

ISSN 2238 - 8486

# PERSPECTIVA

EDUCAÇÃO, GESTÃO & TECNOLOGIA

The logo for Fatec Itapetininga, featuring a stylized graphic of three vertical bars of varying heights on the left, followed by the text "Fatec" in a large, bold, sans-serif font, and "Itapetininga" in a smaller, regular sans-serif font below it.

**Fatec**  
Itapetininga

Prof. Antonio Belizandro  
Barbosa Rezende

## Expediente

### Editores responsáveis

Eva Fagundes Weber  
Gilcéia Goularte de Oliveira Garcia  
Isolina Maria Leite de Almeida  
Jefferson Biajone  
Sílvia Panetta Nascimento

### Corpo Editorial

Ademar Soares Castelo Branco – Fatec Itapetininga  
Ademir Diniz Neves – Fatec Itapetininga  
Andréa Pavan Perin – Fatec Itapetininga  
Andréia Rodrigues Cassare – Fatec Itapetininga  
Andressa Silvério Terra França – Fatec Itapetininga  
Antonio Roberto Giriboni Monteiro – Universidade Estadual de Maringá  
Bruno Miguel Nogueira de Souza – Universidade Estadual do Norte do Paraná  
Bruno José Viana Kortz – Fatec Itapetininga  
Cesário de Moraes Leonel Ferreira – Fatec Itapetininga  
Claudia Cirineo Ferreira Monteiro – Universidade Estadual de Maringá  
Danilo Ruy Gomes – Fatec Itapetininga  
Deivison Shindi Takatu – Fatec Itapetininga  
Flavia Cristina Cavalini – Fatec Itapetininga  
Fernanda Cristina Pierre Di Nardo – Fatec Botucatu  
Helder Boccaletti – Fatec Itapetininga  
José Alfredo Villagómez-Cortés – Universidad Veracruzana, Mexico  
Linda Catarina Gualda – Fatec Itapetininga  
Luciana do Santos Almeida – Fatec Itapetininga  
Ludwig Einstein Agurto Plata – Fatec Itapetininga  
Marcelo do Santos Moreira – Fatec Itapetininga  
Marcelo dos Santos Silvério – Fatec Itapetininga  
Marco Antonio Basseto – Unesp Botucatu  
Marcus Vinicius Branco de Souza – Fatec Itapetininga  
Paula Rodrigues Granato – Fatec Itapetininga  
Paulo Cesar Doimo Mendes – Fatec Itapetininga  
Roberto Clarete Simonetti – Fatec Itapetininga  
Rodrigo Diniz – Fatec Itapetininga  
Rosângela Gonsalves de Araujo – Fatec Itapetininga  
Soraya Regina Sacco Surian – Instituto Federal Catarinense

### Diagramação, Portal, Edição Digital e QR Code

Gilcéia Goularte de Oliveira Garcia  
Jefferson Biajone

Multidisciplinar



ISSN 2238-8486

Portal da Revista



PERSPECTIVA

## Editorial

A Revista Perspectiva em Educação, Gestão e Tecnologia é uma publicação científica que tem se consolidado como uma importante ferramenta de comunicação de estudos, pesquisas e projetos desenvolvidos em várias instituições, principalmente nas Faculdades de Tecnologia do Estado de São Paulo. A revista agradece o apoio de todo o corpo editorial pelo árduo trabalho realizado ao longo desses anos e pela confiança prestada ao nosso trabalho.

A Fatec Itapetininga, alinhada com o contexto atual, tem se pautado em conteúdos relacionados ao desenvolvimento econômico, considerando a preservação do meio ambiente, assunto essencial no contexto global. A edição atual (v.12, n.24, jul-dez 2023) apresenta 5 artigos publicados de temas variados dentro da área de abrangência da revista, com autoria de alunos e professores da Fatec Itapetininga. Os artigos que integram esta edição lançam importantes reflexões para a compreensão da complexa dinâmica da ciência, da tecnologia, da informação e da inovação do mundo globalizado.

O projeto Piscicultura Urbana, que está sendo realizado dentro da Fatec Itapetininga, é o Projeto Destaque desta edição. O projeto é uma iniciativa que visa aprimorar a produção de peixes em cativeiro, com o objetivo de aumentar a produtividade e a qualidade dos peixes criados, além de contribuir para a preservação do meio ambiente. A Fatec Itapetininga tem se destacado por suas iniciativas inovadoras e comprometidas com o desenvolvimento sustentável, e o projeto de criação de peixes é um exemplo disso.

Excelente leitura!!



**Profª Esp. Gilcéia Goularte de Oliveira Garcia**

Fatec Itapetininga

## ESTUDO DE CASO: EXPORTAÇÃO DE OVOS FÉRTEIS DA REGIÃO DE ITAPETININGA

**Giovanna Savioli De Medeiros**

giovanna.medeiros@fatec.sp.gov.br

**Marco Antonio da Fonseca**

marco.fonseca2@fatec.sp.gov.br

**Vinicius Lazaro Fogaça**

vinicius.fogaca01@fatec.sp.gov.br

**Prof. Ms Otavio Henrique Rossi Pinto Fernandes**

otavio.fernandes4@fatec.sp.gov.br

**Fatec Itapetininga**

**RESUMO:** O presente estudo surge como resultado da observação dos volumes consideráveis de exportação de ovos férteis que subsistem no âmbito nacional, dado a sua contribuição significativa para a receita econômica. No setor da avicultura de postura, destaca-se a distribuição de produtos tais como pintos de um dia e ovos férteis, classificados como elementos genéticos de cultivo na avicultura. No contexto brasileiro, a indústria avícola tem alcançado um progresso notável, ostentando um posicionamento proeminente no panorama setorial. O propósito fundamental deste estudo consiste em evidenciar a importância inerente à exportação de ovos férteis, delineando a contribuição do Brasil nesse cenário dentro do contexto do mercado internacional. A metodologia adotada abarca a realização de um estudo de caso com foco na atividade de exportação de ovos férteis da empresa ABC (identidade mantida em sigilo a pedido da organização) na região de Itapetininga/SP. Por meio deste estudo, delineou-se o *modus operandi* subjacente aos processos pertinentes à exportação de ovos férteis, destacando-se a captação dos investimentos direcionados a esse campo de atuação. O estado de São Paulo desempenha um papel de magnitude significativo no que diz respeito à recepção desse produto. Em vista do cenário atual, caracterizado por uma crescente exigência por parte dos adquirentes, aprimoramentos contínuos na qualidade do produto são imperativos. Consequentemente, a pesquisa e desenvolvimento de novas técnicas prova-se de inestimável importância para a manutenção da competitividade e da excelência no mercado.

**Palavras-chave:** Avicultura. Internacional. Logística.

### CASE STUDY: EXPORT OF FERTILE EGGS FROM THE ITAPETININGA REGION

**ABSTRACT:** The present study emerges as a result of observing significant volumes of fertile egg exports that persist on a national level, due to their substantial contribution to the economic revenue. Within the layer poultry sector, the distribution of products such as day-old chicks and fertile eggs stands out, classified as genetic elements for cultivation in poultry farming. In the Brazilian context, the poultry industry has achieved remarkable progress, boasting a prominent position in the sectoral landscape. The fundamental purpose of this study is to highlight the inherent importance of fertile egg exports, outlining Brazil's contribution within this scenario within the context of the international market. The adopted methodology encompasses a case study focusing on the fertile egg export activity of the company ABC (identity kept confidential as per the organization's request) in the Itapetininga/SP region. Through this study, the underlying *modus operandi* of processes related to fertile egg exports was delineated, with a particular emphasis on the acquisition of investments directed towards this field of operation. The state of São Paulo plays a role of significant magnitude concerning the reception of this product. In light of the current scenario, characterized by a growing demand from purchasers, continuous enhancements in product quality are imperative. Consequently, research and development of new techniques prove to be of invaluable importance for

maintaining competitiveness and excellence in the market.

**Keywords:** Poultry Farming. International Logistics.

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto brasileiro, a exportação de material genético avícola, abarcando ovos férteis e pintos de um dia, constitui-se como uma significativa fonte de receita. No que concerne especificamente aos ovos férteis, esse produto é comercializado com diversos países, visando o desenvolvimento de frangos destinados ao abate. Consoante às constatações de Aranha (2022), o Brasil emerge como uma proeminente plataforma de exportação genética de excelência, atribuível à sua qualidade distintiva e seu estado sanitário de primazia, eximindo-se de enfermidades, a exemplo da Influenza aviária.

Dois dos setores preponderantes no âmbito da avicultura residem na produção de pintos de corte e ovos férteis. Cabe enfatizar a existência de diversas etapas imprescindíveis para a geração de um produto de alta qualidade, condizente com os parâmetros requeridos para fins de exportação. A logística, o transporte e acondicionamento dos elementos biogenéticos configuram-se como etapas de suprema importância, sendo conduzidas sob rígidas normas de higiene e protocolos de controle de doenças (SOARES, 2022).

O propósito do presente estudo reside em demonstrar a notabilidade da investigação concernente à exportação de ovos férteis provenientes do Brasil, por intermédio da

modalidade logística aérea, no período compreendido entre os anos de 2019 e 2021, a partir da perspectiva da empresa ABC, situada no interior do estado de São Paulo. Este estudo abordará, em particular, aspectos referentes à documentação pertinente, às condições essenciais para o armazenamento e ao transporte aéreo desses materiais.

## 2 METODOLOGIA

A abordagem metodológica empregada no presente projeto teve início com a realização de uma pesquisa bibliográfica, destinada à coleta de dados pertinentes ao tema em questão. Posteriormente, procedeu-se à condução de um estudo de caso, o qual foi executado mediante a realização de uma entrevista estruturada por um questionário semiestruturado, dirigido à organização denominada ABC.

O estudo de caso, se baseia em um método de pesquisa que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto. Caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos (YIN, 2001).

Conforme delineado por Triviños (1987), a entrevista semiestruturada é caracterizada pela formulação de questionamentos fundamentais, os quais encontram embasamento em teorias e hipóteses intrinsecamente ligadas ao âmago temático da investigação. Estes questionamentos não apenas propiciam a colheita de informações,

mas também fomentam o emergir de novas hipóteses à luz das respostas fornecidas pelos informantes participantes do estudo. Nesse contexto, ressalta-se que a orientação e direcionamento da entrevista são primordialmente incumbidos ao pesquisador-entrevistador, sublinhando, assim, a centralidade do seu papel no processo investigativo.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 COMÉRCIO EXTERIOR**

O âmbito do comércio exterior engloba os aspectos intrínsecos de um país relacionados às suas normativas legais e estruturas jurídicas, bem como questões logísticas, financeiras, tributárias, de fiscalização, vigilância e qualidade. Importa destacar que é imperativo não confundir essa esfera com o comércio internacional, o qual se preocupa em regular as transações comerciais entre as nações, representando um intercâmbio de natureza financeira (AMCHAM, 2022).

É incontestável que o comércio exterior exerce uma influência contundente sobre o crescimento e o desenvolvimento de um país, através de fatores como o Produto Interno Bruto (PIB) e o equilíbrio da balança comercial, que resulta do cálculo meticuloso entre importações e exportações, almejando um superávit que denota um excedente nas exportações em relação às importações. Essa condição, por sua vez, gera uma

proeminência maior para os produtos nacionais. Contrapondo-se a tal situação, um déficit na balança comercial, caracterizado pelo volume de importações superior, pode emergir. No ano de 2021, o Brasil encerrou com um superávit de US\$280.4 bilhões, registrando o quinto melhor desempenho desde 1989, fenômeno atribuído à ressurgência da economia global (AMCHAM, 2022).

No rol dos produtos mais notáveis em termos de exportação, figuram itens como soja, petróleo, minério de ferro, celulose, milho, carnes bovina e de frango. Esses produtos são destinados a países como China, Estados Unidos, Países Baixos, Argentina, Japão, Chile, México, Alemanha, Espanha e Coreia do Sul (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2021).

#### **3.2 AVICULTURA BRASILEIRA**

A atividade da avicultura está direcionada à criação de aves destinadas à produção de alimentos, englobando um espectro de atividades que abarcam desde a criação de aves para a obtenção de carne até a produção de ovos. As operações inerentes à avicultura se concentram predominantemente na criação de frangos, não obstante, esse escopo não se restringe exclusivamente a essa classe de aves, estendendo-se também a outras espécies, a saber: perus, patos, gansos, codornas e o avestruz.

Dentro do campo da avicultura, destacam-se duas esferas primordiais,

nomeadamente a avicultura de corte e a avicultura de postura. As origens da avicultura remontam aos anos 30, quando pequenos produtores se dedicavam à criação de galinhas caipiras com vistas à comercialização. Entretanto, somente na década de 70 é que se lograram avanços substanciais nas técnicas de produção voltadas aos frangos de corte (IFOFE, 2021).

Conforme constatado no levantamento efetuado pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) no ano de 2022, as exportações de materiais genéticos, englobando pintos de um dia e ovos férteis, totalizaram aproximadamente 1.569 toneladas no mês de março. Essa cifra revelou um incremento de 10,7% em comparação ao número registrado no mesmo período do ano anterior. As transações comerciais efetivadas ao longo do referido março de 2022 alcançaram um montante de US\$ 15,078 milhões, representando um acréscimo de 5,9% em relação ao período precedente, cujo valor correspondente era de US\$ 14,234 milhões (ABPA, 2022).

No intervalo temporal correspondente aos primeiros três meses do ano de 2022, ou seja, de janeiro a março, as operações de comercialização de material genético avícola culminaram em receitas totais de US\$ 41,157 milhões, apresentando uma elevação de 15,9% em comparação ao exercício análogo anterior. Dentre os principais destinos das exportações nesse período, destacaram-se na lista Senegal (com uma movimentação econômica de US\$ 5,561 milhões), Colômbia (com um montante de US\$ 5,472 milhões),

México (com um valor de US\$ 5,388 milhões) e Peru (contribuindo com US\$ 4,627 milhões) (CANAL RURAL, 2022).

Houve uma notável elevação da demanda internacional por genética avícola brasileira, especialmente por ovos férteis. O mercado global, com grandes players fortemente impactados por focos de Influenza Aviária, vem colocando o Brasil em situação vantajosa neste segmento, já que o país é o único entre os grandes produtores a nunca registrar a enfermidade em seu território”, Ricardo Santin (ABPA, 2022).

Ao longo do primeiro semestre de 2022, a produção avícola emergiu como uma das atividades econômicas mais preeminentes no cenário brasileiro. Essa empreitada vem sendo conduzida em consonância com padrões internacionais rigorosos, pautada pela observância de requisitos técnicos particularmente especializados. A competitividade da avicultura brasileira é mantida através da aderência a normas e diretrizes produtivas estritas nacionais e internacionais. Segundo a Avicultura Industrial (2019), a conformidade com as práticas de manejo, protocolos sanitários, isolamento das instalações avícolas e diretrizes de biossegurança são alguns dos fatores que garantem a adequação eficiente dos processos produtivos.

A avicultura de corte tem figurado como um dos setores mais progressivos do país, uma vez que a produção de carne de frango é um elemento fundamental na agroindústria e na atividade dos avicultores. Resumidamente, esse domínio se concentra na criação de aves com vistas ao abate, tendo como propósito a distribuição comercial da carne de

frango. Enquanto isso, a avicultura de postura está relacionada à criação de galinhas poedeiras, que são aquelas designadas à produção de ovos, tanto para consumo direto quanto para fins de reprodução (fertilidade) (IFOFE, 2021).

O Estado de São Paulo desempenha um papel substancial nas contribuições ao valor bruto da produção de ovos, configurando-se como o principal polo produtor. No ano de 2018, esse engajamento culminou em um valor total de aproximadamente R\$ 2,6 bilhões, com Minas Gerais seguindo na sequência com uma cifra próxima a R\$ 1 bilhão. No ano subsequente, o valor global da produção pecuária atingiu a cifra de R\$ 204,4 bilhões, dos quais R\$ 11 bilhões provieram da produção de ovos, representando 5,4% do montante total (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2019).

O Estado de São Paulo se destaca de maneira notável no âmbito da avicultura brasileira, especialmente no tocante ao material genético aviário. Isso se deve à consolidação robusta da cadeia produtiva de ovos, tendo em vista a alta exigência imposta pelo mercado atual. O investimento em tecnologia e o desenvolvimento contínuo de metodologias inovadoras para a criação de aves resultaram na transformação da avicultura brasileira em um empreendimento lucrativo (OLIVEIRA, 2022).

### 3.3 EXPORTAÇÃO DE OVOS FÉRTEIS

A Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2021) divulgou informações

concernentes ao desempenho das exportações de material genético e ovos férteis provenientes do Brasil no ano de 2021, revelando um incremento notável de 26,7% em relação ao ano precedente. Esse aumento refletiu-se nas cifras de vendas, as quais totalizaram a quantia de US\$ 147,7 milhões ao longo do ano em questão, marcando uma diferença substancial em relação ao montante de US\$ 116,5 milhões auferidos em 2020.

No tocante especificamente às receitas oriundas das exportações de ovos férteis, os valores registrados apontam para a marca de US\$ 59,319 milhões no ano de 2021, correspondendo a um volume aproximado de 14,518 toneladas. Esta magnitude contrasta acentuadamente com o volume do ano precedente, representando um incremento significativo de 60,9%, no qual foram comercializadas 9.024 toneladas, totalizando em receitas de US\$ 38,691 milhões, conforme relatório da ABPA (2021).

**Figura 1 - Exportação de material genético avícola por unidade federativa, 2020.**



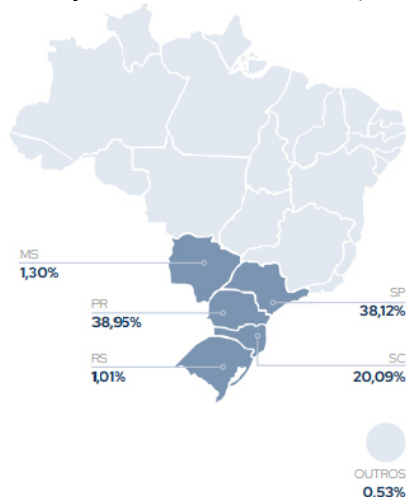
Fonte: ABPA (2020)

O estado de São Paulo efetua a exportação de uma expressiva quantidade de



ovos férteis, segundo a figura 1. As informações reveladas indicam que, dentre os diversos estados que compõem a nação brasileira, São Paulo detém uma parcela de 40,01% no que concerne às exportações de material genético avícola. Esta cifra posiciona o estado paulista como o segundo maior participante nesse cenário, sendo superado somente pelo Estado do Paraná, o qual ostenta a responsabilidade por 52,86% das exportações, conforme exemplificado na representação gráfica apresentada pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2020).

**Figura 2 - Exportação de material genético avícola por unidade federativa, 2022.**



Fonte: ABPA (2023)

No ano de 2022, de acordo com o Relatório Anual de 2023 (ABPA, 2023), é possível observar que o estado do Paraná manteve sua posição de liderança no que tange às exportações de material genético avícola, contribuindo com uma parcela significativa de 38,95% do total. Em seguida, o estado de São Paulo apresentou uma participação de 38,12%, enquanto o estado

de Santa Catarina figurou com 20,09%, conforme ilustrado na figura 2.

**Figura 3 - Exportação brasileira de ovos férteis.**



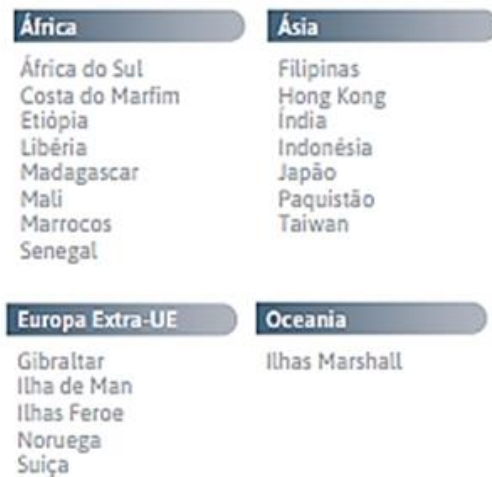
Fonte: ABPA (2023)

Conforme previamente analisado, no Relatório Anual de 2023, registrou-se a exportação de aproximadamente 9.024 toneladas de ovos férteis de origem avícola no ano de 2020. Essa cifra denotou uma redução quando contrastada com os números de 2019, que computaram saídas internacionais totalizando 12.876 toneladas. A diminuição desse volume ao longo do ano subsequente, ou seja, em 2020, foi atribuída à influência avassaladora da pandemia da COVID-19, a qual precipitou a diminuição das operações aéreas e resultou em severos impactos sobre o domínio das exportações. Destaca-se que o apogeu das operações de exportação foi tangenciado no ano de 2018, alcançando um patamar de 15.268 toneladas expedidas. No entanto, em termos de receita, o ano de 2022 representou o pico das exportações, resultando em um montante financeiro total de US\$ 77.374, como demonstrado na Figura 3 (ABPA, 2023).

De acordo com a perspectiva fornecida pela ABPA (2020), os cinco destinos preponderantes para a exportação do material genético aviário no transcurso do ano de 2020, a saber: Senegal, Paraguai, México,

Arábia Saudita e Peru. De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2023) em seu relatório de 2023, os principais destinos das exportações, em 2022, desse material foram: México, Senegal, Paraguai, Arábia Saudita e Bolívia. Na figura 4 percebe-se em relação aos ovos férteis em específico, as áreas geográficas que se destacaram pela significativa participação compreenderam a região da África, Ásia, Oceania e a Europa Extra-UE.

**Figura 4 - Países importadores ovos férteis brasileiros em 2020.**

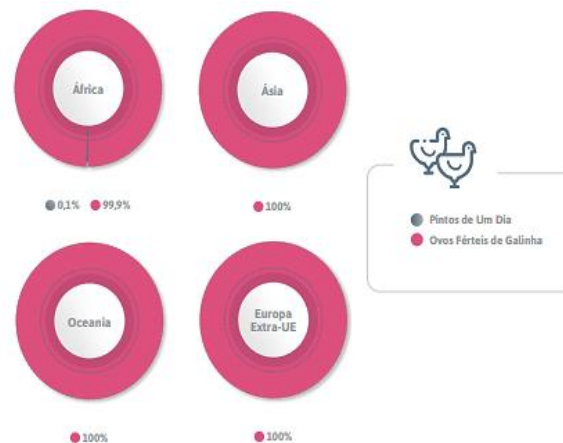


Fonte: ABPA (2021)

Em 2022, de acordo com o Relatório Anual de 2023, os países mencionados na figura 4 mantêm sua posição como os principais destinatários de ovos férteis provenientes do Brasil (ABPA, 2023). De acordo com os dados apresentados na figura 5, constatam-se que a região correspondente à África desempenhou um papel significativo, contribuindo com uma parcela de 48,1% no que concerne à exportação de material genético avícola. Com base nesse contexto global, é notório que o produto denominado

"ovo fértil" foi majoritariamente importado, atingindo a taxa de 99,9% de aquisição por parte do país, enquanto uma proporção residual de apenas 1% correspondeu à importação de "pintos de um dia". Em contraste, outras áreas geográficas, nomeadamente a Ásia, Europa Extra-EU e Oceania, efetuaram importações exclusivamente compostas por ovos férteis, alcançando a totalidade de 100% (ABPA, 2020).

**Figura 5 - Participação dos produtos brasileiros exportados por região em 2020.**



Fonte: ABPA (2021)

### 3.4 LOGÍSTICA INTERNACIONAL DOS OVOS FÉRTEIS

No transcorrer do primeiro semestre de 2021, observou-se um incremento de aproximadamente 36% no volume global das exportações procedentes do Brasil. Concomitantemente, o posicionamento do país no cenário internacional das exportações é agora estabelecido na 25ª colocação, conforme registros da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2022).

É válido realçar que o Brasil adquiriu um papel proeminente no que concerne às exportações de variados itens, tais como soja, petróleo, carne bovina, carne de aves e farelo de soja. É inquestionável que o ato da exportação guarda uma conexão intrínseca com o contexto do comércio internacional. Engajar-se nesse domínio comercial pode revelar-se altamente vantajoso, na medida em que proporciona a abertura para ampliações nas atividades econômicas e aprimoramentos nos resultados de natureza financeira. A terminologia "exportação" pode ser definida como a comercialização de bens de origem nacional direcionados ao mercado externo, conforme postulado pela ABPA (2022).

Primordialmente, é imprescindível sublinhar que o processo de processamento e certificação emerge como um imperativo no sentido de verificar se as mercadorias em questão demandam procedimentos administrativos específicos, a fim de angariar as aprovações requeridas por parte das instâncias governamentais pertinentes. Faz-se imperioso considerar que, frequentemente, surgem limitações e outros critérios particulares, conferindo uma imperatividade a esta fase do processo.

No entanto, é necessário avaliar as certificações necessárias de acordo com o tipo de produto. No Brasil, faz-se necessário o seguimento da Instrução Normativa Nº 62, de 29 de outubro de 2018, sobre normas Técnicas para Importação e Exportação de Aves de um dia e Ovos Férteis para incubação, destinados a reprodução, como segue abaixo o Capítulo VIII - Dos Requisitos

e Exigências Sanitárias para Exportação (BRASIL, 1999):

1. O estabelecimento exportador deverá estar devidamente registrado na DFA do estado onde se localiza.
2. Cumprir com as exigências sanitárias do país importador.
3. Atender as normas do Regulamento de Defesa Sanitária Animal e do PNSA.
4. No momento do embarque, será realizada a fiscalização sanitária das aves e/ou dos ovos férteis, pelo SVA/DFA.
5. Os estabelecimentos avícolas de controles permanentes que procedem a exportação de aves e de ovos férteis deverão ser monitorizados segundo as portarias de controle e certificação sanitária para micoplasmoses e salmoneloses aviárias da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) e demais determinações técnicas específicas do DDA, além de procederem a vigilância epidemiológica da doença de Newcastle e da influenza aviária.

O transporte de ovos férteis desde a saída da granja até o aeroporto é realizado pelo modal rodoviário, utilizando caminhões baús com refrigeração adequada desde, então, é de suma importância os cuidados necessários, para que a carga não seja prejudicada. Quando descarregados nos aeroportos, devem ser abordadas medidas necessárias para que a carga não seja afetada e ocorram prejuízos posteriores, como problemas como atrasos que podem

ocorrer durante a transferência do caminhão para a aeronave enquanto se espera a liberação alfandegária.

Pelo fato de o transporte dos ovos incubáveis ser realmente um período de transição da granja ao incubatório, é importante que as condições climáticas sejam mantidas ótimas para manter a eclosão potencial o melhor possível. Idealmente, a temperatura do interior do caminhão deve ser igual à temperatura da granja. Por isso, é de suma importância buscar abordar as maneiras mais rápidas e viáveis para o transporte (PASREFORM, 2012).

Existem diversos elementos cuja gestão inadequada pode resultar em prejuízos substanciais, exemplificado pelo cenário do resfriamento de ovos recém-colhidos. É imperativo que os ovos sejam mantidos a uma temperatura apropriada, a fim de evitar tanto o resfriamento excessivo quanto as variações abruptas de temperatura. A ausência de condições térmicas ideais acarreta a diminuição do volume da câmara de ar interna, ocasionando a entrada de agentes contaminantes para o interior do ovo, o que, conseqüentemente, ocasiona a diminuição do volume da clara (ou albúmen) do ovo, como salientado pelo autor Pasreform (2012).

Flutuações moderadas nas temperaturas podem ser toleradas, considerando-se o exemplo em que os ovos emergem da instalação granjeira a 23°C, sendo posteriormente expostos a variações na faixa de 18 a 20°C. Contudo, a fim de prevenir impactos adversos sobre a

viabilidade do embrião no decurso do transporte, é imperativo evitar mudanças bruscas de temperatura, impactos e vibrações, mantendo uma constância nas condições do ambiente (PASREFORM, 2012).

