012.

CUNHA, M. R. R. L. Lixo, identidade e trabalho: dos catadores de materiais recicláveis associados de Goiânia. Revista de Ciências Sociais: Sociedade e Cultura/UFG, vol. 14, n. 01, p. 53-61, 2011.

FERRAZ, L.; GOMES, M. H. A.; BUSATO, M. A. O catador de materiais recicláveis: um agente ambiental. Cad. EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 763-768, set. 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-9512012000300017&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-9512012000300017&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 08 de dez. 2020.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. Ciência & Saúde Coletiva [online]. 2012, v. 17, n. 6 [Acessado 18 fevereiro 2022], pp. 1503-1510. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600014>. Epub 12 Jun 2012. ISSN 1678-4561. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600014>.

IPT. Instituto de Pesquisa Tecnológica. Cooperativa de catadores de materiais recicláveis: guia para implantação. São Paulo: SEBRAE, 2003.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Censo Demográfico de 2010. <https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/?loc=0,0R,0U&cat=-1,1,2,-2,-3,128&ind=4710> . Rio de Janeiro, 2010.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Situação Social das Catadoras e Catadores de Material Reciclável e Reutilizável: Região Sudeste. Brasília: IPEA/SAE, 2013.
- KAUCHAKJE, S. Políticas públicas sociais: a cidade e a habitação em questão. Curitiba: Série Políticas Sociais Públicas, InterSaberes, 2017.
- LAVILLE, J. L. “Ação pública e economia: um quadro de análise”, in França Filho *et al.*, Ação pública e economia solidária: uma perspectiva internacional. Porto Alegre: Ed. Da UFRGS, 2006.
- LEAL, A. C.; JÚNIOR THOMAZ, A. T.; ALVES, N.; GONÇALVES, M. A.; DIBIEZO, E. P. A reinserção do lixo na sociedade do capital: uma contribuição ao entendimento do trabalho na catação e na reciclagem. Revista Terra Livre, São Paulo/SP, v. 2, p. 177-190, 2002.
- LEITE, M. de P. A economia solidária e o trabalho associativo: teorias e realidades. Revista Brasileira de Ciências Sociais, São Paulo, v. 24, n. 69, fev. 2009. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-69092009000100003](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69092009000100003). Acesso em: 08/12/2020.
- Magera, M. Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade. Campinas, SP: ed. Átomo, 2003.
- MARCHI, C. M. D. F., Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. Perspectivas em Gestão & Conhecimento, João Pessoa, v.1, n.2, p118-135, jul./dez. 2011. Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc>. Acesso em: 13/06/2021.
- MEDEIROS, L. F. R.; MACÊDO, K. B. Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência? Psicol. Soc. vol.18 no.2 Porto Alegre May/Aug. 2006.
- MIGUELES, C. P. Significado do lixo e ação econômica – a semântica do lixo e o trabalho dos catadores do Rio de Janeiro. Anais... Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação em Pesquisa em Administração – ENANPAD, Curitiba – PR, 2004.
- Miura, P. C. O. Tornar-se catador: uma análise psicossocial. Dissertação de mestrado não publicada, Mestrado em Psicologia Social, orientadora Dra. Bader Sawaia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, SP, 165f, 2004.
- MNCR. Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. Sobre o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. 2008. Disponível em: <http://www.mnrc.org.br/sobre-o-mnrc>. Acesso em: 10 de out. 2021.
- MNCR. Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. Carta aberta dos catadores da Cidade de São Paulo no contexto da pandemia Covid-19. 2020. Disponível em: <http://www.mnrc.org.br/noticias/blog-sudeste/carta-aberta-dos-catadores-da-cidade-de-sao-paulo-no-contexto-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 10 de set. de 2021.
- MOURA, L. A. A. Qualidade e Gestão Ambiental. 3ª edição, São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2002.
- OECD. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. The COVID-19 crisis: income support to informal workers is necessary and possible. 2020. Disponível em: <https://oecd-development-matters.org/2020/04/22/the-covid-19-crisis-income-support-to-informal-workers-is-necessary-and-possible/>. Acesso: 24 de nov. 2021.

- PACHECO, J. R. Análise da Cadeia da Reciclagem. Monografia apresentada no curso de Economia da Universidade do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. 30p. 2012.
- PESCAROLO, J. K. Sociologia urbana e da violência. Curitiba: InterSaberes, 2017.
- PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório de Desenvolvimento Humano 2019. Nova York, 2019. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/relatorio-anual-2019.html>. Acesso em: 24 de nov. 2020.
- POCHMANN, M. As possibilidades do trabalho e a nova economia no Brasil. In: RUBEN, G; WAINER J.; DWYER, T. (Org.). Informática, organizações e sociedade no Brasil. São Paulo: Cortez, 2003.
- ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento Sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. Estudos Avançados (USP. Impresso), v. 26, p. 65-92, 2012.
- QUINELATO, D. G. Da invisibilidade ao recomeço social: um estudo sobre trabalhadores do Projeto “Luxo do Lixo” em Catanduva-SP. 107f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente. Araraquara: Universidade de Araraquara, 2012.
- SÃO PAULO (Estado). Governo do Estado São Paulo. SP Notícias. SP registra 4,41 milhões de casos e 152,5 mil óbitos por Covid-19. 2021. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/sp-registra-441-milhoes-de-casos-e-1525-mil-obitos-por-covid-19/>. Acesso em: 10 de set. de 2021.
- SÃO PAULO. Prefeitura de. Cooperativa habilitada pela Prefeitura promove troca de recicláveis e óleo de cozinha por alimentos na Zona Leste de São Paulo. 2019. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/noticias/?p=280273>. Acesso em: 12 de set. de 2021.
- SALÁRIO. Catador de Material Reciclável - Salário 2021 e Mercado de Trabalho. 2021. Disponível em: <https://www.salario.com.br/profissao/catador-de-material-reciclavel-cbo-519205/>. Acesso em: 10 de set. de 2021.
- SEVERO, R. G. Catadores de materiais recicláveis da cidade de Pelotas: situações de trabalho. 128f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.
- SIERRO DIAS RECICLAGEM. Serviços. 2021. Disponível em: <https://sierrodias.com.br/>. Acesso em: 10 de set. de 2021.
- SICULAR, D. T. Pockets of Peasants in Indonesian Cities: The Case of Scavengers. World Development, v. 19, n 2/3, p. 137-161, 1991.
- SILVA, E. P. Mulheres em situação de violência na favela de Paraisópolis: possibilidades de luta e resistência. Dissertação (Mestrado em Serviço Social). São Paulo: Pontifícia Universidade Católica São Paulo/PUC-SP, 2014.
- SILVA, M. do S. F; JOIA, P. R. Situação socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis na cidade de Aquidauana/MS. Revista Terra Plural, v. 2, p. 25-39, 2008.
- SILVA, R. B.; SILVA, R. M. A. da. Da Crise Institucional ao Estado Mínimo: o arrefecimento nas políticas públicas de inclusão socioeconômica de catadores e catadoras de materiais recicláveis. Revista Economia Solidária e Políticas Públicas. p. 139-150, out. 2018. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9911/1/bmt\\_65\\_10\\_economia2\\_crise.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9911/1/bmt_65_10_economia2_crise.pdf). Acesso em: 07/11/2021.



Singer, P. Introdução à Economia Solidária. 1ª ed. – São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2002.

SISTEMA OCB. Organização das Cooperativas do Brasil. [s.d]. Disponível em: <https://www.ocb.org.br/legislacao>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

SOUZA, J. C. Reciclagem e sustentabilidade ambiental: a importância dos processos logísticos. Transportes, Rio de Janeiro, v. 19, n.1, p. 43-48, mar. 2011. Disponível em: <http://www.anpet.org.br>. Acesso em: 08/12/2020.

SOUZA, M. A.; SILVA, M. M. P.; BARBOSA, M. F. N. Os Catadores de Materiais Recicláveis e Sua Luta pela Inclusão e Reconhecimento Social no Período de 1980 a 2013. Santa Maria: REMOA – UFSM, v. 13, nº 5, p. 3998-4010, dezembro 2014.

THOMPSON, E. P. Costumes em comum. Companhia das Letras: 1ª edição, p. 528, 1998.

VERONESE, M. V. Associativismo entre catadores de material reciclável urbano. Contemporânea, São Paulo, SP, v. 6, n. 1, p. 213-236. Jan./jun. 2016.

YAZBEK, M. C. Classes subalternas e assistência social. 1ª ed. São Paulo: Cortez Editora, 2018.

YAZBEK, M. C. Pobreza e exclusão social: Expressões da questão social no Brasil. Temporalis: Revista da Associação Brasileira de Ensino e Pesquisa em Serviço Social - Ano. 2, n. 3 (jan./jun..2001). Brasília: ABEPSS, Grafline, p. 33-40, 2001.

YIN, R. K. Pesquisa qualitativa do início ao fim. Porto Alegre: Editora Penso, 2016.

## **Concreto leve com argila expandida e adição de fibra de aço**

## **Lightweight concrete with expanded clay with added steel fibers**

---

**Luis Felipe Simonetti**

*Acadêmico de Engenharia Civil, UDC, Medianeira – PR, Brasil*

**Michel Fernando Albertim**

*Engenharia Civil, UDC, Medianeira – PR, Brasil*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.04

## RESUMO

A construção civil está sempre em processo de melhoria, seja com a criação de novos materiais, com o desenvolvimento de novas técnicas ou a implementação tecnológica. O uso de argila expandida é uma solução satisfatória para a confecção de concreto leve, pois, sua massa específica sofre redução considerável se comparada ao concreto convencional. Outra solução, é o uso de fibras de aço, que traz melhorias na resistência a flexão, retração do concreto entre outras, melhorando sua durabilidade e resistência. A partir disso, foram avaliados três traços de concreto leve com adição de fibras de aço, nos valores de 0,75%, 1% e 1,25% e comparados ao traço de referência, sem fibras, fornecido pela CINEXPAN, para um concreto leve com trinta megapascal de resistência. Os resultados obtidos mostraram um ganho de 19% para a resistência a compressão e uma boa relação com o módulo de elasticidade para o teor de 0,75% de adição, se mostrando o traço mais favorável além de massa específica abaixo dos 1800 kg/m<sup>3</sup> para todos os traços. Para a resistência a flexão, as fibras não trouxeram ganho de resistência devido a fragilidade do agregado.

**Palavras-chave:** argila expandida. fibras metálicas. concreto leve.

## ABSTRACT

Civil construction is always in the process of improvement, whether with the creation of new materials, the development of new techniques or technological implementation. The use of expanded clay is a satisfactory solution for the manufacture of lightweight concrete, since its specific mass is considerably reduced compared to conventional concrete. Another solution is the use of steel fibers, which improves flexural strength and concrete shrinkage, among others, improving its durability and strength. From this, three mixes of lightweight concrete with the addition of steel fibers were evaluated, in the values of 0.75%, 1% and 1.25% and compared to the reference mix, without fibers, provided by CINEXPAN, for a concrete lightweight with thirty megapascals of resistance. The results obtained showed a gain of 19% for the compressive strength and a good relationship with the modulus of elasticity for the content of 0.75% of addition, showing the most favorable trait in addition to specific mass below 1800 kg/m<sup>3</sup> for all traits. For the flexural strength, the fibers did not bring strength gain due to the fragility of the aggregate.

**Keywords:** expanded clay. metallic fibers. light concrete.

## INTRODUÇÃO

Desde o seu surgimento até o início da década de 80, o concreto convencional permaneceu sendo uma mistura de agregados (miúdos e graúdos), cimento e água, sem maiores inovações que alterassem de forma significativa seu desempenho (ANGELIN, 2014, apud, PEREIRA 2008, BORJA 2011).

Porém nos últimos anos ocorreram grandes mudanças tecnológicas, devido a evolução de técnicas, novos estudos e materiais e novos equipamentos que possibilitem esses trabalhos (ANGELIN, 2014).

Os concretos com agregados leves têm sido utilizados desde o início século passado

para fins estruturais e de vedação, com excelente resultado. A partir de 1980 houve rigorosas pesquisas sobre concretos leves em todo o mundo demonstrando grande potencial de uso desse material nas mais diversas áreas da construção civil (ROSSIGNOLO, 2003).

E apesar do custo mais elevado, a redução da massa específica gera a diminuição da sobrecarga da estrutura, economizando em formas, transporte, montagem de construções pré-fabricadas, dimensionamento de fundações e em armaduras, sendo uma técnica completamente viável para determinadas situações ACI 213R-03, (2003).

Nos últimos anos tem-se observado a utilização do concreto leve com Argila Expandida em edifícios, pontes, recuperação estrutural e plataformas marítimas. Essas estruturas estão expostas aos mais variados ambientes, e alguns são extremamente agressivos, como é o caso das plataformas marítimas, o que demonstra a grande durabilidade e versatilidade da argila expandida. Em construções de edifícios de múltiplos andares as estruturas de concreto leve com massa específica em torno de  $1.800\text{kg/m}^3$  apresentam uma redução de 30% no custo da fundação, em comparação com as estruturas em concreto com massa específica normal (CINEXPAN, 2021).

As partículas de agregado graúdo são relativamente fracas, e isso é um fator limitante na resistência de concretos leves. Contudo, não existe uma relação definida entre a resistência do agregado e a resistência do concreto (PEREIRA, 2008, apud, NEVILLE, 1997).

No concreto leve, a fratura da peça ocorre através do rompimento dos agregados, enquanto que no concreto convencional esse rompimento ocorre na ligação matriz/agregado. Esse fato torna o concreto leve menos resistente a fratura e aos esforços de flexão do que o concreto convencional (GUEDES, 2019).

Para suprir essa deficiência, a introdução do aço na forma de barras, fios e recentemente na forma de fibras dos mais diferentes tipos, aumenta a capacidade de absorção de energia do compósito, após a fissuração da matriz. Nos países em desenvolvimento, nos quais se encontra o Brasil, o uso do concreto reforçado com fibra tem se intensificado em obras de infraestrutura, notadamente nas áreas de saneamento básico, serviços geotécnicos e de pavimentações, com baixos teores, enquanto nos países desenvolvidos o uso e as pesquisas têm se voltados para os concretos de alto desempenho, auto adensáveis e com elevados teores de fibras (GUEDES, 2019, apud FIGUEIREDO, 2011).

O uso das fibras de aço Wirand no concreto proporciona um melhor comportamento dos elementos estruturais, devido a redução da formação de fissuras, resultando em melhor qualidade e maior durabilidade da obra. Outras vantagens em relação ao seu uso é que substitui, em algumas situações, a armadura convencional e elimina ou diminui custos com mão-de-obra para armação, praticamente não gera desperdício de material, não exige grandes investimentos para transporte, e a estocagem, manuseio e aplicação são simples (MACCAFERRI DO BRASIL, 2021).

Com as vantagens oferecidas pelas fibras de aço devido a sua alta resistência e pela argila expandida, através da sua baixa massa específica, busca-se avaliar a influência na resistência à compressão e possíveis melhorias para a resistência à flexão e módulo de elasticidade, para um concreto utilizando a argila e as fibras em conjunto, tendo assim um produto com uma faixa de aplicação maior, ganhando espaço no mercado e, por consequência, o tornando economicamente mais acessível também.

## PROBLEMA DE PESQUISA

O uso de argila expandida é benéfico do ponto da redução de peso dos elementos, porém o mesmo apresenta redução na resistência mecânica a compressão, flexão e módulo de elasticidade. É possível contornar esses decréscimos com a adição de fibras de aço ao concreto?

## HIPÓTESES

O uso de fibras de aço como adição, melhoram a resistência mecânica de compressão, flexão e módulo de elasticidade, devido ao alto módulo da fibra e o efeito de costura criado no composto.

## JUSTIFICATIVA

O concreto leve estrutural, é utilizado em situações onde se busca a redução de carga por peso próprio dos elementos.

Porém o seu uso é indicado para peças com carregamentos de menor intensidade e elementos de vedação pois a utilização de argila expandida acarreta na redução da resistência mecânica, devido a fragilidade do agregado. Logo, a adição de fibras de aço, busca melhorar tais características através da redução à retração, efeito de costura do concreto além da melhoria significativa que a adição de fibras trás em relação a resistência à flexão, em concretos de modo geral.

Portanto, melhorar o desempenho do concreto leve, é fundamental, ampliando suas possíveis aplicações em elementos de concreto com segurança e custo-benefício necessários.

## OBJETIVOS

A seguir, serão apresentados os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

### OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência nas propriedades mecânicas do concreto leve com argila expandida no que tange a resistência a compressão, módulo de elasticidade e resistência a flexão a partir da adição de fibra de aço.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência da adição de fibras de aço na resistência a compressão axial do concreto leve com argila expandida.
- Avaliar a influência da adição de fibras de aço na resistência a flexão do concreto leve com argila expandida.

- Avaliar a influência da adição de fibras de aço quanto ao módulo de elasticidade do concreto leve com argila expandida.

## REVISÃO DE LITERATURA

A baixo, serão apresentadas, informações sobre o concreto convencional, concreto leve e o concreto com fibras.

### Concreto convencional

De acordo com Neville (2016), o cimento é descrito como um material com características adesivas e coesas, com capacidade de unir fragmentos minerais de maneira sólida e compacta.

O cimento Portland é o mais utilizado na construção civil e é basicamente composto por silicato e aluminato de calcário além de adições que são específicas para cada área de aplicação, e que reage ao contato com a água, formando um material sólido e resistente. A composição apenas de cimento e água é conhecida como argamassa e quando misturado com agregados miúdos, como areia, e graúdos como a brita, forma o composto conhecido como concreto. A massa específica do concreto fica em média de  $2.400 \text{ kg/m}^3$ , é utilizado para elementos estruturais como vigas, lajes, pilares e de fundação além de peças de vedação que podem ser painéis ou blocos (NEVILLE, 2016).

Porém a história do concreto já vem por volta de 400 a. c. quando os romanos misturavam fragmentos de rochas e areia com cal hidratada e cinzas vulcânicas, obtendo um compósito ainda mais resistente se comparado a utilização sem rochas e areia. Em 1824, Joseph Aspdin inventou o cimento Portland conhecido atualmente, a partir da queima de argila e calcário moídos. Com a evolução dos estudos e da tecnologia devido a demanda da construção civil, o concreto teve várias evoluções ao longo dos anos, que atualmente seguem rigorosos controles de fabricação, garantindo a qualidade do produto, assim como seus agregados, que possuem controle tecnológico de britagem, para a britas e coleta de areia de boa qualidade. Que quando misturados, geram uma mistura com alta resistência a compressão. A partir da década de 30, houve um grande salto tecnológico, quando o concreto passou a ser produzido em usinas, com dosagem e mistura ideal entre cimento, areia, pedra e água, garantindo a qualidade e especificações necessárias para seu uso. Em 1980 já existia concretos de alta resistência, com fibras e iniciava o uso de aditivos, que conferiram o atual cenário do concreto (REVISTA CONCRETO USINADO, 2013).

### Concretos leves

Normalmente, a designação de concreto leve é utilizada para identificar concretos com estrutura porosa, geralmente à base de ligantes hidráulicos, com massa específica inferior à dos concretos tradicionais (ROSSIGNOLO, 2003).

A NBR 12655:2015, diz que os agregados, quando caracterizados em laboratório, no estado endurecido e seco, apresentem massa entre 0,8 e  $2,0 \text{ g/cm}^3$ .

Existem diversos agregados leves que podem ser utilizados em substituição total ou parcial aos agregados convencionais, como argila expandida, pumicita (pedra-pomes), vermiculita



e cinza volante sintetizada. Dependendo do tipo de agregado, traço e dosagem da mistura, concretos produzidos com agregados leves podem atingir resistências moderadas e altas (GOMES, *et al*, 2015, *apud* MAYCÁ, *et al*, 2008).

O agregado leve sintético poliestireno expandido (EPS), conhecido popularmente como isopor, com massa específica inferior a  $0,030 \text{ g/cm}^3$ , tem sido também utilizado para produzir concretos com massa específica entre  $600 \text{ kg/m}^3$  e  $1.800 \text{ kg/m}^3$ , e resistências à compressão entre 4 MPa e 12 MPa, dependendo do tamanho e da quantidade de EPS (GOMES, *et al*, 2015, *apud* BABU E BABU, 2002).

## Concreto leve com argila expandida

Diante das demandas observadas em campo e por conseguinte nas soluções em tecnologia do concreto, estudos foram desenvolvidos para melhorias da forma convencional de produção, um deles é a utilização de agregados mais leves produzindo uma mistura com massa específica menor e mantendo suas características mecânicas de resistência a compressão (ANGELIN, 2014).