### 3.5 ESTUDO DE CASO: EMPRESA ABC

Foi conduzido um estudo de caso concernente à entidade empresarial designada por ABC, a qual prontamente participou de uma entrevista de natureza semiestruturada. Este esforço visou aprofundar o entendimento e coletar elementos probatórios acerca das dinâmicas subjacentes aos processos organizacionais.

A referida empresa, cuja denominação fictícia é ABC por motivos de confidencialidade, detém uma presença no mercado há mais de cinco décadas. Atualmente, mantém operações em localidades situadas na região de Itapetininga/SP. Seu enfoque primordial repousa na comercialização de ovos férteis e pintos com apenas um dia de vida. A integralidade do ciclo produtivo é executada sob o escopo da referida empresa, abarcando todas as fases essenciais implicadas no processo.

A empresa estudada possui um fluxograma do processo produtivo e suas etapas dos ovos férteis da empresa. Sendo assim, as principais etapas são:

- **Produção de Maravalha:** A empresa conta com toda a estrutura necessária para a produção da cama de maravalha

utilizada dentro da granja, ela é utilizada para evitar o contato direto da ave com o piso trazendo maior proteção ao animal.

- **Produção de Ração:** As produções de ração são realizadas com total controle de rastreabilidade, desde a matéria prima até o produto. Toda ração produzida é utilizada para consumo próprio das aves alocadas, que garante maior controle sanitário no processo de produção.
- **Recria e produção:** É abrangente todo o processo produtivo dentro das granjas, desde a matriz recriada quanto às matrizes produtoras de ovos férteis. O processo de recria ocorre quando a galinha está em crescimento, entre 0 e 22 semanas. Já na produção, é o processo de continuação da recria, porém, focado na parte da produção dos ovos
- **Incubatório:** As colheitas dos ovos são direcionadas ao Incubatório, que são devidamente classificados por peso e idade para posterior comercialização ou incubação. O incubatório conta com toda a estrutura de climatização ideal, que evita a mortalidade embrionária (EMPRESA ABC, sem ano).

A empresa possui de uma infraestrutura logística e administrativa que comportam um alojamento de 2 milhões de matrizes reprodutoras ao ano. Em 2021, contaram com a produção de 27 milhões de ovos férteis por mês, divididos entre comercialização nos mercados internos e externos e outra parte é destinada para a produção de pintos de um dia. Entre seus destinos de exportação estão os países México, Paraguai, Arábia Saudita,

Zimbábue, Senegal, Emirados Árabes Unidos, Iraque e Moçambique. Em 2021, foi a primeira empresa a exportar material genético avícola para o Iraque.

A aptidão principal da empresa é a venda dos ovos férteis com foco na qualidade de entrega do produto ao cliente. Segundo a empresa, os clientes esperam que todos os ovos adquiridos estejam férteis e possam ser alocados nos incubatórios com a finalidade da criação dos frangos de corte para a produção de carne.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ovos férteis são categorizados com a NCM 04.07.1100, especificamente aqueles provenientes de aves da espécie *Gallus Domesticus*. No âmbito da empresa, um processo de classificação é empregado para discernir entre ovos férteis e não férteis, denominado como "Ovoscofia". Em termos gerais, a Ovoscofia consiste na análise dos ovos utilizando luz como ferramenta, visando a detecção de possíveis anomalias nos mesmos. A partir do sétimo dia após a postura, é viável empregar um dispositivo denominado ovoscópio para determinar se um determinado ovo está ou não fertilizado. Este procedimento ganha significativa importância, uma vez que a detecção de ovos não fertilizados é crucial. Estes devem ser removidos da incubadora, pois a presença de tais ovos tem alta probabilidade de resultar em deterioração, o que por sua vez pode comprometer a qualidade dos demais ovos e resultar em prejuízos aos clientes.

Uma vez concluída a ovoscopia, uma separação é realizada entre os ovos férteis e não férteis, visando exclusivamente a comercialização dos ovos fertilizados. Como mencionado anteriormente, a empresa conta com todo o processo produtivo para a comercialização. Desde a produção de ração utilizada nas granjas, as granjas de produção e recria até o incubatório. Nas granjas, ocorrem seleções dos ovos que determinam se o produto está apto a ser destinado ao incubatório. E no incubatório existem outras seleções para ver se está de acordo com as exigências propostas para, assim, direcioná-los a uma classificação principal, que conta com a seleção dos tipos de ovos, peso, uniformidade, qualidade. Se os ovos classificados atingirem essa classificação estimada, eles são direcionados para embalagem e comercialização.

No contexto empresarial, três elementos preponderantes emergem no tocante à negociação da exportação de ovos férteis. O primordial consiste no fator preço, delineando uma análise da congruência entre o preço praticado e a devida adequação. O segundo aspecto refere-se à imperiosa avaliação das demandas do país importador, englobando uma criteriosa averiguação da autossuficiência nacional e da estruturação das matrizes alojadas. Tais fatores são determinantes na determinação da dependência de importações. Por conseguinte, a perspectiva de longo prazo do país importador assume um papel crucial, orientando as prioridades da empresa exportadora. O terceiro fator incide sobre a

disponibilidade logística. Há situações em que determinados países se deparam com lacunas logísticas, seja em termos aéreos ou rodoviários, acarretando obstáculos substanciais na facilitação do processo de exportação.

Atualmente, a organização exporta, regularmente, cerca de 4 milhões de ovos férteis por mês. As características mais valorizadas nos ovos férteis nas exportações é a sanidade, linhagem e eclodibilidade. A sanidade valoriza o quanto o lote enviado está livre de doenças. A linhagem, que a empresa conta com apenas duas linhagens, sendo elas: Cobb e Ross, e de acordo com a preferência do cliente, ele pode optar pela preferência da linhagem. A eclodibilidade, que se refere a quantos pintinhos podem nascer dos ovos enviados, a taxa de eclodibilidade pode variar, sendo ela de 80%, 85%, 90%, e quanto maior a taxa de eclosão, maior é a satisfação do cliente, fazendo com que o produto seja diferenciado.

As etiquetas e embalagens para a exportação contam com uma preparação diferenciada. Há algumas informações que devem ser colocadas na etiqueta como lote de origem, granja de origem.

A embalagem que a empresa trabalha é caixas de papelão. Existe um padrão de gramatura nessas caixas e conta com uma diferenciação por conta de sua resistência. Cerca de 90% da exportação é aérea e 10% feito no modal rodoviário. Ambas as alocações devem estar na temperatura de 21°. A única exportação rodoviária da empresa é para o Paraguai. Os demais

países, no caso México, Paraguai, Arábia Saudita, Zimbábue, Senegal, Emirados Árabes Unidos, Iraque e Moçambique contam com a exportação aérea.

Para realizar as exportações não há exigências fiscais/legais, o que existem são acordos sanitários dentre os países baseados no Certificado Zoosanitário Internacional (CZI) de cada país. As principais limitações e barreiras encontradas nas exportações de ovos são a disponibilidade logística e o custo elevado do frete. Atualmente, as disponibilidades de voo são limitadas. Há pouca disponibilidade de linhas aéreas que podem transportar o produto.

Normalmente, os ovos produzidos pela empresa são destinados à exportação por meio de aeronaves de transporte de passageiros ou de natureza comercial, evitando-se, assim, a necessidade de alocar esses produtos exclusivamente em voos de carga. Esses ovos são devidamente acomodados em compartimentos designados dentro da aeronave.

Contudo, a identificação de rotas apropriadas de voo constitui um passo crucial, considerando que os custos associados a essa logística podem se revelar substancialmente elevados, incidindo de forma potencialmente prejudicial sobre o processo de exportação. A atual conjuntura dos preços praticados no mercado demonstra uma tendência ascendente, o que por sua vez culmina em desafios que podem comprometer a viabilidade da exportação para os clientes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o segmento da avicultura, o Brasil se depara com a necessidade de alinhar-se às exigências dos mercados consumidores internacionais, observando os protocolos e padrões normativos globalmente estabelecidos. O crescimento da produção de material genético avícola assume um papel proeminente nas exportações do país. Evidenciou-se sua relevância para a economia brasileira concernente aos ovos férteis na qual revela uma trajetória de expansão contínua. No entanto, subsistem entraves no tocante ao processo de exportação, aspecto igualmente delineado no escopo do estudo de caso. Dentre as limitações identificadas, destacam-se o encarecimento dos custos de transporte e as limitações em termos de disponibilidade de voos. A ênfase recai particularmente sobre as características inerentes aos modais de transporte empregados, demandando, por conseguinte, a formulação de novas abordagens técnicas voltadas à exportação desse produto específico.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2023. Relatório Anual 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2022. Exportação de material genético avícola mantém alta de 13,2% em 2022. Disponível em: <https://abpa-br.org/exportacoes-de-material-genetico-avicola-mantem-alta-de-132-em-2022/>. Acesso em: 06 jun. 2022.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2021. Exportações de material genético crescem em 10, 7% em março. Disponível em: <https://abpa-br.org/exportacoes-de-material-genetico-crescem-107-em-marco/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

AMCHAM. Comércio exterior: tudo o que você precisa saber para internacionalizar a sua empresa. 2022. Disponível em: <https://www.amcham.com.br/noticias/comercio-exterior/guia-completo-sobre-comercio-exterior>. Acesso em: 22 nov. 2022.

AVICULTURA INDUSTRIAL. Confira o desempenho da avicultura de postura paulista em 2019. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/confira-o-desempenho-da-avicultura-de-postura-paulista-em-2019/20191220-152143-p133#:~:text=4%2C0%25>. Acesso em: 10 mai. 2022.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 14, DE 29 DE JUNHO DE 1999. Brasília. Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/205046-normas-tecnicas-para-importacao-e-exportacao-de-aves-de-um-dia-e-ovos-ferteis-para-incubacao-destinados-a-reproducao->. Acesso em: 22 nov. 2022.

CANAL RURAL. Exportações de material genético avícola mantêm alta de 13,2% em 2022. 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/pecuaria/exportacoes-de-material-genetico-avicola-mantem-alta-de-132-em-2022/>. Acesso em: 20 nov. 2022.

ARANHA, C. Brasil bate recorde de exportação de ovos fertilizados em 2021. EXAME, 2022. Disponível em: <https://exame.com/agro/brasil-bate-recorde-de-exportacao-de-ovos-fertilizados-em-2021/>. Acesso em: 20 nov.2022.

FAZCOMEX. Saiba mais as etapas do despacho aduaneiro. 2022. Disponível em: <https://www.fazcomex.com.br/despachante-aduaneiro/despacho-aduaneiro/>. Acesso em: 20 nov. 2022.

IFOFE EDUCACIONAL. Avicultura: qual sua importância. 2021. Disponível em: <https://blog.ifofoe.com.br/avicultura/>. Acesso em: 22 nov. 2022.

OLIVEIRA, A. Avicultura: quando e como se desenvolveu no Brasil. Cursos CPT. 2022. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/avicultura-quando-e-como-se-desenvolveu-no-brasil>. Acessado em: 10 mar. 2022.

PASREFORM. Transporte de ovos incubáveis. 2012. Disponível em: <https://www.pasreform.com/pt/knowledge/63/tranporte-de-ovos-incubaveis>. Acesso em: 20 abr. 2022.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Comércio Exterior e exportação no Brasil. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/exportacao-e-comercio-exterior/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

SOARES, R. Passos fundamentais para garantir um manejo adequado dos ovos. BTA, 2022. Disponível em: <https://www.btaaditivos.com.br/br/blog/passos-fundamentais-para-garantir-um-manejo-adequado-dos-ovos/188/>. Acesso em: 25 nov. 2022.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987. Acesso em: 13 nov. 2022.

YIN. R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos, 2ª ed. 2001. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6598416/mod\\_resource/content/1/Livro%20Robert%20Yin.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6598416/mod_resource/content/1/Livro%20Robert%20Yin.pdf). Acesso em: 30 out. 2023.



# ROTINAS PARA ANÁLISE GEOESTATÍSTICA UTILIZANDO A LINGUAGEM R: UM EXEMPLO COM DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA SOROCABA E MÉDIO TIETÊ

**Andréa Pavan Perin**

andrea.perin@fatec.sp.gov.br

**Elias Silva de Medeiros**

eliasmedeiros@ufgd.edu.br

**José Carlos Ferreira**

josé.ferreira35@fatec.sp.gov.br

**Guilherme Barbosa de Oliveira**

guilherme.oliveira@fatec.sp.gov.br

**Fatec Itapetininga**

**RESUMO:** O presente artigo tem como objetivo apresentar as rotinas geoestatísticas em R para a construção de variogramas que foram aplicadas nos dados de pluviométricos, bem como discutir o melhor ajuste para a interpolação de uma informação em um dado ponto não amostrado. Os dados utilizados correspondem à precipitação total de 28 estações meteorológicas no ano 2022 coletados pelo SIMET (Sistema de Informações Meteorológicas) e a região analisada é conhecida como UGRHI-10 ou Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Sorocaba/Médio Tietê. Para a realização da interpolação dos dados e demais cálculos, foram utilizados o *Software R* e *RStudio*. Os resultados indicam que o variograma de modelo exponencial foi o que apresentou melhor ajuste para interpolação, mostrando-se eficiente para estimar o volume de chuva em um raio de 19 quilômetros.

**Palavras-chave:** Variograma. Precipitação. Bacia Hidrográfica Sorocaba e Médio Tietê.

**ROUTINES FOR GEOSTATISTICAL ANALYSIS USING R LANGUAGE: AN EXAMPLE WITH RAINWATER DATA FROM THE SOROCABA AND MEDIUM TIETÊ RIVER BASIN**

**ABSTRACT:** This paper aims to present the geostatistical routines in R for the construction of variograms that were applied to rainfall data, as well as discuss the best fit for interpolation information at a given point unsampled point. The data used corresponds to the total precipitation of the year 2022 collected by SIMET (Meteorological Information System),

and the analyzed region is known as UGRHI-10 or Water Resources Management Unit of Sorocaba/Médio Tietê. The R and RStudio software were used for data interpolation and other calculations. The results indicate that the exponential model variogram provided the best fit for interpolation, proving to be efficient in estimating rainfall volume within a radius of 19 kilometers.

**Keywords:** Variogram. Rainfall. Sorocaba and Médio Tietê Watershed.

## 1 INTRODUÇÃO

O R é uma linguagem de programação voltada para a resolução de problemas estatísticos e para a visualização gráfica de dados. O código base do R foi inspirado na linguagem S, inicialmente criada no laboratório da Bell/AT&T por John Chambers e seus colegas. Esse código foi reaproveitado por dois acadêmicos, Ross Ihaka e Robert Gentleman, resultando na plataforma de programação que temos atualmente (PERLIN, 2021).

O *software R* é sinônimo de programação voltada à análise de dados com larga base de usuários e funções bem estabelecidas. Pesquisadores de áreas diversas, desde a Economia até Biologia, ou

mesmo do campo musical encontram no *software* uma quantidade significativa de códigos que facilitam suas análises. No campo empresarial, grandes empresas como *Google* e *Microsoft* já o adotaram como linguagem interna para a análise de dados.

Por ser uma ferramenta gratuita, duradoura e confiável fez com que milhares de usuários utilizassem o R como *software* estatístico para análises. A análise de dados espaciais também é muito difundida em R e tem ganhado um número significativo de recursos nos últimos tempos. Particularmente, em geoestatística, rotinas que por muito tempo estiveram disponíveis em *softwares comerciais* e de alto valor no mercado são disponibilizados em diversas bibliotecas.

A geoestatística é baseada na teoria das variáveis regionalizadas e tem a finalidade de realizar caracterização espacial de uma variável a partir de um conjunto amostral. Desse modo, a análise geoestatística visa determinar o modelo de correlação espacial dos pontos de dados, que será usado nos processos de estimativas geoestatísticas (YAMAMOTO, 2020). No *software* R encontramos o pacote *sp* (PEBESMA & BIVAND, 2005) o qual apresenta um conjunto de classes e métodos específicos para análise de dados espaciais.

Desse modo, o presente artigo tem como objetivo apresentar as rotinas geoestatísticas em R para a construção de variogramas que foram aplicadas nos dados de pluviométricos totais das estações localizadas na bacia hidrográfica Sorocaba e Médio Tietê do ano de 2022, bem como discutir o melhor ajuste para

a previsão de uma informação em um dado ponto.

## 2 METODOLOGIA

As operações geoestatísticas foram realizadas utilizando o programa R versão 4-3.1 (R Core Team, 2023), e as bibliotecas *sp* (PEBESMA & BIVAND, 2005) e *gstat* (GRÄLER et al., 2016).

Os dados referem-se aos índices pluviométricos totais do ano de 2022 de 28 estações localizadas na bacia Hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê ou estações muito próximas a ela.

Na tabela 1 são apresentadas as 28 estações, suas respectivas coordenadas geográficas e a precipitação registrada no ano de 2022.

**Tabela 1 - 28 estações, suas respectivas coordenadas geográficas e a precipitação registrada no ano de 2022**

Estação	Total (mm <sup>3</sup> )	Latitude ° ' "s	Longitude ° ' "w
Tatuí	908	23 18 21	47 07 65
Cerquilha	905,8	23 10 03	47 44 51
Itu	806,6	23 15 57	47 17 57
Mairinque	814	23 32 50	47 11 03
Piedade	923,2	23 42 41	47 25 08
Itu Fatec	698,8	23 29 03	47 29 85
Mairinque ETEC	1010,2	23 55 10	47 18 69
Fatec Sorocaba	1179,09	23 30 22	47 27 21
Cabreúva	1254,6	23 18 21	47 07 65
Ibiúna	1225,49	23 39 25	47 13 33
Laranjal Paulista	855,76	23 03 01	47 50 14
Pereiras	1111,22	23 04 34	47 58 33
Porto Feliz	1124,83	23 12 55	47 31 26
Salto	1077,1	23 12 03	47 17 13

Sarapuí	1150,45	23 38 26	47 49 29
Tietê	1159,92	23 06 44	47 32 22
Vargem Gd. Paulista	1464,49	23 36 20	47 01 34
Cabreúva	1331,13	27 24 63	47 05 27
Cerquilha - ETEC	705,00	23 16 29	47 76 21
Laranjal Paulista	653,97	23 05 24	47 83 84
Piedade - ETEC	797,40	23 71 58	47 44 40
Salto	950,80	23 16 79	47 27 49
São Roque	299,77	23 52 09	47 12 68
Sarapuí	1097,32	23 61 55	47 82 39
Sorocaba	1104,54	23 47 99	47 52 67
Tatuí - ETEC	965,12	23 28 51	47 89 78
Tatuí - FATEC	784,80	23 32 89	47 89 89
Tietê Ciagro	977,21	23 06 88	47 72 25

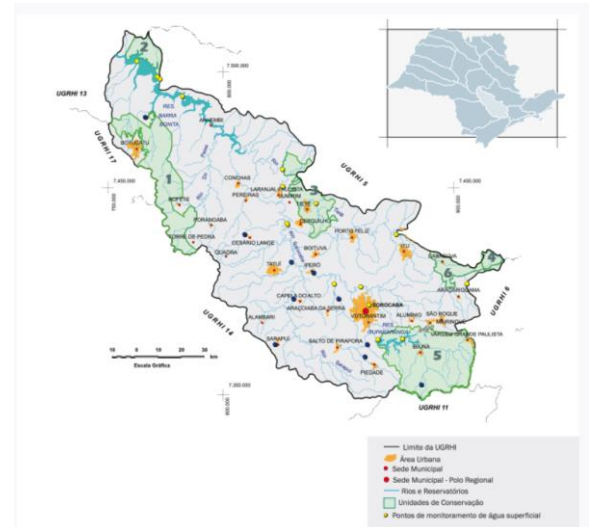
Fonte: elaboração própria (2023). Dados retirados de: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>

A tabela 1 pode ser editada por meio de uma planilha eletrônica, gravada, lida e importada pelo *software* R empregando-se a função *read.table*.

A região analisada, figura 1, é conhecida como UGRHI-10 ou Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Sorocaba/Médio Tietê. Esta área abrange:

Alambari, Alumínio, Anhembi, Araçariguama, Araçoiaba da Serra, Bofete, Boituva, Botucatu, Cabreúva, Capela do Alto, Cerquilha, Cesário Lange, Conchas, Ibiúna, Iperó, Itu, Jumirim, Laranjal Paulista, Mairinque, Pereiras, Piedade, Porangaba, Porto Feliz, Quadra, Salto, Salto de Pirapora, São Roque, Sarapuí, Sorocaba, Tatuí, Tietê, Torre de Pedra, Vargem Grande Paulista, Votorantim, ou seja, são 34 municípios abrangidos por um conjunto de políticas responsáveis pela gestão dos Recursos hídricos de uma porção de 11.829 km<sup>2</sup> [...] tendo como principais rios: Alambari, Araçua, Capivara, Guarapó, Jundiuvira, Macacos, Murundu, Pirajibu, Ribeirão do Peixe, Sarapuí, Sorocaba, Sorocabuçu, Sorocamirim, Tatuí e Tietê. (FERREIRA, p.16)

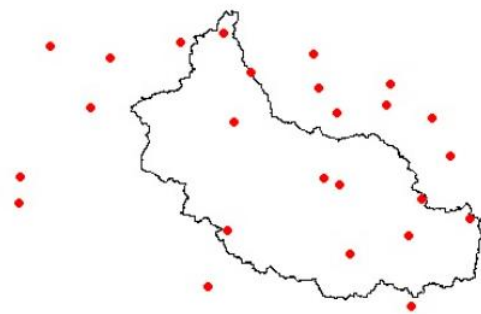
Figura 1 - Bacia Hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê



Fonte: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhsmt/apresentacao>

A figura 2 mostra a Bacia Hidrográfica do Sorocaba Médio Tietê e os pontos em vermelho representam a localização das estações apresentadas na tabela 1.

Figura 2 - Bacia Hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê e a localização das estações meteorológicas.



Fonte: Elaboração própria (2023).

O clima da região é caracterizado por chuvas com médias anuais entre 1.250 mm e 1.400 mm e estações bem definidas com invernos secos e verões chuvosos. A vegetação é característica da Mata Atlântica com traços do Cerrado.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A precipitação é uma variável meteorológica de fundamental importância para estudos climáticos das diversas regiões do Brasil. Há grande preocupação de pesquisadores em analisar a dinâmica das chuvas em todo o território brasileiro a fim de, por exemplo, planejar as atividades urbanas e administrar os recursos hídricos (COSTA et al., 2021).

Os autores supracitados explicam que o estudo da distribuição das chuvas se torna fundamental para subsidiar ações no sentido de amenizar prejuízos e tentar administrar os inconvenientes causados pelas intempéries e da natureza. Destacam ainda que as técnicas da geoestatística têm-se mostrado eficientes no estudo da distribuição da precipitação e podem gerar informações essenciais por meio da Krigagem<sup>1</sup> e construção de mapas que descrevem o comportamento de variáveis de interesse.

O estudo geoestatístico tem como ponto de partida um conjunto de observações que constituem uma amostra. As observações, de natureza quantitativa ou qualitativa, são usadas para inferir as propriedades do fenômeno espacial em estudo. O objetivo da prática é a caracterização espacial de uma variável de interesse por meio do estudo de sua distribuição e variabilidade espaciais com determinação das incertezas associadas. O fenômeno espacial é o conjunto de todos os valores possíveis da variável de interesse, que

define a distribuição e variabilidade espaciais dessa variável dentro de um dado domínio em 2D ou 3D. Esta representa, portanto, em termos estatísticos, a população que é o conjunto de todos os valores do qual uma amostra pode ser extraída (YAMAMOTO & LANDIM, 2013).

Mello e Sampaio (2019) explicam que precipitação pluviométrica apresenta dependência espacial e, por ser conhecida a partir das informações coletadas em pontos amostrais, a estimativa de seus valores em locais não amostrados é feita por processos de interpolação. O método geoestatístico possui o diferencial de permitir que seja realizada uma análise da correlação espacial entre as amostras (autocorrelação), permitindo avaliar a pertinência de se estimar valores em locais não amostrados, bem como o erro associado aos valores estimados.

Ferramentas como o variograma e a covariância são empregadas para descrever e avaliar a dependência espacial entre pontos. Yamamoto e Landim (2013) explicam que a função variograma mede a variância entre pontos separados por uma distância  $h$ . Assim, para pontos próximos, a diferença é pequena e, portanto, a variância é pequena. Ao aumentar a distância, os valores dos pontos tornam-se mais diferentes e, conseqüentemente, a variância aumenta. Já a função covariância mede o grau de relacionamento entre pontos numa direção.

No mesmo sentido, Mello e Sampaio (2019) afirmam que é o variograma, que

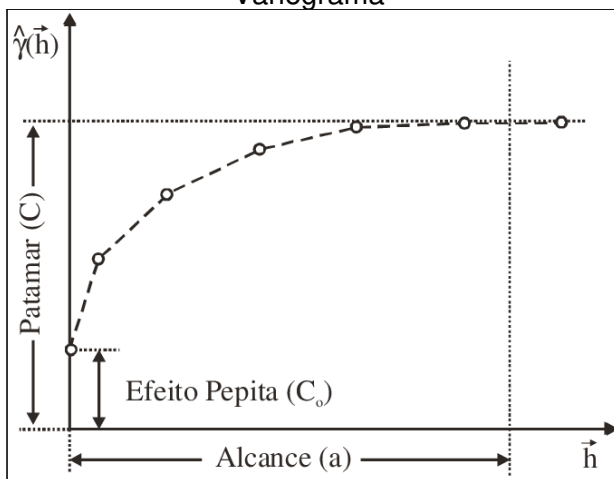
<sup>1</sup> É uma técnica de interpolação da geoestatística que realiza a predição de medições e observações em

localidades desconhecidas com base em dados previamente coletados.

juntamente com a covariância que fornecerão informações relevantes acerca do alcance espacial dos dados, ou seja, indicarão a distância mínima necessária entre os locais amostrais (estações de coleta), para que a estimativa em áreas não amostradas seja válida.

Portanto, pode-se dizer que o variograma representa de forma quantitativa a variação de um fenômeno regionalizado no espaço em função da distância entre as amostras. Na figura 3 ilustra-se os parâmetros de um variograma:

**Figura 3 - Parâmetros de um Variograma**



Fonte: Yamamoto (2020, p. 124)

**Alcance (a):** é a distância entre os pontos medidos em que o patamar atinge seu valor máximo. Também recebe o nome de “range”.

**Patamar (C):** mostra o nível de variabilidade dos valores medidos até alcançar uma medida estabilizada. Também é chamado de “Sill”.

**Variância Espacial ( $C - C_0$ ):** representa as diferenças espaciais entre os pontos com distâncias cada vez maiores até atingir o patamar máximo.

**Efeito Pepita ( $C_0$ ):** conforme a distância  $h$  tende a 0 o variograma deveria apresentar um valor  $C$  nulo; porém, devido a erros acumulados de medição nas amostragens ou até mesmo variações não detectadas pelo instrumento, causam esta descontinuidade da origem da curva do variograma. Este fenômeno também pode ser chamado de “*Nugget Effect*” e, de forma geral, podemos dizer que quanto menor for seu valor, melhor será a qualidade dos dados.

Na equação 1 representa-se a função de um variograma:

**Equação 1 – Equação do Variograma**

$$Y(h) = \frac{1}{2 \cdot N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (Z_{xi} - Z_{xi+h})^2$$

Fonte: Yamamoto (2020, p. 125)

Em que:

$Y(h)$  = semivariância amostral,

$N(h)$  = número de pares de pontos separados pela distância  $h$ ,

$Z_{xi}$  = valor do atributo no ponto  $x_i$ ,

$Z_{xi+h}$  = valor do atributo no ponto distante  $h$  do atributo  $x_i$ ,

$X_i$  = local do plano onde foi medido o atributo.

Sobre o emprego de tais métodos, Mello e Sampaio (2019) afirmam que estes vêm sendo largamente utilizados para caracterizar a precipitação pluviométrica em diferentes contextos climáticos no globo. Contudo, a acurácia e conveniência dos mapas e modelos produzidos nem sempre têm sido foco de análise. Este cuidado se faz necessário, uma vez que a interpolação em áreas de baixa densidade amostral, ainda que por processos geoestatísticos, pode resultar em mapas e

modelos com grandes resíduos para os valores estimados ou até mesmo em representações inadequadas do fenômeno cartografado.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, utiliza-se o comando `setwd("C:/GEOESTAT")` o qual dá o caminho para a busca dos arquivos que serão utilizados para análise. Em seguida, com o comando `dados <- read.csv2("dados.csv")`, criamos a variável "dados" e solicitamos a leitura do arquivo dados.csv. Este arquivo corresponde à tabela 1 exibida no presente arquivo.

A fim de obter as estatísticas descritivas utilizamos a rotina `summary(dados$Prec_2022)`, a qual nos retornou as informações expostas na tabela 2.

**Tabela 2 – Estatísticas descritivas da variável precipitação (mm)**

Mínimo	299,8
1º Quartil	812,1
Mediana	971,2
Média	976,3
3º Quartil	1131,2
Máximo	1464,5

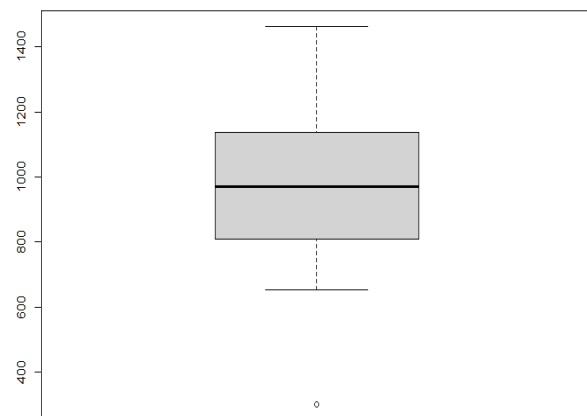
Fonte: elaboração própria (2023)

Por meio dos dados exposto na tabela 2, vê-se que o menor volume de chuva registrado no ano de 2002 foi de 299,8 mm, o qual foi registrado no município de São Roque. Já o município com maior volume é Vargem Grande Paulista com 1464,5 mm nesse mesmo período. Vê-se também que a média (971,2

mm) e a mediana (976,3 mm) são valores próximos.

Afim de visualizar a distribuição dos dados e a presença ou não de valores discrepantes (*outliers*) construímos o *boxplot*, (figura 4) fazendo uso do comando `boxplot(dados$Prec_2022)`.

**Figura 4 – Box-plot da variável precipitação (mm)**



Fonte: elaboração própria (2023)

Analisando-se as informações contidas nesse gráfico pode-se verificar que os dados são praticamente simétricos, têm uma pequena assimetria positiva. O município de São Roque com um volume de chuva equivalente a 299,77 mm revelou-se com um *outlier*, pois foi o que apresentou um índice pluviométrico muito abaixo das demais.

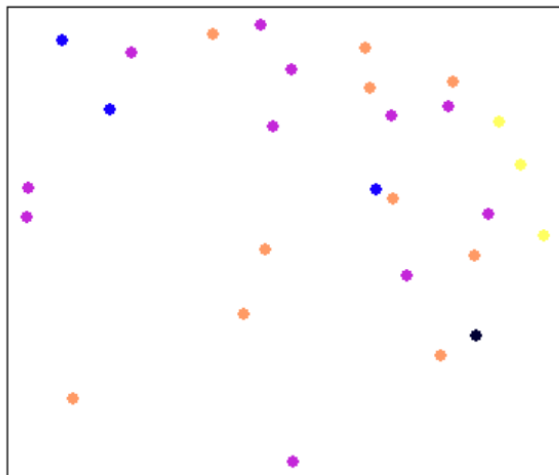
Os trechos a seguir referem-se a variografia executando, respectivamente, o cálculo do variograma a partir de uma amostra de dados, ajusta um modelo teórico ao variograma amostrado a partir de valores informados e constrói o gráfico juntamente com a linha de ajuste.

No entanto, primeiramente, há a necessidade de usar os dois comandos que

seguem de forma a tornar os dados derivados da classe *Spacial*.

```
> coordinates(dados) =~ Long+Lat
> spplot(dados[\'Prec_2022\'])
```

**Figura 5 – Mapa de pontos da variável precipitação (mm)**



- [299.8,532.7]
- [532.7,765.7]
- [765.7,998.6]
- [998.6,1232]
- [1232,1464]

Fonte: elaboração própria (2023)

Na figura 5 vê-se que foi elaborado um mapa de pontos (cada ponto corresponde a um município localizado de acordo com suas respectivas coordenadas geográficas). Além disso, cada cor corresponde à uma classe de precipitação em mm<sup>3</sup>.

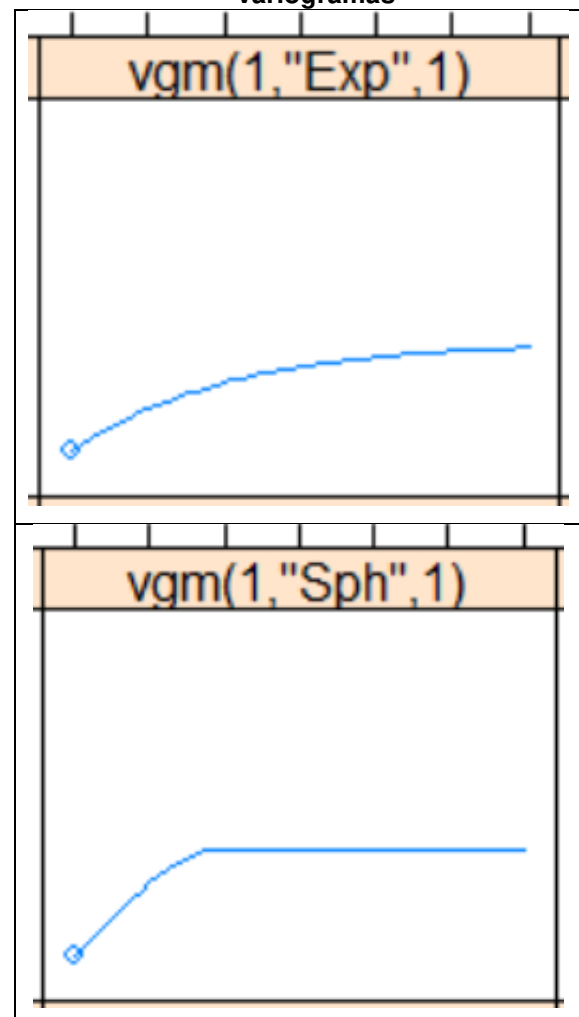
A fim de construir o variograma há a necessidade de transformar as coordenadas geográficas em utm (KM), ou seja, com suas respectivas distâncias dadas em quilômetros. Essa transformação foi realizada utilizando os seguintes comandos:

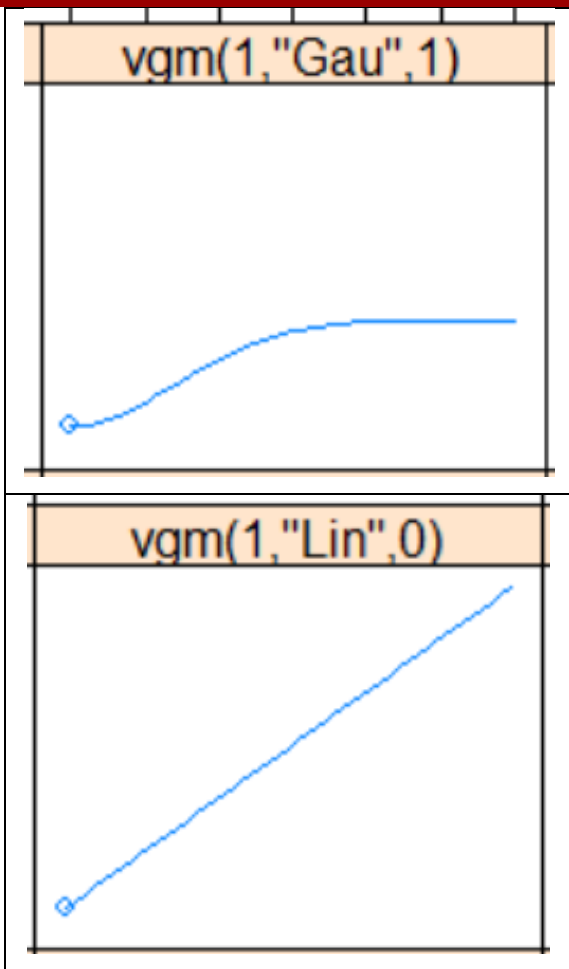
```
> proj4string(dados) <- CRS("+proj=longlat
+ellps=WGS84+towgs84=-205.57,168.77,-
4.12,0,0,0,0")
```

```
> ozone.UTM <- spTransform(dados,
CRS("+proj=utm +zone=22 +south
+ellps=intl +towgs84=-205.57,168.77,-
4.12,0,0,0,0 +units=km +no_defs"))
> ozone.UTM
```

Feita esta transformação, os comandos exibidos na sequência foram empregados para a construção do variograma. Os modelos mais comuns encontrados na literatura são o exponencial, e o esférico, o gaussiano e o linear. Na figura 6 são exibidos tais modelos teóricos.

**Figura 6 – Modelos mais comuns de variogramas**





Fonte: elaboração própria (2023)

Para a construção do variograma de modelo exponencial, foram empregados os seguintes comandos.

```
vv <- variogram(Prec_2022 ~ 1, ozone.UTM[
c(4,8,23),], cutoff = 70, width = 70/6)
> vv
> plot(vv)
> v.fit = fit.variogram(vv, vgm("Exp"))
> v.fit
```

Tais comandos retornaram as estimativas dos parâmetros (tabela 3).

**Tabela 3 – Elementos do Modelo exponencial do variograma**

model	psill	range
1 Nug	0.00	0.0000

2 Exp	44164.03	19.4821
-------	----------	---------

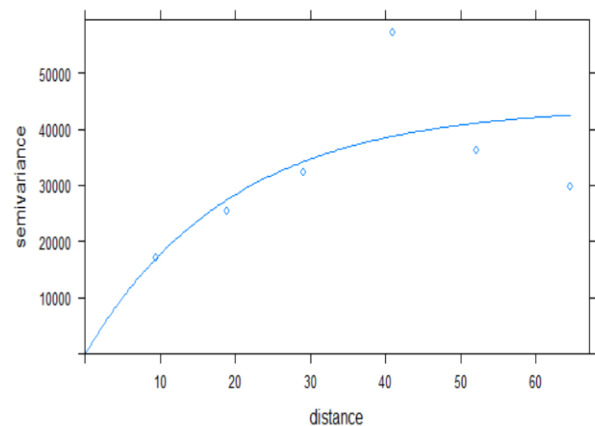
Fonte: Elaboração Própria

Os dados mostram que o alcance espacial no Modelo exponencial foi de aproximadamente 19,5 km, sugerindo que locais separados maiores que este limiar apresenta baixa dependência espacial entre si. O patamar, também chamado de sill, que mede o nível de variabilidade dos valores medidos até alcançar uma medida estabilizada, foi de aproximadamente 44164.

Na sequência, mostra-se o comando utilizado para a construção do gráfico do ajuste e, na figura 7, o gráfico de ajuste do modelo exponencial

```
> plot(vv,v.fit)
```

**Figura 7 – Gráfico do modelo de ajuste do variograma de modelo exponencial**



Fonte: elaboração própria (2023)

Abaixo são representados os comandos para determinar a eficiência do variograma de modelo exponencial.

```
> require(hydroGOF)
```



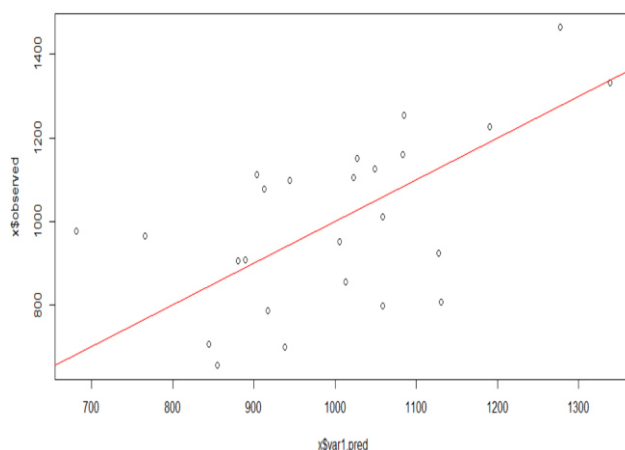
```
> x <- krige.cv(Prec_2022 ~ 1, ozone.UTM[-  
c(4,8,23),], v.fit, nmax=2)
```

```
> gof(x$var1.pred, x$observed, digits=4)  
> plot(x$var1.pred, x$observed)  
> abline(0,1, col='red')
```

Como resultado, foi obtido que o valor do RMSE (*root mean-square error* em inglês ou raiz do erro quadrático) é de 167, isso significa que em média o modelo está cometendo um erro de 167 mm em relação aos valores observados.

Na figura 8 exibimos a reta de regressão ( $y = x$ ), a qual relaciona valores observados e valores estimados.

**Figura 8– Gráfico de pontos e reta de regressão ( $y = x$ ) entre valores observados e estimados**



**Fonte:** elaboração própria (2023)

O mesmo procedimento foi empregado para construir o variograma de modelo esférico

```
> v.fit1 = fit.variogram(vv, vgm("Sph"))  
> v.fit1  
> plot(vv,v.fit1)
```

Tais comandos retornaram os dados exibidos na tabela 4.

**Tabela 4 – Elementos do Modelo esférico do variograma**

model	psill	range
1 Nug	1023.712	0.0000
2 Eph	31767.957	3.724573

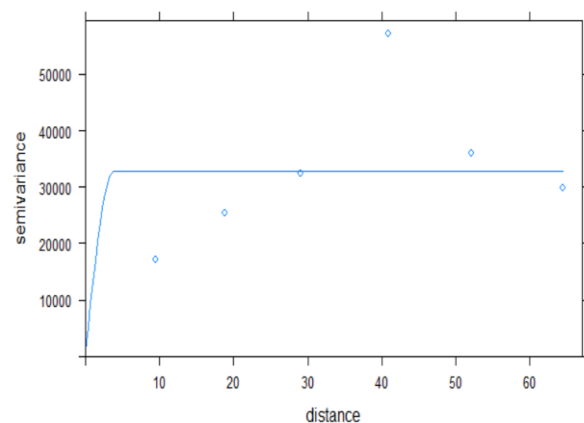
**Fonte:** elaboração própria (2023)

Para este modelo verifica-se que o alcance foi de aproximadamente 3,7 km, o que é significativamente inferior ao alcance do modelo exponencial que foi de 19,5 km.

O comando a seguir foi empregado para a construção do gráfico do modelo esférico, figura 9

```
> plot(vv,v.fit1)
```

**Figura 9 – Gráfico do modelo de ajuste do variograma de modelo esférico**



**Fonte:** elaboração própria (2023)

Por motivo deste modelo apresentar um alcance pouco significativo considerando-se o objetivo do presente estudo, não foi dado seguimento das análises no que tange a verificação da eficiência do modelo e construção da reta de regressão.

Os modelos gaussiano e linear, que são bastante comuns na literatura, também foram construídos, mas por apresentarem resultados estatísticos insignificantes para este estudo não são exibidos neste artigo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo testar as rotinas do R para aplicações tecnológicas de apoio a Sistemas de Informações Meteorológicas com a intenção de efetivar preenchimentos de falhas em casos de danos em sensores. O foco principal de interesse será futuramente comparar a eficiência e precisão da interpolação de dados por krigagem comparadas a outras técnicas de interpolação, bem como discutir qual o melhor ajuste para a realização de informações em pontos que não há coleta de dados.

O *software* R mostrou-se como uma ferramenta prática e eficaz para análises geoestatísticas, uma vez que importa, armazena analisa e permite a visualização dos resultados. Revelou também que para o emprego e execução das rotinas é necessário um conhecimento intermediário, dado que não se trata de um *software* intuitivo, o qual o usuário é encaminhado através de janelas a cada tarefa executada.

No que tange as análises estatísticas preliminares, verificou-se que a região da Bacia Hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê apresentou uma média de 976,3 mm de chuvas anuais no ano de 2022, um valor um pouco abaixo do habitual da região que está entre 1.250mm e 1.400mm anuais.

Quanto ao variograma, percebeu-se que o melhor ajuste foi dado pelo modelo exponencial, o qual apresentou um alcance de aproximadamente 19,5 km, sugerindo que locais separados maiores que este limiar apresenta baixa dependência espacial entre si. O patamar, também chamado de *sill* foi de aproximadamente 44164. Além disso, RMSE para este modelo foi de 167 mm/ano, indicando que em média o modelo está cometendo um erro de 167 mm/ano em relação aos valores observados

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, I. S.; MEDEIROS, E. S.; SILVA, A. Q.; MEDEIROS, C. C. B.; OLIVEIRA, L. A.. Mapeamento da precipitação em uma Região do Nordeste Brasileiro por meio de técnicas geoestatística. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.5, p.761-769, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0059>

FERREIRA, Rhuan Henrique. Estudo das variações de precipitação na bacia do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI-10) nos períodos de verão entre os anos de 2000 e 2015. 2016. 78 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Câmpus Experimental de Ourinhos, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/155788>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

GRÄLER, B.; PEBESMA, E.; HEUVELINK, G. Spatio-Temporal Interpolation using gstat, Journal R., 8, 204–218. 2016.

MELLO, Y. R.; SAMPAIO, T. V. M. Análise Geoestatística Da Precipitação Média Para O Estado Do Paraná. Revista Brasileira de Climatologia. V.25, p. 643 – 660, 2019

PEBESMA, Edzer; BIVAND, Roger S. S classes and methods for spatial data: the sp package. R news, v. 5, n. 2, p. 9-13, 2005.

PERLIN, M.S. Análise de dados financeiros e econômicos com o R. 3ª. Ed. Porto Alegre: Marcelo S. Perlin (publicações independentes), 2021.

R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

YAMAMOTO, J.K. **Estatística, análise e interpolação de dados geoespaciais.** São Paulo: Paulo's Editora, 2020.

YAMAMOTO, J.K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

# A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL COM O AVANÇO DA UTILIZAÇÃO DA MANUFATURA ADITIVA

**Marco Vitor Siqueira Gusmão**

marco.gusmao@fatec.sp.gov.br

**Me. Flávia Morini Garcia**

flavia.garcia@fatecitapetininga.edu.br

**Fatec Itapetininga**

**RESUMO:** A Manufatura Aditiva (MA) é uma das tecnologias associadas a indústria 4.0 e consiste na criação de objetos físicos através de impressão de camadas sobrepostas tendo como base um modelo tridimensional. Essa tecnologia emergiu com potencial de transformar e revolucionar a produção industrial. Este trabalho investiga o impacto do avanço da MA, com foco na modelagem por deposição fundida (FDM) sobre o aspecto da sustentabilidade ambiental nos próximos anos. Dentro desse cenário, a utilização de polímeros e polímeros reciclados podem contribuir sobremaneira para a redução do desperdício de material e da pegada de carbono ao longo do ciclo de vida do produto. Além disso, destaca-se como a integração de princípios sustentáveis na MA pode promover a eficiência energética e o uso responsável dos recursos. Este estudo tem como objetivo apresentar os problemas da Manufatura convencional (MC) que podem ser resolvidos com a MA. Além disso, o trabalho objetiva identificar quais os possíveis e futuros problemas da tecnologia FDM em relação ao processo e descarte dos resíduos sólidos com a popularização desta tecnologia. Com o intuito de atingir o objetivo proposto foi utilizada a Revisão da Literatura como metodologia, deixando evidente que com o avanço da MA surgirão oportunidades significativas para promover a sustentabilidade ambiental na produção industrial. No entanto, o sucesso depende da integração entre os aspectos econômicos, sociais e ambientais.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Impressão 3D. Resíduos.

## ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN THE ADVANCEMENT OF ADDITIVE MANUFACTURING

**ABSTRACT:** Additive Manufacturing (AM) is one of the technologies associated with

Industry 4.0, involving the creation of physical objects through the layer-by-layer printing based on a three-dimensional model. This technology has emerged with the potential to transform and revolutionize industrial production. This study investigates the impact of AM, with a focus on Fused Deposition Modeling (FDM), on environmental sustainability in the coming years. In this context, the use of polymers and recycled polymers is explored for their potential to reduce material waste and carbon footprint throughout a product's lifecycle. Additionally, we highlight how integrating sustainable principles into AM can promote energy efficiency and responsible resource utilization. This research aims to identify the issues in conventional manufacturing (CM) that can be addressed through AM. In addition, this study aims to pinpoint potential present and future challenges associated with Fused Deposition Modeling (FDM) technology concerning the process and disposal of solid waste as this technology becomes more widespread. To achieve this goal, a Literature Review methodology was employed, underscoring that as Additive Manufacturing (AM) advances, significant opportunities emerge for advancing environmental sustainability in industrial production. However, success hinges on the integration of economic, social, and environmental aspects.

**Keywords:** Industry 4.0. 3D printing. Waste.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria 4.0 possibilita que as empresas atinjam um nível industrial superior através da integração dos processos de fabricação verticais e horizontais e com a

conexão dos produtos (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Ainda, por meio dessa integração, as empresas podem desenvolver novas estratégias ecologicamente corretas para a produção de produtos, aumentando significativamente a eficiência de produção e promovendo o desenvolvimento sustentável (GUIMARÃES; JÚNIOR, 2021).

Alguns exemplos tecnológicos que já estão atualmente no nosso dia a dia, desenvolvidos pela nova revolução são a robótica, a Inteligência Artificial (IA), a computação de alto desempenho, as simulações virtuais e a Manufatura Aditiva (MA) (JUNQUEIRA, 2020).

Além disso, a Manufatura Aditiva vem crescendo e sendo utilizada por diversas áreas industriais, dentre elas se destacam a biomédica, aeroespacial, automotiva, energia de bens de consumo (ARRIZUBIETA *et al.*, 2020).

Os processos da MA são fundamentais para mitigar os atuais riscos ambientais comparados a outros processos convencionais de fabricação, pois utiliza menos materiais e gera menos resíduos. Porém, podem surgir novos riscos relacionados ao processamento e descarte utilizados nos processos MA (REJESKI; ZHAO; HUANG, 2018).

Ou seja, embora a MA apresente um grande potencial para promover uma produção mais limpa a custos acessíveis, estudos apontam que o alto consumo de energia utilizada pelo processo de calor ou laser para derreter a matéria-prima plástica ou metálica ainda impede que esse processo seja

considerado um método de produção sustentável (FRATILA; ROTARU, 2017).

O presente artigo partiu de um estudo teórico sobre os possíveis impactos e benefícios da MA com enfoque na tecnologia de *Fused Deposition Modeling* (FDM) pertinentes ao conceito de sustentabilidade e a relação com o descarte dos resíduos, tendo em vista o processo, consumo, a acessibilidade a tecnologia de impressão 3D, especificamente a tecnologia FDM, e a visão do significativo volume de resíduos descartáveis que podem aumentar a geração de resíduos e acarretar novos impactos ambientais.

Existe a necessidade de melhoria dos processos de manufatura convencional e juntamente com o avanço da indústria 4.0 surgem tecnologias como a MA que possibilita soluções de produção mais limpa a custos acessíveis e uma possível mudança nos hábitos da sociedade. Desta forma, esse estudo busca responder a seguinte pergunta: se qualquer pessoa puder adquirir uma impressora 3D, especificamente com base na tecnologia FDM que utiliza a extrusão de polímeros, para uso pessoal, isso irá aumentar consideravelmente a quantidade de resíduos poliméricos descartados? Por outro lado, no modelo atual de MA, já existem soluções tecnológicas para dar um destino adequado a estes resíduos?

Este estudo visa analisar o avanço da MA sob a ótica da sustentabilidade. Para alcançar esse propósito, serão apresentados os conceitos fundamentais da MA, incluindo sua definição e evolução ao longo do tempo.

Além disso, serão destacados os desafios enfrentados na MC que podem ser solucionados por meio da MA, enfatizando suas vantagens em termos de sustentabilidade.

A relação entre sustentabilidade e MA será explorada, demonstrando como essa tecnologia pode promover práticas mais sustentáveis na produção industrial. Por fim, serão identificados e discutidos possíveis desafios e futuras preocupações relacionadas à tecnologia FDM no contexto da MA, com foco no processo de fabricação e na gestão dos resíduos gerados por essa inovação tecnológica.

## 2 METODOLOGIA

O método escolhido para o desenvolvimento deste trabalho é a pesquisa bibliográfica, que permitirá alcançar os objetivos propostos, investigar e compreender o tema em questão, identificando os processos e etapas necessárias para o sucesso da pesquisa com base em trabalhos já publicados a partir de 2013, como artigos científicos, livros, dissertações de mestrado e teses de doutorado disponíveis. Para esse propósito, foram utilizados base de dados como Google acadêmico, Scielo, Capes, encontro nacional de engenharia de produção (ENEGEP), simpósio de engenharia de produção (SIMPEP), e livros impressos.

Portanto, o presente trabalho pode ser identificado como uma revisão da literatura onde serão apresentados primeiramente o conceito da indústria 4.0 e seus princípios.

Depois um estudo com o panorama geral sobre a MA, as suas principais tecnologias, os polímeros utilizados na MA e sua relação com a geração de resíduos.

Deste modo, para atingir o objetivo proposto serão realizadas pesquisas sobre os tópicos como: manufatura aditiva, sustentabilidade, MA e seus resíduos, indústria 4.0, polímeros da MA, Economia Circular (EC), *Fused Deposition Modeling* (FDM), avanço da MA e a relação da EC com a MA a fim de apresentar os problemas causados pelo modelo atual e as possíveis vantagens e desvantagens desta nova tecnologia.

## 3 DESENVOLVIMENTO

### 3.1 INDÚSTRIA 4.0

O termo indústria 4.0 surgiu no século XXI, com o aprimoramento de algumas tecnologias como a internet, softwares e hardwares mais sofisticados, sensores menores e potentes, o desenvolvimento da capacidade de aprendizado das máquinas que aliados a preços mais acessíveis possibilitou criar uma enorme rede interconectada. Com isso, iniciou uma significativa transformação na indústria com consequências para a sociedade, na competitividade e na economia, transformando o mundo como o conhecemos (COELHO, 2016).

Em 2011, na feira Industrial de Hannover, na Alemanha, uma das principais feiras de tecnologia do mundo abordou-se pela primeira vez sobre a indústria 4.0. Nesse contexto, máquinas inteligentes, análise

computacional sofisticada e colaboração entre indivíduos conectados se combinam para promover transformações significativas e impulsionar a eficiência operacional em diversos setores industriais (COELHO,2016).

A implantação da indústria 4.0 surgiu com o objetivo de incentivar e facilitar as habilidades dos trabalhadores, permitindo que tarefas que possam interferir na postura ergonômica, sejam realizadas por máquinas. Com isso, há uma interligação da interface entre o homem e a máquina (SANTOS et al., 2018a).

Além disso, a indústria 4.0 consiste em uma nova configuração do sistema de produção industrial, que se baseia fortemente na tecnologia e na interligação das dimensões físicas e virtuais, conhecida como ciberespaço por meio da utilização de sistemas ciber físicos (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Na configuração da indústria 4.0, estão surgindo sistemas de simulação associados a ambientes de realidade virtual e realidade aumentada, bem como a impressão aditiva (também conhecida como impressão 3D). Além disso, o uso de modelagem e simulação computacional está se tornando cada vez mais comum nas diferentes fases do ciclo de vida dos produtos, nos processos de fabricação e na cadeia de suprimentos (GRAGLIA, 2018).