Segundo Moncada *et al* (2019), a argila expandida é um agregado obtido através do aquecimento de diferentes tipos de argila à uma temperatura estimada em  $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ , exposta a tal temperatura este agregado emite gases expandindo-a em até sete vezes seu volume inicial. Esses mesmos gases não são emitidos ao exterior sendo retido na argila após o resfriamento, assim diminuindo a massa unitária do material, sendo utilizada em concreto leve, possuindo uma densidade aparente de  $500 \text{ Kg/m}^3 \pm 10 \%$  utilizou-se como principal agregado graúdo visando abaixar o peso próprio de estruturas.

Atualmente, cerca de 60% da produção de argila expandida no Brasil destinou-se ao setor da construção civil e 40% aos setores de lavanderia (20%), paisagismo, refratários e demais aplicações, como substratos em geral (MENDES *et al*, 2016, *apud* FRANÇA, *et al*, 2018).

De acordo com Angelin (2014), é de suma importância que se tenha conhecimento sobre tais materiais para que possa se implantar no dia a dia o uso do concreto leve estrutural, reduzindo custos e ao mesmo tempo com um material que atenda todas as normas vigentes.

A argila é adicionada ao concreto como agregado graúdo, com o intuito de gerar economia através da redução da massa específica, por consequência, os carregamentos atuantes diminuindo as dimensões das peças estruturais (MORAVIA *et al*, 2006 *apud* FRANÇA, *et al*, 2018)

Além das normas vigentes no Brasil, instituições internacionais como a American Concrete Institute (ACI), através da ACI 213R-03 (2003), completam as possíveis aceitações de produtos e processos executivos na área de concreto (FRANÇA, *et al*, 2018).

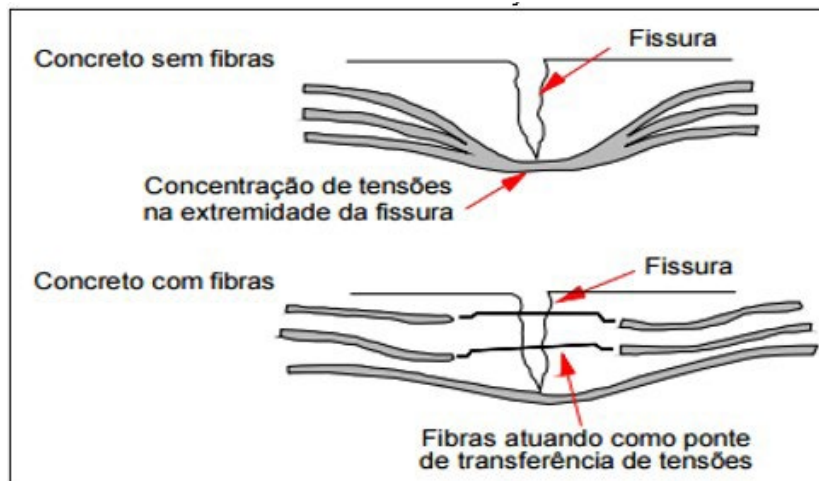
A resistência mínima para concretos leves é de 20 Mpa e sua massa específica pode variar entre  $1.500$  a  $2.000 \text{ kg/m}^3$ .

Outras características que se pode ter é uma boa resistência à compressão com redução potencial do custo; redução da retração por secagem e fissuração; aumento da durabilidade devido à menor ocorrência de fissuras; maior facilidade na mistura, bombeamento e manuseio (CINEXPAN, 2022).

## Concreto com adição de fibras

Concreto reforçado com fibras, conhecido como (CRF), é a composição da mistura do cimento, com agregados graúdos e miúdos com a adição de fibras que podem ser de aço, fibra de vidro, fibra de carbono, fibras poliméricas ou naturais e são utilizadas como opção para o uso no concreto armado, em pré-moldados e moldados in loco além de concreto projetado. As aplicações do CRF são relacionadas a obras com alta demanda social como as de infraestrutura para transporte, túneis entre outros (FIGUEIREDO, 2011 *apud* TSCHÁ, 2016, p. 26).

Figura 1 – concreto reforçado com fibras



Fonte: Figueiredo (2011).

A adição de fibras pode trazer um aumento da resistência e da ductilidade do concreto quando submetido à tração, a flexão e também à compressão, trazendo benefícios ao concreto, diminuindo a retração, melhorando no comportamento pós-fissuração, a erosão e a fadiga, maior resistência ao impacto, entre outros (METHA E MONTEIRO, 2014 *apud* TSCHÁ, 2016, p. 26).

O concreto pode ter resistência convencional, na faixa dos 25 a 35 Mpa ou acima disso, se enquadrando como alta resistência. Em ambas as condições, a condição de fluidez merece uma atenção especial, já que a adição de fibras acaba diminuindo essa característica devido à grande área superficial da mesma, gerando mais atrito entre os materiais, situação que pode ser contornada com porcentagem menor de adição de fibras ou ainda com a adição de aditivos plastificantes (REVISTA CONCRETO E CONTRUÇÕES, 2017).

A maioria das fibras de aço, possuem secção circular, pois são provenientes do corte de fios trefilados, ou de secção retangular pois são feitas a partir de chapas. Porém as que apresentam maior eficiência, são de secção circular com diâmetro de 0,5 a 1 mm. com gancho nas pontas das fibras e com resistência que varia na casa dos 500 a 1150 Mpa e módulo de elasticidade de 210 Gpa. (REVISTA CONCRETO E CONCTRUÇOES, 2017).

Figura 2 – Fibra de aço



Fonte: Concreto e Construção (2017).

Segundo Vavrus (2021), outro fator que também é importante para o bom desempenho do concreto com adição de fibras, é o comprimento das mesmas, pois se muito curtas, não possuem um efeito de costura adequado e se forem longas, não dão trabalhabilidade suficiente a mistura, o que inviabiliza a aplicação.

### Fibra Wirand FS - 8

As fibras de aço Wirand para reforço de concreto, são produzidas a partir de fios de aço de baixo teor de carbono, que quando adicionadas ao concreto, atuam como uma armadura tridimensional, restringindo a propagação de fissuras e aumentando a resistência pós-fissuração do elemento estrutural (MACCAFERRI DO BRASIL, 2022).

Além disso, a utilização das mesmas aumenta a resistência do concreto à:

- Fissuração;
- Impacto;
- Puncionamento;
- Cargas variáveis;
- Variações térmicas;

Além de tornar o concreto fibro- reforçado, mais dúctil e menos permeável (MACCAFERRI DO BRASIL, 2022).

Tabela 1 – Fibra Wirand FS – 8

Fibra FS - 8	
Comprimento (mm).	25
Diâmetro (mm).	0,75
Resistência a tração (Mpa).	>1100
Módulo de elasticidade (Gpa).	210
Deformação na ruptura (%)	<4

Fonte: Maccaferri do Brasil (2021).

## Concreto leve com adição de fibras

De acordo com Guedes (2019), o uso de adição de fibras em concretos leves vem crescendo bastante nas últimas décadas, tendo em consideração as vantagens obtidas pela adição de fibras em matrizes frágeis, as quais atuam como ponte de transferência de tensões através das fissuras reduzindo sua propagação e expansão, proporcionando um aumento da capacidade de absorção de energia e de cargas de impacto ao material, resistência à tração e à flexão, bem como melhorias termoacústicas.

Durante a fase de comportamento elástico as fibras não exercem nenhuma função significativa, as quais irão ser observadas apenas no período pós-fissuração com o aumento na resistência do concreto (GUEDES, 2019).

Ainda de acordo com Guedes (2019), o objetivo de adição das fibras não é aumentar a resistência aos esforços de compressão, porém os acréscimos e decréscimos estão ligados diretamente ao volume de fibras adicionado.

Os decréscimos estão ligados a incorporação de ar que dificulta o empacotamento da mistura, já os acréscimos podem ocorrer em decorrência de um adensamento adequado, otimizando o empacotamento granular, acarretando aumento de resistência, módulo e tenacidade (GUEDES, 2019)

Observou-se também que a influência da adição de fibras de aço carbono nas proporções de 0,30%; 0,60% e 0,90% do volume da mistura, em concretos leves, com diferentes dimensões de argilas expandidas, para ensaios de quatro pontos, em corpos de prova prismáticos, medindo 100 x 100 x 400 mm, geraram aumento na tensão de flexão a medida que aumentavam a proporção das fibras de 0,30% a 0,90%, sendo esse aumento da ordem de 66,6% para as fibras de aço e de 45,9% para as fibras de carbono, atingindo 5,88 MPa e 5,15 MPa, respectivamente (WU, 2019 *apud* GUEDES, 2019, p. 45).

Ao analisarem o comportamento de dois concretos: um concreto convencional e um concreto leve produzido com argila expandida, ao adicionarem fibra de vidro nas frações de volumes entre 0 % e 2 %. Perceberam pouca influência na resistência à compressão e no módulo de elasticidade, mas aumentos na resistência à flexão e na resistência à fratura, independentemente do tipo de matriz ou comprimento da fibra. Os resultados também mostraram que a compressão, a flexão e a resistência ao cisalhamento aumentaram com o aumento do teor de fibras, enquanto a trabalhabilidade diminuiu com o aumento no teor de fibras (TASSEW E LUBELL, 2019 *apud* GUEDES, 2019, p. 46-47).

## MATERIAL E MÉTODO

A seguir serão abordados os materiais e a metodologia empregada na pesquisa realizada.

### MATERIAL

Ressalta-se os materiais usados na produção do concreto estudado.

## - Cimento CP-V ARI

A utilização desse material é proveniente do traço adotado (1 : 2,1 : 0,8) para a pesquisa, que é fornecido pela CINEXPAN, empresa fabricante da argila expandida utilizada, onde o cimento CP-V ARI é usado para a confecção de concreto leve estrutural com resistência de 30 Mpa.

## - Areia

A areia utilizada na pesquisa, é oriunda do rio Paraná, que é a fornecida nas lojas da cidade de Medianeira. Para verificar a qualidade do material e sua possível utilização no concreto, foi realizado o ensaio de peneiras, seguindo as prescrições da NBR 16915:2021, para avaliar o módulo de finura da mesma. Na tabela 2, pode-se avaliar a porcentagem de material retido nas peneiras.

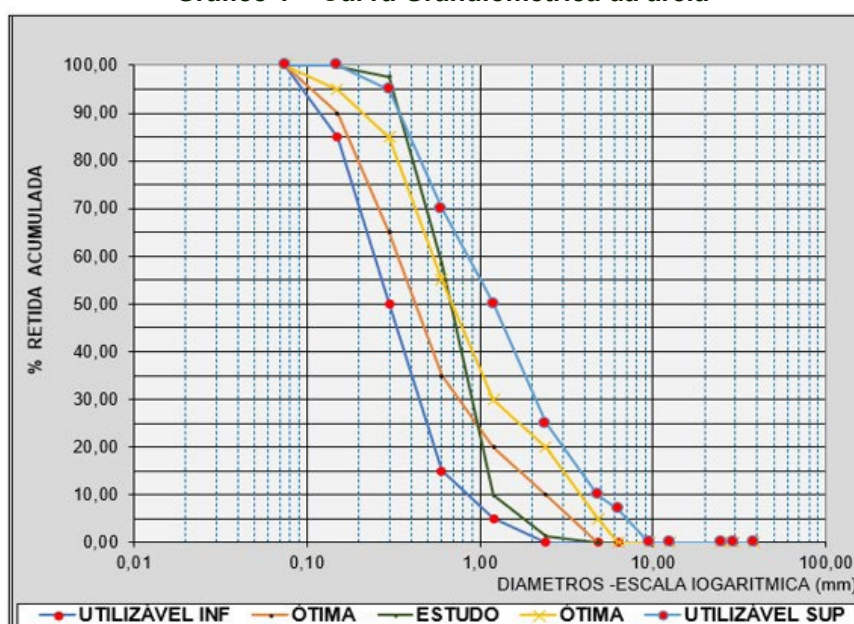
Tabela 2 – Granulometria da areia

Peneira (mm)	Material retido (g)	Porcentagem retida	Porcentagem retida acumulada
6,3	0,00	0,0	0,0
4,75	0,00	0,0	0,0
2,36	2,00	0,4	0,4
1,18	7,00	1,41	1,54
0,6	42,00	8,48	10,02
0,3	240,00	48,48	58,5
0,15	194,00	39,19	97,7
Fundo	10,00	2,02	100
Módulo de finura= 1,67			
Diâm. máx.= 1,18			

Fonte: O autor (2021).

O gráfico 1 indica a curva granulométrica do agregado, em comparação com a zona utilizável recomendada.

Gráfico 1 – Curva Granulométrica da areia



Fonte: O autor (2021).

A partir das informações do gráfico 1, todo o material retido no fundo das peneiras, ou seja, o material pulverulento, foi removido para a confecção do concreto, pois o mesmo fica fora da zona utilizável, além de que sem o mesmo, pode-se diminuir a utilização de água, mantendo a relação a/c mais próxima ao que é fornecido pela CINEXPAN.

### **- Argila expandida**

A argila expandida escolhida, é produzida pela CINEXPAN, que é líder no mercado, em produção para a utilização na construção civil. A argila em questão é do tipo 1506, pois é a mesma utilizada no traço de referência da pesquisa, sem a adição de nenhuma outra granulometria. Sua dimensão é de 6/15 mm. que é equivalente a brita 0. A densidade aparente é de 600 kg/m<sup>3</sup> (+/- 10%), superfície microporosa, rígida e de alta resistência com interior cerâmico poroso. Produzida em forno rotativo a 1.200 °C, com produtos naturais, não inflamável e não degradável.

### **- Fibra Wirand FS - 8**

A fibra utilizada, foi a WIRAND FS-8 da MACCAFERRI DO BRASIL. É uma fibra de aço com baixo teor de carbono e de alto módulo (210 GPa), fabricada a partir do corte de chapas, em tiras muito finas, com diâmetro de 0,75 mm. e comprimento de 25 mm. que ficam semelhantes a fios. Sua utilização vem sendo ampla em obras de infraestrutura, como túneis e obras especiais. Seu formato geométrico, com as pontas dobradas, garante a ancoragem necessária ao concreto, diminuindo sua retração e fissuração, aumentando a resistência do composto, pois trabalha como uma armadura tridimensional.

### **- Aditivo plastificante**

O concreto produzido recebeu a dição de aditivo plastificante, pois além de ser indicado no traço de referência da CINEXPAN, apenas para o concreto leve, sem adição de fibras, o mesmo se faz tão necessário ainda, quando adicionadas, pois o uso de fibras na mistura, reduz consideravelmente a fluidez do concreto, quase que inviabilizando sua aplicação na maioria das situações. O aditivo utilizado, foi o FORTMIX 611, que é utilizado na faixa de 0,8% a 1,2% sob o peso de cimento e aplicado junto a água de amassamento.

## **METÓDO**

Os corpos de prova foram moldados no formato cilíndrico e prismático, de acordo com a NBR 5738:2015 com o concreto seguindo o traço de referência, que é de 1 : 2,1 : 0,8 e relação a/c= 0,47. O mesmo, teve a adição de diferentes teores de fibra em relação ao volume de concreto: 0,75%, 1% e 1,25%. Durante a moldagem, também foi analisado a quantia de aditivo a ser utilizado, tendo como ponto de partida, o mínimo recomendado pelo fabricante. Para o traço de referência foi utilizado 0,8% sob o peso de cimento, atingindo um abatimento de 10,5 cm; para a adição de 0,75 % de fibra foram 0,95% de aditivo atingindo 9,5 cm de abatimento; a adição de 1% de fibra consumiu 1% de aditivo, chegando aos 10 cm de abatimento; e por último, a adição de 1,25% de fibras utilizou 1,1% de aditivo, batendo 11 cm de abatimento, logo, todos os traços ficaram na faixa de abatimento de 10+-1 cm. Os corpos de passaram por ensaios mecânicos após 28 dias de cura submersa. Os ensaios realizados somente aos 28 dias, se dão ao uso do cimento



e da argila expandida, que possui resistência inferior aos agregados convencionais, logo, mesmo com a utilização do cimento CPV – ARI, nos primeiros dias de moldagem, o concreto ainda apresenta resistência baixa, inviabilizando os ensaios na primeira semana, para essa pesquisa, optou-se por não realizar os ensaios nos primeiros dias de concretagem.

### - Ensaio de resistência a compressão

Para o ensaio de resistência à compressão axial foram utilizados corpos de prova cilíndricos com dimensões de 100 x 200 mm. (diâmetro e altura), de acordo com a NBR 5739:2018, 4 para o concreto de referência e mais 12 corpos de prova com diferentes teores de fibra, sendo 4 CP'S com 0,75% de adição, 4 CP'S com 1% de adição e 4 CP'S com 1,25% de adição. Os mesmos foram submetidos a compressão axial pura e levados a ruptura a fim de obter quais as suas resistências.

### - Ensaio de módulo de elasticidade

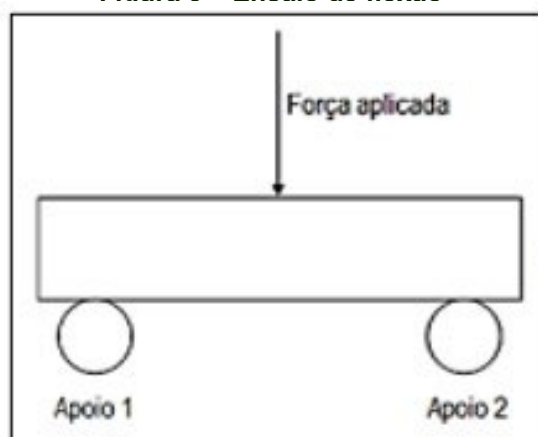
O ensaio de módulo de elasticidade estático segue a NBR 8522-1:2021. Ensaiado em corpos de prova cilíndricos de 100 x 200 mm., com 3 CP'S como referência e mais 9 CP'S com as variações das fibras de aço, que são de 0,75% de adição, 1% de adição e 1,25% de adição. Os mesmos foram expostos a ciclos de carregamento mínimo, com 0,6 megapascal de carga, que varia entre 5% e 6% da carga de ruptura para cada adição. Para o carregamento máximo, foi aplicado 30% da carga de ruptura obtida no ensaio de compressão, respectiva a cada traço. Os ciclos são de 60 segundos para cada carregamento onde mediu-se através de sensores, as deformações para cada carregamento; e no final levados a ruptura, para obter sua resistência a compressão.

### - Ensaio de resistência a flexão

Para o ensaio de flexão foram utilizados 16 corpos de prova nas dimensões de 150 x 150 x 450 mm. (altura, largura e comprimento), tendo como base a ASTM C293M (2016). Utilizando 4 CP'S de referência, sem adições, 4 CP'S com 0,75% de adição, 4 CP'S com 1% de adição e 4 CP'S com 1,25% de adição.

Os corpos de prova sofreram um carregamento pontual no meio do vão livre, como indica a figura 3.

Figura 3 – Ensaio de flexão



Fonte: Santana (2016)

O vão livre entre apoios é de 40 cm. e mais 2,5 cm. para cada lado de sobra. A carga foi aplicada até a ruptura do prisma.

## - Verificação de massa específica e abatimento no estado fresco

O ensaio de massa específica segue a NBR 9833:2008, onde verificou-se a massa específica para cada traço de concreto de acordo com suas respectivas adições de fibras de aço. Foram pesados os recipientes de moldagem antes da serem preenchidos com o concreto e pesados posterior a moldagem, onde a diferença de massa representa a massa de concreto e com o volume do molde, também conhecido, pode-se calcular a densidade dos mesmos. Já a verificação do abatimento, feita através do SLUMP TEST segue a NBR NM 67:1998.

## RESULTADOS OBTIDOS

Neste tópico serão abordados os resultados obtidos após os ensaios laboratoriais.

### Resistência a compressão

Após a realização dos ensaios em laboratório, constatou-se um acréscimo a resistência do concreto com a adição das fibras, de acordo com a tabela a 3.

Tabela 3 – Resistência A Compressão Axial.

Concreto	Resistência média (Mpa)	Acréscimo de resistência (%)
Referência	20,23	-
0,75% de adição de fibras	24,22	19,76
1% de adição de fibras	24,08	19,05
1,25% de adição de fibras	24,39	20,59

Fonte: O autor (2022).

A adição das fibras de aço, para os 3 teores estudados, trouxe um ganho na casa dos 19% de resistência, com um acréscimo de até 84,71 Kg de massa específica se comparados ao concreto de referência. Como é mostrado no gráfico 2.

Gráfico 2 – Resistência X Massa Específica



Fonte: Autor (2022).

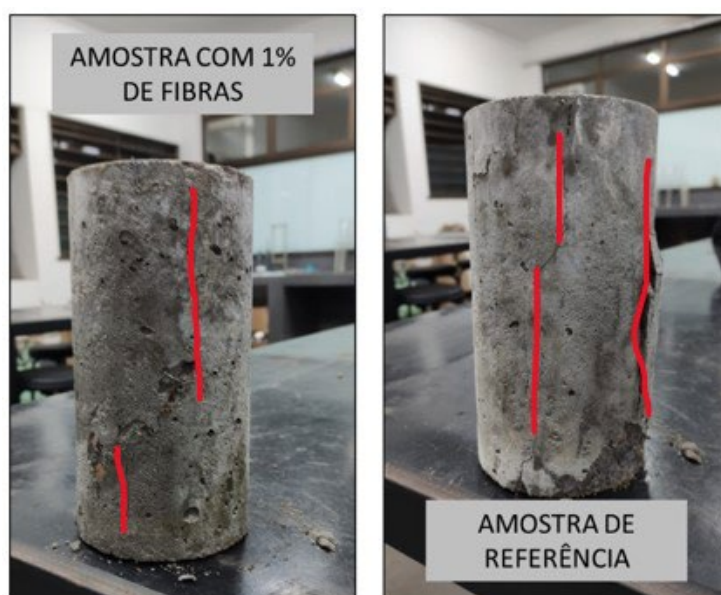
Esse acréscimo é proveniente de um adensamento adequado, resultando no confinamento do composto, logo, as fibras absorvem parte dos esforços atuantes, retardando a fissuração e o rompimento do concreto (GUEDES, 2019).

Outra análise mostra que as fibras agem como ponte de transferência entre as fissuras de cisalhamento internas ao concreto, o que acaba aumentando a tenacidade à compressão (FIGUEIREDO, 2011).

Pode-se observar também, que o ganho de resistência é basicamente o mesmo, para os teores de fibra avaliados, ficando na faixa de 24 MPa. Isso é proveniente da fragilidade ao cisalhamento da argila expandida, que se rompe a partir do momento que a mesma é solicitada.

Segundo Pereira (2008), essa fragilidade é constatada através da fissuração do corpo de prova, que ocorre de maneira colunar, que atravessa o agregado quando a matriz possui maior rigidez. Como pode ser observado na figura 4.

**Figura 4 – Modo de ruptura à compressão axial**



Fonte: Autor (2022)

## Módulo de elasticidade

Os resultados para o módulo de elasticidade em concretos com argila expandida ficam entre 14 GPa. e 18 GPa. (SCHWANTES, 2012, apud, SARTORI, *et al*, 2018).

A utilização de fibras de aço, podem trazer melhoras de resultado, devido ao alto módulo da fibra.

Como mostra a tabela 4, para o valor de referência, o módulo de elasticidade, está dentro do intervalo previsto para esse material e sofre um pequeno aumento até a teor de 1% de adição de fibra, posteriormente começa a sofrer redução.

Segundo Bezerra (2012), a adição de fibras a partir de uma determinada porcentagem, tende a diminuir o módulo de elasticidade, e isso ocorre pelo aumento de interface de interação da matriz cimentícia.

Isso explica a redução para teores mais elevados.

Tabela 4 – Módulo de Elasticidade

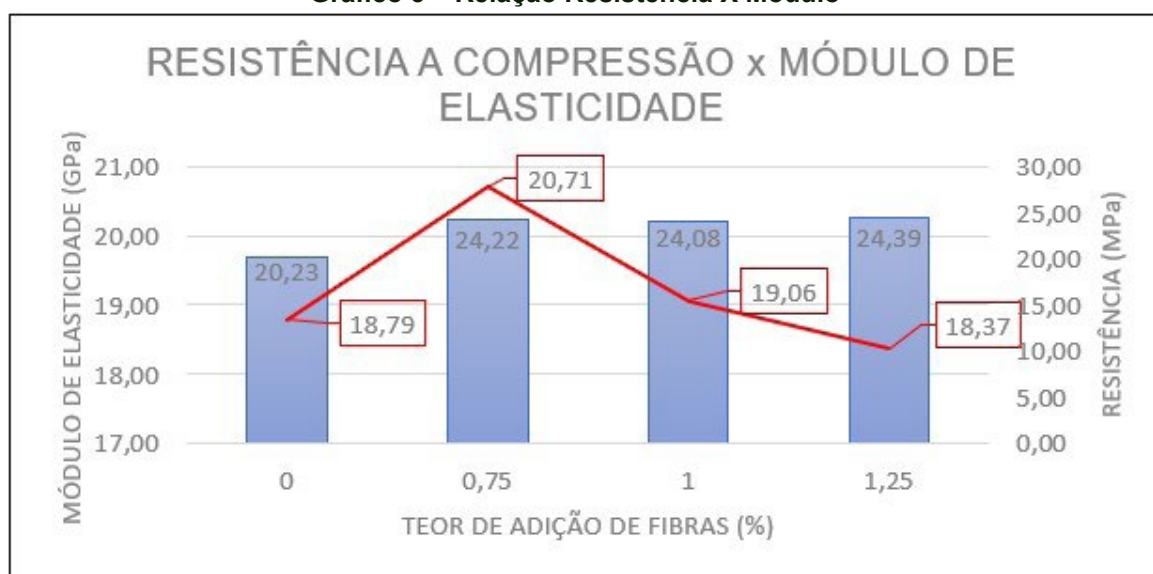
Concreto	Resistência média (GPa)	Acréscimo de resistência (%)
Referência	18,78	-
0,75% de adição de fibras	20,70	11,12
1% de adição de fibras	19,05	1,87
1,25% de adição de fibras	18,37	- 2,18

Fonte: O autor (2022).

Segundo Neville (1997), o módulo está ligado a resistência, porém não existe uma regra para essa relação, pois varia de acordo com o material.

Essa ligação pode ser vista no gráfico 3, onde os concretos estudados apresentam tal comportamento.

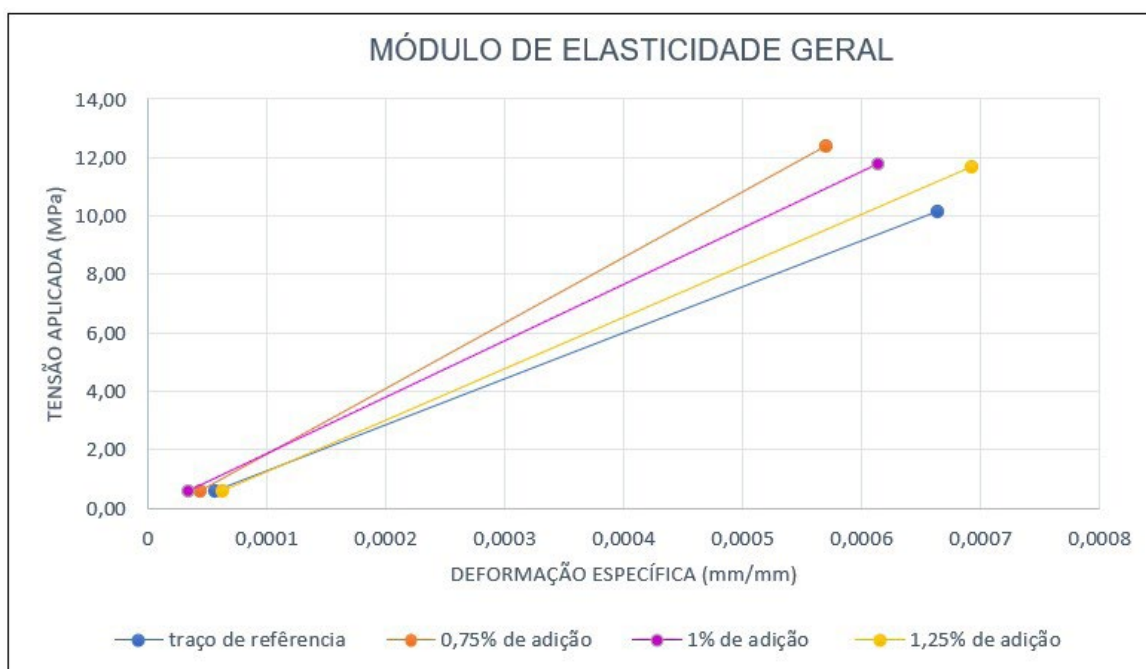
Gráfico 3 – Relação Resistência X Módulo



Fonte: Autor (2022).

Entre os concretos estudados, com adição de fibra, o que apresentou melhor relação entre tensão e deformação, foi o traço com adição de 0,75% de fibras, que é o mesmo traço que apresenta a melhor relação entre resistência a compressão e módulo de elasticidade, como mostra o gráfico 4.

Gráfico 4 – Módulo de Elasticidade



Fonte: Autor (2022).

## RESISTÊNCIA A FLEXÃO

Neste ensaio, pode-se avaliar a influência da adição das fibras, e que é um dos pontos mais relevantes em questão de melhoria, a tabela 5 apresenta os valores obtidos.

Tabela 5 – Resistência A Flexão

Concreto	Resistência média (Mpa)	Acréscimo de resistência (%)
Referência	4,48	-
0,75% de adição de fibras	4,08	- 9,04
1% de adição de fibras	4,87	8,65
1,25% de adição de fibras	4,59	2,5

Fonte: O autor (2022)

Logo, verificou-se que a adição de fibras, não gera resultados consideráveis.

Um ponto que pode influenciar diretamente na resistência a flexão: A má distribuição das fibras na mistura. (GUEDES, 2019)

Entretanto, como houve um ganho na resistência a compressão, devido ao bom empacotamento dos materiais, uma má distribuição das fibras não seria fator para não haver acréscimo de resistência a flexão. No gráfico 5 observa-se o comportamento do material em relação ao teor de dição.

Gráfico 5 – Resistência a tração na flexão

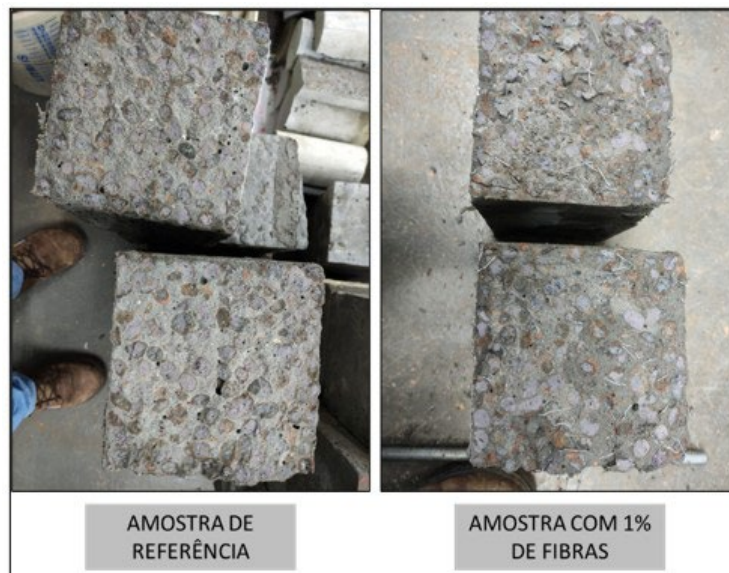


Fonte: Autor (2022).

Pereira (2008), também comenta, quando o agregado é menos resistente que a matriz cimentícia, a resistência do concreto se limita ao agregado.

Logo, a fragilidade da argila expandida, explica os resultados obtidos, pois quando submetida à esforços de tração, acaba rompendo antes das fibras entrarem ação, ou seja, não suporta a fissuração do concreto, mesmo que muito pequena, acaba colapsando, como mostra a figura 5.

Figura 5 – Fraturamento da Argila Expandida



Fonte: Autor (2022).

Entretanto, mesmo que a adição de fibras, não traga acréscimo no valor de resistência a flexão, as mesmas mudam bruscamente o tipo de ruptura do corpo de prova, tornando seu rompimento dúctil, e não mais frágil, como ocorre no traço de referência, tal comportamento é visto na figura 6.



Figura 6 – Modo De Ruptura À Flexão



Fonte: Autor (2022).

## MASSA ESPECÍFICA NO ESTADO FRESCO

Após a produção de cada traço de concreto, os moldes de corpo de prova foram pesados para verificar a massa específica de cada traço de concreto no estado fresco com as adições de fibra e comparados ao concreto de referência, como mostra a tabela 6.

Tabela 6 – Massa Específica

Concreto	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Acréscimo em relação ao traço de referência (%)
Referência	1.677,71	-
0,75% de adição de fibras	1.719,75	2,51
1% de adição de fibras	1.759,87	4,90
1,25% de adição de fibras	1.762,42	5,05

Fonte: O autor (2022).

A partir dos resultados, verifica-se que o aumento da massa específica não é linear da mesma forma que o teor de fibras adicionadas. Tendo em vista que todos os materiais empregados e o traço são os mesmos, mudando apenas pelas adições. Esse acréscimo não proporcional se dá pela densidade da argila expandida.

Uma variação de mais ou menos 10% na massa específica da argila expandida, que gira na faixa de 600 kg/m<sup>3</sup> para a granulometria 1506 (CINEXPAN, 2022).

Intervalo que se mostra na variação entre os traços, com aumento de massa específica na casa de 2% entre os traços de referência, 0,75% de adição de fibras e 1% de adição de fibras, já para 1,25% de adição de fibras o acréscimo na massa específica foi de 0,14%. Logo essa variação na massa específica da argila expandida acaba interferindo diretamente na densidade final do concreto e que deve ser levada em consideração nos procedimentos de cálculo durante o uso desse material

O gráfico 6, mostra que mesmo havendo variação na massa específica da argila expandida, o concreto sob diferentes teores de adição de fibras, mantem 94,53% de compatibilidade entre os traços.

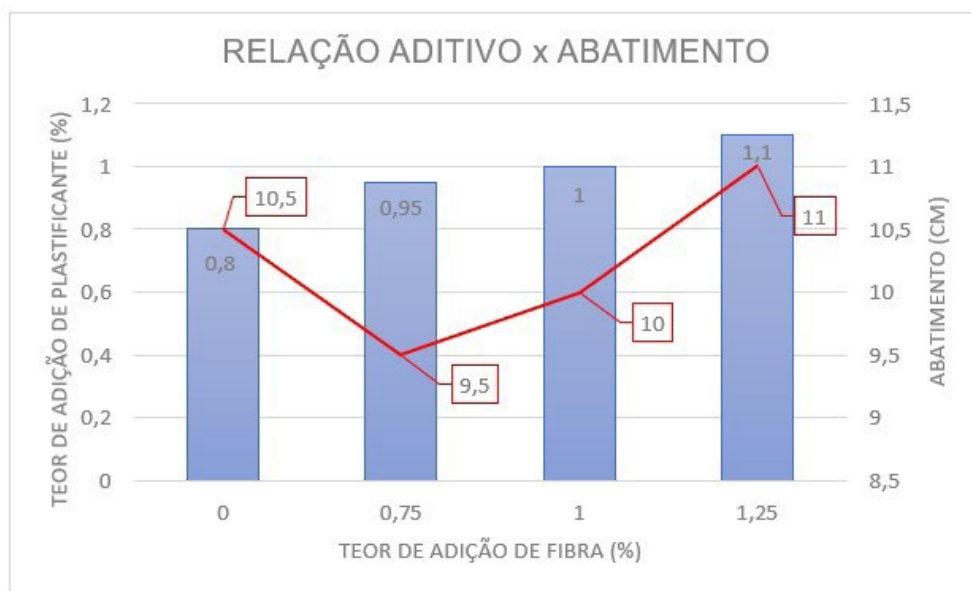
**Gráfico 6 – Massa Específica**



Fonte: Autor (2022).

Outra característica do estado fresco, é referente ao abatimento, que através dos ensaios em relação a taxa de aditivo, pode-se manter a dosagem dentro do intervalo estipulado, para todos os traços, como mostra o gráfico 7, assim como a adição de fibras se faz necessário a utilização de mais plastificante para manter o SLUMP sem alteração do fator a/c.

**Gráfico 7 – Adição De Aditivo X Abatimento**



Fonte: Autor (2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados dos ensaios feitos em laboratório, a utilização de fibras de aço junto ao concreto leve, se mostrou mais eficiente para a dição de 0,75% pois possui a melhor relação entre resistência a compressão e módulo de elasticidade.

A adição de fibras se mostrou favorável para a resistência a compressão axial, trazendo ganhos consideráveis em relação ao concreto de referência.

Entretanto, para que isso aconteça, a preparação do concreto deve ser sob rigoroso controle, para garantir as boas práticas. Tais condições podem ser encontradas em centrais de concreto e indústrias de pré – fabricados.

Junto ao ganho de resistência a compressão, o módulo de elasticidade também teve aumento característico, com ênfase a adição de 0,75%, que apresentou o maior módulo entre os traços estudados.

Já para a resistência a flexão as fibras não surtiram efeito, pois a fragilidade do agregado é o fator limitante para essa característica.

Logo, para a produção de elementos pré - fabricados e concretos especiais, com baixo índice de retração, baixa massa específica e com características mecânicas melhores, a utilização do concreto leve com argila expandida e adição de fibra de aço, é uma solução viável e que pode trazer reduções de custos consideráveis do ponto de vista global em obras de médio e grande porte.

Já para obras de pequeno porte ou para concreto produzido no canteiro de obras, a utilização desse composto não é indicada, pois além do custo, que o faz viável sob utilização em larga escala, sua produção sem controle técnico, pode trazer problemas estruturais devidos a falhas de concretagem e outros que podem comprometer a integridade do projeto.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5739:2018. Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: < <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=RXZ5VStweWJKaF11cXc5YnUwc1ZxK2RyNUh3QVRXNVI3YS9yazNxZEg2Zz0=> >. Acesso em 09 de fevereiro de 2022.

ABNT NBR 8522-1:2021. Concreto endurecido - Determinação dos módulos de elasticidade e de deformação Parte 1: Módulos estáticos à compressão. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: < <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=dIJFVjIOWEIrVTVVcjV1RGRpU1pGYjBPcUd0SEN3Tjdjam1UTkpzaXExZz0=> >. Acesso em 25 de fevereiro de 2022.

ABNT NBR 9833:2008 Versão corrigida:2009 – Concreto fresco – Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico.

Ri de Janeiro, 2009. Disponível em: < <https://www.abntcatalogo.com.br/normagrid.aspx> >. Acesso em 05 de abril de 2022.

ABNT NBR 12655:2015 Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=327760>>. Acesso em 23 de setembro de 2021.

ABNT NBR 16915:2021. Agregados - Amostragem. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=85ED96E45352EA5DCA01C1F90723A655DE50DDDF823F26834223C161CA8AF4AF>>. Acesso em 12 de setembro de 2021.

ADITIVOS DAF - QUÍMICA EM CONCRETO. Fortmix 611. Disponível em: <<http://dafquimica.com.br/single-product.php?id=2778&cat=Qu%EF%BF%BDmica%20industrial>>. Acesso em 21 de fevereiro de 2022.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 2003, ACI Committe 213R-03. "Guide for Structural Lightweight – Aggregate Concrete". Disponível em: <<http://www.uomisan.edu.iq/library/admin/book/68340626265.pdf>>. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

ANGELIN, A. F. Concreto leve estrutural - Desempenhos físicos, térmicos, mecânicos e microestruturais. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado da Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Tecnologia, Limeira, 2014.

ASTM C293M – 2016. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading). Disponível em: <<https://normanray.files.wordpress.com/2010/10/kuliah-7-c293.pdf>>. Acesso em: 25 de abril de 2021.

BEZERRA, A. C. S. Concreto com fibras curtas de aço submetido a alta temperatura. 127f. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Belo Horizonte, MG, 2012.

CINEXPAN. Argila Expandia. Disponível em: <<https://www.cinexpan.com.br/concreto-leve-estrutural.html>>. Acesso em 12 de outubro de 2021.

Concreto e construções: Concreto reforçado com fibras – Pesquisa, projeto, tecnologia, controle da qualidade e uso do CRF no Brasil e no mundo . Revista IBRACON, jul. / set. 2017. Disponível em: <[http://revistahumanidades.com.br/arquivos\\_up/artigos/a172.pdf](http://revistahumanidades.com.br/arquivos_up/artigos/a172.pdf)>. Acesso em: 17 outubro 2021.

Concreto usinado: A história do concreto. Disponível em: <<https://www.concretousinado.com.br/noticias/historia-concreto/>>. Acesso em 28 de setembro de 2021.

CUNHA, F. G. Efeito da adição de fibras como reforço de concreto leve formulado usando múltiplos resíduos. 107f. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Natal, RN, 2019.

França. A. A. R; ROCHA. R. O; FERES. A; MAIA. C. L. Concreto leve estrutural com argila expandida: determinação do traço. Revista humanidades , v.7, n.2, jul. 2018. Disponível em: <[http://revistahumanidades.com.br/arquivos\\_up/artigos/a172.pdf](http://revistahumanidades.com.br/arquivos_up/artigos/a172.pdf)>. Acesso em: 17 outubro 2021.

FIGUEIREDO, A. D. de. Concreto Reforçado com Fibras. 2011. 240 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Acesso em 11 de maio de 2022.