Portanto, essas novas estruturas de produção, equipadas com dispositivos "inteligentes" conectados à rede, permitem que produtos e sistemas de produção se comuniquem e, assim, constituem as *Smart Factories* do futuro. Essas fábricas inteligentes são a chave para alcançar o grau de

flexibilidade necessário para atender às exigências dos mercados atuais, incluindo expectativas crescentes de produtividade, um aumento na gama de produtos e redução de custos (DALENOGARE, 2018).

### 3.2 MANUFATURA ADITIVA

Em função das últimas décadas de transformação e evolução ocorridas na indústria, surgiram novas técnicas aplicadas no processo produtivo, novos materiais, novas tecnologias de manufatura o que resultou em novos e inovadores produtos (WILTGEN; LOPES, 2022).

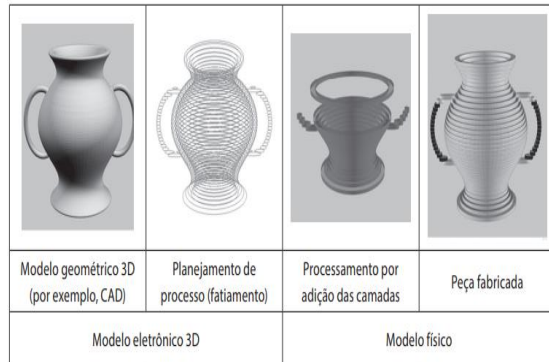
Neste contexto, surge uma nova tecnologia apresentada na década de 1980 com intuito de fabricar através da adição sucessiva de material (VOLPATO, 2017).

A Manufatura Aditiva (MA) ou impressão 3D resume-se na criação de objetos físicos através da impressão de camadas sobrepostas, a partir de uma representação geométrica digital em 3D. Este processo é justamente o oposto da manufatura subtrativa (SCHWAB, 2016).

Conforme ilustram as imagens da figura 1, essa representação em 3D geralmente é desenvolvida em sistema *Computer-Aided Design* (CAD). Por meio desse processo de adição é possível fabricar objetos físicos em diversas geometrias, modelos e tipos de materiais. O processo ocorre de maneira rápida se comparado a manufatura convencional devido a automatização do processo de construção. Inicia-se o processo com o modelo em 3D dividido digitalmente

(“fatiamento”), originando as camadas em 2D o que permite definir eletronicamente onde será adicionado ou não material. Assim o objeto começa a ser gerado através de uma sobreposição sequencial de camadas, iniciando da base até o seu topo (VOLPATO, 2017).

**Figura 1 – Impressão 3D.**



**Fonte:** Volpato. (2017, p. 17).

São cinco as principais etapas no processo de MA. A primeira é a criação do desenho: etapa onde é gerado um modelo digital tridimensional, geralmente utilizando um *software*; na sequência, ocorre a conversão do arquivo no formato STL e é nessa etapa em que o modelo digital é convertido em um formato específico para MA por exemplo *Stereolithography* (STL) ou *Additive Manufacturing Format* (AMF) (VOLPATO, 2017).

A terceira etapa trata do fatiamento da peça: consiste no planejamento do processo de fabricação através da sobreposição de camadas, momento de definir estratégias de deposição de material e avaliar a necessidade de estruturas de suporte. Após isso, ocorre a fabricação da planejada. Na última etapa ocorre o pós-processamento que pode sofrer alteração de acordo com a tecnologia

envolvida no processo, ou seja, podem ser necessárias etapas extras de processamento, limpeza, acabamentos com processos convencionais como exemplo usinagem (VOLPATO, 2017).

Já a Manufatura Subtrativa (MS) consiste na construção de um objeto através da remoção do material, ou seja, ocorre um processo de esculpir o material base, eliminando partes indesejadas para modelagem do objeto desejado. A MS é referência por ter uma boa precisão geométrica e de acabamento, vantagens que podem ser questionadas porque dependem muito da qualidade do equipamento utilizado no processo e da experiência do operador (WILTGEN; LOPES, 2022).

Existe ainda a Manufatura Formativa (MF) que utiliza um molde com as dimensões do objeto que se deseja produzir, ou seja, deve ser preenchida a cavidade do molde com material na forma líquida, pois com o processo de solidificação o objeto adquire a forma geométrica do molde (WILTGEN; LOPES, 2022).

O principal benefício da MA é o fato de utilizar apenas a quantidade necessária da matéria prima para fabricação do objeto, com isso, diminui o desperdício, sem variações geométricas comparada a MS e não necessita de moldes como na MF. (BARBOSA et al., 2019)

Existem muitas outras vantagens da MA como o aumento da velocidade para construção de objetos, a flexibilidade para customização um processo limitado na MC, não exige a troca de ferramentas durante a



fabricação de determinada peça e muitas das vezes o componente é fabricado em um único equipamento do início ao final do processo, além de ser possível a mistura de diferentes materiais ou até mesmo alterar sua densidade na própria fase de processamento antes de concluí-lo (VOLPATO, 2017).

Porém, Volpato (2017) menciona algumas limitações da MA quando comparada a MC como: as propriedades das peças obtidas na MA são diferentes da MC devido ao processo aditivo, as tecnologias possuem limitações quanto aos materiais que podem ser utilizados, distorções e empenamentos podem ser observados em alguns processos e na fabricação em lotes maiores, a MA ainda é mais cara e menos eficiente.

Portanto, aliado ao avanço da indústria 4.0 a MA é uma das tecnologias desenvolvidas mais promissoras que tem grande possibilidade de proporcionar benefícios para o processo de fabricação de peças, exclusivamente na redução de custos e diminuição do tempo de desenvolvimento, o que demonstra alto potencial para uma manufatura mais eficiente e flexível (INÁCIO et al., 2020).

### 3.3 TECNOLOGIAS DA MA

Ao longo dos últimos anos, as tecnologias da MA vêm ganhando destaque devido ao seu potencial de desenvolvimento de novas máquinas que permitem a fabricação de peças com diferentes tipos de materiais. Além disso, essas novas tecnologias trazem uma facilidade para o processo de produção,

pois são capazes de fabricar peças complexas o que para a MC seria uma tarefa mais difícil e possibilita uma certa economia de matéria-prima por utilizar apenas a quantidade necessária para o processo de fabricação (ALCAIDE; WILTGEN, 2018).

A MA está associada a manipulação de um protótipo em um ambiente virtual do tipo CAD em 3D, o que facilita a visualização do objeto que pretende fabricar. Essa visualização em modelo tridimensional permite realizar análises e alterações de aperfeiçoamento, interferências funcionais e até mesmo a manipulação virtual da peça para observar seu processo de montagem ou funcionamento para o intuito desenvolvido, o que melhora consideravelmente o tempo de desenvolvimento de produtos e possibilita seu lançamento mais rápido no mercado (GOMES; WILTGEN, 2020).

Basicamente o mecanismo empregado nos diversos modelos de impressora 3D, é o mesmo, o que diferencia são os materiais utilizados. Todo processo inicia com um modelo computacional tridimensional, ou seja, em 3D (ALCAIDE; WILTGEN, 2018).

As principais tecnologias da MA em fabricação de objetos tridimensionais como ferramentas, protótipos e peças estão listadas no quadro 1, a seguir.

**Quadro 1 – Tecnologias da Manufatura Aditiva.**

<b>Classificação da Manufatura Aditiva de acordo com a ISO/ASTM 52900</b>	<b>Tecnologias da MA abordadas no artigo dos autores</b>
<i>Binder Jetting</i>	<i>Binder Jetting (BJ)</i>
<i>Directed Energy Deposition</i>	<i>Laser Engineering Net Shape (LENS)</i>
<i>Material Extrusion</i>	<i>Fused Deposition Modeling (FDM)</i>
<i>Material Jetting</i>	<i>Material Jetting (MJ)</i>
<i>Powder Bed Fusion</i>	<i>Electron Beam Melting (EBM)</i>
	<i>Selective Laser Sintering (SLS)</i>
	<i>Selective Laser Melting (SLM)</i>
<i>Sheet Lamination</i>	<i>Laminated Object Manufacturing (LOM)</i>
<i>Vat Photopolymerisation</i>	<i>Stereolithography (SLA)</i>

**Fonte:** Calderaro, Lacerda e Veit (2020, p. 4).

A tecnologia de jateamento de material ou Material Jetting (MJ) consiste em um processo em que material será jateado na forma líquida sobre uma plataforma via ação física ou química ocorre a solidificação. A primeira fase dessa tecnologia foi marcada pela cera aquecida como base de construção, mas hoje os materiais mais utilizados no processo são as resinas acrílicas fotossensíveis que trazem como vantagem diversas variações das propriedades mecânicas e cores (VOLPATO, 2017).

O processo conhecido como Jato Aglutinante ou *Binder Jetting* (BJ) utiliza como base o pó que pode ser de materiais poliméricos, cerâmicos ou metálicos. O material em pó é distribuído em uma plataforma de construção, em seguida por meio de um cabeçote de impressão é usado para aplicar o líquido aglomerante nas áreas desejadas do material, criando um modelo de camadas, ou seja, a cada camada adicionada o pó é espalhado e aplicado o líquido na área

específica de forma repetida até que o objeto final seja construído (COELHO, 2018).

Existem outras tecnologias na classe pó, a Sinterização Seletiva a laser ou *Selective Laser Sintering* (SLS) em que uma fina camada de pó é espalhada sobre uma plataforma de construção e através de um laser é selecionada a área do pó a ser aquecida e fundida para surgir a camada. Já na Modelagem de rede com engenharia laser ou *Laser Engineered Net Shaping* (LENS) o pó é pulverizado e inserido no local específico e depois por meio de um raio Laser direcionado com alta potência é derretido surgindo a camada. A Fusão Seletiva a Laser ou *Selective Laser Melting* (SLM) nesse processo o pó é totalmente fundido pelo laser de alta potência para formar o objeto metálico desejado (SOUSA, 2019).

Na Fusão por Feixe de Elétrons ou *Electron Beam Melting* (EBM) o laser é substituído por um feixe de elétrons para derreter e fundir o metal em pó para formar objetos tridimensionais camada por camada (SOUSA, 2019).

Outra tecnologia conhecida como Manufatura de Objetos Laminados ou *Laminated Object Manufacturing* (LOM) ocorre a partir de uma deposição sucessiva de materiais plásticos, papéis, tecidos ou folhas metálicas, ou seja, o modelo digital é fatiado para obter cada camada do processo e através de um laser é cortado a sobra de cada camada sobre o papel e através de um rolo aquecido as camadas se unem umas nas outras até acabar a impressão. Esse tipo é utilizado para construção de superfícies planas sendo muito

utilizado na arquitetura e construção civil (JUNIOR, 2017).

A Estereolitografia ou *Stereolithography* (SLA) é mais uma das tecnologias da MA que se conceitua na fotopolimerização em camadas através de uma resina na forma líquida que ao entrar em contato com a luz ultravioleta se solidifica. Essa técnica sucessiva de sobreposição permite criar um material exclusivo, com uma excelente precisão, bons detalhes e resistência o que possibilita, frequentemente, ser usado na área odontológica (ALMEIDA, 2020).

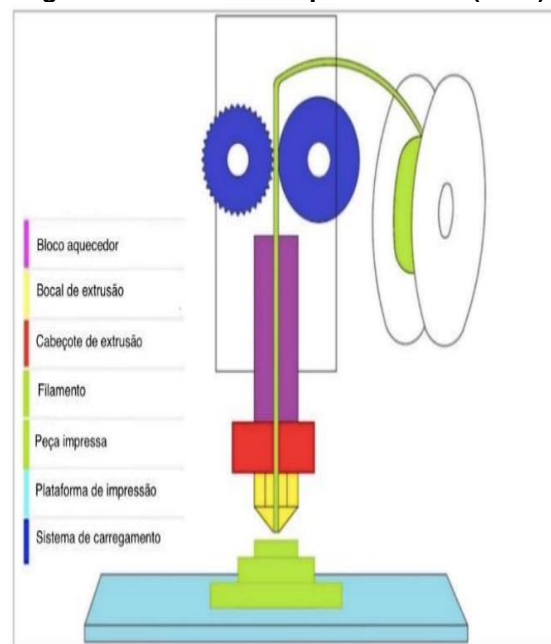
### 3.3.1 Modelagem por Deposição Fundida

A Modelagem por deposição fundida ou Fused Deposition Modeling (FDM) é uma das tecnologias da MA que utiliza a extrusão de termoplásticos, por meio de camadas sobre camada até a formação final do objeto desejado. O material é aquecido e depositado em uma plataforma de construção seguindo um caminho programado por um *software* de modelagem 3D. Todo processo é controlado pelo computador e os objetos produzidos por FDM apresentam uma boa qualidade de resistência mecânica e térmica (VOLPATO, 2017).

Essa técnica de FDM foi criada em 1980, onde foi vendida no mercado pela empresa American Stratasys no início dos anos 90. Atualmente o mercado conta com vários tipos de impressora 3D, inclusive nacionais, com um preço bem variado entre as marcas que utilizam o processo FDM (KUNKEL et al., 2020).

A matéria prima usada nesse tipo de tecnologia é obtida através de um cordão de filamento plástico enrolado em carretéis, como ilustra a figura 2, geralmente pesando cerca de 1 kg, com espessura de 1,75 mm de diâmetro. O bico da extrusora da impressora FDM derrete o plástico obtendo aproximadamente um diâmetro de 0.4 mm, o que possibilita que as peças tenham uma aparência lisa a percepção humana. Os materiais plásticos mais utilizados nessas impressoras são Acrilonitrila butadieno estireno (ABS) e o Poli (ácido láctico) (PLA) (WILTGEN, 2019).

**Figura 2 – Processo impressora 3D (FDM).**



**Fonte:** Kunkel *et al.* (2020, p. 5).

O processo da impressora 3D inicia através de um modelo digital previamente desenvolvido em um *software* CAD. Logo em seguida, o filamento é aquecido e derretido ao passar pelo sistema de aquecimento localizado no cabeçote de extrusão. Esse material processado é inserido sucessivamente e de maneira ordenada

através do bico de extrusão. O bico de extrusão geralmente se movimenta seguindo o eixo X e Y e a plataforma de construção se movimenta ao longo do eixo Z. No processo FDM, o objeto produzido sofre variações devido as características anisotrópicas do material termoplástico, mas apesar dessa limitação esse tipo de impressão cresce em vários setores da indústria devido ao custo acessível, boa resolução e estabilidade dimensional, além de possibilidades diversas de customização e produção de geometrias complexas (KUNKEL *et al.*, 2020).

Portanto, segundo Volpato (2017) as vantagens da tecnologia FDM seriam o baixo custo de aquisição e manutenção das impressoras, variedade de materiais disponíveis, facilidade no pós-processamento das peças e a possibilidade de impressão de peças grandes. Já as desvantagens apresentadas seriam a limitação na precisão e resolução das peças, possíveis problemas de aderências entre as camadas do objeto, dificuldade de imprimir peças com estruturas internas complexas e a possível necessidade de construção de suportes que depois de finalizada impressão precisa ser retirado o que acaba estragando o objeto.

### 3.4 POLÍMEROS DA MA

No processo de MA para fabricação de peças, pode se utilizar como matérias primas metais, cerâmicas, polímeros, entre outros (SANTOS *et al.*, 2020).

Com a crescente expansão do uso desta nova tecnologia, torna-se imprescindível saber

quais os polímeros utilizados para criação de objetos na MA (PAOLI, 2015).

Polímeros são macromoléculas orgânicas formadas pela repetição de unidades estruturais simples chamadas de monômeros ligados através de ligações covalentes, formando cadeias longas e ramificadas podem ter propriedades variadas, dependendo das estruturas e composições das cadeias poliméricas, e são amplamente utilizados na indústria devido às suas propriedades versáteis e aplicabilidades em diferentes campos. Os polímeros podem ser naturais no caso da celulose, amido ou sintéticos como o plástico (CANEVAROLO, 2013).

Há uma ampla diversidade de materiais poliméricos que nos são familiares, e eles possuem uma vasta gama de aplicações. Isso inclui plásticos, borrachas, fibras, revestimentos, adesivos, espumas e películas. Os plásticos que são sólidos na temperatura ambiente se dividem em termoplásticos e termofixos (CANEVAROLO, 2013).

Segundo Canevarolo (2013) termoplásticos são plásticos que quando submetidos ao aumento da temperatura e pressão resultam no amolecimento do material, e quando afastado desses agentes transformadores, se solidifica de acordo com a forma definida, sendo assim, uma transformação física reversível, ou seja, o processo pode ser realizado de forma repetida. Já o plástico termofixo é justamente o contrário, ou seja, com o aquecimento o plástico amolece uma vez e através da transformação química se solidifica de forma

rígida. O processo térmico inicial resulta em ligações cruzadas covalentes que amaram as cadeias poliméricas para resistir a temperaturas elevadas e caso seja posteriormente aquecido novamente não sofrerá alteração no seu estado físico, por isso chamado de irreversível.

Os materiais mais comuns no processo de MA são: Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), Poli (ácido láctico) (PLA), Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol (PETG), Polietileno Tereftalato (PET), Polipropileno (PP), Policarbonato (PC), Poliacetato de Vinila (PVA), Poliestireno (PS) e Poliamida (PA) (BORAH, 2014; HORVATH; CAMERON, 2015).

Dois dos polímeros mais comumente utilizados na tecnologia de impressão 3D são o Poli (ácido láctico) (PLA) e o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS). O PLA é derivado do ácido láctico, uma fonte biológica renovável, enquanto o ABS é produzido a partir do craqueamento do petróleo, não sendo uma fonte renovável. No entanto, ambos os polímeros podem ser reciclados (OSEJOS, 2016).

Quando comparados os dois tipos de polímeros, constata-se que o PLA apresenta alguns pontos positivos em relação ao ABS, ou seja, não emite gases nocivos quando utilizado em condições adequadas permitindo que exista um grupo de impressoras funcionando em um espaço fechado, não existe a necessidade de pré-aquecimento da mesa de impressão, além de uma maior variedade de cores. Já o polímero ABS, é mais resistente a altas temperaturas, seu processo de

amolecimento ocorre em torno 100 °C, enquanto no PLA em torno de 60 °C. Com ABS é possível realizar acabamentos como pintar, lixar, perfurar o objeto após o processo de fabricação (OSEJOS, 2016).

No universo da MA, outro polímero que tem ganhado destaque na tecnologia de impressão 3D é o Polietileno Tereftalato de Etileno Glicol (PETG), uma mistura do Polietileno Tereftalato (PET) com um alto teor de Glicol. Essa combinação tem como objetivo aumentar a resistência ao impacto, a cristalinidade e reduzir os custos associados à produção. O PETG tem se mostrado uma opção promissora devido às suas propriedades aprimoradas e à sua capacidade de ser processado por meio da impressão 3D. (SANTOS et al., 2018b).

O Polipropileno (PP) é pouco utilizado, mas é possível apresentar seus aspectos positivos como o baixo custo, menor densidade, resistente a temperaturas e impactos o que possibilita ótimas qualidade de impressão. Portanto, podemos entender que existem vários polímeros que podem ser utilizados no processo de MA, com características próprias, vantagens e desvantagens e principalmente os do tipo termoplásticos (SANTOS *et al.*, 2018b).

### 3.5 ECONOMIA CIRCULAR

Mudanças proporcionadas pelas revoluções industriais anteriores, influenciam a maneira como a sociedade vive, trabalha e se comunica. Uma dessas mudanças envolve o modelo de Economia Linear (EL) baseado na

ideia de extrair, produzir e descartar, que vem sendo substituído por um novo modelo chamado Economia Circular (EC) (WEETMAN, 2019).

A economia circular (EC) se origina de outras abordagens existentes, a respeito de sustentabilidade como: Simbiose industrial, *Cradle to Cradle* (do berço ao berço), conceito abordado na década de 1990 pelo Prof. Dr. Michael Braungart, químico e William McDonough, arquiteto, o que deu origem ao título para o livro publicado em 2002 chamado “Cradle to Cradle criar e reciclar ilimitadamente”. O conceito abrange a utilização sustentável e potencialmente ilimitada de materiais em ciclos, promovendo a reutilização contínua de recursos e garantindo fluxos seguros e saudáveis tanto para os seres humanos quanto para a natureza (ASSUNÇÃO, 2019).

Por vários anos o modelo de EL foi entendido pela sociedade como algo natural em relação ao ciclo de vida dos produtos, mas o modelo linear gera diversos impactos ambientais. A EC surge para ser o oposto e propõe um modelo de consumo na forma de um ciclo como, ou seja, produzir, utilizar e não descartar. A ideia principal é reutilizar o recurso anteriormente extraído como matéria prima de forma que fique em um ciclo contínuo de transformações (ASSUNÇÃO, 2019).

Em relação a gestão ambiental e ações voltadas à economia circular, as primeiras iniciativas surgiram na Alemanha. Em 1991, foi introduzido o princípio da “responsabilidade alargada do produtor”, seguido pela adoção de uma lei de gestão de resíduos em 1994, com o

conceito de ciclo fechado de substâncias. Posteriormente, a China também se envolveu nesse contexto, com projetos-piloto a partir de 1999, promulgando uma lei em 2002 e formalizando a economia circular em 2008 (LEMOS, 2018).

A sustentabilidade se tornou um assunto de prioridade mundial e aliada a economia circular permitirá uma grande mudança e reorganização a respeito de produção e consumo na economia. Atualmente, a sociedade tem consciência e preocupação em relação ao planeta que será herdado pelas próximas gerações o que possibilita repensar sobre a forma de utilização dos recursos e ver a EC como a melhor alternativa industrial (COSTA; SILVA; MENDONÇA, 2021).

Portanto, hoje é essencial considerar as questões ambientais. Um número crescente de indivíduos está adquirindo equipamentos digitais e de fabricação para produzir seus próprios produtos, e as consequências disso para o nosso planeta e sociedade ainda são desconhecidas. É crucial dedicar esforços para realizar pesquisas nessa área, pois isso se mostra necessário e urgente (BARROS, 2017).

### 3.6 SUSTENTABILIDADE NA MA

Um dos motivos de maior relevância em relação a MA refere-se à redução de resíduos e desperdícios que esta tecnologia pode proporcionar ao processo de fabricação, ou seja, a MA é uma tecnologia que colabora com a sustentabilidade (COSTA; SILVA; MENDONÇA, 2021).

A MA é considerada mais favorável ao meio ambiente em comparação com os processos da MC. Essa tecnologia é contrária aos métodos de fabricação subtrativos e oferece suporte a uma ampla variedade de aplicações (BARROS, 2017).

Dessa maneira, a MA tem a capacidade de transformar as atuais cadeias de processos de fabricação, modelos de negócio e as relações entre produtos e usuários, permitindo a criação de produtos exclusivos e personalizados. No entanto, é necessário realizar investigações aprofundadas para compreender plenamente a sustentabilidade e o desempenho ambiental da MA em comparação com as metodologias da MC (KELLENS et al., 2017).

Outro ponto importante em relação à sustentabilidade é a oportunidade de aproveitar essa vantagem ambiental para aumentar a competitividade, algo comum entre as empresas estrangeiras. No entanto, no Brasil, as empresas geralmente não incorporam a sustentabilidade como um diferencial competitivo, ou seja, não a consideram como um fator que pode influenciar sua escolha em adotar a MA. A principal motivação para sua adoção costuma ser a busca por vantagens em termos de eficiência de tempo e custos (VEIT, 2018).

Por outro lado, a capacidade de produzir componentes mais leves pode resultar em economia de energia projetada entre 5% e 25% até 2050, além de uma diminuição nos custos de fabricação estimada entre 4% e 21% durante o mesmo período. Essa possibilidade

é relevante para várias indústrias diferentes (ARRIZUBIETA et al., 2020).

Como mencionado anteriormente, a MA possui a competência de diminuir o consumo de energia ao longo do ciclo de vida de um produto e reduzir seu impacto ambiental, especialmente através de aplicações inovadoras que anteriormente eram impraticáveis. Além disso, a MA pode acelerar os ciclos de desenvolvimento de produtos, minimizar a necessidade de ferramentas, manuseio e reduzir as demandas por energia e materiais através de práticas como remanufatura e reparo (KELLENS et al., 2017).

No entanto, apesar dos potenciais benefícios, a tecnologia de MA ainda não foi totalmente explorada do ponto de vista da sustentabilidade. Embora possa servir como facilitadora e impulsionadora da melhoria da sustentabilidade industrial, a implementação dessa tecnologia no sistema industrial pode resultar em cenários nos quais a produção se torna menos eficiente em termos ambientais, os clientes buscam produtos personalizados e a obsolescência dos produtos aumenta, resultando em um consumo maior de recursos (FORD; DESPEISSE, 2016).

Da mesma forma que os processos da MC, a MA consome recursos como materiais e energia, resultando em emissões de resíduos e gases poluentes. Portanto, ela contribui para sua própria pegada ecológica. Além disso, é importante notar que essa tecnologia pode promover uma cultura de consumo excessivo, gratificação imediata e uma sociedade que descarta produtos rapidamente, o que pode ter

impactos negativos e significativos ao meio ambiente (REJESKI; ZHAO; HUANG, 2018).

Por outro lado, os processos da MA são frequentemente vistos como ecologicamente favoráveis, pois parecem utilizar apenas a quantidade necessária de material para produzir a peça final. Porém, é importante observar que, independentemente da tecnologia utilizada, nem todo o material consumido é realmente incorporado na peça final (FORD; DESPEISSE, 2016).

Os materiais reciclados empregados em impressoras 3D podem ser agrupados em quatro principais categorias, que se baseiam em suas matérias-primas: plásticos, metais, cerâmicas e compósitos (COLORADO; VELÁSQUEZ; MONTEIRO, 2020).

À medida que as impressoras 3D de código aberto se tornam cada vez mais populares, a reciclagem de polímeros está ganhando importância, especialmente devido às atuais taxas de reciclagem muito baixas. Como resultado, vários projetos e extrusoras de código aberto estão se destacando na conversão de plásticos pós-consumo em matéria-prima utilizável para impressoras 3D. Isso inclui iniciativas como a Lyman Filament Extruder, a Filabot, o Recyclebot, o RepRap Recycle Add-on, além de programas como o Precious Plastic e o Plastic Bank (AGOSTINI, 2018).

Atualmente, a reciclagem de polímeros surge como uma solução eficaz para mitigar os impactos ambientais adversos. Isso envolve a redução da extração de petróleo, das emissões de dióxido de carbono e da quantidade de resíduos poliméricos

descartados. A utilização de polímeros reciclados pode substituir materiais virgens em diversas aplicações, como embalagens não alimentícias e componentes automotivos, contribuindo para a conservação de recursos naturais e a redução da demanda por petróleo (AGOSTINI, 2018).

Ainda, a reciclagem mecânica desempenha um importante papel nesse processo, envolvendo procedimentos que abrangem a separação do resíduo polimérico, moagem, lavagem, secagem, reprocessamento e, por fim, a transformação desse polímero em produtos acabados (AGOSTINI, 2018).

A reciclagem de polímeros para a produção de novos filamentos segue, em sua essência, um processo semelhante, independentemente do material virgem. Esse procedimento começa com a moagem do plástico, transformando as peças a serem recicladas em fragmentos menores, seguido pela extrusão do plástico triturado, mantendo as condições de temperatura recomendadas para cada tipo de polímero. Após sair da extrusora, o filamento está pronto para ser utilizado no processo de impressão 3D. Embora, teoricamente seja possível reprocessar qualquer termoplástico para criar um filamento, esse processo acarreta alterações nas propriedades mecânicas e reológicas dos materiais (NETO, 2021).

Dessa forma, essa perda de propriedades é atribuída a fenômenos de degradação que ocorrem ao longo do tempo de vida útil e, principalmente, durante as operações de reprocessamento, nas quais o



material é submetido a ciclos de aquecimento e frequentemente a altas tensões de cisalhamento. Como resultado, tanto o envelhecimento natural quanto os processos de reciclagem podem causar mudanças substanciais na estrutura molecular quando comparadas ao material virgem (AGOSTINI, 2018).