GOMES P. C. C; ALENCAR T. F. F; SILVA N. V; MORAES K. A. M; ANGULO S. C. Obtenção de concreto leve utilizando agregados reciclados. Disponível em : <<https://www.scielo.br/j/ac/a/>

QtC7TjwjZjRrX9q7m6Rftxz/?lang=pt>. Acesso em: 28 de maio de 2022.

MACCAFERRI DO BRASIL. Fibras de aço. Disponível em: <<https://www.maccaferri.com/br/produtos/fibras/fibras-wirand/>>. Acesso em 12 de outubro de 2021.

MONCADA, J. E. C. M; Flor, LDS; Silva, VA; Pacheco, JS. Estudo da adição de argila expandida e EPS como agregados na elaboração de concreto leve. Revista Teccen. 2019.

NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. Disponível em: < [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dYOPCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=artigos+sobre+concreto&ots=lbjJXuPwOK&sig=IrKoh\\_yKaZellHhRCd1Y-XkJiHw#v=onepage&q=artigos%20sobre%20concreto&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=dYOPCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=artigos+sobre+concreto&ots=lbjJXuPwOK&sig=IrKoh_yKaZellHhRCd1Y-XkJiHw#v=onepage&q=artigos%20sobre%20concreto&f=false)>. Acesso em: 28 outubro 2021.

PEREIRA, M. R. Estudo da adição de argila expandida na formulação de concretos leves. 2008. 85 f. Dissertação de Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN.

SANTANA, B. A. Análise experimental e computacional para ensaio de flexão de materiais. 104p. Dissertação (pós graduação), Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Programa De Pós-Graduação Em Modelagem Matemática e Computacional Seropédica, RJ, 2016.

SARTORI. A. L.; BARBOSA L. S.; OLIVEIRA E. S.; BRITO K. O.; LIMA T. C. R. Módulo de elasticidade estático e dinâmico para concretos leves. Disponível em: < <https://seer.imed.edu.br/index.php/revistaec/article/view/2173/1884>>. Acesso em 14 de maio de 2022.

TSCHÁ, T. C. Análise do comportamento da telha de concreto com adição de fibra sintética frisada. 64p. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil, Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, 2016.

VAVRUS. Disponível em : < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146521004907>>. Acesso em 17 de outubro de 2021.

## **Avaliação da porosidade de superfícies de alumínio comercialmente puro tratadas por oxidação por plasma eletrolítico**

**Porosity evaluation of commercially  
pure aluminum surfaces treated by  
plasma electrolytic oxidation**

---

***Matheus de Medeiros Tavares***

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup>*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.05

## RESUMO

Porosidades em superfícies de alumínio foram controladas através da oxidação eletrolítica por plasma pulsado. Para isso utilizou-se uma fonte de tensão pulsada variável até 1500 V e 2 A. As amostras foram polarizadas anodicamente e colocadas num eletrólito de silicato de sódio. Um pulso de tensão com largura de 70ms e altura dependente da corrente aplicada. Foram fixados o pulso e concentração do eletrólito e variados o tempo de oxidação e intensidade de corrente. As amostras foram caracterizadas por difração de raios-X (DRX) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Verificou-se que é possível controlar o tamanho e distribuição de poros variando a corrente e tempo de oxidação. De um modo geral essas variáveis são proporcionais, com exceção apenas para a menor corrente e maior tempo de oxidação, onde obteve-se menor tamanho de poros e maior porosidade. Discute-se esses resultados à luz da dinâmica de oxidação e sítios de nucleação.

**Palavras-chave:** porosidade. tamanho de poro. intensidade de corrente. tempo de oxidação. oxidação por plasma eletrolítico.

## ABSTRACT

Porosity on commercially pure aluminium surfaces were controlled by pulsed plasma electrolytic oxidation. For this, it was used a variable pulsed voltage source up to 1500V and 2A. The samples were polarized anodically and placed in electrolyte sodium silicate. A voltage pulse with 70 $\mu$ s of width and a dependent height of the applied current. Pulse and electrolyte concentration were set and varying oxidation time and current intensity. The samples were characterized by diffraction of X-ray (XRD) and scanning electron microscopy (SEM). It was found that it is possible to control the size and distribution of pores varying current and oxidation time. In general these variables are proportional, except only for shortest current and longest oxidation time, which caused smaller pore size and higher porosity. These results are discussed in light of the dynamic oxidation and nucleation sites.

**Keywords:** porosity. pore size. current intensity. oxidation time. plasma electrolytic oxidation.

## INTRODUÇÃO

Coletores solares são dispositivos utilizados em sistemas de aquecimento residenciais, industriais e hospitalares. Esses aparelhos trabalham convertendo a radiação solar pela transferência do fluxo de energia, advindo da radiação incidente, para um fluido que circula em seu interior. Os principais materiais utilizados nos coletores solares convencionais são alumínio e o cobre, por serem metais com boa condutividade térmica, leves e de baixo custo. No entanto, um dos grandes problemas apresentados por esses dispositivos é que esses materiais apresentam altas perdas térmicas, não conseguindo reter o calor convertido por muito tempo (1,2).

A realização de um tratamento superficial onde é possível o revestimento desses materiais com uma superfície cerâmica porosa, surge como uma solução promissora para esse problema. Os poros atuam como armadilhas para a luz que, quando incidida em suas paredes internas, é absorvida e refletida inúmeras vezes, aumentando a absorbância do material (3).



O tratamento superficial em metais, através da técnica de oxidação por plasma eletrolítico (PEO), permite a formação de revestimentos cerâmicos pela oxidação de sua superfície (4). Essa técnica confere aos materiais uma maior resistência a corrosão, dureza superficial e proteção térmica, além de possibilitar o controle da porosidade e tamanho de poros (5–7), pela manipulação dos parâmetros de corrente e tempo de tratamento (16). A técnica consiste na imersão do substrato metálico em uma solução eletrolítica, seguido da aplicação de uma descarga elétrica, controlada por uma fonte de corrente, pulsada ou contínua. As descargas possibilitam o crescimento de camadas (ou filmes) de óxido com espessura micrométrica (8,9).

Diversos estudos afirmam que o tamanho do pulso, a intensidade da corrente, a tensão aplicada e tempo de tratamento, são os parâmetros que influenciam diretamente as características morfológicas dos materiais tratados por PEO. Portanto, a variação desses parâmetros são determinantes para o controle do tamanho de poro e da porosidade das superfícies oxidadas (10–20). Esse trabalho tem como objetivo a avaliação das características morfológicas, principalmente no que se refere à porosidade, de superfícies de alumínio tratadas por plasma eletrolítico com diferentes intensidades de corrente e tensão, observando-se também, o efeito do tempo de tratamento.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

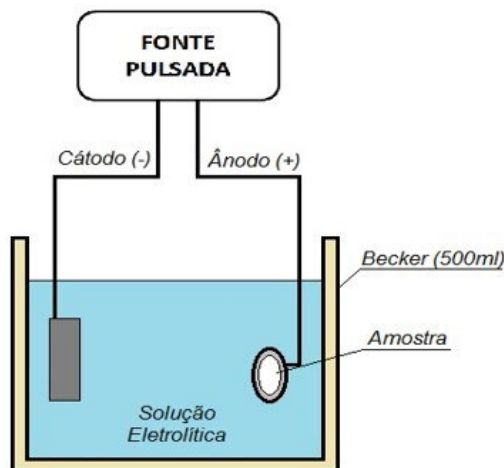
### **Preparação das amostras**

Para a confecção das amostras, foi utilizado um tarugo de alumínio comercial puro (99,9%), com 3cm de diâmetro, que foi cortado em discos de até 5mm de espessura. Então, foi conectado um fio de cobre de 3mm em cada amostra, e realizado um embutimento em resina epóxi. A superfície de alumínio exposta foi lixada em diferentes granulometrias (200, 400, 600, 1200 e 1500  $\mu\text{m}$ ) a fim de se eliminar possíveis imperfeições superficiais. O tratamento metalográfico foi finalizado com um polimento utilizando alumina em suspensão, para proporcionar uma aparência espelhada à superfície. As amostras foram imersas em uma solução de detergente e colocadas em uma cuba ultrassônica, durante 10 minutos, para a limpeza e remoção de partículas residuais do tratamento metalográfico que pudessem estar presentes na superfície. Para finalizar, foi realizada uma secagem utilizando um soprador térmico.

### **Tratamento por PEO**

Uma solução eletrolítica com concentração de 1g de  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  para 1 litro de água destilada foi preparada. A solução foi colocada em um Becker de 500ml para ser utilizada como eletrólito. Com o auxílio do fio de cobre embutido, a amostra foi conectada ao ânodo (saída positiva da fonte) e para o cátodo (saída negativa da fonte), foi utilizada uma placa de aço inoxidável. Foi utilizada uma fonte pulsada modelo Plasma-LIITS Pulsa 6. A Figura 1 mostra uma representação esquemática simples do aparato experimental utilizado.

**Figura 1 - Representação esquemática do aparato experimental utilizado para o tratamento das amostras por PEO.**



Ao todo foram tratadas 9 amostras, adotando-se três intensidades de corrente distintas (0,8, 1,0 e 1,2 Ampère), sendo mantidas fixas durante todo o processo, com valores de pulso  $T_{on} = 70\mu s$  e  $T_{off} = 30\mu s$ . Para cada valor de corrente foram realizados três tratamentos com períodos de duração de 2, 4 e 6 minutos, respectivamente. A tensão não foi uma variável controlada durante o tratamento, sendo função da intensidade de corrente e tendo os seus valores de variação registrados a cada 20 segundos para o estudo de sua influência nas características morfológicas do material. A Tabela 1 apresenta a numeração das amostras para cada configuração de tratamento.

**Tabela 1- Numeração das amostras para cada configuração de tratamento.**

Intensidade de corrente (A)	2 Minutos	4 Minutos	6 Minutos
0.8	08T2	08T4	08T6
1.0	10T2	10T4	10T6
1.2	12T2	12T4	12T6

## Caracterização das superfícies

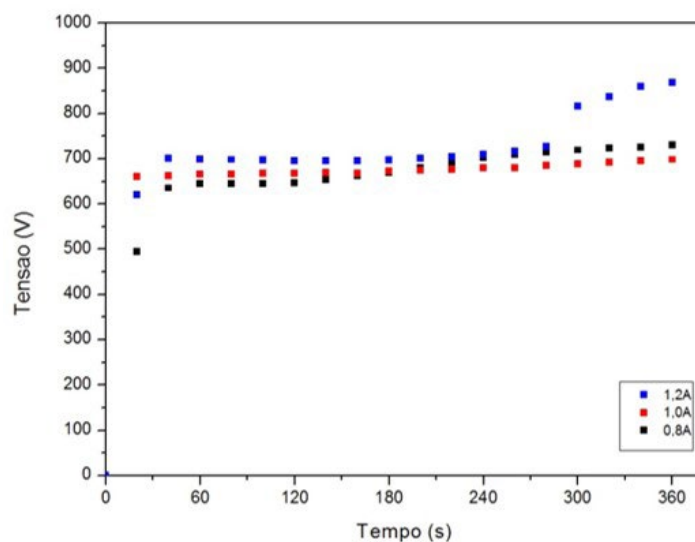
As superfícies tratadas foram caracterizadas através de um Difratorômetro XRD 6000 da Shimadzu, adotando-se um raio de escaneamento na faixa  $10^\circ$  a  $110^\circ$  com uma velocidade de 2.0 graus/min. Para a verificação da morfologia e seções das amostras tratadas por PEO, foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo VEGA3 TESCAN.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2 é apresentada a variação da tensão em função do tempo de oxidação para os três valores de corrente utilizados. Percebe-se que inicialmente a tensão aumenta abruptamente. Nesse estágio, uma fina película de óxido é formada na superfície do alumínio, ocorrendo uma anodização convencional e presença de gás, causado pelo processo de eletrólise. A tensão atinge seu valor crítico e ocorre o colapso dielétrico em locais fracos através da película. Em seguida, há a formação de microdescargas (ou microarcs), características do processo de PEO, na superfície da amostra. Esses microarcs de plasma promovem a oxidação da superfície e o crescimento do filme cerâmico de alumina durante o tratamento. A partir desse momento, a

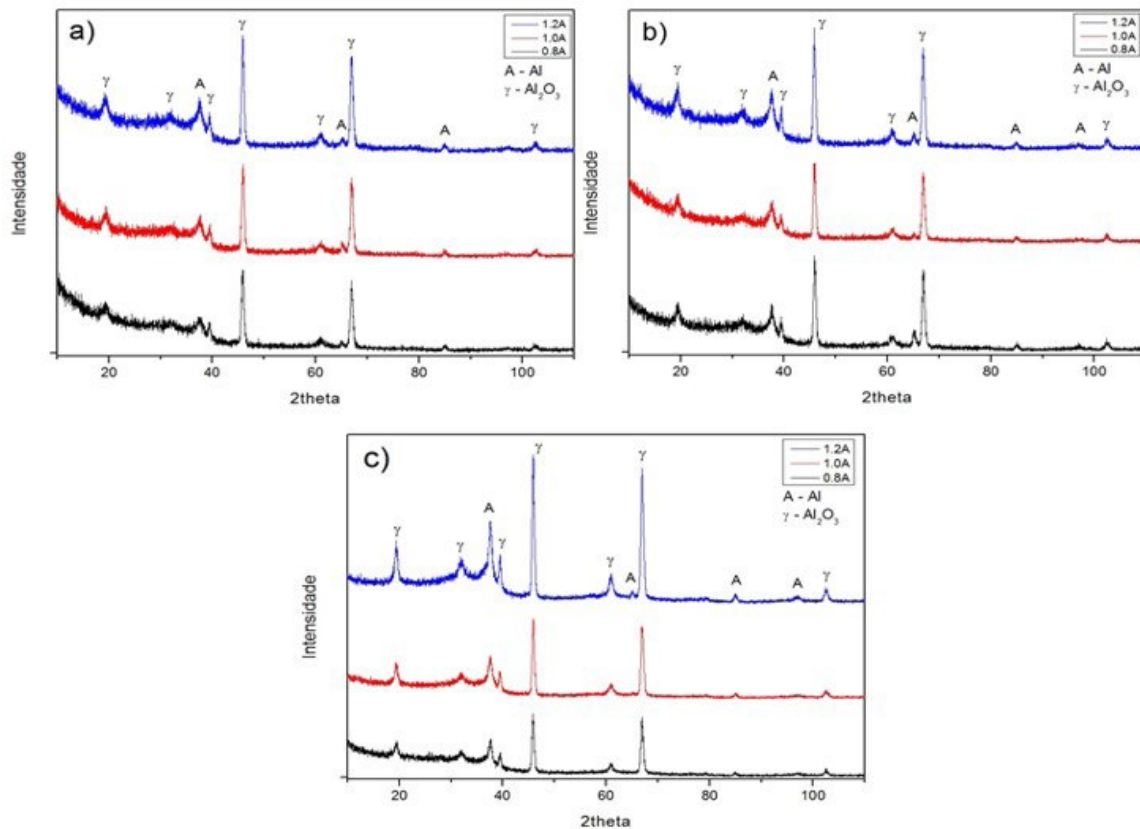
tensão aumenta lentamente, ao passo em que há uma redução da taxa de crescimento do filme. Isso acontece em resposta à camada de revestimento óxido já presente na superfície da amostra. Após um curto período de tempo, a tensão volta a apresentar um leve aumento (16). Essa nova elevação da tensão só pôde ser observada na amostra tratada com intensidade de corrente de 1,2 Ampére. Isso se deve às características isolantes do filme cerâmico de alumina, que eleva a resistência à passagem de corrente elétrica na superfície do material. Dessa forma, o sistema é obrigado a aumentar a tensão para manter a corrente constante durante todo o tratamento. Isso pode indicar que o aumento da intensidade de corrente foi mais favorável ao crescimento da camada de óxido de alumínio na superfície do metal.

**Figura 2. Variação da tensão aplicada em função do tempo para diferentes intensidades de corrente aplicadas ao processo de PEO.**



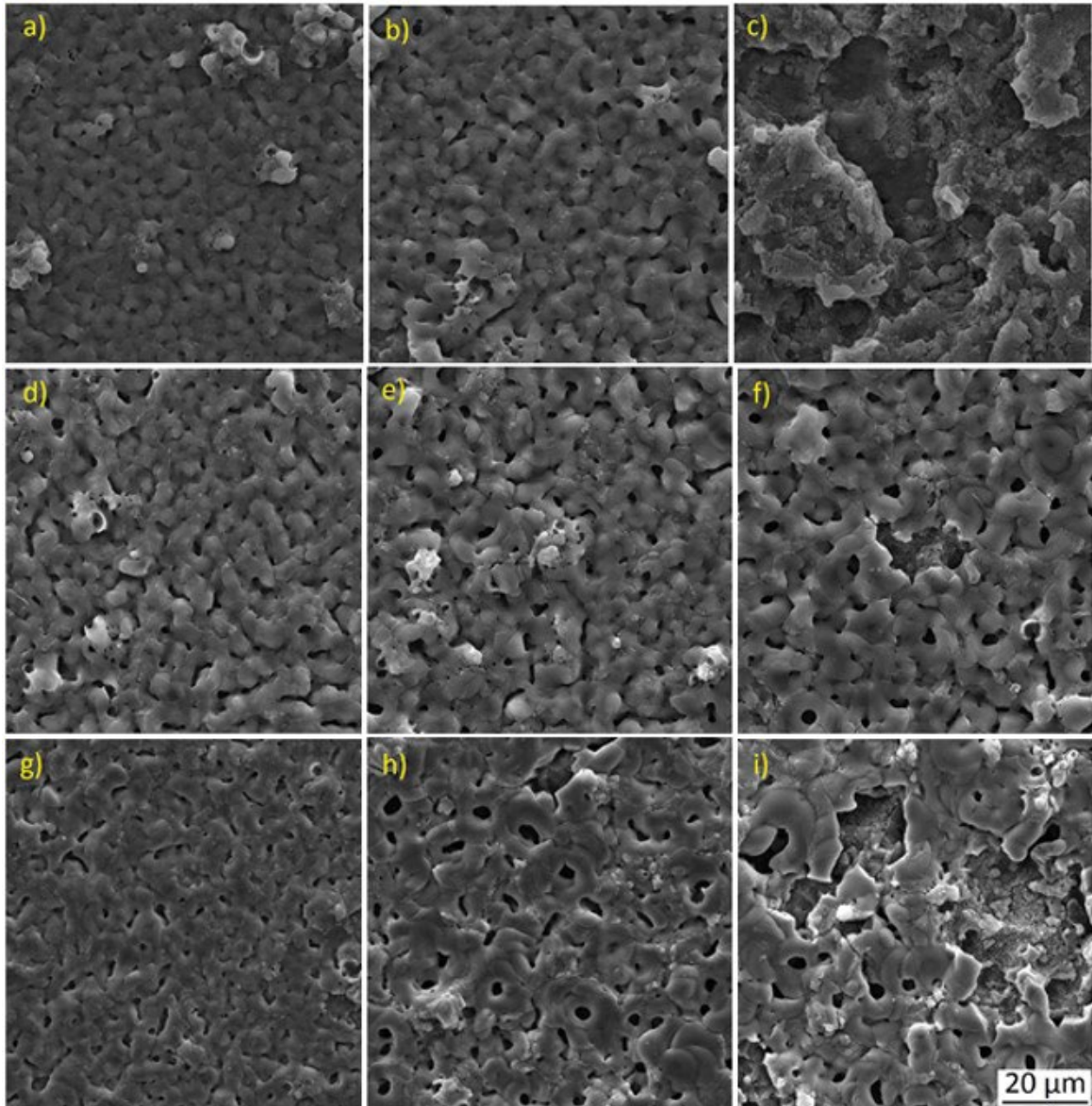
Para a identificação das fases presentes na superfície do alumínio tratado por plasma eletrolítico, utilizou-se análise por difração de raios-X (12). A análise por DRX, representada na Figura 3, revelou que a principal fase que compõe a superfície das amostras é a  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ , que consiste em uma fase metaestável da alumina, formada por camadas cúbicas de ânions de oxigênio com cátions nos sítios tetraedrais e octaedrais. Apesar de aplicadas diferentes condições de processamento, não foram identificadas grandes variações nas composições.

Figura 3- Difratomogramas das amostras para a) 2 minutos b) 4 minutos c) 6 minutos de tratamento por plasma eletrolítico.



A análise de imagem feita pelo microscópio eletrônico de varredura revelou que a morfologia das superfícies das amostras foi bastante modificada com variação dos parâmetros de tratamento, como mostra a Figura 4. É possível observar que, embora com intensidades de corrente distintas, as amostras 08T2, 10T2 e 12T2, tratadas por 2 minutos, apresentaram uma morfologia bastante similar, com superfícies rugosas e poros pequenos e dispersos. Por outro lado, as amostras 08T6, 10T6 e 12T6, tratadas durante 6 minutos, apresentaram características bastante distintas, a depender da intensidade de corrente aplicada. A amostra 12T6, destaca-se das demais, por apresentar uma superfície irregular, com poros maiores e, aparentemente, com diâmetro da abertura menor que o diâmetro interno. Essa diferença na morfologia da amostra pode ter sido ocasionada pela duração do tratamento, bem como pela maior intensidade de corrente aplicada ao sistema. Ambos são parâmetros que influenciam o mecanismo de formação de poros (16,17).