Contudo, no processo de impressão 3D, é importante levar em conta a possibilidade de consumo de material para produzir os suportes necessários durante o processo de fabricação que serão removidos posteriormente, seja por dissolução ou remoção manual (KELLENS et al., 2017).

Dois polímeros popularmente utilizados na tecnologia FDM podem ser reciclados, porém sofrem algumas alterações. O primeiro é o ABS que após cinco ciclos de reciclagem sofrem severa degradação, afetando principalmente sua resistência ao impacto e encolhimento. Os testes demonstram que a força de impacto diminui significativamente devido à degradação do polímero, resultante da quebra dos laços de polibutadieno. Além disso, a contração do material reduz cerca de 17% no 5º ciclo devido a essa degradação (AGOSTINI, 2018).

As propriedades mecânicas do ABS após o processo de reciclagem também foram estudadas por Paiva et al. (2015) através da fabricação de peças com diferentes proporções de material virgem e reciclado. Durante o processo de reprocessamento do ABS virgem, observou-se uma redução na resistência à tração, na deformação, no módulo de elasticidade e na resistência ao

impacto em comparação com as amostras virgens não processadas. Por outro lado, nas amostras contendo ABS reciclado, à medida que a proporção desse material aumenta, nota-se um aumento no módulo de elasticidade e uma diminuição na resistência ao impacto.

Apesar das modificações identificadas em certas propriedades mecânicas, a capacidade de processamento e uso desses materiais na impressão 3D permanece intacta uma vez que os filamentos compostos por material reciclado podem resultar numa economia de até 37,5% em comparação com filamentos virgens, o estudo destaca a vantagem de empregar esse material na produção de objetos 3D para aplicações domésticas ou mesmo profissionais (PAIVA et al., 2015).

Já no PLA, os estudos indicam que quando submetido a vários ciclos de moagem e extrusão, apresenta uma considerável redução em suas propriedades mecânicas. A resistência à tração tem uma redução menor, cerca de 5,2% após dez processos de extrusão. A deformação na ruptura diminui em 8,3%, e a resistência ao impacto cai 20,2%. O índice de fluidez aumenta significativamente com os processos sucessivos de extrusão do PLA (AGOSTINI, 2018).

No estudo conduzido por Lanzotti et al., (2019), também foi realizada uma análise comparativa entre peças fabricadas com PLA virgem e PLA reciclado. No PLA reciclado foi obtido por meio da trituração das peças virgens e subsequente reprocessamento em uma extrusora caseira, notou-se que as peças

recicladas uma e duas vezes exibiram resistência à flexão máxima comparável à das peças fabricadas com material virgem, com valores de  $106 \pm 9$  Mpa (mega pascal) e  $108 \pm 10$  MPa, respectivamente, em comparação com  $119 \pm 6$  MPa para as peças virgens. Entretanto, a partir do terceiro ciclo de reciclagem, as peças começaram a mostrar um desempenho significativamente inferior, com uma resistência à flexão de  $75 \pm 16$  MPa. Além de se tornarem mais frágeis, essas peças apresentaram uma variabilidade nos resultados muito maior do que aquelas produzidas nos dois primeiros ciclos de extrusão.

Já em outro estudo abordando os comportamentos mecânicos do PLA, Anderson (2017) propôs verificar as diferenças entre as peças feitas de material virgem e reciclado, quanto as medidas de resistência a tração. Os testes de tração demonstraram que a utilização de PLA reciclado na impressão 3D pode ser uma alternativa interessante. O filamento reciclado exibiu propriedades ligeiramente inferiores em comparação ao filamento virgem, com uma resistência à tração 10,9% menor, uma tensão de cisalhamento 6,8% maior e uma dureza 2,4% menor. Um desafio durante os testes, foi a maior variabilidade nos resultados das peças recicladas como já mencionado no estudo anterior e, juntamente com problemas de impressão, como exemplo o entupimento do bico, que não eram encontrados com o filamento virgem.

É importante destacar que todos esses testes foram conduzidos em uma impressora

comum. Apesar dessas questões, vale ressaltar que o filamento utilizado passou por apenas um processo de reciclagem e mesmo assim foi possível obter peças de qualidade de impressão satisfatória, o que ressalta o potencial promissor do uso de filamentos reciclados (ANDERSON, 2017).

Resumidamente, ao planejar e produzir peças com ABS e PLA reciclado, é essencial considerar as propriedades mecânicas, como resistência ao impacto e tensão de ruptura. Para compensar as limitações, pode-se usar aditivos, material virgem ou otimizar a geometria e parâmetros de impressão da peça para melhorar seu desempenho (AGOSTINI, 2018).

Entretanto, alguns materiais utilizados no processo de impressão 3D, como ABS, PLA e Poliamida (PA) submetidos a um aumento excessivo de temperatura podem acarretar riscos à saúde através de substâncias voláteis compostos orgânicos como ciclohexanona, estireno, butanol e etilbenzeno. Dessa maneira, a temperatura que se encontra a extrusora e o mau funcionamento das impressoras desempenham um papel importante nas emissões das partículas. Porém, o material particulado (PM) e a concentração de compostos orgânicos voláteis (VOC) mostram maior concentração quando a impressora acaba de ser desligada e a tampa é retirada para remover a peça impressa (COLORADO; VELÁSQUEZ; MONTEIRO, 2020).

Da mesma forma, Neto (2021) aborda a questão da caracterização das emissões de extrusoras de filamento, que permitem aos

consumidores produzirem seu próprio filamento a partir de pellets de plástico. Em um estudo conduzido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA,2020), além das emissões de VOC, foram registrados níveis de emissão de partículas ultrafinas (UFP) comparáveis aos observados em impressoras 3D. Esses dados apontam para um risco à saúde das pessoas que utilizam tanto extrusoras de filamento quanto impressoras 3D em um mesmo ambiente, visto que, em geral, esses dispositivos não possuem sistemas de filtragem para esses compostos e partículas.

Anderson (2017) também chama a atenção para uma possível preocupação relacionada ao uso de filamentos reciclados, que é o potencial aumento de UFP em comparação com filamentos virgens. Estudos indicam uma maior emissão desse tipo de partícula ao usar filamentos reciclados, supostamente devido à presença de contaminantes nesses materiais. Além disso, é importante destacar que a própria extrusora de filamentos emite UFP e VOC, o que significa que os usuários estão expostos a esses poluentes sempre que forem realizar um ciclo de reciclagem.

As taxas gerais de UFP são cerca de dez vezes maiores em impressoras 3D que utilizam ABS termoplástico em comparação com as que usam PLA bruto. Ambos os materiais são considerados "emissores significativos" de UFP, e, por essa razão, é importante cuidados ao utilizar esses filamentos em espaços internos sem ventilação adequada ou com sistemas de filtragem deficientes

(COLORADO; VELÁSQUEZ; MONTEIRO, 2020).

Quando se trata de compreender a eficiência energética na MA isso se torna um grande desafio devido à ampla variação no consumo de energia das máquinas e à dependência de diversas variáveis, que incluem desde os materiais utilizados até a carga de trabalho e a utilização dos espaços de produção (BARROS, 2017).

Devido às características da MA, que envolvem um processo mais demorado, e uma produtividade mais baixa a energia consumida pelo equipamento para cada item produzido é uma preocupação para os pesquisadores, pois pode afetar a eficiência energética (GARCIA et al., 2018).

Na maioria dos processos de MA, as impressoras 3D consomem mais energia em comparação com a MC quando consideramos níveis de processo ou máquinas. Por exemplo, as máquinas, ferramentas são equipadas com vários dispositivos periféricos. Portanto, ao calcular o consumo de energia, é importante levar em consideração tanto o consumo básico de energia e o tempo de processamento, que são os dois principais fatores a serem considerados (FORD; DESPEISSE, 2016).

De acordo com Veit (2018), o consumo de energia é considerado uma vantagem sob a perspectiva da sustentabilidade. Entretanto, essa vantagem varia dependendo do tipo de equipamento utilizado. Nos equipamentos de MA com materiais termoplásticos, o consumo de energia é baixo, o que contribui para a sustentabilidade ambiental. Por outro lado, nos equipamentos de MA com materiais metálicos,

o consumo de energia é maior em comparação com a MC, devido à necessidade de sinterização a laser.

No entanto, é importante realizar uma análise, visto que, mesmo que o consumo de energia possa aumentar, isso ocorre em um único equipamento que tem o potencial de substituir vários equipamentos usados na MC. Além disso, devemos considerar a categoria de tempos e métodos, pois a redução nos tempos de produção pode resultar em uma utilização mais eficiente de recursos, levando a uma redução no consumo total de energia (VEIT, 2018).

Para avaliar o impacto ambiental de um processo, é fundamental examinar cada estágio do ciclo de vida do produto desde a extração da matéria-prima até a fase de descarte, que ocorre no final da vida útil do produto. Essa abordagem é conhecida como avaliação do ciclo de vida (ACV) (ARRIZUBIETA et al., 2020).

No início, os esforços na ACV da MA concentraram-se principalmente na análise do consumo de energia. No entanto, novos estudos ampliaram sua abrangência para abordar também o consumo de materiais, considerando uma variedade mais extensa de impactos ambientais e investigando várias operações em máquinas (REJESKI; ZHAO; HUANG, 2018).

A análise do ciclo de vida pode ser simplificada para focar em aspectos de processos específicos, como o uso direto de energia e materiais, ao investigar diversos processos da MA, incluindo métodos como a

fusão seletiva a laser e a sinterização seletiva a laser (KELLENS et al., 2017).

Devido à escassez de dados detalhados sobre o ciclo de vida, torna-se desafiador conduzir uma avaliação precisa do ciclo de vida de produtos ou uma análise de sustentabilidade para as tecnologias da MA (REJESKI; ZHAO; HUANG, 2018).

Todavia, é importante notar que há uma escassez de estudos que examinam a toxicidade e o impacto ambiental dos processos e materiais utilizados na MA. É importante reconhecer que esses impactos podem ocorrer tanto durante a produção quanto no descarte dos materiais relacionados a essa tecnologia. Embora a MA seja frequentemente vista como uma tecnologia com significativos benefícios sustentáveis, é essencial entender os custos, impactos ambientais e possíveis efeitos na saúde humana ao processar esses materiais para um desenvolvimento responsável no futuro (FORD; DESPEISSE, 2016).

O crescente número de publicações nas áreas, abordadas neste estudo, indicam que os pesquisadores estão cada vez mais voltados para a sustentabilidade na MA. Isso sugere que os desafios associados como a reutilização e reciclagem de materiais, impactos na saúde e processos sustentáveis, provavelmente serão abordados de forma mais rápida. Os materiais com melhor reciclabilidade, reutilização ou circularidade serão mais viáveis para utilização futura na MA, à medida que as políticas nacionais movem cada vez mais a produção para materiais e processos sustentáveis

(COLORADO; VELÁSQUEZ; MONTEIRO, 2020).

Portanto, apesar das iniciativas que buscam aprimorar o uso e a produção de filamentos a partir de materiais renováveis de baixo custo, a grande diversidade de tecnologias de impressão 3D e os variados materiais empregados ainda não permitem alcançar um consenso definitivo sobre a sustentabilidade desse processo. Isso ocorre porque o impacto ambiental gerado varia consideravelmente entre as diferentes tecnologias e materiais utilizados (NETO,2021).

Ou seja, é essencial avaliar o ciclo de vida completo das peças fabricadas por MA em comparação com as peças produzidas por MC, considerando não apenas aspectos econômicos, mas também levando em conta os impactos ambientais e sociais. Além disso, a economia circular e as empresas que reciclam plástico para a produção de filamentos ainda necessitam de uma análise mais profunda, e sem contar que existe uma escassa literatura disponível que analise o impacto logístico do processo (NETO,2021).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo deste estudo foi analisar a interligação entre a MA, com ênfase na tecnologia FDM, e a sustentabilidade ambiental. Investigou-se a relação entre a MA e EC, explorando os potenciais impactos e vantagens dessa tecnologia em termos de sustentabilidade e gestão de resíduos. Além disso, considerou-se o processo, o consumo

de recursos e a acessibilidade à impressão 3D como elementos chave dessa análise, buscando entender como a MA pode contribuir para práticas mais sustentáveis.

A utilização da MA vem crescendo e se mostrando cada vez mais importante em vários ramos industriais com grande potencial para reduzir riscos ambientais quando comparado a processos de MC pelo fato de utilizar somente quantidade necessária de material e gerar menos resíduos. Por outro lado, podem ser observados novos riscos relacionados ao processo e utilização desta tecnologia.

Outro aspecto significativo é que, tanto na MC quanto na MA, existe um consumo de recursos, como matéria-prima e energia, gerando significativa emissão de resíduos e gases poluentes. Independentemente da tecnologia, nem toda a matéria-prima utilizada pode ser totalmente incorporada ao produto, o que significa que a MA possui sua própria pegada ecológica.

Já a reciclagem na MA surge como uma alternativa para diminuir os impactos ambientais como exemplo a redução de resíduos poliméricos descartados. Além disso, a utilização de polímeros reciclados pode substituir a matéria-prima virgem resultando em uma conservação dos recursos naturais.

Por outro lado, segundo diferentes autores, a reciclagem dos dois polímeros mais utilizados na impressão 3D, o ABS e o PLA, é possível, algumas alterações nas suas propriedades mecânicas, como a resistência ao impacto e tensão de ruptura. Ou seja, quando for produzir objetos com polímeros reciclados essas questões devem ser levadas

em consideração; uma forma de melhorar o desempenho envolve o uso de aditivos ou uma porcentagem de matéria-prima virgem para compensar essas limitações.

No entanto, o processo que envolve a produção dos filamentos reciclados através de extrusoras e posteriormente a utilização desses filamentos em impressoras 3D podem aumentar a concentração VOC e a emissão UFP principalmente em ambientes fechados podendo acarretar riscos à saúde, sendo contrário ao conceito de economia circular que se baseia na reutilização contínua de recursos e garantia de fluxos seguros e saudáveis tanto para seres humanos quanto para a natureza.

No que diz respeito a compreensão energética na MA isso se mostra um grande desafio devido a variedade de impressoras 3D e de outros fatores envolvidos como por exemplo a carga de trabalho. O processo de MA pode ser mais demorado e tornando a produtividade mais baixa e resultando em um gasto de energia maior por peça produzida em comparação a MC. Por outro lado, este consumo varia de acordo com a tecnologia empregada, ou seja, na tecnologia que envolve termoplásticos o consumo de energia é menor e contribui para a sustentabilidade.

Em síntese, a análise dos impactos ambientais e energéticos na MA exige um volume considerável de informações abrangendo diversos materiais, processos, equipamentos, projetos de produtos e participantes da cadeia de suprimentos. Cada um desses dados desempenha um papel fundamental na obtenção de estimativas precisas e avaliações confiáveis do consumo

de energia e impacto ambiental, especialmente durante a análise do ciclo de vida.

Portanto, é essencial promover estudos aprofundados relacionados à avaliação e ao gerenciamento de novos riscos na MA, abordando aspectos como toxicidade, custos e sustentabilidade. A conscientização e colaboração entre especialistas de diversas disciplinas, incluindo materiais, mecânica, química e economia, são fundamentais para promover um futuro sustentável no contexto do ciclo de vida da MA. Esses esforços em conjunto podem contribuir, significativamente, para avaliar e reduzir o impacto ambiental e energético da MA, garantindo sua integração eficiente e sustentável na indústria.

## REFERÊNCIAS

ARRIZUBIETA, J. I.; UKAR, O.; OSTOLAZA, M.; MUGICA, A.; *Study of the Environmental Implications of Using Metal Powder. Additive Manufacturing and Its Handling Digital archive learning researching*, 2020. Disponível em: <<https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/41917/metals-1000261.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 04 mar. 2023.

ANDERSON, I.; *Mechanical Properties of Specimens 3D Printed with Virgin and Recycled Polylactic Acid. 3D Printing and Additive Manufacturing – Mary Ann Liebert, inc. v. 4, n. 2, p., 2017.* Disponível em: <<https://doi.org/10.1089/3dp.2016.0054>> Acesso em: 17 set. 2023.

AGOSTINI, N. B.; *Reciclagem primária de resíduos poliméricos provindos do processo FDM.* Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Lume Repositório Digital, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/190145>> Acesso em: 03 set. 2023.

ALCAIDE, E.; WILTGEN, F.; Estudo das Tecnologias em Prototipagem Rápida: Passado, Presente e Futuro. UNITAU - Revista Ciências Exatas, vol.24 N 2, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/exatas/article/view/2757>> Acesso em: 29 abr. 2023.

ALMEIDA, L. F.; Efeito da Fotopolimerização Complementar em Resinas para Impressoras por Estereolitografia em suas Propriedades Mecânicas e Diferentes Designs de Impressão na Precisão de Modelos Odontológicos. Tese doutorado apresentada a Universidade estadual Paulista (UNESP), 2020. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192340>>. Acesso em: 06 maio 2023.

ASSUNÇÃO, G. M. A.; Gestão Ambiental Rumo a Economia Circular: Como o Brasil se Apresenta Nessa Discussão. Revista eletrônica sistemas & gestão, Interface - v. 14 n. 2, 2019. Disponível em: <<https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/1543>>. Acesso em: 13 maio 2023.

BARBOSA, F. A.; VELÁZQUEZ, D. R. T.; HELLENO, A. L.; JUNIOR, M. V.; Vantagens e Desafios da Manufatura Híbrida – Integrando Manufatura Aditiva E Subtrativa. Encontro Nacional de Engenharia de Produção (XXXIX ENEGEP), São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2019&c=38258>> Acesso em: 24 abr. 2023.

BORAH, S.; 3D Printer Filament Length Monitor. International Journal of Science, technology and Society, India, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo.aspx?journalid=183&doi=10.11648/j.ijsts.20140205.16>>. Acesso em: 06 maio 2023.

BARROS, K. D. S.; *Identification of The Environmental Impacts Contributors Related to The Use of Additive Manufacturing Technologies*. Tese de doutorado da Université Grenoble Alpes, 2017. Disponível em: <<https://theses.hal.science/tel-01689798>>. Acesso em: 13 maio 2023.

COELHO, P. M. N.; Rumo à indústria 4.0. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de ciências e Tecnologia das Universidade de Coimbra, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10316/36992>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

CALDERARO, D. R.; LACERDA, D. P.; VEIT, D. R.; *Selection of additive manufacturing Technologies in productive systems: a decision support model*. Gestão e produção – Scientific Electronic Library Online, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/gp/a/zJRxWch3TVZjQKPJtmBjfyP/?lang=en&format=pdf>>. Acesso em: 06 maio 2023.

COELHO, A. W. F.; Manufatura Aditiva Por Jato De Aglutinante (Impressão 3D): Fabricação e Avaliação de Compósitos de Gesso Com Fibras de Sisal. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2018. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/12156>>. Acesso em: 06 maio 2023.

CANEVAROLO, S. V. J.; Ciência dos Polímeros. 3. Ed. São Paulo: Editora Artliber, 2013.

COSTA, M. R.; SILVA, R. S.; MENDONÇA, T. S.; Análise da Aplicação da Manufatura Aditiva no Recondicionamento de Moldes Sob a Perspectiva se Economia Circular. Universidade Mackenzie, Adelpa Repositório Digital, 2021. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/29041>> Acesso em: 13 maio 2023.

COLORADO, H. A.; VELÁZQUEZ, E. I. G.; MONTEIRO, S. N.; Sustainability of additive manufacturing: the circular economy of materials and environmental perspectives. Journal of materials research and technology, Volume 9, 4 August 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.04.062>> Acesso em: 09 set. 2023.

DALENOGARE, L. S. A.; indústria 4.0 no Brasil: Um Estudo dos Benefícios Esperados e Tecnologias Habilitadoras. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Lume Repositório Digital, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/185799>> Acesso em: 01 abr. 2023.

FORD, S.; DESPEISSEI, M.; *Additive Manufacturing and Sustainability: An Exploratory Study of the Advantages and Challenges*. *Journal of Cleaner Production*, Volume 137, 20 November 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.150>> Acesso em: 09 set. 2023.

FRATILA, D.; ROTARU, H.; *Additive Manufacturing – A Sustainable Manufacturing Route*. *Matec Web Of Conferences – volume 94, 2017*. Disponível em: <[https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/08/mateconf\\_cosme2017\\_03004/mateconf\\_cosme2017\\_03004.html](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2017/08/mateconf_cosme2017_03004/mateconf_cosme2017_03004.html)> Acesso em: 09 mar. 2023.

GARCIA, F. L.; MORIS, V. A. S.; NUNES, A. O.; SILVA, D. A. L.; *Environmental performance of additive manufacturing process*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Repositório Digital, 2018. Disponível em: <[https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/32448/1/EnvironmentalPerformance\\_Nunes\\_2018.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/32448/1/EnvironmentalPerformance_Nunes_2018.pdf)> Acesso em: 03 set. 2023.

GUIMARÃES, E. R. L. JÚNIOR, D. S. G.; *Características das Tecnologias Digitais da Indústria 4.0 que têm Apoiado a Economia Circular*. *Revista Investigação, sociedade e investimento*, 2021 vol.10 N16. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22912>> Acesso em: 09 mar. 2023

GRAGLIA, M. A. V.; *As Novas Tecnologias e Os Mecanismos de Impacto No Trabalho*. Repositório Pontifica Universidade Católica de São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/21157>> Acesso em: 01 abr. 2023

GOMES, J. F. B.; WILTGEN, F.; *Avanços na Manufatura Aditiva em Metais: Técnicas, Materiais E Máquinas*. *Revista tecnologia*, 2020 vol.41 N 1. Disponível em: <<https://ojs.unifor.br/tec/article/view/9917>> Acesso em: 29 abr. 2023.

HORVATH, J.; CAMERON, R. *3D Printing with Mattercontrol*. Editora Apress, 2015.

INÁCIO, D.; DROZDA, F. O.; SILVA, W. de A.; MARQUES, M. A. M.; SELEME, R. A.; *Importância da Manufatura Aditiva como Tecnologia Digital para a Indústria 4.0: Uma Revisão Sistemática*. *Revista Competitividade e Sustentabilidade*, vol. 7, N. 3, p. 653–667, 2020. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/comsus/article/view/23861>>. Acesso em: 24 abr. 2023.

JUNQUEIRA, A.; *A Quarta Revolução Industrial e o Potencial Impacto Da Indústria 4.0 Sobre O Emprego*. Universidade do Minho, 2020. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/1822/68632>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

JUNIOR, N. A. C.; *A Integração da Impressora 3D FDM no Processo Ensino-Aprendizagem da Prática Projetual de Design*. Tese doutorado apresentada a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/29087>>. Acesso em: 06 maio 2023.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J.; *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Indust 4.0*. *Acatech National Academy of Science and Engineering*, 2013. Disponível em: <<https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>> Acesso em: 09 mar. 2023.

KUNKEL, M. E.; CANO, A. P. D.; GANGA, T. A. F.; ARTIOLI, B. O.; JUVENAL, E. A. O.; *Manufatura Aditiva do Tipo FDM na Engenharia Biomédica*. In: Maria Elizete Kunkel. (Org.). *Fundamentos e Tendências em Inovação Tecnológica: v.1, 1ed*. Seattle, United States: Kindle Direct Publishing, 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/350801302\\_Manufatura\\_Aditiva\\_do\\_Tipo\\_FDM\\_na\\_Engenharia\\_Biomedica](https://www.researchgate.net/publication/350801302_Manufatura_Aditiva_do_Tipo_FDM_na_Engenharia_Biomedica)>. Acesso em: 06 maio 2023.

KELLENS, K.; BAUMERS, M.; GUTOWSKI, T. G.; FLANAGAN, W.; LIFSET, R.; DUFLOU, J. R.; *Environmental Dimensions of Additive Manufacturing: Mapping Applications Domains and Their Environmental Implications*. *Journal of Industrial Ecology* v.21, 2017. Disponível em: <



<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jiec.12629>>. Acesso em: 13 maio 2023

LANZOTTI, A.; MARTORELLI, M.; MAIETTA, S.; GERBINO, S.; PENTA, F.; GLORIA, A.; A comparison between mechanical properties of specimens' 3D printed with virgin and recycled PLA. *Procedia CIRP*, v. 79, p. 143–146, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.030>>. Acesso em: 17 set.2023.

LEMOS, P.; Economia Circular Como Fator de Resiliência e Competitividade na Região de Lisboa e Vale Do Tejo. Comissão de coordenação e desenvolvimento regional de Lisboa, 2018. Disponível em: <[https://www.ccdr-lvt.pt/wp-content/uploads/2022/02/economia-circular-resiliencia-competitividade-RLVT\\_2018.pdf](https://www.ccdr-lvt.pt/wp-content/uploads/2022/02/economia-circular-resiliencia-competitividade-RLVT_2018.pdf)>. Acesso em: 18 Maio 2023.

NETO, H. P.; Iniciativas sustentáveis em relação ao uso da impressão 3D. Dissertação de mestrado a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Lume Repositório Digital, 2021. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/235682>> Acesso em: 17 set. 2023

OSEJOS, J. V. M.; *Caracteriación De Materiales Termoplásticos De ABS Y PLA Semirrígido Impress Em 3D Com Cinco Mallados Internos Diferentes*. Dissertação apresentada a Faculdade de engenharia mecânica de Quito, Equador, 2016. Disponível em: <<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/13064>>. Acesso em: 30 abr. 2023

PAIVA, D. A.; SOUZA, E. W.; FERREIRA, A. C. B.; BONSE, B C.; Compostos de ABS virgem e reciclado para impressão em 3d. 13º Congresso Brasileiro de Polímeros, Natal - RN, 2015. Disponível em: <<http://e-democracia.com.br/cbpol/anais/2015/>>. Acesso em: 17 set. 2023.

PAOLI, M. A. D.; Mudanças na Polímeros. Seção Editorial Polímeros – Scientific Electronic Library Online,2015. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/po/a/9pbGtKHG8YbzXYP3CLfQBYf/?lang=pt>>Acesso em: 29 abr. 2023.

REJESKI, D.; ZHAO, F.; HUANG, Y.; *Research Needs and Recommendations on Environmental Implications of Additive Manufacturing*. *Additive Manufacturing*, 2018. pp. 21-28. Manuscrito aberto. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221486041730177X>>. Acesso em: 04 mar. 2023.

SANTOS, B. P.; ALBERTO, A.; LIMA, T. D. F.; CHARRUA-SANTOS, F. M. B.; I.; Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, Vol.4.316, 2018a. Disponível em: <<https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento/article/view/e316>> Acesso em 01 abr. 2023.

SANTOS, L. M. D.; ROCHA, D. S. G. M.; CARNEIRO, M. L.; LUZ, M. P.; Tipos De Polímeros Utilizados Como Matéria Prima No Método De Manufatura Aditiva Por FDM: Uma Abordagem Conceitual. Encontro nacional de engenharia de produção (XXXVIII Enegep), Alagoas, 2018b. Disponível em: <<https://abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2018&c=36043>> Acesso em: 30 abr. 2023.

SANTOS, L. M. D.; JUNIOR, R. R. D. S.; LIMA, K. K. D.; COQUEIRO, S. P.; Estudo Da Ciência Na Revolução Industrial 4.0 Com Ênfase na Manufatura Aditiva. *Revista Uniaraguaia*, 2020 vol.15 N 3. Disponível em: <<https://sipe.uniaraguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/98>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

SCHWAB, K.; *A Quarta Revolução Industrial*. São Paulo: Edipro, 2016.

SOUZA, L. R. D. S.; Análise Experimental de Polímeros Recicláveis e Biodegradáveis na Manufatura Aditiva. Dissertação de Mestrado Apresentada a Universidade de Brasília (UNB), 2019. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/22066>>. Acesso em: 06 maio 2023.

VEIT, D. R.; Impactos da manufatura aditiva nos sistemas produtivos e suas repercussões nos critérios competitivos. Tese de doutorado apresentado a Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, Repositório Digital da biblioteca da Unisinos, 2018. Disponível em: <

<http://repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/6927>> Acesso em: 17 set. 2023

VOLPATO, N.; Manufatura Aditiva: Tecnologias e Aplicações da Impressão 3d. São Paulo: Blücher, 2017.

WILTGEN, F.; Protótipos e Prototipagem Rápida Aditiva Sua Importância No Auxílio Do Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação (10º COBEF), 2019. Disponível em:  
<<https://www.researchgate.net/profile/Filipe-Wiltgen/publication/335507334> > Acesso em: 06 maio 2023.

WILTGEN, F.; LOPES, M.; Manufatura Aditiva e Subtrativa Na Construção De Moldes Mecânicos Híbridos Para Aplicação Em Manufatura Formativa. Retec - Revista de tecnologias, 2022 vol.15 N1. Disponível em:  
<<https://www.fatecourinhos.edu.br/retec/index.php/retec/article/view/425>> Acesso em: 24 abr. 2023.

WEETMAN, C.; Economia Circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. São Paulo: Autêntica, 2019.

# ANÁLISE E APLICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSAMENTO DE COCO PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

**Cristiane Pires Toledo**

cristoledopires@gmail.com

**Prof<sup>a</sup>. Me. Sílvia Panetta Nascimento**

silvia.nascimento@fatec.sp.gov.br

**Fatec Itapetininga**

**RESUMO:** A cadeia produtiva do coco tem grande importância econômica no país e compreende um conjunto de etapas que envolve desde a produção do coco até a comercialização dos seus derivados. Com a crescente industrialização do coco, entretanto, o volume de resíduos gerados vem aumentando significativamente e a maior parte desses não são aproveitados e muitas vezes descartados de forma incorreta, o que gera comprometimento do meio ambiente. Com o intuito de identificar os resíduos da agroindústria do processamento do coco, bem como avaliar os impactos gerados e possíveis aplicações para esses resíduos, foi desenvolvido este estudo. Por meio de uma revisão de literatura foi verificado que os resíduos gerados da industrialização do coco possuem potencial de aplicação em produtos de maior valor agregado. As alternativas de aproveitamento da casca de coco promovem a economia circular, evitando o descarte inadequado e contribuindo para a redução dos impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Cadeia produtiva. Casca do coco. Economia circular. Sustentabilidade

## ANALYSIS AND APPLICATION OF WASTE GENERATED IN COCONUT PROCESSING TO REDUCE ENVIRONMENTAL IMPACTS

**ABSTRACT:** The coconut production chain has great economic importance in the country and comprises a set of stages that range from coconut production to the commercialization of its derivatives. With the increasing industrialization of coconut, however, the volume of waste generated has increased significantly and most of it is not used and is often discarded incorrectly, which compromises the environment. In order to identify residues from the coconut processing agroindustry, as well as evaluate the impacts generated and possible applications for these

residues, this study was developed. Through a literature review, it was verified that the waste generated from the industrialization of coconut has potential for application in products with higher added value. Alternatives for using coconut shells promote the circular economy, avoiding inappropriate disposal and contributing to the reduction of environmental impacts.

**Keywords:** Production chain. Coconut shell. Circular economy. Sustainability

## 1 INTRODUÇÃO

O crescente papel da agroindústria na economia brasileira é notável, com uma representatividade de aproximadamente 10% do PIB nacional, além de ser responsável por milhões de empregos diretos e indiretos, fornecendo alimentos e bebidas de qualidade para a população e para exportação, contribuindo para a segurança alimentar e, também, para a balança comercial do país (ABIA, 2022).

A agroindústria alimentícia de processamento de coco tem se destacado no mercado, sendo uma das principais fontes de relevância econômica em diversos estados do Brasil (OLIVEIRA, 2020; JERÔNIMO, COELHO 2012). A produção de coco atingiu níveis recordes, tornando-se uma das maiores do mundo, com destaques para produtos como água de coco, leite de coco e coco ralado, cuja

produção em grande escala gera um significativo volume de resíduos (ICC, 2021).

O descarte inadequado da casca de coco resulta em problemas ambientais em função da liberação de grandes quantidades de gás metano, contribuindo para o aumento do efeito estufa e agravando as mudanças climáticas (JESUS et al., 2021).

Diante dos fatos mencionados, no presente estudo foi realizada uma análise dos resíduos gerados pelas agroindústrias que trabalham com processamento de coco, destacando principalmente a casca, e os impactos ambientais decorrentes dos altos índices de descartes inadequados, assim como identificar formas de utilizar a casca, de modo a reduzir os impactos ambientais causados pelo descarte desses resíduos, ao mesmo tempo em que agrega valor ao resíduo, através de sua aplicação em co-produtos.

## 2 METODOLOGIA

Marconi e Lakatos (2017) destacam que a pesquisa bibliográfica é uma fonte de referências atualizadas e consolidadas, sendo útil, tanto para a revisão da literatura, quanto para a contextualização do objeto de estudo, sendo possível o acesso a informações que possam agregar conhecimento e embasar a fundamentação teórica do trabalho acadêmico.

No desenvolvimento desse trabalho foram utilizadas as seguintes bases de dados: Google acadêmico, Simpep, Enegep, Capes, *Scielo*, publicações de Institutos de estatística e economia, entre outros, realizando as buscas no período dos últimos dez anos, embora

algumas fontes sejam anteriores, em vista de sua relevância, usando os seguintes buscadores: resíduos da agroindústria, sustentabilidade, logística reversa, agroindústria de coco, processamento de coco, descarte de resíduos da casca de coco, economia circular e casca de coco. Os autores utilizados foram: EMBRAPA, FAO, IBGE, OLIVEIRA (2020), BRAINER; XIMENES (2020), CUENCA; MARTINS; JESUS JÚNIOR (2021), entre outros.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 CADEIA AGROINDUSTRIAL DO COCO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.), conhecido como coco-da-baía ou coco-da Bahia, é um fruto proveniente da palmeira da família Palmae. Sendo considerado como uma árvore de grande importância mundial, uma vez que sua exploração gera emprego e renda em mais de 86 países. Além de ser consumido in natura, o fruto dessa palmeira também é utilizado na produção de mais de 100 produtos e subprodutos industrializados. As partes constituintes da palmeira como a raiz, inflorescência, estipe, casca e até mesmo folhas também geram diversos subprodutos e derivados com grande interesse econômico. Ademais, o coqueiro é amplamente utilizado como planta paisagística em praças, canteiros públicos, chácaras e fazendas, contribuindo para a arborização e embelezamento desses locais (EMBRAPA, 2022).

O fruto do coco é, em geral, um tipo de drupa que é classificado como seco e

indeiscente, comumente contendo apenas uma semente. Sua estrutura é composta por três camadas distintas: o epicarpo, que é a camada externa verde, seguido pelo mesocarpo e endocarpo, que juntos formam a camada mais desenvolvida e resistente, composta por fibras densas e altamente resistentes. O interior dessas camadas é constituído pelo embrião e um tecido nutritivo extenso que forma a parte comestível do coco, além da água do coco, que é classificada como endosperma, um tecido nutritivo que nutre o

embrião durante seu desenvolvimento (OLIVEIRA, 2020).

Ainda de acordo com o autor, existem diferentes variedades de coco, cada um com suas características específicas, como ilustrado na figura 1, eles se distinguem do coco-da-baía, também conhecido como coco verde, e do coco-da-malásia, popularmente conhecido como coco-anão e o coco híbrido, também conhecido como coco germinado.

**Figura 1 – Imagem de variedades de coco**



Fonte: SILVA, MULDER e SANTANA (2020, p. 84)

A cadeia produtiva do coco compreende um conjunto de etapas que envolve desde a produção do coco até a comercialização dos seus derivados. O coco é uma fruta com característica bastante versátil e utilizada em

diversas indústrias, como a alimentícia, cosmética e farmacêutica (EMBRAPA, 2014).

A primeira etapa da cadeia produtiva consiste na produção do coqueiro para obtenção do seu fruto que é o coco. As árvores são cultivadas em regiões tropicais e

subtropicais, conforme dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2011). Cerca de 80% da área plantada com coqueiros está concentrada na Ásia, tendo Indonésia com 30,1% da produção global, Filipinas com 24,7% e Índia com 19,0%, seguido do Sri Lanka e Brasil, o qual tem uma participação de aproximadamente 4,5% do total mundial (FAO, 2021; BRAINER; XIMENES, 2020).

A produção mundial de coco tem apresentado um aumento constante ao longo da última década, sem grandes alterações na área de plantio ou colheita. A América Latina, incluindo o Brasil, representa uma pequena parcela da área plantada mundialmente. Ainda assim, é importante notar que a produção de coco no Brasil é de grande importância econômica, beneficiando milhares de produtores e ocupando uma extensa área de terra, principalmente na região Nordeste (FAO, 2021).

### 3.2 PRODUÇÃO DE COCO NO BRASIL

Introduzido no Brasil em 1553 pelos portugueses, atualmente há três variedades de coqueiro exploradas no país, segundo SEBRAE (2016), as quais consistem no coqueiro gigante, o coqueiro anão e o coqueiro híbrido. Com o coqueiro gigante é realizada a produção de leite de coco e coco ralado, devido ao fornecimento da polpa, que também é conhecida como copra. O Coco anão é utilizado para obtenção de água de coco, já o coco híbrido usa-se tanto para o fornecimento de água de coco, quanto para outros produtos derivados. A plantação de coqueiro anão está

em constante crescimento no país, passando a indicar cerca de 50 mil produtores dedicados a essa variedade de plantio.

A cocoicultura é uma atividade de grande importância econômica no país, beneficiando mais de 220 mil produtores. A área plantada ou destinada à colheita do coco-da-baía é um fator crucial para a produção e a oferta desse importante produto agrícola no mercado. No Brasil, a área plantada com coco-da-baía é bastante extensa, ocupando cerca de 280 mil hectares de terra e está distribuída em diversas regiões do país, principalmente nas áreas litorâneas e de clima tropical. (EMBRAPA, 2011; CUENCA; MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2021).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2021) confirmam que a quantidade produtiva do cultivo do coco-da-baía é mais intensa na região Nordeste, com 80% da produção nacional, representando cerca de 1.235.042 toneladas.

Já a região Norte, apesar de apresentar uma representatividade menor comparado à região Nordeste, tem um enfoque significativo na produção de coco-híbrido. Essa região apresenta um potencial de produção significativo, principalmente nos estados do Pará e do Amazonas, onde estão localizadas grandes áreas de cultivo de coco-da-baía. A produção nessa região, porém, ainda é relativamente baixa em comparação com outras regiões do país (BRAINER, 2021).

### 3.3 A INDUSTRIALIZAÇÃO DO COCO

Após a colheita, o coco é transportado para as unidades de processamento. Uma das principais etapas é a extração da água de coco, que pode ser consumida *in natura* ou utilizada na produção de bebidas, sorvetes e outros alimentos. A polpa do coco também é retirada e pode ser processada para a produção de óleo de coco, leite de coco, coco ralado e outros derivados (ROCHA; FERREIRA; GARCIA, 2022).

A indústria do coco pode ser classificada como uma indústria bastante diversificada, pois possui aplicações em diversos setores. Os autores Cuenca, Martins e Jesus Júnior (2021) afirmam que a indústria alimentícia é um dos principais setores que processa o coco, produzindo diversos produtos, dentre eles o leite de coco, óleo de coco, açúcar de coco, coco ralado, água de coco, entre outros.

Já a indústria de cosméticos usa o óleo de coco em produtos para cabelos, pele e unhas, devido às suas propriedades hidratantes e emolientes. O coco também é utilizado na produção de sabões e detergentes pela indústria de produtos de limpeza. Além disso, considerando a produção de forma sustentável, o coco é uma fonte promissora de biocombustíveis, pois seu óleo pode ser utilizado como combustível em motores diesel. Outras aplicações incluem a fabricação de papel e tecidos a partir das fibras do coco (VALENTE et al., 2017).

### 3.3.1 Água de coco

A definição da água de coco foi estabelecida no art. 20, do Decreto nº 6.871,

publicado em 4 de junho de 2009 (BRASIL, 2009), conforme segue:

“a água de coco é a bebida não diluída, não fermentada, obtida da parte líquida do fruto do coqueiro (*Cocos nucifera* L.), por meio de processamento adequado” (BRASIL, 2009)

O mesmo Decreto estabelece critérios rigorosos para a obtenção e sua composição. Isso significa que a bebida tem que ser produzida exclusivamente a partir do interior do coco verde maduro, dessa forma garantindo a sua qualidade e segurança para o consumo (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2019).

Além do Decreto que define a bebida, a Instrução Normativa nº 9 de 30 de janeiro de 2020 (MAPA, 2020), apresenta o padrão de identidade e qualidade (PIQ) da água de coco, estabelecendo as características físico-químicas próprias da água de coco, sendo elas determinadas pelo pH, acidez e teor de sólidos solúveis, pois são elas que a diferenciam de outras bebidas à base de coco.

De acordo com a IN nº 9 (MAPA, 2020), a água de coco é classificada em integral, padronizada, desidratada, reconstituída e concentrada. Na integral prevalece a sua concentração natural, sem a adição de água ou açúcar, pois para essa classe é vedada a utilização dessa designação, pois preservam as características únicas da bebida. A água de coco padronizada tem a água de coco integral como base, podendo ser adicionada uma determinada concentração de água de coco concentrada, desidratada e com uma quantidade padrão de açúcares que consiste em igual ou inferior a meio grama por cem milímetros, sendo identificada como

0,5g/100mL. A água de coco reconstituída é obtida da reconstituição da água de coco concentrada ou desidratada, por adição de água potável ou água de coco integral, ou ambos, podendo também ter adição de açúcares. A água de coco desidratada consiste no produto sendo submetido a um adequado processo de desidratação, para alcançar um teor de umidade que seja igual ou inferior a 5%. Já a água de coco classificada como concentrada é o produto integral submetido a um processo adequado de concentração e não pode haver adição de água potável.

Com base nas informações disponíveis na Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (ABIR) 2020, é possível constatar que o mercado de água de coco no Brasil tem apresentado um expressivo aumento na sua produção nos últimos anos.

Esse aumento pode ser explicado pela crescente demanda por bebidas saudáveis e naturais, como a água de coco, fonte de minerais essenciais ao corpo humano, que tem se mostrado uma opção cada vez mais popular entre os consumidores brasileiros (FAZENDA, 2020). Este fato é corroborado pelo aumento do consumo *per capita* de água de coco no mercado brasileiro (ABIR, 2021).

O processo produtivo da industrialização da água de coco pode variar conforme a empresa. No caso da empresa Amacoco, uma das principais produtoras de água de coco no país, o processo se inicia com a chegada da matéria-prima (coco), após a colheita, mas também pode ser armazenada por alguns meses. Os cocos são selecionados e

desfibrados manualmente e, após a inspeção visual, aqueles que se encontram em estado de germinação são segregados, pois a água desses cocos pode ter um sabor diferente e não ser adequada para o processo produtivo, dessa forma são apenas utilizados aqueles em boa condição, realizando o processo de perfuração e extração da água, onde ela passa por uma tela de aço inoxidável fazendo com que aconteça a remoção de resíduos (HENRIQUE, 2017).

O autor aponta também que logo após ser extraída, a água de coco é armazenada em tanques com sistema de resfriamento mantido entre 15 e 20°C. Em seguida, passa por um processo de centrifugação para remover sólidos em suspensão e por análises físico-químicas, como determinação de pH; Brix; quantificação de ácido cítrico; turbidez e oxigênio dissolvido, além de avaliações sensoriais.

Em seguida, a água de coco é homogeneizada e submetida ao sistema UHT (*Ultra High Temperature*), onde sua temperatura é elevada a 135° C por quatro segundos e, em seguida, resfriada a 25° C para adquirir a condição de estéril comercialmente (CUNHA, 2019; TEIXEIRA; TEIXEIRA; SOUZA, 2008).

Na última etapa, o produto estéril é embalado e a bebida está pronta para ser comercializada (SILVA; MULDER; SANTANA, 2020; HENRIQUE, 2017).

### **3.3.2 Leite de coco**



O leite de coco teve a sua definição estabelecida pela Resolução - RDC nº 726, de 1 de julho de 2022 (ANVISA, 2022), segundo a qual,

“produtos de frutas: são elaborados a partir de frutas, inteiras ou em partes, ou sementes, obtidos por secagem, desidratação, laminação, cocção, fermentação, concentração, congelamento ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos, podendo apresentar líquido de cobertura e ser recobertos” (ANVISA, 2022).

O consumo do leite de coco vem crescendo como alternativa ao leite de vaca, especialmente entre veganos, pessoas com intolerância à lactose e indivíduos que buscam uma alimentação mais saudável. Além de saboroso, é saudável, contém muitos nutrientes, prático e versátil na culinária já que esse produto é capaz de acrescentar sabor e textura a diversos pratos, tanto doces como salgados, bem como a bebidas (FUNDAÇÃO CARGILL, 2020; SILVA, 2019).

Devido aos benefícios que o leite de coco oferece para a saúde, muitas pessoas em todo o mundo consomem este produto, o que garante uma demanda consistente (BRAINE, 2021).

Diante dos dados de alguns estudos torna-se possível prever um crescimento significativo do mercado mundial de leite de coco, com a receita projetada para alcançar US\$ 2,9 bilhões em 2027, o que representa uma taxa de crescimento anual de 17,1%. Esse aumento é impulsionado por diversos fatores, incluindo a conscientização crescente dos consumidores em relação à saúde e uma melhor rede de distribuição (BRAINE, 2021).

Nesse contexto, o leite de coco surge como uma alternativa interessante, pois o mesmo oferece diversos benefícios para a saúde, como a presença de ácidos graxos de cadeia média e vitaminas importantes para o organismo, o que também tem impulsionado o desenvolvimento de produtos lácteos à base de leite de coco (LÁZARO, 2012; SILVA, 2019).

Os autores Jerônimo, Coelho (2012) e Carvalho (2007) descrevem o processo da cadeia produtiva do leite de coco, que consiste nas seguintes etapas: Recepção, Classificação e Limpeza, Cozimento e Retirada da Amêndoa, Despeliculagem, Lavagem, Trituração e Prensagem, Formulação do Leite de coco, Homogeneização, Desaeração, envase, Pasteurização, Rotulagem e Embalagem.

A primeira está relacionada com a recepção dos cocos, quando são analisados e avaliada sua qualidade, sendo, em seguida, pesados e direcionados para o armazenamento. O coco já descascado, com os resíduos separados, segue para a próxima etapa, que consiste na classificação e limpeza e, posteriormente, para o processo de cozimento e retirada da amêndoa, o que facilita a retirada da polpa do coco (JERÔNIMO; COELHO, 2012).

Essas polpas são cozidas em autoclaves a alta pressão e em seguida são serradas para retirada da amêndoa. Segue o processo de despeliculagem, quando os cocos são raspados e a película residual desse processo é comercializada para empresas de extração

de óleo e até mesmo para ração animal (CARVALHO, 2007).

O processo de produção de leite de coco inicia-se com a lavagem dos cocos para remover sujidades, seguidamente pela imersão em tanques com metabissulfito de sódio e lavagens por aspersão para atender aos critérios sanitários e evitar a presença de fragmentos escuros no produto final. Após a remoção dos fragmentos, a polpa é triturada e moída para atingir as características desejadas, aumentando a área para remoção do leite. Em seguida, é realizada a prensagem para extrair o leite, e os resíduos são aproveitados na elaboração de coco ralado. O leite obtido passa por adição de estabilizantes, antioxidantes, conservantes e água para atingir o nível de 12% de gordura. Esses aditivos são incorporados a uma temperatura de 80°C para facilitar a solubilidade. O controle rigoroso desse processo garante a qualidade e características desejadas do leite de coco final (JERÔNIMO; COELHO, 2012).

Assim que terminado o processo da formulação, o leite é submetido ao processo de homogeneização, para que as gotículas de gorduras não solubilizadas sejam emulsificadas de modo a aumentar a estabilidade do produto final. Segue a desaeração para a retirada do ar presente na solução. Nesse processo é possível alcançar uma maior estabilidade do produto evitando-se reações de oxidação. Depois disso o produto será envasado e pasteurizado em um túnel térmico, para eliminar os microrganismos presentes. As garrafas são, então, rotuladas e embaladas em caixas de papelão para serem

expedidas (JERÔNIMO; COELHO, 2012; SILVA; MULDER; SANTANA, 2020).

### 3.3.3 Coco ralado

O coco ralado tem a sua definição também estabelecida pela Resolução - RDC nº 726, de 1 de julho de 2022 (ANVISA, 2022), segundo a qual,

“produtos de frutas são produtos elaborados a partir de frutas, inteiras ou em partes, ou sementes, obtidos por secagem, desidratação, laminação, cocção, fermentação, concentração, congela-mento ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos, podendo apresentar líquido de cobertura e ser recobertos” (ANVISA, 2022).

O coco ralado é um ingrediente muito utilizado na culinária brasileira e apresenta diversos benefícios nutricionais, como a presença de fibras e minerais. Ele é obtido do endosperma do fruto do coqueiro, por meio de um processo tecnológico altamente adequado, que inclui a etapa de desidratação, envase e controle de qualidade (SILVA; MULDER; SANTANA, 2020). Como já citado anteriormente o bagaço, obtido através da etapa de prensagem, é disposto em um secador contínuo de leite fluidizado, permanecendo o tempo necessário para atingir o nível de umidade, que é cerca de 3%. Junto dessa etapa também é realizado o controle de qualidade, por meio de análises laboratoriais, dessa forma, a empresa pode garantir a estabilidade desse produto no comércio (PEDROSA; MELO, 2014; CARVALHO, 2007).

São feitas as seguintes análises para garantir a qualidade: acidez, umidade, pH, sulfatos e sólidos solúveis. Depois de realizada a etapa de desidratação, o coco é envasado

em embalagens normalmente de 50 e 100 g. Passa a ser de grande relevância destacar que em todos os processos há geração de resíduos, desde a chegada da matéria-prima até a formulação do produto final, os quais precisam ser gerenciados adequadamente (JERÔNIMO, COELHO, 2012; SILVA; MULDER; SANTANA, 2020).

### 3.3.4 Óleo de coco

O óleo de coco tem a sua definição contida na Resolução-RDC nº 481, de 15 de março de 2021 (ANVISA, 2021), a qual estabelece que,

“óleos vegetais são produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos, podendo conter pequenas quantidades de outros lipídios tais como fosfolípidos, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura, obtidos das partes das espécies vegetais” (ANVISA, 2021).

Além disso também tem a legislação complementar, IN nº 87, de 15 de março de 2021, cujo Anexo I apresenta a lista de espécies vegetais autorizadas para produção de óleos e gorduras, contendo o nome comum da espécie vegetal, as partes do vegetal utilizadas para extração e o nome científico da espécie vegetal que dá origem ao óleo. No caso do coco, a parte utilizada é a polpa e a espécie que origina o óleo é a *Cocos nucifera* L (ANVISA, 2021).

De acordo com pesquisas recentes, o óleo de coco é uma fonte rica de ácidos graxos de cadeia média, como o ácido láurico, que é conhecido por suas propriedades antibacterianas e antivirais, além de ajudar a melhorar a função cerebral, aumentar a

queima de gordura e reduzir o risco de doenças cardíacas (SANTANA; SILVA; MULDER, 2020).

Por conseguinte, o óleo de coco é um produto altamente benéfico para a saúde, o mesmo pode ser utilizado em diversas áreas, como no âmbito da culinária, na cosmética e até mesmo no âmbito da medicina. Ele contém propriedades antibacterianas e antivirais, além disso, o óleo de coco é uma fonte primordial de vitamina E, além de ser um antioxidante (FLORIEN, 2016; LIN; ZHONG; SANTIAGO, 2018).

O processo de produção do óleo de coco consiste em diversas etapas, iniciando com a seleção dos cocos maduros e em seguida a retirada da casca e da polpa. A polpa é direcionada para a etapa de trituração e prensagem para extrair o leite de coco, no entanto ele passa a ficar em repouso para que dessa forma seja possível a separação do óleo da água. Após esse processo o óleo é filtrado para a retirada de impurezas que estão presentes e, em seguida, passa por um processo de clarificação, onde ele é aquecido em uma temperatura elevada para remover qualquer vestígio de umidade e substâncias não desejadas (PEDROSA; MELO, 2014).

Ainda de acordo com os autores, depois dessa etapa o óleo é embalado e rotulado. O controle de qualidade é realizado em todas as etapas de seu processamento, por meio de análises laboratoriais que verificam a umidade, pH, os sólidos solúveis e a presença de qualquer impureza ou até mesmo algum índice de contaminação.

### 3.4 RESÍDUOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DO COCO

A definição de resíduos consiste em todo material, substância e até mesmo objeto que é descartado durante o processo de atividades humanas, ou seja, é a relação de algo que ainda não teve uma forma de utilizá-lo. Eles têm diversas características, podendo se apresentar como sólidos, semissólidos, líquidos, entre outros, no entanto esse resíduo não pode ser colocado em qualquer local, ele precisa de um tratamento próprio e pensando da melhor forma para ser transformado em algo positivo, agregando valor e, também, rentabilidade, com isso, a tecnologia passa a ser uma grande aliada nesse processo (BRASIL, 2010).

Com a crescente industrialização do coco e seus derivados em todo o mundo, o volume de resíduos gerados vem aumentando significativamente. A produção de óleo de coco, por exemplo, resulta em uma grande quantidade de bagaço de coco, que passa a ser descartado como resíduo sólido. Além disso, o processo de produção de leite de coco gera uma grande quantidade de resíduos constituídos pela própria casca do coco (ROCHA; FERREIRA; GARCIA, 2022).

Por meio de divulgações de estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2014), a industrialização do coco no Brasil gera cerca de 300.000 toneladas de resíduos por ano, esse dado é apresentado incluindo cascas, fibras e bagaços.

Oliveira (2020) aponta que a casca do coco verde é um material que apresenta um tempo de decomposição bastante elevado,

podendo chegar a mais de oito anos para se decompor completamente. Essa lentidão no processo de decomposição traz graves consequências ambientais, uma vez que a casca é considerada lixo e representa uma grande parte do peso bruto do coco verde, correspondendo a cerca de 80% a 85%.

A maioria dos resíduos gerados a partir do coco não são aproveitados, sendo queimados ou descartados em lixões, o que é uma forma de descarte inadequado desses resíduos sólidos, podendo ocasionar impactos negativos de maneira significativa, tanto no meio ambiente quanto na proporção de riscos para a saúde das pessoas, pois todos esses poluentes levam à contaminação do solo e da água, além de contribuírem para a emissão de gases do efeito estufa pelo motivo da queima da casca de coco produzir substâncias poluentes que prejudicam o meio ambiente (SILVA, 2021; COSME, 2016).

A questão do descarte inadequado de resíduos sólidos e a falta de controle sobre sua disposição final têm gerado preocupação nos países em desenvolvimento devido aos grandes impactos causados, tanto à sociedade quanto ao meio ambiente. Acarreta ainda perdas econômicas, pois, as altas frações de resíduos orgânicos nos resíduos sólidos podem ser utilizadas para recuperação de energia por meio de opções de processamento adequadas, para que dessa forma esse resíduo possa ser um fator que agregue valor (SILVA, 2019).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece que a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos deve ser

compartilhada entre as diversas áreas, como fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e, por fim, os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. A PNRS também traz diretrizes legais para as operações de segregação, acondicionamento, coleta, triagem, armazenamento, transbordo, tratamento até a chegada da disposição final adequada dos resíduos sólidos. A logística reversa é uma ferramenta fundamental para a implementação dessas diretrizes (THODE FILHO et al., 2015).

### 3.5 SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade se tornou um assunto crucial na atualidade, especialmente no âmbito empresarial e de negócios. O investimento adequado em práticas sustentáveis não traz benefícios apenas ao meio ambiente em que vivemos, mas também gera relevância competitiva entre os concorrentes, atraindo até mesmo mais investidores (SILVA; BITTAR, 2019).