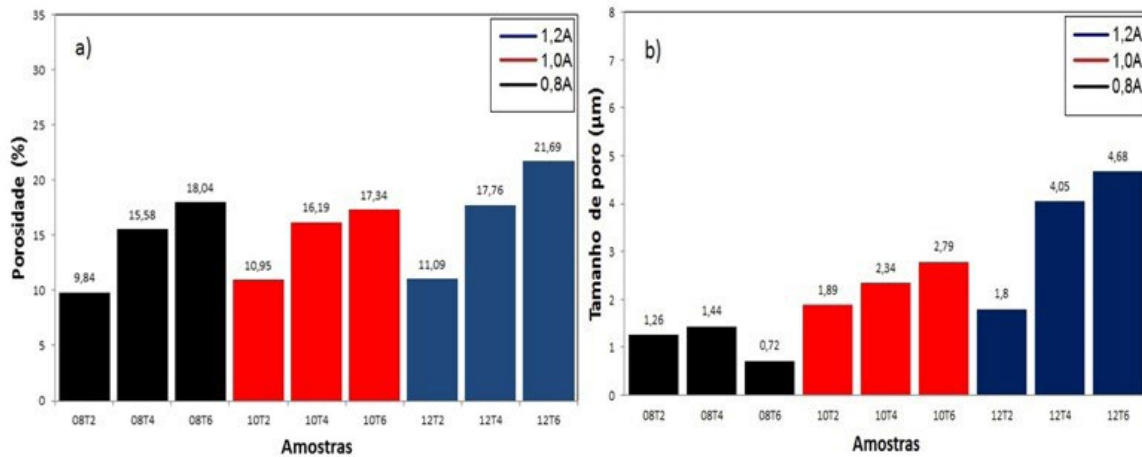
Figura 4 - Imagens realizadas por MEV das amostras a) 08T2 b) 08T4 c) 08T6 d) 10T2 e) 10T4 f) 10T6 g) 12T2 h) 12T4 e i) 12T6.



O oxigênio é o principal responsável pela formação dos poros (10). Durante a ocorrência de plasma na superfície do metal, as altas pressão e temperatura provocam a fusão do metal na superfície, então o oxigênio presente acaba se dissolvendo e ficando aprisionado no alumínio fundido. À medida que a superfície é oxidada, o oxigênio aprisionado cria espaços na alumina, que logo após o rápido resfriamento, ao término do tratamento, apresenta esse aspecto poroso observado nas micrografias.



Figura 5- Medidas de a) porosidade e b) tamanho de poro.



A corrente é um dos fatores mais importantes para o revestimento de superfícies por PEO, devendo ser aplicada de forma que seja suficiente para prover as condições necessárias para esse processo. Em ligas de alumínio, o aumento da intensidade de corrente melhora a taxa de crescimento do revestimento. Com relação ao tempo de tratamento, a literatura afirma que quanto maior a sua duração mais intensas e espaçadas serão as microdescargas na superfície do material. O resultado disso é a formação de poros maiores, na medida em que se prolonga o tempo de tratamento (10,16,17). Os resultados apresentados na Figura 5 evidenciam isso. Percebe-se que a elevação da intensidade de corrente nos tratamentos mais longos, favoreceu a formação de poros grandes e o aumento da porosidade da superfície. Com exceção da amostra 08T6, onde foi observada uma redução nos tamanhos dos poros e um aumento em sua distribuição. Esse comportamento não é relatado na literatura e deve ser investigado posteriormente. A maior intensidade das microdescargas na superfície do alumínio eleva a temperatura e provoca a sua fusão com maior facilidade. Com isso, uma maior quantidade de oxigênio se dissolve e fica aprisionado. O processo de oxidação superficial ocorre e esse oxigênio, aprisionado em maior quantidade, gera vazios que formam poros maiores, após o rápido resfriamento com o término do tratamento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento superficial em alumínio através da técnica de oxidação por plasma eletrolítico possibilita o controle da porosidade e do tamanho de poros, a medida em que se varia a intensidade de corrente e o tempo de tratamento. Concluiu-se que as intensidades de corrente acima de 0,8A, em tratamentos a partir de 4 minutos de duração, favoreceram o aumento do tamanho de poro. Com exceção da amostra 08T6, onde foi observada uma diminuição do tamanho de poros e aumento da porosidade. A amostra 12T6, tratada com o maior valor de intensidade de corrente (1,2A) e maior tempo de tratamento (6 minutos), apresentou os maiores valores de tensão durante o tratamento. Em resposta disso, mostrou ser a amostra com a maior porosidade e tamanho de poros. Isso prova que mecanismo de formação dos poros, durante o tratamento de oxidação por plasma eletrolítico, é diretamente afetado por esses parâmetros. Para trabalhos futuros, é planejado um estudo aprofundado da influência dos parâmetros de tratamento por PEO nas propriedades morfológicas e óticas do alumínio, para aplicações tecnológicas em coletores solares.



## REFERÊNCIAS

1. TIAN, Y.; ZHAO, C.Y. A review of solar collectors and thermal energy storage in solar thermal applications. *Applied Energy*. v. 104, p. 538–553, 2013.
2. SEKHAR, Y.R.; SHARMA, K. V.; RAO, M. B. Evaluation of heat loss coefficients in solar flat plate collectors. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*. v. 4, p. 15–19, 2009.
3. FAN, Z.; YANG, J.; DING, J. N.; N. Y. YUAN, N, Y. Influence of microstructured substrate on solar selective absorbing films. *Surface Engineering*. v. 29, p. 484–488, 2013.
4. CURRAN, J.A.; CLYNE, T.W.T. Thermo-physical properties of plasma electrolytic oxide coatings on aluminium. *Surface & Coatings Technology*. v. 199, p.168–176, 2005.
5. DEHNAVI, V.; SHOESMITH, D.W.; LI, B.; YARI, M.; YANG, X. Corrosion properties of plasma electrolytic oxidation coatings on an aluminium alloy – The effect of the PEO process stage. *Mater Chemistry and Physics*. v. 161, p. 49–58, 2015.
6. MARTIN, J.; MELHEM, A.; SHCHEDRINA, I.; DUCHANOY, T.; NOMINÉ, A.; HENRION, G. *et al.* Surface & Coatings Technology Effects of electrical parameters on plasma electrolytic oxidation of aluminium. *Surface & Coatings Technology*. v. 221, p. 70–76, 2013.
7. WANG, L.; HU, X.; NIE, X. Surface & Coatings Technology Deposition and properties of zirconia coatings on a zirconium alloy produced by pulsed DC plasma electrolytic oxidation. *Surface & Coatings Technology*. v. 221, p. 150–157, 2013.
8. NURU, Z.Y.; ARENDSE, C.J.; MONGWAKETSI, N.; GOHSHAL, S.K.; NKOSI, M.; MAAZA, M. Effects of substrate temperatures on the thermal stability of Al<sub>x</sub>O<sub>y</sub>/Pt/Al<sub>x</sub>O<sub>y</sub> multilayered selective solar absorber coatings. *Renew Energy*. v. 75, p. 590–597, 2015.
9. KATZEN, D.; LEVY, E.; MASTAI, Y. Thin films of silica-carbon nanocomposites for selective solar absorbers. *Applied Surface Science*. v. 248(1-4) p. 514–517, 2005.
10. CURRAN, J.A.; CLYNE, T.W. Porosity in plasma electrolytic oxide coatings. *Acta Materialia*. v. 54, p. 1985–1993, 2006.
11. YEROKHIN, A.L.; SHATROV, A.; SAMSONOV, V.; SHASHKOV, P.; PILKINGTON, A. Oxide ceramic coatings on aluminium alloys produced by a pulsed bipolar plasma electrolytic oxidation process. *Surface & Coatings Technology*. v. 199, p. 150–7, 2005.
12. DEHNAVI, V.; YANG, X.; LI, B.; SHOESMITH, D.W.; ROHANI, S. Phase transformation in plasma electrolytic oxidation coatings on 6061 aluminum alloy. *Surface & Coatings Technology*. v. 251, p.106–114, 2014.
13. HUSSEIN, R.O.; ZHANG, P.; NIE, X.; XIA, Y.; NORTHWOOD, D.O. The effect of current mode and discharge type on the corrosion resistance of plasma electrolytic oxidation (PEO) coated magnesium alloy AJ62. *Surface & Coatings Technology*. v. 206, p. 1990–1997, 2011.
14. CHENG, Y.; WU, F.; MATYKINA, E.; SKELDON, P.; THOMPSON, GE. The influences of microdischarge types and silicate on the morphologies and phase compositions of plasma electrolytic oxidation coatings on Zircaloy-2. *Corrosion Science*. v. 59, p. 307–315, 2012.

15. SHEN, X.; NIE, X.; HU, H.; TJONG, J. Effects of coating thickness on thermal conductivities of alumina coatings and alumina / aluminum hybrid materials prepared using plasma electrolytic oxidation. *Surface & Coatings Technology*. v. 207, p. 96–101, 2012.
16. DEHNAVI V. *Surface Modification of Aluminum Alloys by Plasma Electrolytic Oxidation*. 2014. University of Western Ontario – Electronic Thesis and Dissertation Repository. Paper 2311.
17. ANTÔNIO, C. A. *Deposição de filmes por plasma eletrolítico de ligas de alumínio*. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Materiais, área de concentração Ciência e Engenharia de Interfaces) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, POSMAT, Sorocaba.
18. FU, J.; SUN, Y.; JI, Y.; ZHANG, J. Fabrication of robust ceramic based superhydrophobic coating on aluminum substrate via plasma electrolytic oxidation and chemical vapor deposition methods. *Journal of Materials Processing Technology*. v. 306, p. 117641, 2022.
19. SOWA, M.; OLESINSKI, A.; SZUMSKI, B.; MACIEJ, A.; BIK, M.; JELÉN, P.; SITARZ, M.; SIMKA, W. Electrochemical characterization of anti-corrosion coatings formed on 6061 aluminum alloy by plasma electrolytic oxidation in the corrosion inhibitor-enriched aqueous solutions. *Electrochimica Acta*. v. 424, p. 140652, 2022.
20. CHENG, Y.; XIE, H.; CAO, J.; CHENG, Y.; Effect of NaOH on plasma electrolytic oxidation of A356 aluminium alloy in moderately concentrated aluminate electrolyte. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*. v. 31, p. 3677-3690, 2021.

## **Atuação da Biorremediação no acúmulo de Hidrocarbonetos nos corpos hídricos e seus impactos ambientais**

## **Performance of bioremediation in hydrocarbons accumulation in water bodies and their environmental impacts**

---

**Fagner Lopes Guedes**

UEPA- Universidade do Estado do Pará

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3408485092411351>

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.06

## RESUMO

O petróleo e seus derivados estão entre as fontes de energia mais utilizadas da humanidade. Seu grande consumo ocasiona em muitos casos desastres naturais que repercutem diretamente no meio ambiente ocasionando diversas alterações na fauna e flora. Diante da necessidade de utilização dessa fonte de energia, o seu beneficiamento (refino, transporte e a logística de armazenamento), acidentalmente acaba despejando diversas substâncias nocivas (benzeno, tolueno, etilbenzeno e os isômeros do xileno, dentre outras) nos corpos hídricos ocasionando desastres ambientais. Diante da necessidade de recuperação das áreas degradadas pelo derramamento do petróleo buscou-se alternativas de baixo custo e menos agressivas ao meio ambiente com intuito de recuperar ao máximo o local atingido por essas substâncias. Assim, a técnica de Biorremediação que trabalha através da atuação de bactérias aeróbicas e anaeróbicas destaca-se como ferramenta primordial na recuperação desses ambientes. Logo, este trabalho de revisão bibliográfica apresenta como objetivo definir, composição química e os impactos ambientais das substâncias presentes no petróleo, além de disponibilizar a Biorremediação como ferramenta importante na recuperação dessas áreas.

**Palavras-chave:** petróleo. contaminação. impactos ambientais. recuperação. corpos hídricos.

## ABSTRACT

Oil and its derivatives are among the most used sources of energy in humanity. Its large consumption causes in many cases natural disasters that directly affect the environment causing several changes in fauna and flora. Faced with the need to use this energy source, its beneficial (refining, transport and storage logistics) accidentally ends up dumping several harmful substances (benzene, toluene, ethylbenzene and xylene isomers, among others) into water bodies causing disasters. environmental. Faced with the need to recover areas degraded by the oil spill, low-cost alternatives were sought and less aggressive to the environment in order to recover as much as possible the place affected by these substances. Thus, the Bioremediation technique that works through the action of aerobic and anaerobic bacteria stands out as a primordial tool in the recovery of these environments. Therefore, this bibliographic review work aims to define the chemical composition and environmental impacts of substances present in petroleum, in addition to providing Bioremediation as an important tool in the recovery of these areas.

**Keywords:** oil. contamination. environmental impacts. recovery. water bodies.

## INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais afetados pelas práticas humanas por conta da grande quantidade de resíduos que são despejados anualmente ao ambiente. As principais intervenções poluentes são resultantes da urbanização, agricultura e das atividades industriais. Dentre as indústrias, está a usina de petróleo, que gera um grande número de substâncias tóxicas em seu processo de refino do petróleo, as quais alcança os recursos hídricos, comprometendo todo o ecossistema (SILVA, 2013).

Diante do elevado processo de industrialização e globalização, a dependência do pe-

tróleo e seus derivados ganharam destaque em relação às fontes de energias renováveis. O petróleo tem grande importância nos dias atuais, utilizado como fonte de energia, principalmente como combustível para automóveis, além de seus derivados serem transformados em plásticos, tintas, borrachas entre outros materiais. Contudo, há a preocupação quanto a contaminação em ambientes naturais (corpos hídricos) por derivados tóxicos do petróleo como destaca (BARBOSA e VAINSTEIN, 2018).

De acordo com Cardoso (2018), nas águas subterrâneas a contaminação advinda do petróleo, é causada principalmente pelo comércio dos postos de combustíveis automotivos. No processo de comercialização dessa fonte de energia as áreas contaminadas (lençóis freáticos) recebem as cargas de contaminantes oriundos de derramamentos acidentais, evaporação, corrosão dos tanques, e por defeitos estruturais dos recipientes subterrâneos que armazenam o petróleo.

No processo de beneficiamento do petróleo (refino, transporte e a logística de armazenamento) tem ocasionado diversos impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos. Essas alterações e explorações inadequadas nesses ambientes tem sido um dos principais problemas relacionados à poluição dos corpos hídricos e lençóis freáticos. Diante disso, diversas técnicas, sendo elas, físicas, químicas e biológicas foram desenvolvidas para remoção dos agentes tóxicos das áreas contaminadas reduzindo in-situ ou ex-situ o desastre natural nesses ambientes (LUCAS, 2017).

Dentre as técnicas desenvolvidas, a “biorremediação” vem sendo destacada como uma alternativa viável e promissora para o tratamento das áreas contaminadas por petróleo e seus derivados. A utilização de bactérias e fungos para diminuir ou eliminar os compostos derivados do petróleo (Hidrocarbonetos Saturados, Hidrocarbonetos aromáticos, Resinas e Asfaltenos dentre outros) destacam-se os agentes bacterianos que atuam diretamente nesse processo com estruturas eucariontes e hidrocobonoclasticos que classificam-se em gêneros *Acidovorans*, *Acinetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Aeromonas*, *Arthrobacter*, *Beijemickia*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Comomonas*, *Corynebacterium*, *Cycloclasticus*, *Flavobacterium*, *Gordonia*, *Microbacterium*, *Moraxella*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Neptunomonas*, *Nocardia*, *Paracoccus*, *Pasteurella*, *Polaromonas*, *Pseudomonas*, *Ralstonia*, *Rhodococcus* e *Sphingomonas* (SIMÃO, 2015; SOUZA, 2014).

Para identificar esse tipo de contaminação, segundo Freitas *et al.*, (2016), a melhor forma é através da verificação da qualidade desses ecossistemas nas proximidades dessas localidades e a existência de hidrocarbonetos monocromáticos, como benzeno, tolueno, etilbenzeno e os isômeros do xileno (BTEX) nesses ambientes. Dentre os diversos processos naturais que sofreram derramamento dessa substância, quando tratado e controlado a poluição desses ambientes é possível observar a recuperação do mesmo ou até a sua auto recuperação. No ambiente aquático é possível notar a recuperação do local degradado através do processo de autodepuração, onde o corpo hídrico recupera-se parcialmente tornando-se mais equilibrado biologicamente (POLETTI E CUNHA, 2017).

O objetivo do trabalho foi revisar os estudos sobre os impactos ambientais causados pela extração do petróleo ocorridos nos corpos hídricos e a respeito do processo natural de Biorremediação de áreas degradadas provenientes do procedimento da extração do petróleo.

## METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma pesquisa exploratória, que de acordo com Gil (2008), é uma pesquisa com características descritivas por delinear percepções já existentes por outros autores, para melhor análise e comparações de experiências. As pesquisas foram realizadas pela internet, sendo utilizado bases de dados do Scielo, artigos científicos e Google acadêmico.

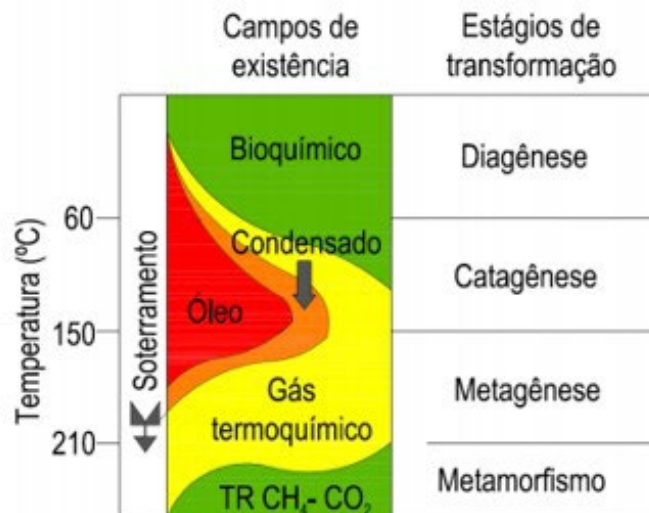
## DESENVOLVIMENTO

### Hidrocarbonetos e Derivados

Os hidrocarbonetos estão presentes no petróleo (latim: *petra/pedra* e *oleum/óleo*), que são encontrados nos fundos dos mares e lagos. Essa substância líquida oleosa, inflamável menos denso que a água de coloração castanho claro é produzida através da decomposição da matéria orgânica (plâncton) por bactérias em meios de baixa concentração de oxigênio (PEREIRA *et al.*, 2012).

Os compostos produzidos unicamente de carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos), estão presentes na constituição da matéria orgânica de origem animal e vegetal. Os combustíveis fósseis apresentam sedimentos que em condições termoquímicas favoráveis, torna-se possível formar o petróleo (figura 1) que são divididos em: Hidrocarbonetos não aromáticos (n-alcenos, alcenos isoprenóides, olefinas e os compostos hopanóides), e policíclicos aromáticos (MORAIS, 2012).

Figura 1- Geração do petróleo em altas temperaturas através de processos termoquímicos.



Fonte: MORAIS e CORIOLANO (2016).

Sobre os hidrocarbonetos presentes no petróleo destaca-se:

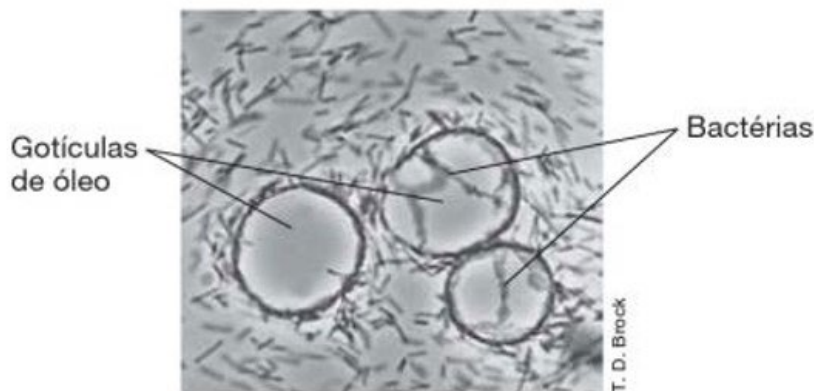
Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAPs) são compostos mutagênicos e carcinogênicos aos humanos e aos animais, que são introduzidos no ambiente em grandes quantidades devido às atividades relacionadas à extração, ao transporte, ao refino, à transformação e à utilização do petróleo e de seus derivados. Apesar disso, a grande maioria dos microrganismos do solo não possui a capacidade de degradá-los, o que resulta na sua



## Biorremediação de compostos do Petróleo

Em locais que ocorrem grandes vazamentos de petróleo (hidrocarbonetos) as substâncias que possuem ponto de ebulição pequeno volatilizam rápido restando apenas os componentes aromáticos e alifáticos de cadeias médias e longas. Para o processo de recuperação dessa área utiliza-se a biorremediação que usa nutrientes inorgânicos e as bactérias oxidantes de hidrocarbonetos (figura 2).

Figura 2 - Bactérias oxidantes de hidrocarbonetos presentes no petróleo.



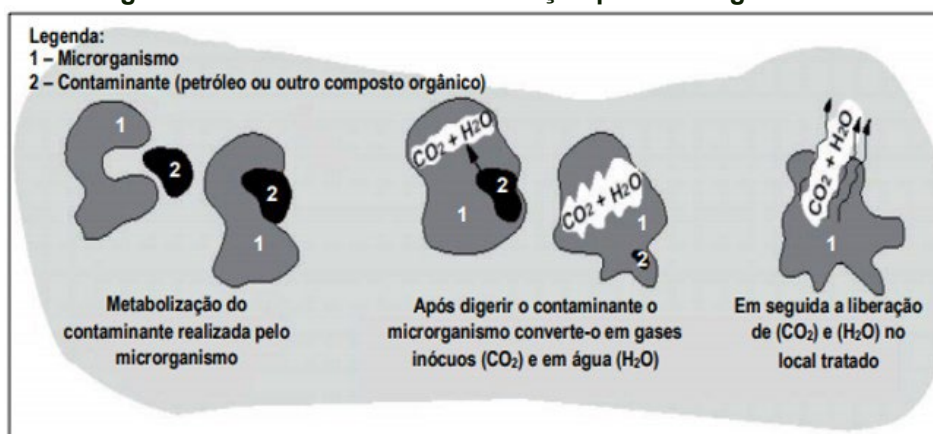
Fonte: MADIGAN *et al.*, (2016)

O processo de descontaminação de ambientes que foram despejados petróleo e seus derivados de acordo com Moraes e Coriolano (2016), podem ser recuperados pelo processo de biorremediação que utiliza fungos e bactérias e alguns fatores condicionantes como temperatura, presença de oxigênio, nutrientes, e pH, além de oferecer uma técnica de baixo custo e menor agressividade ao meio ambiente.

Ambientes contaminados por hidrocarbonetos podem ser recuperados através da ação microbiana dos biossurfactantes (biorremediação), onde esse agente despoluidor é produzido por bactérias, leveduras e fungos filamentosos, os fungos endofíticos e epifíticos. Dentre as espécies a *Curvularia clavata*, *Fusarium proliferatum* e *Phoma sp* são as principais produtoras dos biossurfactantes (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A biorremediação (figura 3) é uma alternativa eficiente para o combate (resgate) de ambientes contaminados com moléculas de difícil degradação, denominadas “recalcitrantes”, bem como também os metais tóxicos. Esse processo microbiológico surge como uma técnica de menor agressividade ao meio, baixo custo e uma maior adaptação para manutenção do equilíbrio ambiental (MORAIS e CORIOLANO, 2016).

Figura 3 - Processo de biorremediação por microrganismos.



Fonte: MORAIS e CORIOLANO (2016).

A biorremediação é um método utilizado para mitigar os danos em locais contaminados através do uso de meios biológicos que tenham capacidade de transformar ou decompor determinados poluentes. Este processo também pode ocorrer com o auxílio de tecnologias efetivas de remediação, como também pode ser bioestimulada através da adição de nutriente (AGNELLO *et al.*, 2016).

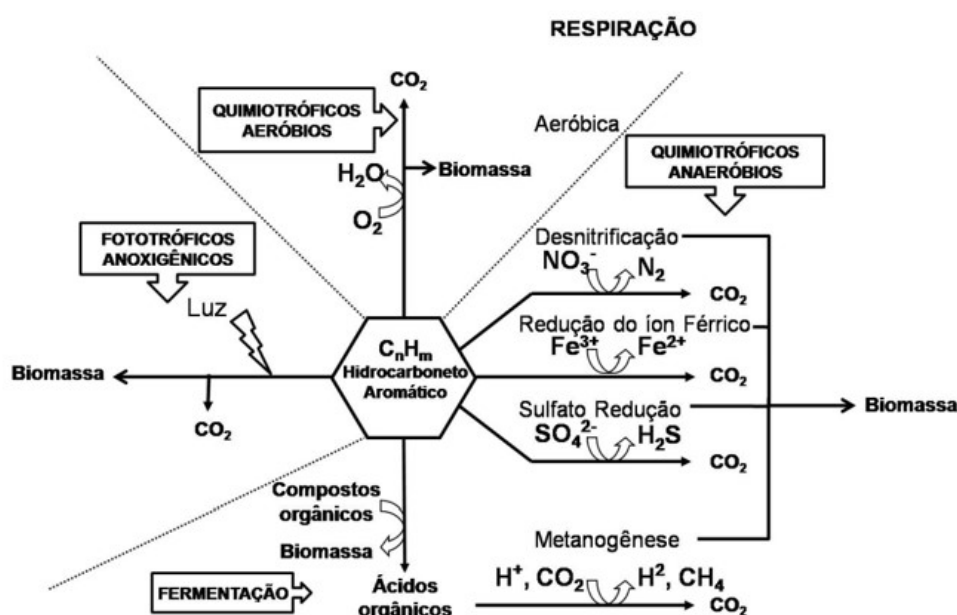
Sobre as desvantagens em relação às outras técnicas de remediação, destaca-se que certos resíduos, tais como metais pesados, não são eliminados pelos processos biológicos (embora muitos metais possam ser biorreduzidos ou bio-oxidados para menos tóxicos e formas menos móveis), além de requerer monitoramento extensivo, seus requisitos e eficiência de remoção podem variar consideravelmente de um local para outro e ainda alguns contaminantes podem estar presentes em altas concentrações que inibem os microrganismos e há um risco para acumulação de produtos tóxicos da biodegradação (CATARINO, 2016).

### Ação bacteriana no processo de Biorremediação

A técnica de Biorremediação segundo Moraes (2016) e Mallmann *et al.*, (2019), proporciona algumas vantagens como: A limpeza ocorre *in situ*, o que elimina o transporte de resíduos perigosos e custos de responsabilidade, resíduos orgânicos perigosos podem ser destruídos (por exemplo, convertidos em  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ , e sais minerais) em vez de transferidos de uma fase para outra, assim eliminando a responsabilidade em longo prazo. Além de contar com os processos de biodegradação endógenos que podem ser mais rápidos e mais baratos (no mínimo dez vezes menos caro) e pode ser usado em conjunto com outras tecnologias de tratamento.

A destinação final do petróleo nos ecossistemas aquáticos depende de diversas interações, dentre elas a microbiana que é responsável pela quebra de diversos compostos (nitrogenados e saturados) presentes no petróleo. Caso a ação microbiana dessas bactérias aerobicamente ou anaerobicamente de acordo com a (Figura 4) não seja eficiente, irá proporcionar para o ambiente a bioacumulação na cadeia trófica e conseqüentemente desequilíbrio do ecossistema nesses ambientes (TONINI, 2010).

Figura 4 - Compostos aromáticos e a ação microbiana (aeróbia e anaeróbica) através de diversos aceptores de elétrons na respiração.



Fonte: TONINI et al., (2010)

## Impactos Ambientais

A degradação do ecossistema aquático por meio do petróleo e seus derivados destaca-se entre as questões ambientais atuais. O conselho Nacional do meio ambiente (CONAMA) em sua resolução nº 001/86 conceitua o impacto ambiental como mudanças das propriedades físicas, químicas e biológicas no meio ambiente. Nesse sentido, essas alterações são causadas pelas ações antrópicas afetando a saúde, segurança e qualidade de vida da população (BRASIL, 1986).

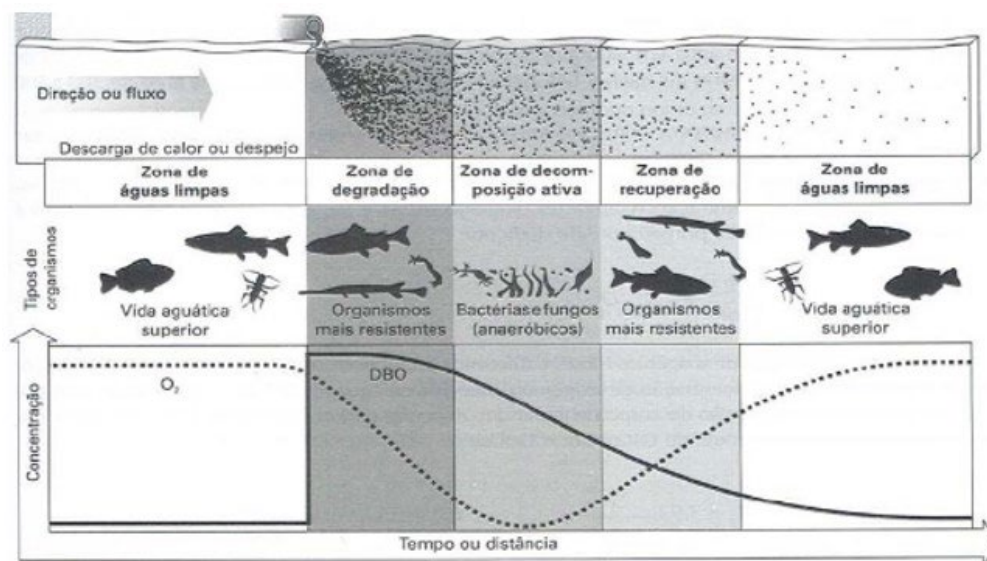
As questões ambientais oriundas da exploração petrolífera ocorridas nos corpos hídricos relacionados à extração do petróleo tais como: derramamentos de óleo; desastres ambientais (ecológicos); impacto sobre ecossistemas marinhos; poluição de manguezais, águas oceânicas, rios e do ar; superexploração de recursos naturais; extinção de espécies; consumo e captação desordenada de água; lançamento de resíduos; mananciais aterrados e saúde humana, pauta-se em leis como: Lei 6.938/81, Lei 9.478/1997 e as Resoluções do CONAMA nº 001/86 e nº 237/97, dentre outras) de competência estadual e federal que atuam como ferramentas jurídicas e fiscalizatórias sobre essas questões.

Sobre os impactos ambientais causados pela indústria petrolífera (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) - benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno “BTEX”) ocorridos nos corpos hídricos, Ifelebuegu *et al.*, (2017) destaca algumas alterações no ecossistema como, aumento de turbidez, elevação dos sólidos totais dissolvidos e suspensos, concentração de metais pesados, dentre outras substâncias nocivas ao meio ambiente. E ainda e destaque segundo estudos de Han *et al.*, (2018) que a concentração de HPAs continuaram presentes nos resíduos coletados depois de dois meses do derramamento de petróleo ter ocorrido no meio ambiente.

No processo de depuração, que é a capacidade de recuperação de lagos e lagoas de maneira natural, ainda que parte dos poluentes sejam eliminados, o equilíbrio alcançado nunca

será o mesmo de antes da poluição de um corpo hídrico, os estados físicos, químicos e biológicos são modificados. Dessa maneira, conseqüentemente, haverá o desequilíbrio na fauna e flora local (Figura 5), desencadeando alterações na biodiversidade (LIMA, 2019).

**Figura 5 - processo de autodepuração e a biodiversidade**



Fonte: LIMA (2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre diversas fontes de energias disponibilizadas no meio ambiente o petróleo é considerado como a maior fonte energética e a mais rentável do mundo. Seu beneficiamento (refino, transporte e a logística de armazenamento) em diversos casos proporciona ao meio ambiente danos irreversíveis. Dessa forma, é notório a preocupação no processo de extração e beneficiamento do petróleo em detrimento da conservação e preservação da biodiversidade dos ecossistemas envolvidos.

Diante da necessidade de recuperação das áreas degradadas oriundas da exploração das indústrias petrolíferas nos corpos hídricos e através da revisão bibliográfica desenvolvida neste trabalho constatou-se que uma das principais ferramentas que atuam de forma natural diretamente na biodegradação dos componentes derivados do petróleo é o processo de Biorremediação que constitui uma excelente alternativa na descontaminação. Além de apresentar menores riscos ambientais em seus processos físicos e químicos e também no que diz respeito ao financeiro, não apresenta elevados custos para processo de biorremediação desses ambientes. Contudo, apesar de ter essa possibilidade de recuperação ambiental, outros fatores, como físico e químicos, não são recuperados totalmente, algumas espécies de animais podem morrer, retardar seu desenvolvimento e reprodução.

Sobre os impactos ambientais contatou-se grandes preocupações, pois, a contaminação desses dos corpos hídricos estão impactando diretamente no equilíbrio da fauna e flora. Deste modo, para a manutenção e regulação dos recursos naturais provenientes da extração e refino do petróleo é fundamental a sensibilização dos órgãos públicos e a fiel aplicação das leis ambientais, assim como, compreender as razões e relações políticas, dinâmicas sociais e espaciais para concretização das políticas de preservação e conservação dos ecossistemas naturais.

## REFERÊNCIAS

- AGNELLO, A.C; BAGARD, M; VAN HULLEBUSCH, E.D; ESPOSITO, G; HUGUENOT, D. Comparative bioremediation of heavy metals and petroleum hydrocarbons co- contaminated soil by natural attenuation, phytoremediation, bioaugmentation and bioaugmentation-assisted phytoremediation. *Science of the Total Environment*, v. 563-564, p. 693-703, 2016.
- BARBOSA, R.G.P; VAINSTEIN, M. H. Obtenção de microrganismos para remediação de ambientes contaminados com hidrocarbonetos. Salão de iniciação científica UFRGS, 2018. Disponível em: [https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/191666/Poster\\_59469.pdf?sequence=2](https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/191666/Poster_59469.pdf?sequence=2). Acessado em: 10/05/2022.
- BRASIL. Lei federal n.º 9.433, de 9 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos e cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº 001/1986, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 jan. 1986. Disponível em: Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 10 de fevereiro. 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <Http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>. Acesso em: 10 de fevereiro. 2022.
- CATARINO, Sofia Raquel Madalena. Biorremediação. 2016. Dissertação (Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível: <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/41900/2/Monografia%203.pdf>. Acessado em: 20/01/2022.
- CARDOSO, José Eduardo Taddei. Avaliação de técnicas de remediação em processos de contaminação da água e do solo por hidrocarbonetos. 2018. Dissertação (Mestrado)– Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Bauru. 2018. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154760/cardoso\\_jet\\_me\\_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/154760/cardoso_jet_me_bauru.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acessado em: 20/01/2022.
- Freitas, E. V. C.; Barreto, F. M. S.; Alencar Neto, M. F.; Cavalcante, R. M. Avaliação do uso da cromatografia gasosa para detecção de hidrocarbonetos monoaromáticos na água subterrânea na região norte do município de Fortaleza (CE). *Águas Subterrâneas*, Ceará, v. 30, n. 2, p. 289-305, 2016. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28609/18573>. Acessado em: 23/03/2022.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HAN, Y.; NAMBI, I.M.; PRABHAKAR CLEMENT, T. Environmental impacts of the Chennai oil spill accident – A case study. *Science of the Total Environment*, v. 626, p. 795-806, 2018.
- IFELEBUEGU, A.O.; UKPEBOR, J.E.; AHUKANNAH, A.U.; NNADI, E.O.; THEOPHILUS, S.C. Environmental effects of crude oil spill on the physicochemical and hydrobiological characteristics of the Nun River, Niger Delta. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 189, n. 4, p. 173, 2017.
- JACQUES, R. J. S.; ZAIDA, F. M. B.; ANTONIOLLI, I.; CAMARGO, F. A. O. Biorremediação de solos contaminados com hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. *Ciência Rural*, v. 37, n. 4, p. 1192-1201, 2007.



LIMA, Iann Monteiro. Utilização do modelo matemático qual-ufmg na avaliação da capacidade de autodepuração do rio Paraíba do Sul. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental da Escola Politécnica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

LUCAS, Ana Carolina Marçal Pires Ferreira. Diagnóstico de contaminação por derivado de petróleo no solo e na água subterrânea em um terminal aquaviário: estudo de caso na cidade de Natal/RN. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Ciências e Engenharia dos Materiais. 2017. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/23536/1/Diagn%C3%B3sticoContaminacaoDerivado\\_Lucas\\_2017.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/23536/1/Diagn%C3%B3sticoContaminacaoDerivado_Lucas_2017.pdf). Acessado: 15/01/2022.

MORAIS, Lidiane Alves de. Avaliação da remoção de hidrocarbonetos aromáticos (BTEX) em águas utilizando materiais nanoestruturados do tipo Ti-MCM-41. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. 2012. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/17656/1/LidianeAM\\_DISSERT.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/17656/1/LidianeAM_DISSERT.pdf). Acessado em: 10/01/2022.

MORAIS FILHO, M.C de; CORIOLANO, Ana Catarina Fernandes. Biorremediação, uma alternativa na utilização em áreas degradadas pela indústria petrolífera. *Holos*, v. 7, p. 133-150, 2016.

MADIGAN, Michael T. *et al.* Microbiologia de Brock-14ª Edição. Artmed Editora, 2016. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=fk\\_WCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Madigan+MT,+Martinko+JM,+Bender+KS,+Buckley+DH,+Stahl+DA+\(2016\).+Microbiologia+de+Brock-14%C2%AA+Edi%C3%A7%C3%A3o.+Artmed+Editora.&ots=hvpmczRge&sig=iFdxNokkXjiScFzO\\_e3d0yOIs#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=fk_WCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Madigan+MT,+Martinko+JM,+Bender+KS,+Buckley+DH,+Stahl+DA+(2016).+Microbiologia+de+Brock-14%C2%AA+Edi%C3%A7%C3%A3o.+Artmed+Editora.&ots=hvpmczRge&sig=iFdxNokkXjiScFzO_e3d0yOIs#v=onepage&q&f=false). Acessado em: 10/01/2022

MALLMANN, Viviane *et al.* As vantagens da biorremediação na qualidade ambiental. *Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, v. 23, n. 1, p. 12-15, 2019.

OLIVEIRA, L. A. *et al.* Avaliação de fungos endofíticos e epifíticos com potencial para produção de biosurfactantes, isolados de macrófitas aquáticas do rio Negro em Manaus, Amazonas. *Diversidade Microbiana da Amazônia*, 2015. v.1 p. 128 – 138. Disponível em: [file:///C:/Users/pc/Downloads/diversidade\\_microbiana\\_vol1.pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/diversidade_microbiana_vol1.pdf). Acessado em: 10/01/2022.

POLETTI, E. Cristina C.; DA CUNHA, A. C. O Processo de Autodepuração do Ribeirão Tatu: Modelagem e Simulações. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, v. 5, n. 1, 2017.

PEREIRA, D. S.; GOMES, R. C.; SEMÊDO, L. T.A.S. Potencial das Actinobactérias na Biodegradação de Hidrocarbonetos. *Revista Eletrônica TECCEN*, v. 5, n. 2, p. 71-96, 2012.

SOUZA, E. C.; VESSONI-PENNA, T.C; DE SOUZA OLIVEIRA, R. P. Biosurfactant-enhanced hydrocarbon bioremediation: An overview. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 89, p. 88-94, 2014.

SIMÃO, C. J. B. *et al.* A biorremediação como técnica de tratamento de efluentes contaminados por petróleo. *Blucher Chemistry Proceedings*, v. 3, n. 1, p. 821-830, 2015.

TONINI, R. M. C. W; DE REZENDE, C. E.; GRATIVOL, A. D. Degradação e biorremediação de compostos do petróleo por bactérias: revisão. *Oecologia Australis*, v. 14, n. 4, p. 1025-1035, 2010.