A sustentabilidade, portanto, vem sendo uma prática cada vez mais presente na política das empresas. Elas optam por investimentos em práticas ambientalmente sustentáveis, o que pode melhorar significativamente o desempenho econômico e financeiro da empresa, além de aumentar sua competitividade no mercado. Dessa forma, os gestores tornam possível a busca por um melhoramento contínuo da empresa, mantendo um equilíbrio entre os interesses sociais, ambientais e econômicos, garantindo

um futuro sustentável (SILVA; LUCENA, 2018).

#### 3.5.1 Economia circular

Em conformidade com o artigo *Conceptos y Limitaciones de la Economía*, (LÓPEZ; CONTRERAS, 2020), entende-se que a economia circular se baseia no fato de que os recursos naturais são limitados, ou seja, escassos, dessa forma fazendo com que a economia seja transformada, para que possa ser possível a garantia de um futuro sustentável. O seu objetivo consiste em utilizar os recursos da melhor forma possível, de modo a minimizar o desperdício, promover a reutilização e reciclagem de materiais, entre outros.

Melo et al., (2022) definem que a economia circular (EC) é um modelo econômico que visa reduzir o desperdício e o uso excessivo de recursos naturais, através da reutilização, reciclagem e recuperação de materiais em toda a cadeia de produção, distribuição e consumo.

A economia circular ocorre por meio de uma série de estratégias, como a utilização de energia renovável, a adoção de tecnologias limpas e a redução do uso de materiais que não são renováveis, trazendo tanto melhorias para os processos quanto para o meio ambiente (KORHONEN; HONKASALO; SEPPÄLÄ, 2018).

A sua adoção incentiva a conscientização, assim como, a colaboração entre as empresas junto com o emprego de modelos de negócios que são baseados na

reciclagem e reutilização dos materiais. No artigo dos autores López e Contreras (2020), também são destacados alguns dos seus principais benefícios e, dentre eles se encontra a redução significativa da poluição e, principalmente, do desperdício, como também, a disponibilidade de novos empregos, oportunidade de negócios e a melhora constante da eficiência diante dos recursos e mitigação dos impactos negativos, tendo como principal, as mudanças climáticas.

Entretanto, os mesmos autores também destacam algumas limitações e desafios que a economia circular apresenta, como a falta de infraestrutura adequada para reciclagem, a necessidade de investimentos em tecnologia limpa e a necessidade de uma mudança cultural, para que seja possível promover a adoção de novos modelos de negócios baseados em circularidade (LÓPEZ; CONTRERAS, 2020).

A implementação da EC é desafiadora e requer a colaboração de diversas pessoas com visibilidade diante da sociedade, para eliminar as dificuldades enfrentadas na transição para um modelo de negócios circular. A falta de uma sistematização da literatura sobre essas dificuldades torna necessária pesquisas para estruturar o conhecimento sobre barreiras à implementação da EC e a partir daí, buscar soluções para a sua efetivação (MELO et al., 2022).

A tecnologia limpa é definida por Santos e Jugend (2023) como aquela que visa reduzir ou até mesmo eliminar os impactos ambientais negativos da produção e do consumo de bens e serviços. Ela é essencial para alcançar os

principais objetivos da economia circular, tornando possível que as empresas tenham mais eficiência no seu processo produtivo, reduzindo o consumo de energia e de recursos naturais, minimizando a poluição, com a reutilização de materiais e reciclagem.

Algumas tecnologias limpas utilizadas na economia circular se baseiam na recuperação de energia a partir de um resíduo que até então não era visto como tendo valor agregado, o que torna o processo mais eficiente. A adoção dessa tecnologia limpa pelas empresas implica na necessidade de investimento, o que pode ser obtido com incentivos de recursos governamentais (LACERDA; LEITÃO, 2021).

O conceito da economia circular também enfatiza a importância da inovação para que o desenvolvimento de novas tecnologias seja constante e possibilite aumentar o número de alternativas para obter melhorias e também garantir um ambiente digno no futuro. (LÓPEZ; CONTRERAS, 2020).

### **3.5.2. Logística reversa**

A logística reversa aborda diversas definições e conceitos, no entanto, tudo se concentra no processo de gerenciamento do fluxo de um produto que já passou pelo seu consumo ou venda, com isso, faz com que haja uma diminuição na movimentação e disposição de alguns produtos e até mesmo embalagens. O seu objetivo consiste no prolongamento do ciclo de vida dos produtos e até mesmo nos resíduos que são gerados durante a produção (TABOSA; RODRIGUES; PINHEIRO, 2012).

Segundo Thode Filho et al. (2015), a logística reversa proporciona benefícios, tanto para a empresa, quanto para o meio ambiente, incluindo, entre as razões para investir nessa implantação, atender à legislação ambiental, trazer benefícios econômicos e conscientização dos consumidores. Por meio do retorno dos bens no processo de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou produtivo, é possível obter agregação de valor econômico, ecológico, logístico, imagem corporativa, entre outros.

A avaliação do ciclo de vida do produto deve considerar os aspectos logísticos, financeiros e ambientais para avaliar o impacto sobre o meio ambiente durante toda a sua vida e também buscar formas de transformá-los em algo rentável. O seu bom desempenho depende de uma série de fatores, incluindo o planejamento, a operação e o controle do fluxo e das informações logísticas envolvidas (THODE FILHO et al., 2015).

Há, ainda, a necessidade de um amplo debate público para organizar a criação de políticas e planos que sejam eficazes, envolvendo também os diversos fatores sociais e econômicos. Os desafios encontrados na sua implementação ocorrem por falta da educação ambiental, baixa capacidade do parque reciclador e a falta de qualificação dos gestores locais. A logística reversa se tornou uma ferramenta primordial na gestão, se enquadrando tanto na gestão de resíduos quanto no prolongamento do ciclo de vida dos produtos. É, portanto, uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento sustentável e para a preservação do meio

ambiente (MENEZES; SANTOS; BERTO, 2015).

### 3.6 APLICAÇÃO DOS RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DO COCO

Atualmente, a preocupação com a gestão adequada de resíduos tem aumentado significativamente, especialmente quando se trata de resíduos gerados a partir da atividade industrial. Nesse contexto, cientistas, empresários e ambientalistas têm se empenhado em estudar maneiras de destinar esses resíduos de forma adequada, a fim de minimizar seus impactos e, ao mesmo tempo, avaliar sua potencialidade para a geração de energia e outros usos benéficos. Dessa forma, têm sido conduzidos estudos visando a destinação da biomassa vegetal gerada em escala comercial, com o objetivo de reduzir a quantidade de material lançado na biosfera diariamente (OLIVEIRA, 2020).

Almeida (2013) afirma que a biomassa produzida a partir do coco verde tem grande potencial como fonte de matérias-primas para as indústrias petroquímica e farmacêutica, além de outros processos.

#### 3.6.1 Síntese de carvão vegetal – carvão ativado

Atualmente a procura por materiais provenientes de fontes biorenováveis, tem aumentado o interesse por resíduos industriais agrícolas, pois eles são considerados excelentes fontes de carbono para a produção de carvão ativado. A casca de coco é um desses materiais que podem ser utilizados

como precursor na síntese de carvão ativado, o que pode ser muito vantajoso, já que, na maioria das vezes, esses resíduos não possuem uma destinação final apropriada (CAZETTA, 2014).

O carvão ativado se trata de um material carbonáceo, que apresenta alta porosidade e área superficial interna, dessa forma ele permite a adsorção<sup>1</sup> de moléculas em fase líquida e gasosa. Pode ser encontrado na forma pulverizada, para processos em fase líquida, ou na forma granulada, para processos em fase gasosa. Sua produção envolve a carbonização da matéria-prima seguida da ativação, que pode ser física, química ou química e física. O carvão ativado é utilizado em diversos processos de adsorção, incluindo a estocagem de gás natural (COSTA, 2014).

É possível a existência de duas vias para o aproveitamento energético da casca do coco, na produção de carvão ativado, a primeira consiste na via biológica e a segunda na via de alta temperatura. Na via biológica, propõe-se a biodigestão anaeróbia da casca do coco em reator do tipo batelada, após pré-tratamento químico com solução básica em um tanque digestor primário. Já na via de alta temperatura, devido à alta resistência mecânica da casca do coco, existem duas possibilidades de técnicas de secagem: natural ou forçada, seguida do pré-tratamento de compactação antes da realização da técnica de pirólise ou combustão direta (BATISTA, 2014).

<sup>1</sup> Adsorção: refere-se às ligações das moléculas à superfície (BROWN, LEMAY, BURSTEN, 2013).

O resíduo da casca do coco é um material com alto teor de fibras, porém apresenta uma umidade elevada, portanto, sua aplicação é mais adequada às tecnologias de conversão química a altas temperaturas, como a pirólise<sup>2</sup> e a combustão direta. A combustão direta se mostra uma via química promissora, uma vez que a casca do coco verde apresenta um alto poder calorífico. Além disso, devido à alta resistência mecânica do resíduo, a etapa de moagem pode ser desafiadora, o que justifica a preferência pela combustão direta como uma alternativa promissora em comparação com outras tecnologias (BATISTA, 2014).

O carvão, obtido por pirólise, a partir do endocarpo do coco apresenta extensa área superficial e mostrou boa capacidade de adsorção de vários tipos de poluentes, incluindo gases ácidos como o CO<sub>2</sub> (carbono) e o H<sub>2</sub>S (sulfeto de hidrogênio). Além disso, sua produção envolve baixo custo (ARAÚJO, 2018).

### **3.6.2 Remoção de óleo da superfície da água.**

As atividades de exploração de petróleo e gás acabam gerando efluentes com vários poluentes, como óleo disperso, compostos orgânicos e químicos, sólidos dissolvidos, metais e radioisótopos. O tratamento desse efluente é crucial para redução do teor de óleo e gordura, evitando a contaminação do solo, além de cumprir as regulamentações

<sup>2</sup> Pirólise: processo termoquímico que envolve a quebra de moléculas orgânicas por meio de aquecimento em ausência de oxigênio (BATISTA, 2014)



ambientais quanto ao lançamento de efluentes em corpos de água. Existem diversas técnicas para solucionar esse problema, como separadores por gravidade, unidades de flotação, hidrociclones, coalescedores e meios filtrantes, que podem ser injetados nos reservatórios para a recuperação secundária de petróleo ou até mesmo sendo descarregados no mar, desde que atendam aos limites requeridos de poluentes. A coalescência em um leito fibroso ou granular é um processo eficiente para remover pequenas gotículas de emulsões, nesse caso a fibra utilizada é a fibra da casca do coco (DACAL, 2017).

O autor ainda informa que o leito fibroso é confeccionado por meio de um cesto cilíndrico feito de tela de aço inoxidável, onde são inseridas as fibras da casca do coco em pequenas porções, dessa forma sendo compactadas para manter a uniformidade do leito. Em seguida, o cesto com a fibra é mergulhado em petróleo, promovendo a saturação do leito.

Outra maneira de realizar o tratamento de água é através do carvão ativado, constituído a partir da casca de coco, que tem alta capacidade de adsorção, isso ocorre devido ao seu grande volume de microporos e, por isso, ele é um dos métodos mais utilizados para esse tratamento (BRASIL, 2017).

A utilização do pó da casca de coco também é uma alternativa para realizar a retirada de óleo presente na água. As suas características físico-químicas, na forma de biomassa, são fundamentais para o processo de adsorção. A inserção do pó da casca do

coco na superfície mostrou ser o método mais adequado, pois utilizou um menor volume de água, liberou uma menor quantidade de cor e teve um valor de Demanda Química de Oxigênio (DQO) mais baixo (LEITE; GOMES, 2021).

Esses métodos têm demonstrado grande eficácia na remoção de poluentes dos efluentes provenientes da exploração de petróleo, porém, a seleção de qual método utilizar depende de vários fatores, como a composição química da água produzida e as regulamentações locais. Além disso, é importante ressaltar que o uso da casca de coco como matéria-prima para o tratamento de água produzida é uma alternativa sustentável e economicamente viável, promovendo a valorização de um resíduo que, de outra forma, seria descartado.

### **3.6.3 Produção de biocombustível**

Oliveira (2020) afirma que a escassez de recursos fósseis e o aumento populacional são fatores que demonstram a necessidade de se investir em meios alternativos de produção de combustíveis. A produção de diesel verde, a partir de subprodutos do coco, é um dos principais exemplos de iniciativa que pode contribuir para a redução da dependência dos combustíveis fósseis e, também, para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

A biomassa pode ser utilizada como fonte de energia renovável, sendo constituída de material orgânico de origem vegetal ou animal que armazena energia solar nas

ligações químicas de seus componentes. A conversão energética da biomassa ocorre diante da liberação de energia química presente, seja por combustão, digestão ou decomposição (GADELHA, 2019).

Os biocombustíveis têm se mostrado uma alternativa promissora para a geração de energia com baixo custo e redução de emissões de dióxido de carbono na atmosfera, um dos gases do efeito estufa (GEE), pois as matérias-primas utilizadas nessa produção são de origem vegetal. O diesel verde, também conhecido como HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*), é um tipo de biocombustível desenvolvido por tecnologias sustentáveis e difundido mundialmente, com o objetivo de aproveitar resíduos orgânicos e evitar seu acúmulo na biosfera (OLIVEIRA, 2020).

Durante o processo de fabricação do biodiesel, é possível utilizar subprodutos do coco, como o óleo, para produzir um tipo de biocombustível conhecido como diesel verde. Esse combustível é considerado um *drop-in*, ou seja, uma alternativa compatível com os combustíveis fósseis que pode ser usada diretamente nos motores atuais, sem a necessidade de desenvolver novas tecnologias para sua implantação. Por isso, a indústria tem grande interesse nesse tipo de biocombustível (OLIVEIRA, 2020).

A fibra do coco verde, portanto, é uma alternativa viável e promissora para a obtenção de novos recursos, ao mesmo tempo em que reduz os impactos ambientais (ALMEIDA, 2013).

### 3.6.4 Desenvolvimento de cimento

A pesquisa sobre o uso de fibras vegetais em compósitos com a inserção da base de cimento tem aumentado nos últimos anos devido ao seu potencial de economia de custos e à melhor interação ambiental, já que esses resíduos vegetais são descartados e, muitas vezes queimados, produzindo gases que afetam a atmosfera, o que torna seu uso na indústria da construção uma alternativa significativamente interessante (SUAZO, 2016).

A escassez de materiais que atendem aos critérios ambientais para serem usados na construção das estradas e nos projetos de pavimentação, tem incentivado a busca por materiais alternativos. A estabilização química com cimento melhora a característica de materiais alternativos na construção de pavimentos, entretanto, pode ocasionar rachaduras. O uso de fibras, como as fibras de coco, pode ajudar a reduzir as rachaduras, sendo essa uma solução de baixo custo e ambientalmente amigável (BRITO, 2022).

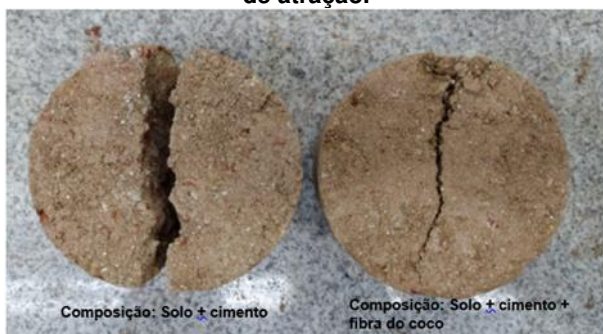
Os autores Suazo (2016) e Brito (2022) destacam que a técnica de reforço do solo com fibras é uma técnica antiga e importante, desenvolvida nas últimas décadas para ter um aumento da capacidade de absorção de energia de materiais cimentícios, dessa forma, tornando-os mais resistentes ao impacto e até mesmo mais duráveis. O uso de fibras também tem como objetivo prevenir, retardar e controlar o processo de fissuração das misturas de solo, diminuindo o tamanho das fissuras. O tipo de fibra utilizada influencia o comportamento mecânico do composto, de modo que, na escolha da fibra deve se

considerar as propriedades físicas, químicas e mecânicas, bem como sua resistência à degradação.

Nascimento (2018) avaliou a adição de fibras de coco em concreto para melhorar suas propriedades, por meio de testes de tração e compressão em duas composições de concreto, uma com a adição de fibra de coco e outra sem. A composição do concreto com a fibra de coco evidenciou resultados satisfatórios para aplicação não estrutural devido sua boa propriedade de vedação, isolamento térmico e acústico. No entanto, devido à degradação da fibra com o tempo, ele não é adequado para suportar grandes esforços de compressão ou tração.

O uso de fibras de coco em misturas de solo-cimento tem demonstrado aumento na resistência à tração, resistência à fissuração e um desempenho significativo em altas temperaturas. Na figura 2 é demonstrada a diferença da rachadura formada pela mistura do solo com o cimento e destes mais a fibra de coco, a qual proporciona uma rachadura insignificante, comparado à primeira composição (SUAZO, 2016; BRITO, 2022).

**Figura 2 – Resultado da ruptura dos corpos no teste de atração.**



**Fonte:** Adaptação pelo autor de BRITO (2022).

### 3.6.5 Desenvolvimento de tijolo ecológico - Cerâmica

No Brasil, a utilização do solo-cimento na construção de habitações começou em 1948, e pode ser empregado de diferentes formas, como em paredes monolíticas, blocos prensados ou tijolos (LIMA, 2020).

O tijolo solo-cimento é confeccionado por meio da compactação e cura de alguns materiais, como solo, cimento e água em proporções específicas, podendo ainda incluir um quarto elemento. Foi constatado por Silva (2013) que a incorporação de pó de coco na estrutura do tijolo solo-cimento proporcionou um incremento na resistência dos compósitos, no entanto, um aumento excessivo pode comprometer as suas propriedades mecânicas.

Já Lima (2020) optou como quarto elemento para a fabricação desses tijolos, a fibra do coco verde, obtida a partir da secagem do epicarpo e mesocarpo. A caracterização das fibras foi realizada por meio dos métodos de determinação de massa específica real e teor de umidade. Em seguida, foram moldados tijolos de solo-cimento incorporados com diferentes percentuais de fibras de coco, seguindo as devidas normas técnicas.

As fibras de coco fazem com que o material produzido seja um excelente produto de isolamento térmico, pois elas possuem propriedades de absorção e retenção de umidade, o que pode ajudar a regular a umidade relativa do ambiente (CARDOSO, 2023).

Além disso, a adição de fibras favorece a absorção de água pelos tijolos, o que é importante para garantir sua durabilidade em ambientes úmidos e resistência dos tijolos, sendo esse um fator essencial para garantir sua capacidade de suportar cargas e resistir aos impactos. Na figura 3 é mostrado o resultado obtido na formação dos tijolos ecológicos utilizando as fibras de coco picadas (LIMA, 2020).

**Figura 3 – Tijolo de solo-cimento incorporado com fibras de coco cortadas.**



Fonte: LIMA, 2020.

### 3.6.6 Substrato agrícola

O solo é caracterizado como meio natural para o desenvolvimento das plantas, no entanto, o cultivo em substratos artificiais ou naturais tem sido cada vez mais utilizado, devido à praticidade, a melhoria da qualidade dos produtos e resultados comerciais que ele

fornece. No Brasil, esse tipo de cultivo ainda está na fase inicial devido à falta de informações adaptáveis às diferentes regiões produtivas do país (COSME, 2016).

O substrato agrícola é composto por materiais sólidos, podendo ser de origem mineral, orgânica ou sintética, que propiciam o desenvolvimento adequado do sistema radicular das plantas. A utilização de substratos no cultivo de plantas apresenta diversas vantagens, como melhor controle da água, evitando o excesso de umidade, além de favorecer a atividade fisiológica da planta. Um substrato inerte bastante utilizado comercialmente é o pó da casca do coco, que apresenta propriedades capazes de substituir a turfa em diversos cultivos envasados, na produção de mudas e no enraizamento de estacas, bem como no desenvolvimento de plantas ornamentais, flores de corte e hortaliças em sistemas conhecidos como "sem solo" (BONAMONE; GONÇALVES, 2019).

Segundo Embrapa (2001), o pó da casca de coco maduro é o mais indicado como substrato agrícola, pois ele apresenta alta porosidade e alto potencial de retenção de umidade, além de ser um produto biodegradável. O seu meio de cultivo é 100% natural, sendo indicado para germinação de sementes, propagação de plantas em viveiros e no cultivo de hortaliças e flores.

A fibra de coco também vem sendo usada como substrato para cultivos agrícolas. Estudos mostram que o cultivo em substrato de fibra de coco apresentou melhor desempenho em relação ao cultivo no solo, com maior produtividade e qualidade dos

produtos. A utilização da fibra de coco como substrato é uma solução interessante para o descarte de resíduos gerados pelo processamento do coco, que representa um problema ambiental significativo, além de ser um substrato renovável, de baixo custo, e vem apresentando bom desempenho para o cultivo de hortaliças, devido à sua longa durabilidade, boa aeração, alta capacidade de retenção de água e alta estabilidade física (COSME, 2016).

O resíduo de coco também tem sido recomendado como cobertura de solo em pomares, pois ele ajuda a reduzir as mudanças abruptas na temperatura do solo e até mesmo auxilia a conservar a umidade do solo. A adição de materiais orgânicos ao solo aumenta a disponibilidade de macro e micronutrientes, estimulando a atividade microbiana, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo. A adição de resíduos de coco ao solo resulta em aumento na concentração de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (PAIVA, 2020).

De acordo com dados da Embrapa (2014), a casca de coco apresenta em sua composição: Nitrogênio (N), Fósforo (P), potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Manganês (Mn) e a sua própria matéria orgânica (M.O). Tais elementos são de suma importância para a formação do substrato, pois promovem as características necessárias ao cultivo.

Com base nos estudos mencionados, o uso de substratos agrícolas é uma opção altamente viável para o cultivo de plantas, sobretudo quando se trata da utilização de

resíduos da casca de coco, seja em forma de fibra ou pó. Esses substratos apresentam características físicas e químicas favoráveis para o desenvolvimento adequado do sistema radicular das plantas, proporcionando um melhor controle de umidade e favorecendo a atividade fisiológica das plantas. Além disso, ela também traz benefício econômico e principalmente ambiental, pois está transformando um resíduo em um produto que agrega valor, dessa forma trazendo menos impacto ambiental (LEITE; GOMES, 2021).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A indústria de processamento de coco está em desenvolvimento contínuo, desempenhando um importante papel na economia e na geração de empregos em diversos países. No Brasil, a tendência na produção de coco-da-baía é continuar com um desenvolvimento crescente nos próximos anos, consolidando-se como um produto de grande importância para o país.

Além da diversidade de aplicações do coco, a utilização de seus derivados pode ser considerada como uma alternativa viável e sustentável para vários setores, como alimentício, cosmético e energético. Nesse sentido, é essencial que a produção do coco seja realizada de forma responsável, respeitando aspectos ambientais, sociais e econômicos. Assim, é possível garantir a continuidade dessa atividade e seus benefícios para a sociedade.

Por meio do aproveitamento responsável dos resíduos de coco e da adoção de práticas

ambientalmente conscientes, é possível obter um avanço sustentável, tanto para a indústria que trabalha com o processamento do coco, como para toda a sociedade, promovendo a economia circular e a preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIA (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos). 2022. Relatório anual. disponível em:

<<https://www.abia.org.br/vsn/temp/z20221025RelatorioAnual2021v2510.pdf>> Acesso em 09 Mai. 2023

ABIR. Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas. Água de coco, 2021. Disponível em: <<https://abir.org.br/o-setor/dados/agua-de-coco/>> Acesso em: 20 mar. 2023.

ABIR. Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas. Bebidas - Água de coco, 2020. Disponível em: <<https://abir.org.br/o-setor/bebidas/agua-de-coco/>>. Acesso em: 30 mar. 2023.

ALMEIDA, Tarciana Moura. Caracterização química de bio-óleo obtido da fibra de coco verde, 2013. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/[https://mestrados.unit.br/wp-content/uploads/sites/3/2013/07/TARCIANA\\_ALMEIDA.pdf](https://mestrados.unit.br/wp-content/uploads/sites/3/2013/07/TARCIANA_ALMEIDA.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2023.

ANVISA. Ministério da Saúde. Instrução Normativa - IN nº 87, de 15 de março de 2021. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <[http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5887540/IN\\_87\\_2021\\_.pdf/10472f9f-5e55-4da1-84a7-04f24d26c858](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5887540/IN_87_2021_.pdf/10472f9f-5e55-4da1-84a7-04f24d26c858)>. Acesso em: 18 mai. 2023

ANVISA. Resolução - RDC nº 726, de 1º de julho de 2022. Alimentus Consultoria e

Assessorias, [s.d.]. Disponível em: <<https://alimentusconsultoria.com.br/resolucao-rdc-no-726-de-1-de-julho-de-2022-anvisa/>>. Acesso em: 18 mai. 2023

ANVISA. Resolução RDC nº 481, de 15 de março de 2021. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <<https://alimentusconsultoria.com.br/resolucao-rdc-no-481-de-15-de-marco-de-2021-anvisa/#:~:text=%C2%A7%201%C2%BA%20No%20caso%20de,ingredientes%20utilizados%20para%20conferir%20sabor>> Acesso em: 18 mai. 2023

ARAÚJO, Paulo Cardoso Carvalho de. Adsorção de CO<sub>2</sub> em carvão produzido a partir de endocarpo de coco (Cocos nucifera L), 2018. Disponível em <<https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/17094>> Acesso em: 13 abr. 2023

BATISTA, Renato Rocha. Rotas de aproveitamento tecnológico de resíduo orgânico agrícola: casca de coco, casca de cacau e casca de café - destinadas à geração de energia, 2014. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11330>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

BONAMONE, Murilo de Brito, GONÇALVES, Max Felipe da Silva; LIMA, Cesar Vinicius Hebling, BARBOSA, Francisco Bayardo M. Horta. Logística reversa do resíduo de coco verde. Revista LOGS: Logística e Operações Globais Sustentáveis, v. 1, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/LOGS/article/view/12681>> Acesso em: 12 abr. 2023

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. Banco do Nordeste. Mercado do Leite de Coco: Perspectivas de Investimentos no Nordeste. Fortaleza, 2021. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1043/1/2021\\_CDS\\_206.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1043/1/2021_CDS_206.pdf)>. Acesso em: 07 abr. 2023.

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira; XIMENES, Luciano Feijão. Banco do Nordeste: Produção de coco: soerguimento das áreas tradicionais do Nordeste, 2020. Disponível em < <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/387>>. Acesso em: 07 abr. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)>. Acesso em: 12 abr. 2023

BRASIL. Decreto nº 6.871, publicado em 4 de junho de 2009. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm)> Acesso em: 22 abr. 2023.

BRASIL, Sinara Pereira, 2017. Impregnação de carvão ativado de casca de coco de dendê (*Elaeis guineensis*) com zinco e cobre para inibição da formação de biofilme por *Escherichia coli* ATCC 8739. Disponível em: <<http://www.btd.ueg.br/handle/tede/491>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

BRITO, Jessica Rodrigues, 2022. Efeito da adição de fibras de coco em misturas cimentadas com agregados reciclados para subcamadas de pavimentos. Disponível em: < <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/67520>>. Acesso em: 19 mai. 2023.

BROWN, Theodore; LEMAY JR, H. Eugene; BURSTEN, Brice E. Química A Ciência Central. 9 edição. São Paulo: Prentice Hall. 2013.

CARDOSO, Luiza Moura, 2023. Análise da utilização de fibra de coco em concreto estrutural. Disponível em: < <https://ojs.brazilianjournals.com.br/download>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

CARVALHO, Renato Ferreira de. Industrialização coco – beneficiamento (produção de coco ralado e leite de coco).

Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA. Abril/2007. Edição atualizada em maio/2022. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTA0>. Acesso em: 07 mai. 2023.