## **Gestão e licenciamento ambiental no município de Paraíso do Tocantins – TO: um breve estudo da política ambiental municipal**

---

***Henrique Mendes Cardoso Oliveira***

*Engenharia Ambiental e Sanitária  
Unicatólica Do Tocantins*

***Thiago Andrade de Carvalho***

*Engenharia Ambiental e Sanitária  
Unicatólica Do Tocantins*

***Thiago Oliveira Bandeira***

*Engenharia Ambiental e Sanitária  
Unicatólica Do Tocantins*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.86.07

## RESUMO

O licenciamento ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente. Trata-se de importante instrumento para garantir a qualidade ambiental que abrange a saúde pública, o desenvolvimento econômico e a preservação da biodiversidade. A intenção do estudo foi de demonstrar a importância da realização do licenciamento ambiental a nível municipal de competência, com ênfase no município de Paraíso do Tocantins, relatando breve histórico do licenciamento ambiental, bem como da legislação pertinente, demonstrando a trajetória do licenciamento ambiental no município. Após o levantamento das informações, a conclusão foi de que a aplicação do licenciamento no município tem passado por avanços, mas ainda está muito aquém do necessário. A ausência de um corpo fiscalizador no município inviabiliza a correta aplicação de fiscalização, multas e penalidades para os empreendimentos e negócios que ferem as diretrizes ambientais municipais. Para que sejam produzidos avanços na área de meio ambiente em Paraíso do Tocantins, é importante semear a ideia de integração que os temas ambientais possuem com outros órgãos da administração pública. O grande desafio de gestores públicos ambientais é dialogar com entidades de diferentes áreas e mostrar que a temática ambiental tem relevância e traz benefícios diretos à população. Por isso, a integração horizontal com as demais áreas é fundamental.

**Palavras-chave:** licenciamento. empreendimentos. municipal.

## INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental é muito importante nas discussões sobre sustentabilidade e é considerado uma importante ferramenta para as instituições públicas utilizarem para a gestão ambiental. É realizado em três fases – prévia, licenças de instalação e operação – e tem como função regular atividades que possam poluir, degradar e/ou alterar o meio ambiente.

As disposições referentes à Política Ambiental do estado do Tocantins foram instituídas pela Lei Estadual nº 261/1991 (TOCANTINS, 1991) que estabelece sua elaboração, implementação e acompanhamento, definindo princípios, fixando objetivos e normas básicas para proteção do meio ambiente e melhorias da qualidade de vida da população.

Os demais instrumentos legais estaduais seguem as diretrizes definidas nas Resoluções Coema/TO nº 7/2005 (TOCANTINS, 2005) e nº 8/2005 (TOCANTINS, 2005), além da Portaria/Naturatins nº 141/2014 (TOCANTINS, 2005). A Resolução Coema/TO nº 7/2005 (TOCANTINS, 2005a) dispõe sobre o Sistema Integrado de Controle Ambiental no estado do Tocantins (Sicam), tendo por objetivo estabelecer e integrar procedimentos e rotinas de controle para, na forma da legislação, disciplinar e instruir o recebimento de requerimentos, as análises pertinentes e a emissão dos diversos atos administrativos.

Seguindo as leis acima mencionadas, os municípios passaram a ter autonomia para serem licenciadores, podendo emitir uma licença automaticamente e influenciar atividades locais sem acordos, desde que tenham órgãos ambientais e conselhos ambientais qualificados.

A intenção do estudo é demonstrar a importância da realização do licenciamento ambiental a nível municipal de competência, com ênfase no município de Paraíso do Tocantins, relatando um panorama geral do licenciamento ambiental, e a sua relevância para a manutenção

da preservação do meio ambiente e como ferramenta de gestão ambiental.

## **Problemática**

O licenciamento ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente. Trata-se de importante instrumento para garantir a qualidade ambiental que abrange a saúde pública, o desenvolvimento econômico e a preservação da biodiversidade.

Toda e qualquer atividade que cause impacto ao meio ambiente deve ser licenciada pelos órgãos federais, estaduais ou municipais, visando à preservação dos recursos naturais, e, cabe ao município promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos que causem ou possam causar impacto ambiental local.

Levando em consideração o exposto, a pesquisa visa responder o seguinte questionamento: qual a importância e quais as falhas estão ocorrendo nos processos de licenciamento ambiental no município de Paraíso do Tocantins – TO?

## **Objetivos**

O presente trabalho tem como objetivo, relatar e analisar sumariamente a aplicação do licenciamento ambiental, no município de Paraíso do Tocantins – TO, analisando o histórico e conceitos. Além disso, visa-se examinar o nível de aplicação existente para o licenciamento ambiental no município, levantar as características do órgão ambiental da cidade, identificar a fragilidade ou potencialidade para realização do licenciamento municipal no local e propor melhorias na política de licenciamento ambiental.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Licenciamento Ambiental: História**

A Lei Federal 6.938/1981, conhecida como Lei Nacional de Política Ambiental do meio ambiente (Brasil, 1981) foi o primeiro sinal de preocupação com Licença ambiental no Brasil. A lei é baseada na Constituição Federal (Brasil, 1988), no artigo 225, incisos IV e VII, que estabelece que todos têm o direito de desfrutar de um meio ambiente ecologicamente equilibrado e bem-estar para uso comum do povo, o que é essencial para uma qualidade de vida saudável, exercendo influência no poder público e nas comunidades.

Houve alterações pela Lei Federal 8.028/1990, pois pela Constituição Federal/1988, e segundo Dallagnol (2006), somente aqueles diplomas legais se alinhavam as leis existentes que estão em conformidade com as normas consagradas no Diploma Constitucional, e que são bem-vindas pelo novo ordenamento jurídico. Em outras palavras, somente as normas compatíveis com a Constituição Federal foram por ela recepcionadas, sendo consideradas válidas e surtindo seus devidos efeitos; todas as demais são consideradas inconstitucionais e foram, portanto, consideradas sem eficácia prática ou jurídica.

Desde a promulgação da Lei Nacional de Política Ambiental, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), elaborou a Resolução Conama 01/1986 (BRASIL, 1986), segundo a qual qualquer impacto ambiental é considerado como sendo qualquer alteração as proprieda-

des físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia produzida pela atividade que possa afetar direta ou indiretamente a saúde, segurança e bem-estar da população; atividade social e econômica; bioma; condições; a estética e saúde do meio ambiente e/ou a qualidade dos recursos ambientais.

## **Licenciamento Ambiental**

Como ato típico e não autorizado do poder executivo, a permissão constitui uma importante ferramenta para a gestão ambiental. Por meio dele, a administração pública busca as atividades humanas que interferem nas condições ambientais para alinhar o desenvolvimento econômico com a manutenção do equilíbrio ecológico (MILARÉ, 2009).

De acordo com a Resolução Conama 237/1997 (Brasil, 1997), este procedimento é realizado em três etapas. Começa com a licença prévia, em fases preliminares de planejamento de negócios ou eventos, com aprovação de sua localização e projeto que demonstrem a viabilidade ambiental e, que visa construir os requisitos básicos e as condições a serem cumpridas na próxima etapa. Segue-se a licença de instalação, que autoriza efetivamente a execução por parte das empresas, tendo em conta as especificações contidas no plano e projetos aprovados, incluindo medidas de controle ambiental e outras condições. Por fim, entra a etapa de permissão de operação, autorizando o funcionamento e operação da atividade/evento, após verificação do efetivo cumprimento da Licença prévia com controles e condições ambientais corretos para a ação. Todas as licenças têm uma data de validade e podem ser atualizadas.

O licenciamento decorre dos direitos subjetivos dos interessados, razão pela qual o requerente cumpre todos os requisitos, a autoridade competente não pode recusar cedê-lo, e uma vez lançado, traz uma presunção de certeza de realização. A sua nulidade só pode ocorrer em face de descumprimento por parte do titular, dos regulamentos no exercício de atividades ou no interesse público. Neste caso, é necessária uma compensação no formato de indenização. Licença não pode ser confundida com autorização, admissão ou permissão.

Por fim, para Dallagnol (2006), o licenciamento ambiental é forma de exteriorização ou exercício do poder de polícia. Assim, como qualquer manifestação deste poder administrativo, é controle prévio à atividade privada; é ação que se antecipa à produção do dano ambiental ou de um prejuízo de ordem ambiental.

Portanto, baseando-se na opinião dos vários autores, verifica-se a importância do licenciamento ambiental como instrumento de controle prévio para a realização e acompanhamento de atividades que utilizem recursos naturais e que possam causar degradação do meio ambiente.

## **Instrumentos legais sobre o licenciamento ambiental no Tocantins**

No estado do Tocantins, a Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semades) tem como competências a gestão das políticas ambientais e o planejamento dos recursos hídricos estaduais, também atuando na captação de recursos e parcerias para desenvolvimento dos projetos da área ambiental.

As disposições relativas à Política Ambiental do Estado do Tocantins foram constituídas pela Lei Estadual nº 261/1991 (TOCANTINS, 1991), que dispõe a determinar o seu desenvolvimento, implementação e acompanhamento, definir princípios, objetivos e normas básicas de

proteção ambiental, bem como a melhoria da qualidade de vida das pessoas.

A Resolução Coema/TO 7/2005 (TOCANTINS, 2005a) prescreve um sistema integrado de controle ambiental no estado Tocantins (Sicam), com o objetivo de construir e integrar programas e rotinas de controle, na forma de legislação, disciplina e orientação recebimento de solicitações, análise e publicação relevantes para diversas ações administrativas.

A Resolução Coema/TO 8/2005 (TOCANTINS, 2005b) alterou os Anexos I e III da resolução anterior para tratar da classificação de grupos e tamanhos de atividades e prazos do efeito máximo da ação administrativa. Por sua vez, o regulamento do Naturatins nº 141/2014 (TOCANTINS, 2014) estabelece o procedimento para emissão da Declaração de Isenção de Licença Ambiental de atividades ou negócios não abordados na Resolução Conama 237/1997 {Brasil, 1997 #7} e Resolução Coema/TO 7/2005 (Tocantins, 2005a).

A Tabela 01 lista os principais instrumentos jurídicos suportados nos procedimentos de Licenciamento e Autorização para Intervenções Ambientais no estado, disponível desde maio de 2014 nos sites do Naturatins, Diário Oficial do Estado do Tocantins e Assembleia Legislativa do Estado do Tocantins. Ressalta-se que este levantamento não esgota o universo de normas utilizadas para os processos de licenciamento e autorizações para intervenção ambiental, podendo existir outros não apontados neste relatório.

**Tabela 1 - Instrumentos legais que embasam os processos de licenciamento e autorizações para intervenção ambiental no Tocantins.**

INSTRUMENTO LEGAL	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA
Lei Estadual nº 261, de 20 de fevereiro de 1991.	Dispõe sobre a Política Ambiental do estado do Tocantins e dá outras providências.	(TOCANTINS, 1991)
Lei Estadual nº 858, de 26 de julho de 1996.	Cria o Instituto Natureza do Tocantins e dá outras providências.	(TOCANTINS, 1996)
Decreto Municipal nº 244, de 5 de março de 2002.	Regulamenta a Lei Municipal nº 1.011, de 4 de junho de 2001 e dá outras providências.	(PALMAS, 2002)
Decreto Estadual nº 2.432, de 6 de junho de 2005.	Regulamenta a outorga do direito de uso de recursos hídricos de que dispõe os artigos 8º, 9º e 10 da Lei 1.307, de 22 de março de 2002.	(TOCANTINS, 2005c)
Resolução Coema/TO nº 7, de 9 de agosto de 2005.	Dispõe sobre o Sistema Integrado de Controle Ambiental do estado do Tocantins.	(TOCANTINS, 2005a)
Resolução Coema/TO nº 7, de 9 de agosto de 2005.	Dispõe sobre o Sistema Integrado de Controle Ambiental do estado do Tocantins.	(TOCANTINS, 2005a)
Resolução Coema/TO nº 7, de 9 de agosto de 2005.	Dispõe sobre o Sistema Integrado de Controle Ambiental do estado do Tocantins.	(TOCANTINS, 2005a)

Fonte: Tocantins, (2014)



**Tabela 2 - Instrumentos legais que embasam a os processos de licenciamento e autorizações para intervenção ambiental no Tocantins – cont.**

INSTRUMENTO LEGAL	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA
Instrução Normativa Naturatins nº 2, de 4 de março de 2008.	Dispõe sobre parâmetros de caracterização e uniformização dos procedimentos relacionados a fauna na esfera do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades impactantes.	(TOCANTINS, 2008a)
Portaria/Naturatins nº 286, de 27 de março de 2008.	Estabelece procedimentos para emissão de Outorga Prévia da Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos.	(TOCANTINS, 2008b)
Lei Estadual nº 2.253, de 16 de dezembro de 2009.	Altera a Lei Estadual nº 1287, de 28 de dezembro de 2001, que dispõe sobre o Código Tributário do estado do Tocantins.	(TOCANTINS, 2009)
Resolução Coema/TO nº 27, de 22 de novembro de 2011.	Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental da Aquicultura no estado do Tocantins.	(TOCANTINS, 2011b)
Portaria/Naturatins nº 141, de 9 de abril de 2014.	Disciplina procedimento para emissão de Declaração de Dispensa de Licenciamento Ambiental Estadual do Instituto Natureza do Tocantins.	(TOCANTINS, 2014)

Fonte: Tocantins, (2014)

Por meio dessas consultas, podemos realizar uma investigação inicial nos critérios mais usados no processo de licenciamento e autorização para intervenções ambientais de atividades, projetos ou empreendimentos no Estado. Na página oficial da Naturatins, é possível acessar diretamente os seguintes instrumentos legais: Decreto Nacional nº 2.432/2005 (TOCANTINS, 2005c), Regulamento/Naturatins nº 286/2008 (TOCANTINS, 2008b), Portaria Regulamento do Naturatins nº 2/2008 (TOCANTINS, 2008a) e Regulamento/Naturatins Nº 141/2014 (Tocantins, 2014).

Segundo levantamento in loco, a câmara técnica do Coema/TO está revisando a Resolução Coema/TO nº 7/2005 (TOCANTINS, 2005a), que trata do licenciamento ambiental estadual, para que ocorra a publicação de uma nova resolução, com mecanismos que permitam melhor integração entre os diversos procedimentos administrativos que o órgão licenciador realiza. Paralelamente, algumas portarias estão sendo elaboradas para normatizar procedimentos que não foram abordados na Resolução Coema/TO nº 7/2005 (TOCANTINS, 2005a), como o procedimento para regularizar a ampliação ou alteração de um empreendimento.

### **Classificação dos empreendimentos e atividades passíveis de licenciamento**

A Classificação de empreendimentos, projetos e atividades passíveis de licenças ambientais estão descritas no Anexo I da Resolução Coema/TO 8/2005 (TOCANTINS, 2005b), definido como 14 grupos de acordo com as características e detalhes.

O Naturatins está autorizada a emitir os seguintes documentos, visando Licenciamento e autorização de intervenções ambientais corporativas, obras e atividades com potencial poluidor e/ou causadores de degradação ambiental (TOCANTINS, 2005a) e (TOCANTINS, 2014): Anuência Prévia (AP); Autorização Ambiental (AA); Autorização ambiental de queima controlada;



Autorização de Exploração Florestal (AEF); Autorização para o Transporte de Cargas Perigosas (ATCP); Autorização para o transporte e comercialização de pescado; Declaração de Dispensa de Licenciamento Ambiental Estadual (Ddlae); Declaração de uso insignificante; Licenciamento Ambiental Simplificado (LAS); Licença Prévia (LP); Licença de Instalação (LI); Licença de Operação (LO); Licenciamento Florestal de Propriedade Rural (LFPR); Declaração de Uso Insignificante (DUI); Anuência Prévia (AP); Outorga de direito de uso de recursos hídricos; Renovação da licença de operação; Termo de Compromisso (TC).

A descrição de cada instrumento de licenciamento e autorizações para intervenção ambiental e prazo de validade vigente foram obtidos através de entrevistas durante o levantamento in loco do Naturatins.

## **Procedimentos para o licenciamento ambiental**

No Estado do Tocantins, há procedimentos para a emissão do licenciamento ambiental, de forma online e presencial, e deve respeitar parâmetros e processos pré-definidos para a aprovação ou não.

A Resolução Coema/TO nº 7/2005 (TOCANTINS, 2005a) integrou os diversos procedimentos e sistematizou os processos de licenciamento e autorizações para intervenção ambiental das atividades modificadoras ou poluidoras do meio ambiente e que exploram os recursos naturais no Tocantins.

Mesmo com integração, a análise de cada área segue sendo realizada separadamente por um departamento específico. Os pedidos de autorização de intervenção ou concessão florestal e o direito de uso da água geralmente ocorre em setores diferentes no Naturatins, de forma paralela a Licença ambiental. No entanto, em projetos de alta complexidade, a análise pode ser realizada por uma equipe multidisciplinar.

Os empresários que desejam fazer o processo de licenciamento para a intervenção ambiental da empresa devem, primeiro, informar primeiro em qual município será realizado o evento a ser qualificado para normalização ambiental e o tipo e escala de propósito. Se há municípios que não possuem licenças ambientais ou que não podem regular o tipo ou tamanho do negócio, os empresários que a quiserem devem possuir a licença estadual.

O Primeiro passo do procedimento estadual de licenciamento e autorização de intervenção ambiental, implica na determinação pelo empresário, pessoa singular ou coletiva, da categoria de grupo em que se insere o negócio, atividade ou obra. A Resolução Coema/TO nº 7/2005 (TOCANTINS, 2005a), posteriormente alterada pela Resolução Coema/TO nº 8/2005 (TOCANTINS, 2005b), organizou os requisitos para o processo de licenciamento/autorização em 14 grupos: Mineração; Indústria; Agropecuário; Irrigação; Aquicultura; Obras civis lineares; Obras civis não lineares; Lazer e turismo; Saneamento; Empreendimentos imobiliários e de parcelamento e uso do solo; Serviços; Transporte de cargas perigosas; Ciência e tecnologia; Gerenciamento de resíduos sólidos.

Além desses 14 grupos, o Naturatins pode estabelecer outras categorias de grupos devido à especificidade e peculiaridade de cada atividade a ser licenciada. Em seguida, o empreendedor deve identificar a unidade regional do Naturatins responsável pelo licenciamento ambiental do local do empreendimento. Um mapa do estado e o setor de responsabilidade de cada área

podem ser encontrados no site da Naturatins. As unidades regionais podem ser identificadas na Tabela 03, discriminando-as por região:

**Tabela 3 - Unidades regionais**

REGIÃO	MUNICÍPIO	CONTATO
Norte	Araguaína	e-mail: graraguaina@NATURATINS.to.gov.br fone: (63)3414-1521/3414-4979
	Araguatins	e-mail: araguantins@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3474-1327/3474-2042
	Tocantinópolis	e-mail: grtocantinopolis@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3471-3976
	Colinas	e-mail: grcolinas@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3476-2642
	Arapoema	e-mail: grarapoema@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3435-1427
Sul	Gurupi	e-mail: grgurupi@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3351-1994/3414-1511
	Formoso do Araguaia	e-mail: grformoso@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3357-1422
	Alvorada	e-mail: gralvorada@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3353-2376
	Lagoa da Confusão	e-mail :grlagoa@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 336-1677
Centro-Oeste	Palmas	e-mail: grpalmas@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3218-2664
	Paraisópolis	e-mail: grparaiso@NATURATINS.to.gov.br fone (63) 3602-3576
	Pedro Afonso	e-mail: grpedroafonso@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3466-1437
	Goiatins	e-mail: grgoiatins@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3469-1292
Sudeste	Arraias	e-mail: grarrais@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3653-2168
	Dianópolis	e-mail: grdianopolis@NATURATINS.to.gov.br fone: (63) 3692-2049

**Fonte: Tocantins, (2014)**

Caso o tipo de negócio, emprego ou atividade não conste da resolução do Coema/TO nº 7/2005 (TOCANTINS, 2005a), uma Declaração Estadual de Isenção de Licença Ambiental (Ddlae) deve ser solicitada. Esta declaração é usada por empresas, atividades e funciona de acordo com suas características, porte, peculiaridades e capacidade efetiva ou potencialmente poluidora ou causadora de degradação ambiental.

Para ser dispensado do licenciamento ambiental, devem ser atendidos os seguintes requisitos, dispostos na Portaria/Naturatins nº 141/2014 (TOCANTINS, 2014):

- Não provocar interferência em unidades de conservação de proteção integral, áreas indígenas, APP e áreas de reserva legal;
- Coletar, tratar e dispor adequadamente os efluentes líquidos gerados;
- Acondicionar, armazenar e dispor adequadamente os resíduos sólidos;
- Estar em conformidade com a legislação ambiental e normas em vigor.

Para a obtenção da Declaração de Dispensa, o interessado deve na página inicial do Naturatins (<http://naturatins.to.gov.br/>), "Permissões Ambientais", "Isenção de responsabilidade" Licenças Ambientais" ([http://naturatins.to.gov.br/licenciamento-ambiental/ Declaração de Isenção de Licença Ambiental/](http://naturatins.to.gov.br/licenciamento-ambiental/Declaracao-de-Isencao-de-Licenca-Ambiental/)). Esses arquivos e outros listados no Anexo I do Decreto nº 141/2014/

Naturatins (TOCANTINS, 2014) devem ser submetidos ao Naturatins para análise.

A rotina para analisar solicitações para dispensa de licenciamento é semelhante à rotina que executa outras licenças ambientais ou instrumentos de autorização: Analisar os documentos necessários, emitir pareceres técnicos e conceder Ddlae com aceitação. O prazo para análise e publicação do Ddlae não existe na forma legal, mas de acordo com a investigação de campo, o processo de solicitação de arquivamento pode durar até 8 dias.

Para os tipos de atividade listados na Resolução Coema/TO 7/2005 (TOCANTINS, 2005a), os candidatos devem solicitar autorização para qualquer um dos seguintes tipos de intervenção ou Licença Ambiental: Autorização Ambiental (AA), Licença Ambiental (LP, LI, LO e LAS), formalização de empreendimentos rurais e Autorização para uso de água.

A seguir estão os procedimentos que devem ser realizados para solicitar Autorização ou Licença Ambiental. Empreendedores devem acessar o link "Contratos e Serviços" no site do Naturatins (<http://naturatins.to.gov.br/>) protocol-e-servicos/), baixar o arquivo "Requisito Geral. DOC" e preencher a identificação do requerente, atividade, porte e tipo de licenças e autorizações para intervenções ambientais. Os códigos para o tipo de licença (LP, LI, LO e LS) e demais documentos de licenciamento e autorizações para intervenção ambiental a serem requeridos estão listados na parte inferior desse documento.

Na sequência, o empreendedor deve acessar o link "Licenciamento Ambiental" e depois "Termos de Referência e Lista de Documentos", para fazer o download do formulário de caracterização.

Para cada grupo de atividade e porte a ser licenciado foi elaborado um formulário específico contendo campos que devem ser preenchidos com informações pertinentes à Agenda Verde (autorizações para intervenção florestal da propriedade rural), Agenda Azul (outorga do direito de uso de recursos hídricos) e Agenda Marrom (licenciamento ambiental).

Também foram elaborados formulários de caracterização específicos para obtenção de autorizações em recursos florestais (<http://naturatins.to.gov.br/recursos-florestais/>) e recursos hídricos (<http://naturatins.to.gov.br/recursos-hidricos/>).

Estudos ambientais apoiam a análise dos requisitos de licença e autorizações de intervenção ambiental, conforme orientação do Termo de Referência elaborado pelo Naturatins e publicados no site da instituição, disponível em "Permissões Ambientais" Termos de Referência e Lista documentos".

Existem termos para cada grupo de referência, que vai variar de acordo com seu tamanho (pequeno, médio, grande). É válido mencionar que estudos adicionais também podem ser exigidos a critério do órgão ambiental, e todos os estudos necessários estão descritos na resolução Coema/TO nº 7/2005 (TOCANTINS, 2005a).

Uma lista de arquivos também está disponível no mesmo link (<http://naturatins.to.gov.br/licenciamento-ambiental/termos-de-referencia-e-Lista-de-arquivos/>). O interessado deve protocolar em uma das regionais do Naturatins os documentos junto com o requerimento geral, o formulário de caracterização e os estudos ambientais referentes à modalidade de autorização e à tipologia da atividade pretendida.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de um trabalho, também conhecida como metodologia científica, tem o objetivo de explicar todo o conjunto de métodos e parâmetros utilizados e o caminho percorrido desde o início até a conclusão de um trabalho/artigo científico.

Neste sentido, no que diz respeito aos objetivos, a presente pesquisa se caracterizou como pesquisa exploratória. Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2002, p. 41).

A pesquisa foi realizada com ênfase no município de Paraíso do Tocantins - TO, localizado na Região sudoeste do estado do Tocantins (Figura 01), que contempla a região denominada Vale do Araguaia, dista cerca de 60 km da capital, Palmas, a área total do município é de 1.282,26 km<sup>2</sup>. O censo demográfico do IBGE para o ano de 2020, a população do município totalizou 52.521 habitantes, com uma densidade demográfica de 40,60 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2020).

Figura 1 - Localização do município de Paraíso do Tocantins



Fonte: IBGE, (2020)

## Coleta e Tratamento de Dados

Para realização deste estudo, foram apresentadas reflexões/discussões embasadas em pesquisas bibliográficas, utilizando-se de material de estudo já disponível sobre o assunto, bem como na legislação pertinente, obtidas através da internet e em material impresso, livros, apostilas, de acervo pessoal e empréstimo.

Além disso, foram obtidos, junto à Secretaria Municipal de meio Ambiente do município, dados referentes aos quantitativos de licenças ambientais liberadas anualmente pelo município, dentro dos limites de sua competência. As informações serão solicitadas e adquiridas junto à

Diretoria de Licenciamento Ambiental.

O tema foi abordado dentro de dois tópicos tornando o entendimento mais facilitado. Inicialmente foi abordado e descrito o licenciamento ambiental, seu conceito e seu histórico. Posteriormente, foi descrito o licenciamento no Tocantins, especialmente no município de Paraíso do Tocantins - TO.

## **Resultados e Discussão dos dados**

Para a coleta de informações, foi aplicado um questionário no modelo entrevista, onde foram buscadas informações sobre os licenciamentos, fiscalizações e ações executados pela prefeitura. A estrutura das informações fora estrutura conforme tópicos a seguir:

### **Ações ambientais obrigatórias de competência municipal em Paraíso**

A Lei Complementar que dispõe sobre a política urbana e ambiental do Município de Paraíso do Tocantins e institui o “Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Urbano e Sustentável do Município de Paraíso do Tocantins”, é o que consta no art. 40 da Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001- Estatuto da Cidade.

No art. 04 deste documento, consta que o Plano Diretor tem como diretrizes norteadoras do processo de planejamento (PREFEITURA DE PARAÍSO, 2019):

- I. garantir o direito à uma cidade sustentável, entendido como direito à terra urbanizada, à moradia digna, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;
- II. promover a gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;
- III. estimular a cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização em atendimento ao interesse social;
- IV. planejar o desenvolvimento da cidade, a distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;
- V. ofertar equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características intra-urbanas;
- VI. ordenar e controlar o uso do solo;
- VII. integrar e complementar as atividades urbanas e rurais, tendo em vista o desenvolvimento socioeconômico do município como um todo, e do território sob sua área de influência;
- VIII. adotar padrões de produção e consumo de bens e serviços com expansões urbanas compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do Município e do território sob sua área de influência;



- IX. realizar justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização;
- X. adequar os instrumentos de política econômica, tributária e financeira e dos gastos públicos aos objetivos do desenvolvimento urbano, de modo a privilegiar os investimentos geradores de bem-estar geral e a fruição dos bens pelos diferentes segmentos sociais;
- XI. recuperar os investimentos do Poder Público de que tenha resultado a valorização de imóveis urbanos;
- XII. proteger, preservar e recuperar o meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico;
- XIII. realizar estudos técnicos e audiências nos processos de implantação de empreendimentos ou atividades com efeitos potencialmente negativos sobre o meio ambiente natural ou construído, o bem-estar ou a segurança da população;
- XIV. implementar a regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais vigentes;
- XV. simplificar e dar auto aplicabilidade à legislação urbana, especialmente sobre o parcelamento, o uso e a ocupação do solo e das normas edilícias, com vistas a permitir a redução dos custos e o aumento da oferta de lotes e unidades habitacionais;
- XVI. garantir a isonomia de condições para agentes públicos e privados na promoção de empreendimentos e atividades relativas ao processo de urbanização, atendido o interesse social.

O artigo 60º do Plano Diretor, intitulado de Meio Ambiente, institui o Sistema de Espaços Livres - SEL, do município de Paraíso do Tocantins, que será constituído por meio da articulação entre as Zonas de Interesse Ambiental(ZIA) e os demais espaços livres com o objetivo de interligar e qualificar os espaços destinados ao lazer e aos deslocamentos de pedestres (PREFEITURA DE PARAÍSO, 2019).

Já o artigo 62º do Plano Diretor, define como ações estratégicas para a Zona de Interesse Ambiental:

- I. Criar novos espaços livres, conforme discriminado a seguir:
- a) Construção de equipamentos de lazer em alguns setores da cidade;
  - b) Implantação de parques nas Zonas de Interesse Ambiental dentro do perímetro urbano;
  - c) Implantação de parque urbano em dois setores municipais;
  - d) Implantação de equipamentos de lazer em determinados setores locais;
  - e) Requalificação do Viveiro Municipal

Quanto as competências legais do município com relação ao meio ambiente, e as leis



pelas quais o município se baseia para as suas ações ambientais, a Política Ambiental do Município tem por objetivo: articular e integrar as ações e atividades ambientais desenvolvidas pelos órgãos e entidades do Município com aquelas de âmbito federal e estadual; favorecer instrumentos de cooperação em planejamento e atividades intermunicipais vinculadas ao meio ambiente; compatibilizar o desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade ambiental, visando o bem-estar da coletividade.

A política ambiental visa ainda: assegurar a aplicação de padrões de qualidade ambiental, observadas as legislações federal e estadual, suplementando-as de acordo com o interesse local; atuar, mediante planejamento, no controle e fiscalização das atividades de produção, extração, comercialização, transporte e emprego de materiais, bens e serviços, bem como de métodos e técnicas que comportem risco ou comprometam a qualidade de vida e o meio ambiente; estabelecer os meios legais e os procedimentos institucionais que obriguem os agentes degradadores, públicos ou privados, a recuperar os danos causados ao meio ambiente, sem prejuízo da aplicação das sanções administrativas e penais cabíveis; dentre outros.

As leis que embasam a política ambiental municipal são:

- Lei complementar 15/2006 que “Dispõe sobre a política e o Sistema Municipal de Meio Ambiente, e dá outras providências”;
- Art. 110 da Constituição do Estado do Tocantins;
- Art. 225 da Constituição Federal.

A Infraestrutura local da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo conta com: 1 Secretária Municipal; 1 Engenheiro Ambiental; 1 Diretor Municipal de Meio Ambiente; 1 Coordenadora Municipal de Meio Ambiente; 3 Auxiliares de serviços gerais; 2 Guardas.

### **Diagnósticos das ações ambientais desenvolvidas na gestão ambiental**

No que se trata das ações de monitoramento ambiental desenvolvidas pela gestão ambiental do município, é visto que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo monitora o local de destino dos resíduos sólidos urbanos coletados na cidade; Empreendimentos que geram impacto ambiental tais como lava a jatos, oficinas mecânicas, estações de tratamento de água e esgoto.

Segundo as informações obtidas, tudo isso é realizado com o objetivo de se ter um maior vigor na questão ambiental, visto que, diante da falta de um órgão fiscalizador, esse papel ganha ainda mais importância para a gestão ambiental do município.

Para a gestão ambiental de um modo geral, a informação obtida mostra que a prefeitura possui uma área de gestão, que engloba alguns seguimentos como resíduos sólidos, preservação e recuperação de nascentes, educação ambiental, combate e controle de incêndios florestais.

Segundo as informações obtidas junto à Secretaria e de acordo com Plano Diretor do município, a gestão possui como metas: implantar o programa denominado Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), instituir o Programa de Educação Ambiental municipal; desenvolver ações do Protocolo do Fogo; organizar e apoiar a Brigada de Combate

à Incêndios Florestais; Organizar o Conselho Municipal de Meio Ambiente; Implantar Coleta Seletiva; Recuperar e Preservar Nascentes; Programa de Arborização Urbana, como mostrado na Figura 2 (PREFEITURA DE PARAÍSO, 2019).

**Figura 2 - Mudas do Programa de Arborização do município**



**Fonte: Prefeitura de Paraíso, (2022).**

Quanto as ações de educação ambiental desenvolvidas pela prefeitura, há o relato de que, recentemente, foi feita uma ação de coleta seletiva, plantio de árvores, conscientização sobre a manutenção das áreas verdes do município, Incentivo e criação hortas nas escolas municipais. A ação contou com o apoio e participação de 10 escolas municipais e 03 creches.

### **Análises das dificuldades enfrentadas na gestão ambiental municipal**

Entre as principais dificuldades encontradas na gestão, além daquelas anteriormente mencionadas, estão: exercer fiscalização rigorosa sobre empreendimentos industriais; adotar a preservação de áreas de mananciais, através da criação de UC's (Unidades de Conservação); evitar lançamento de esgoto e outros resíduos; trabalhar em conjunto com outros órgãos da administração para evitar excessiva impermeabilização do solo e a realização de obras nos fundos de vale; estimular práticas para combater da erosão e o lançamento de resíduos de agrotóxicos nos rios junto aos órgãos de agricultura e melhorar o sistema de tratamento de esgotos.

Além disso, levando em consideração os serviços já realizados, há que se melhorar em determinadas ações, como: realizar limpeza urbana com equipamentos e pessoal adequados; aderir, promover e incentivar a coleta seletiva; eliminar lixões a céu aberto ou autorizar a sua existência por tempo determinado; Operar os aterros sanitários ou áreas de destinação final de resíduos com tecnologias adequadas e um sistema eficiente de controle de efluentes e emissões, etc.

Segundo a Prefeitura de Paraíso (2019), no município não há nenhum órgão que forneça informações que auxiliem na emissão do licenciamento ambiental. A única informação que há neste sentido, é que a Secretaria de Infraestrutura do município fornece a Certidão de Uso e

Ocupação do solo, a qual faz parte do processo documental para a emissão online do licenciamento.

Segundo as informações obtidas junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo, no que se refere às ações de licenciamentos executados pela prefeitura bem como os empreendimentos envolvidos e as licenças obtidas com obrigatoriedade, foi verificado que não há órgão fiscalizador na prefeitura, fato colocado como grande empecilho para que haja ações e fiscalizações mais efetivas.

Desta forma, a Secretaria se sente inoperante quanto a aplicação de advertências, multas, embargos, apreensões e interdições para vigiar as condutas de possíveis poluidores e utilizadores de recursos naturais.

Para que sejam produzidos avanços na área de meio ambiente em Paraíso do Tocantins, é importante o entendimento de unidade e integração entre as diversas áreas administrativas e secretarias municipais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após o estudo a respeito do licenciamento ambiental, seus conceitos, classificações, diretrizes e normativas no estado do Tocantins com enfoque em Paraíso, e após o levantamento de dados e informações junto a prefeitura municipal de Paraíso e com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo, o presente artigo conclui que a aplicação do licenciamento no município tem passado por avanços, mas ainda está muito aquém do necessário.

A ausência de um corpo fiscalizador no município inviabiliza a correta aplicação de fiscalização, multas e penalidades para os empreendimentos e negócios que ferem as diretrizes ambientais municipais.

Para que sejam produzidos avanços na área de meio ambiente em Paraíso do Tocantins, é importante semear a ideia de integração que os temas ambientais possuem com outros órgãos da administração pública. O grande desafio de gestores públicos ambientais é dialogar com entidades de diferentes áreas e mostrar que a temática ambiental tem relevância e traz benefícios diretos à população. Por isso, a integração horizontal com as demais áreas é fundamental.

## **REFERÊNCIAS**

BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama 01 de 23 de Janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 02 mai. 2022.

BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama 237 de 19 de Dezembro de 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 02 mai. 2022.

BRASIL. Constituição (1988). Sumário. Disponível em: <http://www.stf.gov.br/legislacao/constituicao/pesquisa/sumariobd.asp> Acesso em 24 de abr. 2022.

BRASIL.; Lei nº 6938, de 31 de Agosto de 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/)

leis/l6938.htm>. Acesso em 24 de abr. 2022.

DALLAGNOL, Paulo Renato. O licenciamento ambiental municipal.. Revista Jusavigandi, Teresina, ano 11, n. 1264, 17 dez. 2006. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/9292>>. Acesso em: 05 mai. 2022.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Documentação do Censo 2020. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

MILARÉ, Édis. Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário. 6ª ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2009.

NATURATINS. Diário Oficial Nº 5792. Constituição (2014). Portaria/Naturatins Nº 35, de 19 de Fevereiro de 2021. 2. ed. Tocantins, TO: Diário Oficial, 19 fev. 2021. n. 3.

PREFEITURA DE PARAÍSO. IAC (Município). Constituição (2019). Lei Complementar N.º 058/2019 nº 058, de 02 de julho de 2019. Política Urbana e Ambiental do Município: Plano Diretor Participativo de Desenvolvimento Urbano e Sustentável do Município de Paraíso do Tocantins. Paraíso do Tocantins, TO: Fapfo, 02 jul. 2019. Seção 1, p. 1-132

PREFEITURA DE PARAÍSO. Projeto Arboriza Paraíso realiza distribuição de sementes de árvores nativas. 2022. Disponível em: <https://www.paraíso.to.gov.br/Noticias/Projeto-arboriza-paraíso-realiza-distribuicao-de-sementes-de-arvores-nativas-4254/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

TOCANTINS. Política Ambiental do Estado do Tocantins: lei estadual nº 261/1991. Lei Estadual nº 261/1991. 1991. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=170904#:~:text=1%C2%BA%20Esta%20Lei%20disp%C3%B5e%20sobre,qualidade%20de%20vida%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o..> Acesso em: 10 mai. 2022.

TOCANTINS. Resolução Coema: 7/2005a. 7/2005. 2005. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/Procedimentos-de-Licenciamento-Ambiental-TOCANTINS-TO.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2022.

TOCANTINS. Resolução Coema: 7/2005b. 7/2005. 2005. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/Procedimentos-de-Licenciamento-Ambiental-TOCANTINS-TO.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2022.

TOCANTINS. Diário Oficial do Estado: 24 de Abril de 2014. 2014. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/69380357/doeto-24-04-2014-pg-37>>. Acesso em: 28 mai. 2022.

TOCANTINS. Portarias e Instruções normativas: 286/2008. 2008. Disponível em: <<https://www.to.gov.br/naturatins/portarias-e-instrucoes-normativas-naturatins/2d7znxo6uofo>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

# Organizador

## Jean Carlos Rodrigues

Engenheiro Industrial Mecânico pelo CEFET-MG, Físico licenciado pela UFMG e Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela UFMG. Além de especialista em metodologias ativas e tecnologias educacionais. Possui 12 anos de experiência na área educacional atuando como professor e coordenador no ensino superior.

# Índice Remissivo

## A

*agente* 37, 40, 47, 48, 49, 55, 58, 98  
*alimentação* 9, 12, 19, 20, 33  
*ambientais* 6, 9, 12, 14, 15, 16, 23, 48, 49, 94, 95, 96, 100, 101, 105, 107, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 118  
*argila expandida* 5, 7, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 73, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83

## B

*biodiversidade* 101, 105, 106

## C

*capitalista* 37, 42, 45, 50, 51, 53, 54, 55, 57  
*catador* 37, 38, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 60  
*idades* 9, 10, 12, 15, 16, 41, 47, 49, 50, 51, 54  
*concreto* 7, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83  
*concreto leve* 7, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 81, 82, 83  
*contaminação* 15, 22, 51, 95, 96, 98, 101, 102, 103  
*corpos hídricos* 6, 7, 94, 95, 96, 100, 101

## D

*desenvolvimento* 7, 19, 20, 22, 23, 33, 37, 39, 41, 43, 46, 47, 48, 50, 53, 55, 58, 63, 64, 101, 105, 106, 107, 114, 115, 116  
*destinação* 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 44, 48, 99, 117  
*dinâmica* 85

## E

*econômico* 19, 37, 43, 49, 50, 53, 60, 105, 106, 107, 116  
*eletrolítico* 6, 84, 85, 86, 88, 89, 91, 93  
*eletrólito* 85, 86  
*empreendimentos* 15, 44, 105, 106, 109, 112, 115, 117, 118  
*exclusão social* 37, 40, 47, 50, 51, 52, 55, 61

## F

*farinha enriquecida* 19  
*fibras metálicas* 63

## I

*impactos ambientais* 6, 12, 14, 94, 95, 96, 100, 101  
*incineração* 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 44, 48  
*industrial* 13, 37, 47, 49



## L

*licenciamento* 6, 7, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 117, 118, 119

## M

*mercado* 19, 20, 39, 41, 44, 45, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 64, 72

*método* 9, 22, 23, 81, 99

*microscopia* 85

*municípios* 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 43, 105, 110

## O

*oportunidade.* 19

*oxidação* 6, 10, 84, 85, 86, 87, 91

## P

*petróleo* 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103

*plasma* 6, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

*poro* 85, 86, 91

*porosidade* 6, 7, 84, 85, 86, 91

*possibilidades* 4

*preservação* 43, 48, 49, 101, 105, 106, 116, 117

## R

*recicláveis* 5, 7, 10, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 60

*recuperação* 10, 13, 15, 41, 64, 95, 96, 98, 100, 101, 116

*resíduo* 9, 10, 14, 15

## S

*silicato* 66, 85

*sobrevivência* 37, 38, 40, 45, 47, 59

*sódio* 85

*sólido* 9, 10, 66

*sustentabilidade* 7, 19, 20, 49, 61, 105, 114

## T

*tempo* 23, 38, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 67, 85, 86, 87, 88, 91, 117

*trabalho informal* 37, 40, 47, 52, 53, 54, 55

## U

*urbano* 9, 49, 50, 61, 114, 115