CAZETTA, André Luiz. Síntese e caracterização de carvões ativados magnéticos da casca do coco, 2014. Disponível em: < <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4719>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

COSME, Christiano Rebouças. Solução nutritiva para o melão Gália cultivado em fibra de coco sob condição protegidas. 2016. Disponível em: < <https://ppgmsa.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/59/2015/04/Tese-Cristiano-Rebou%C3%A7as-Cosme.pdf>>. Acesso em: 10 Abr. 2023.

COSTA Júnior, Silvano Soares da. Carvão ativado produzido a partir do endocarpo de coco da baía, 2014. Disponível em: < <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5547>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

CUENCA, Manuel Alberto Gutierrez, MARTINS, Carlos Roberto, JESUS JÚNIOR, Luciano Alves. Importância socioeconômica do coqueiro, 2021. Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/pre-producao/importancia-socioeconomica>> Acesso em: 08 mar. 2023

CUNHA, Aline Gonzaga. Avaliação do efeito do processamento térmico na composição química da água de coco por GC-MS, LC-MS e NMR. Tese (Doutorado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Programa de Pós-Graduação em Bioquímica, Fortaleza, 2019. Disponível em: < [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/47472/3/2019\\_tese\\_agcunha.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/47472/3/2019_tese_agcunha.pdf)> Acesso em: 6 mar. 2023.

DACAL, Ruth Germaine Vrijdags. Remoção da água produzida de petróleo utilizando leitos coalescedores de fibra de coco e de fibra sintética, 2017. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5609>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

EMBRAPA. Produção e Comercialização de Coco no Brasil Frente ao Comércio Internacional: Panorama 2014. Documento nº 184. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122994/1/Producao-e-comercializacao-Doc-184.pdf>>. 08 mar. 2023.

EMBRAPA. Coco. 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. Evolução da Produção de coco no Brasil e o Comércio Internacional-Panorama 2011. Disponível em: <[http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2011/doc\\_164.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2011/doc_164.pdf)>Acesso em: 08 mar. 2023.

ESPINOZA, Diego de Freitas; REBEHY, Perla Calil Pongeluppe Wadhy; SALGADO JUNIOR, Alexandre Pereira; JANIK, Vinicius Ricardo Ferreira. Modelo para gerenciamento municipal de resíduos sólidos urbanos (RSU): eficiência nas dimensões econômica, social e ambiental. In: Anais do XXVIII Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, SP, Brasil, 2019. Disponível em: <[https://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep.php?e=16&c=591](https://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=16&c=591)>. Acesso em: 17 abr. 2023.

FAO. FAOSTAT, 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#home>>Acesso em: 09 abr. 2023

FAO, 2011. World Production. Disponível em: <[www.faostat.org.br](http://www.faostat.org.br)>. Acesso em: 10 mar. 2023.

FAZENDA NATURAL. Os benefícios do consumo da água de coco. Disponível em: <[http://fazendanatural.com.br/arquivos/132422os\\_beneficios\\_do\\_consumo\\_da\\_agua\\_de\\_coco.pdf](http://fazendanatural.com.br/arquivos/132422os_beneficios_do_consumo_da_agua_de_coco.pdf)> Acesso em: 06 mar. 2023.

FUNDAÇÃO CARGILL, 2020. Leite de coco: um alimento saboroso e com muitos benefícios para a saúde. Disponível em: <<https://fundacaocargill.org.br/leite-de-coco-beneficios/>>. Acesso em 07 mar. 2023.

FLORIEN. Óleo de Coco. 2016. Disponível em: <https://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/%C3%93LEO-DE-COCO.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2023.

GADELHA, Yara Machado, 2019. Caracterização das propriedades e investigação de seus potenciais energéticos. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-707620190002.0687>>. Acesso em: 05 mai. 2023.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar um projeto de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2016. Disponível em: <[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo\\_C1\\_como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2023

HENRIQUE, Maryllise Prado (2017). Processo produtivo da água de coco verde (Cocos nucifera L.). Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Natal/RN. Disponível em: <[https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/38821/2/Processoprodutivo\\_Monografia.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/38821/2/Processoprodutivo_Monografia.pdf)> Acesso em 10 mai. 2023

IBGE. Produção Agrícola Municipal 2021. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9202-producao->



agricola-municipal-2021.html.> Acesso em: 09 mar. 2023

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>> Acesso em: 30 mar. 2023.

ICC. Coconut Statistical Yearbook 2021. International Coconut Community, 2021. Disponível em: <<https://www.iccnet.org/wp-content/uploads/2021/04/Coconut-Statistical-Yearbook-2021-1.pdf>> Acesso em 09/03/2023> Acesso em: 26 mar. 2023

INTAHPHUAK, Supitcha; KHONSUNG, Parirat; PANTHONG, Ampai. Anti-inflammatory, analgesic, and antipyretic activities of virgin coconut oil. *Pharmaceutical Biology*, v. 48, n. 2, p. 151-157, 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/13880200903062614>> Acesso em: 26 mar. 2023

JERÔNIMO, Carlos Enrique de Medeiros; COELHO, Mateus Soares. Sensibilidade do estudo de viabilidade técnico-econômica de uma agroindústria de processamento de coco. *Revista Economia e Desenvolvimento*, vol. 24, n. 1, 2012. p. 45. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/231147303.pdf>> Acesso em: 1 abr. 2023.

JESUS, Amanda Rosa de; ALVES, Dione Ferreira; LIMA, Rodrigo Alves; OLIVEIRA, André Teixeira. Procedimentos de Manejo dos Resíduos do Coco Verde: Um Estudo de Caso na Usina de Triagem de Resíduos Sólidos do Município de Pinheiros - ES. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 29, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2408>> Acesso em: 20 mar. 2023.

KORHONEN, Jouni; HONKASALO, Antero; SEPPÄLÄ, Jyri. *Economia Circular: o conceito*

e suas Limitações, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800916300325>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

LACERDA, Monique Silva; LEITÃO, Fabrício de Oliveira. Desafios e oportunidades da economia circular: o caso dos resíduos do coco verde. *Informe GEPEC*, v. 25, n. 2, p. 164-181, 2021. DOI: 10.48075/igepec.v25i2.25709. Disponível em: <<https://saber.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/26824/17425>>. Acesso em: 9 mai. 2023.

LÁZARO, Cristiane Pinheiro. A importância da avaliação nutricional na prática clínica. *Repositório Institucional da Universidade Bahiana*, 2012. Disponível em: <<http://www.repositorio.bahiana.edu.br/jspui/bitstream/bahiana/48/1/Cristiane%20Pinheiro%20L%C3%A1zaro.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2023.

LEITE, Miquéias Mateus Ferreira; GOMES, Vanessa Limeira Azevedo. Aplicação do pó da casca de coco verde na remoção de contaminantes da água produzida, 2021. Disponível em: <[https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=leite%3B+gomes+2021+po+da+casca+do+coco&btnG=>](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=leite%3B+gomes+2021+po+da+casca+do+coco&btnG=>)>. Acesso em: 15 Abr. 2023.

LIMA, Uedja Tatyane Guimarães Medeiros, 2020. Uso da fibra do resíduo de coco verde na produção de tijolos ecológicos. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://core.ac.uk/download/pdf/323240111.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2023.

LIN, Tzu-Kai, ZHONG, Lily e SANTIAGO, Juan Luis (2018). Anti-inflammatory and skin barrier repair effects of topical application of some plant oils. *International journal of molecular sciences*. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5796020/>>. Acesso em 01 abr. 2023.

LÓPEZ, José Luis; CONTRERAS, Juan Antonio. Conceptos y limitaciones de la economía circular. In: SUSTAINABILITY.ES, 2020. Disponível em: <<https://sustainability.es/wp-content/uploads/2020/01/Conceptos-y-limitaciones-de-la-economia-circular.pdf>> Acesso em: 08 mar. 2023.

MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO). Instrução Normativa nº 9, de 30 de janeiro de 2020. Seção: 1, Página: 38. 2020. Disponível em: <<https://alimentusconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2020/02/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-9-DE-30-DE-JANEIRO-DE-2020-MAPA.pdf>> Acesso em: 18 mai. 2023.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MELO, João Lucas Nascimento; CASTRO, Luiza Porpino de; LIMA, Irla Maria de Vasconcelos Feitosa; GOHR, Cláudia Fabiana. Barreiras para a implementação da economia circular: revisão sistemática da literatura e proposta de agenda de pesquisa. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_ST\\_387\\_1915\\_43449.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_387_1915_43449.pdf)> Acesso em: 17 abr. 2023.

MENEZES, Cristiano Borges; SANTOS, Anelize Augusta; BERTO, Renato. A Logística Reversa como ferramenta para implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revista de Gestão, v. 22, n. 3, p. 395-405, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19322/pdf>> Acesso em: 17 abr. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO NORMATIVA Nº XX, DE XX DE JUNHO DE 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/documentos/anexoportaria117.pdf>> Acesso em: 07 mai. 2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0270\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0270_22_09_2005.html)> Acesso em: 07 mai. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 9, de 30 de janeiro de 2020. Diário Oficial da União, Seção 1, nº 22, p. 38, sexta-feira, 31 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=31/01/2020&jornal=515&pagina=38>> Acesso em: 18 mai. 2023

NASCIMENTO, Daniel do, 2018. Comparação ambiental e tecnológica de nanoestruturas de celulose obtida de fibra de coco. Disponível em: <<https://agris.fao.org/search/en/providers/122419/records/6474a98b6dd82759be7a885d>>. Acesso em; 17 mai. 2023.

OLIVEIRA, Ionara Stéfani Viana de. O papel do planejamento estratégico na análise da cadeia produtiva do coco verde e na produção de diesel verde. Universidade Federal da Paraíba, 2020. Capítulo 9.

PAIVA, Aparecida Barbosa de, 2020. Potencial de utilização da casca de coco verde triturada. Disponível em: <<chrome-extension://efaidnbmninnkpbpcjpcglclefindmkaj/https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1128833/1/TS2020-007-dis-ABP.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2023.

PEDROSA, Talita Dantas; MELO, Rafael Rodolfo Identificação de impactos ambientais do processamento de coco na região de Sousa-PB. Acta Tecnologia, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 33-38, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ifma.edu.br/actatecnologica/article/view/243>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e

do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROCHA, Keli Daiane Camargo; FERREIRA, Marcela Santos; GARCIA, Carlos Eduardo Rocha. Produção e produtos à base de coco (Cocos nucifera L.): uma revisão. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 5, p. 40326-40340, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n5-573. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/48629/pdf>> Acesso em: 08 mar. 2023.

SANTANA, Isabelle; SILVA, Thayná Tales da; MULDER, Alessandra Pinheiro. coqueiro (cocos nucifera l.) e produtos alimentícios derivados: uma revisão sobre aspectos de produção, tecnológicos e nutricionais. in: tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos - volume 2. Editora Científica, 2020. p. 80-101. DOI: 10.37885/200800949. Disponível em: <<https://www.editoracientifica.com.br/artigos/coqueiro-cocos-nucifera-l-e-produtos-alimenticios-derivados-uma-revisao-sobre-aspectos-de-producao-tecnologicos-e-nutricionais.>> Acesso em: 2 abr. 2023.

SANTOS, Hugo Henrique dos; JUGEND, Daniel. Desenvolvimento de produtos para a economia circular: uma análise teórica das suas barreiras. In: Anais do 16º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2023. Disponível em: <[https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_ST\\_386\\_1914\\_43491.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_386_1914_43491.pdf)> Acesso em: 17 abr. 2023.

SEBRAE, 2016. O cultivo e o mercado do coco verde. Disponível em <<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-coco-verde,3aba9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 24. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2017.

SILVA, Alexandre Pereira. Brazilian large-scale marine protected areas: Other “paper parks”? *Ocean & Coastal Management*, v. 169, p. 104-112, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.12.012>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

SILVA, Anderson Ezequiel. Efeito da adição de pó de coco nas propriedades mecânicas, morfológicas e custos, 2013. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/3505>>. Acesso em: 18 abr. 2023.

SILVA, Lucas Gabriel de Souza. Avaliação de técnicas de previsão de demanda para estimar produção de água de coco: o caso de uma agroindústria Pernambucana, 2021. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/8802>> Acesso em: 06 mar. 2023.

SILVA, Márcio Roberto e BITTAR, Renata Elaine. (2019). Sustentabilidade empresarial e mercado verde: A transformação do mundo em que vivemos. Atlas Editora. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=cs6CDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=sustentabilidade&ots=CE6fbBQpnm&sig=QW1eOqxvTZ5g5i5zXh-LITd1tQ0#v=onepage&q=sustentabilidade&f=false.>> Acesso em: 18 Abr. 2023

SILVA, Thayná Teles da; MULDER, Alessandra Pinheiro; SANTANA, Isabelle. Coqueiro (Cocos nucifera L.) e produtos alimentícios derivados: uma revisão sobre aspectos de produção, tecnológicos e nutricionais. In: Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos - Volume 2. 2020. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.org/article/s/200800949.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2023

SILVA, Vanessa de Meneses; LUCENA, Wenner Glaucio Lopes. Análise da participação no índice de sustentabilidade empresarial (ISE) e a rentabilidade das empresas listadas na [B]3. *Revista Gestão & Tecnologia*, v. 18, n. 3, p. 123-142, set./dez. 2018. Disponível em:

<<http://revistagt.fpl.edu.br/get/article/view/1563/0>> Acesso em: 18 abr. 2023.

SUAZO, Franco Josue Amaya, 2016. Efeito da carbonatação em compósitos cimento-pó de coco. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/3525>>. Acesso em: 07 mai. 2023.

TABOSA, Cristiane de Mesquita; RODRIGUES, Maxweel Veras; PINHEIRO, Glenia Rodrigues. Proposição de um método de aplicação de ferramentas da logística reversa no processo industrial de beneficiamento de coco, 2012. Universidade Federal do Ceará disponível em: <[XIX\\_SIMPEP\\_Art\\_1299.pdf](#)> Acesso em: 04 mar. 2023

TEIXEIRA, Ivandi Silva; TEIXEIRA, Regina Cleide Figueiredo; SOUZA, Ana Lúcia da Silva. O sistema produtivo da amacoco – água de coco, 2008.. Disponível em: <[https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/313\\_O%20sistema%20produtivo%20da%20AMACOCO.pdf](https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/313_O%20sistema%20produtivo%20da%20AMACOCO.pdf)> Acesso em: 12 abr. 2023.

THODE FILHO, Sérgio; MACHADO, Carlos José Saldanha; VILANI, Rodrigo Machado; PAIVA, Julieta Laudelina; MARQUES, Mônica Regina da Costa. A Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira. Revista de Gestão e Tecnologia Industrial, v. 8, n. 4, p. 01-18, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19322/pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ. Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação do Campo. Potencialidades da agroindústria do coco verde para o desenvolvimento rural sustentável. Revista GEPEC - Gestão & Planejamento, 2018. Disponível em: <<https://saber.unioeste.br/index.php/gepec/articula/view/26824/17425>> Acesso em: 08 mar. 2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Departamento física e química, 2018. Disponível em: <<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fisicaequimica/relacaodedocentes973/o-que-e-a-adsorcao-num-solido1.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2023.

VALENTE, Flávia Xavier, CÂNDIDO, Flavia Galvão, LOPES, Lílian Lopes, DIAS, Desirrê Moraes, CARVALHO, Samantha Dalbosco Lins, PEREIRA, Patrícia Feliciano e BRESSAN, Josefina (2017). Effects of coconut oil consumption on energy metabolism, cardiometabolic risk markers, and appetite responses in women with excess body fat. National Library of Medicine Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28405814/>> Acesso em 01 abr. 2023

# VANTAGENS E DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO DE AGROINDÚSTRIA RURAL FAMILIAR

**Marcos Alexandre Nogueira**

marc.ale.nog2012@gmail.com

**Prof<sup>a</sup>. Me. Sílvia Panetta Nascimento**

silvia.nascimento@fatec.sp.gov.br

**Fatec Itapetininga**

**RESUMO:** A agroindústria é o local de transformação de matérias-primas agropecuárias provenientes da agricultura, pecuária, aquicultura ou silvicultura, em produtos com maior valor agregado e com maior tempo de conservação. O objetivo deste artigo foi verificar as vantagens da implantação de agroindústrias rurais familiares, assim como os desafios enfrentados nesse processo. Por meio da análise dos dados de Instituições de Pesquisa e do último Censo Agropecuário, além das informações disponibilizadas pelas Agências regulamentadoras e estudos sobre o tema publicados nos últimos anos, foi possível constatar a importância da agroindústria rural para o desenvolvimento regional em todas as regiões do País, verificando-se também que o atendimento aos requisitos de implantação de agroindústrias ainda é um entrave para formalização de muitos produtores que exercem a atividade.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento rural. Censo agropecuário. Regulamentação.

## ADVANTAGES AND CHALLENGES OF THE IMPLEMENTATION OF FAMILY RURAL AGROINDUSTRY

**ABSTRACT:** The agroindustry is the place where agricultural raw materials from agriculture, livestock, aquaculture or forestry are transformed into products with greater added value and with longer shelf life. The objective of this article was to verify the advantages of implementing rural family agroindustries, as well as the challenges faced in this process. Through the analysis of data from Research Institutions and the last Agricultural Census, in addition to the information provided by regulatory agencies and studies on the subject published in recent years, it was possible to verify the importance

of rural agroindustry for regional development in all regions of the Country, also verifying that meeting the requirements for the implementation of agroindustries is still an obstacle to the formalization of many producers who carry out the activity.

**Keywords:** Rural development. Agricultural census. Regulation

## 1 INTRODUÇÃO

A verticalização do setor primário, por meio da implantação de agroindústrias de pequeno e médio porte é uma opção para promover a industrialização rural, sendo considerada por Lourenzani e Silva (2003), uma das mais eficientes alternativas de política de desenvolvimento rural e regional para o país.

Além de descrever a importância que esse setor tem para a economia do país, é de extrema relevância abordar o modo de produção da agroindústria rural, bem como as escalas em relação ao desenvolvimento dos produtos, sua importância para a geração de renda das famílias e como essa unidade de produção se liga à outras unidades e/ou complexos industriais, conforme discutido por Marafon (2019).

A partir dos dados do último Censo agropecuário realizado pelo IBGE (2017) e comparando-se com dados do censo anterior, é possível verificar como a agroindústria brasileira vem se desenvolvendo e sua importância para o pequeno produtor, o qual pode se beneficiar dessa atividade para obter melhores perspectivas de permanência na área rural com sustentabilidade na atividade agroindustrial.

Embora seja uma opção, o processamento das matérias-primas em produtos com valor agregado requer conhecimento de tecnologias e atendimento aos regulamentos de produção, o que, muitas vezes, é uma das principais dificuldades para a formalização da atividade (BASTIAN et al, 2022).

Frente às variadas modalidades das agroindústrias brasileiras, estudar as agroindústrias rurais a fim de analisar suas diferenças regionais e forma de constituição, por exemplo, familiar e não familiar, tem despertado interesse para melhor compreensão dessa importante atividade, conforme salientado por Silva e Gazolla (2021).

Com base nos dados do último censo agropecuário realizado pelo IBGE, em 2017, nas informações obtidas em Agências reguladoras e Instituições de Pesquisa, bem como a partir da análise de estudos publicados nos últimos anos, este artigo teve por objetivo identificar as vantagens e os desafios da implantação de agroindústrias rurais familiares.

## 2 METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de revisão bibliográfica utilizando banco de dados como o *Scielo* e Google Acadêmico, a fim de identificar a importância da agroindustrialização no desenvolvimento regional. Foram usados os seguintes buscadores: agroindústria rural; agregação de valor; desenvolvimento rural; censo agropecuário, no período de 2011 a 2023, embora, foram considerados também alguns materiais anteriores a esse período por sua relevância.

Foi também realizada pesquisa qualitativa em sites oficiais do governo, visando identificar os requisitos necessários à implantação de agroindústrias, bem como as opções de políticas públicas disponíveis para pequenos produtores rurais.

A partir dos dados do último censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), foram identificados os principais produtos agroindustrializados e a participação das regiões brasileiras nessa atividade.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 AGROINDÚSTRIA NO BRASIL

A agroindústria é o local onde ocorrem o beneficiamento das matérias-primas agropecuárias e sua transformação em produtos derivados, conforme definição do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2021)

A agroindústria é o ambiente físico equipado e preparado onde um conjunto de atividades

relacionadas à transformação de matérias-primas agropecuárias provenientes da agricultura, pecuária, aquicultura ou silvicultura são realizadas de forma sistemática (MAPA, 2021).

Como responsável por agregar valor ao produto originário do campo, a agroindústria é uma parcela importante da economia brasileira, integrando o meio rural com a economia de mercado. Segundo EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2021), a agroindústria possui uma participação de aproximadamente 5,9% no Produto Interno Bruto (PIB) Brasileiro.

No Brasil, as agroindústrias se apresentam de diferentes formas, desde as unidades de produção agropecuária, com menor volume de produção e normalmente familiares, onde se agrega valor às matérias-primas produzidas no local; as associações e cooperativas, que transformam, de forma coletiva, a produção agropecuária dos produtores associados ou cooperados, com ganho de escala, até as agroindústrias com padrão de agroexportação, as quais coordenam a verticalização da produção de forma integrada (SILVA; GAZOLLA, 2021).

Outra diferenciação da agroindústria refere-se ao local onde está instalada e, de acordo com essa interpretação, apresenta-se, também o termo agroindústria rural, a qual é definida pelo IBGE (2006) como,

A agroindústria rural se refere às atividades de transformação e beneficiamento de produtos agropecuários de origem animal ou vegetal, que foram realizadas em instalações próprias, comunitárias ou de terceiros, a partir de matéria-prima produzida no próprio estabelecimento agropecuário ou adquirida de outros produtores, desde que a destinação final do produto tivesse sido dada pelo produtor (IBGE, 2006, p. 31).

Segundo relatório de pesquisa do Instituto de Pesquisa e Economia Agrícola-IPEA (2013) - sobre o Perfil da Agroindústria Rural no Brasil, essa definição apresenta algumas ressalvas. Primeiramente em relação à dificuldade em identificar a participação na atividade de processamento nas instalações de pequeno porte, que normalmente são estabelecimentos familiares. Também, em relação à disponibilidade e facilidade de recolhimento de informações que possam contribuir com os dados censitários da agroindústria rural, pois as tabulações têm sido feitas “por produtos”, e não de modo específico, para que seja possível verificar a porcentagem do beneficiamento de determinado produto que foi colocado à venda.

No último Censo Agropecuário, de 2017, foram selecionados 34 produtos, entre alimentícios e não alimentícios, para definir o beneficiamento e transformação de matérias-primas agropecuárias pelos produtores rurais, conforme tabela SIDRA 6960 (IBGE, 2017).

De acordo com o referido Censo (IBGE, 2017), o Brasil tinha, em 2017, 1.527.056 agroindústrias distribuídas pelos seus 5.073.324 estabelecimentos agropecuários, sendo diferenciadas como agroindústria rural familiar (AF) e agroindústria rural não familiar (ANF).

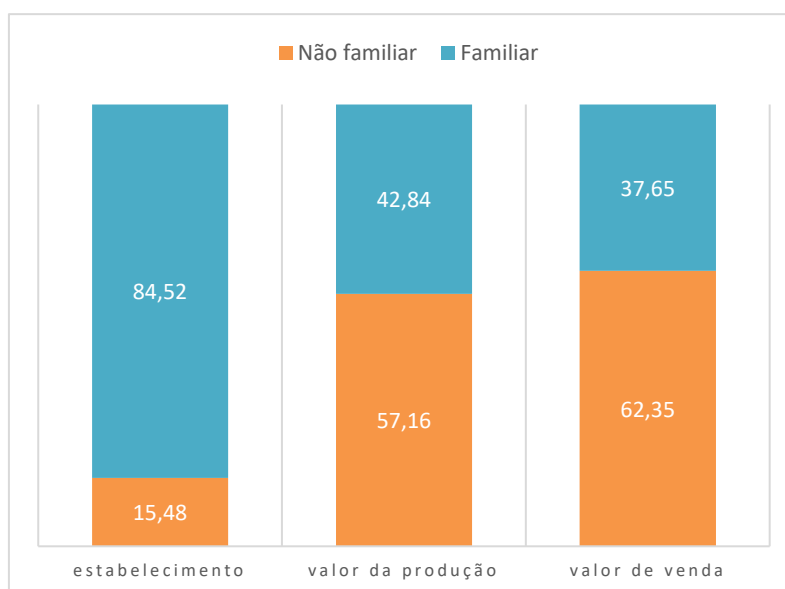
A diferenciação em agricultura familiar e não familiar, usada na metodologia para obtenção dos dados do censo de 2017, baseia-se no Decreto nº 9.064, de 31 de maio de 2017, que dispõe sobre a Unidade Familiar de Produção Agrária (UFPA). Segundo ele, a AF deve atender aos seguintes critérios: área total

explorada de até quatro módulos fiscais; mão-de-obra predominantemente familiar; renda familiar prioritariamente originada das atividades realizadas no próprio estabelecimento e gestão familiar (BASTIAN et al., 2022). Por sua vez, a ANF conta com mão de obra contratada e gestores profissionais também contratados. Utiliza em maior grau tecnologia e equipamentos, além de dispor de

maiores áreas e escala de produção, conforme apontado por Gazolla et al. (2022).

Apesar do volume produzido e do valor de venda dos produtos processados terem sido maiores nas agroindústrias não familiares (figura 1), os dados do Censo de 2017 tabulados e analisados por Gazolla et al. (2022), mostram que a AF continua sendo a maior transformadora de matérias-primas agrícolas do rural brasileiro.

**Figura 1 – Proporção de estabelecimentos com agroindústria rural, valor da produção e valor da venda, por tipologia do produtor - Brasil - 2017**



**Fonte:** Autores a partir dos dados de Gazolla et al (2022)

Analisando-se por região, o maior número de estabelecimentos agropecuários com agroindústria rural é verificado no Nordeste, seguido pelo Sul, Norte, Sudeste e Centro-Oeste, mas, em todas as regiões, a AF representa mais de 70% dos estabelecimentos, o que torna evidente a atuação da AF nos processos de agregação de valor e transformação de alimentos (GAZOLLA et al., 2022).

Embora a agroindústria possa ser classificada como alimentícia e não alimentícia, de acordo com os produtos desenvolvidos, na agroindústria rural familiar nota-se predomínio da cultura alimentar, muito provavelmente pela facilidade de iniciar a atividade nas próprias cozinhas dos produtores rurais, que o fazem para atender o próprio consumo e, posteriormente, percebem nessa atividade uma forma de agregar valor às



matérias-primas produzidas (BASTIAN et al., 2022).

Do total de estabelecimentos rurais, analisados no Censo Agropecuário de 2017, 16,8% apresentavam agroindústria rural, enquanto, dos estabelecimentos rurais da agricultura familiar, 18,5% processam

alimentos (FREITAS, CORCIOLLI; CRUZ, 2022). Entre os principais produtos processados nas agroindústrias familiares rurais, em 2017, destacaram-se a farinha de mandioca e os queijos/requeijão, conforme apresentado na tabela 1.

**Tabela 1 – Quantidade produzida por agroindústrias do Brasil, de AF e ANF, 2017.**

<b>Produtos</b>	<b>Brasil</b>	<b>AF</b>	<b>ANF</b>
Aguardente (mil L)	83.409	33.342	50.067
Doces (t)	15.482	9.036	6.446
Farinha mandioca (t)	706.752	591.132	115.620
Fubá de milho (t)	35.122	7.453	27.669
Queijo e requeijão (t)	222.652	149.711	72.941
Rapadura (t)	22.615	16.668	5.947
Embutidos (t)	7.278	4.958	2.321
Goma de tapioca(t)	36.613	25.400	11.212

**Fonte:** BASTIAN et al. (2022, p.19)

Considerando-se a distribuição das agroindústrias rurais por produtos e regiões, a região Sul concentra maior número de agroindústrias rurais que produzem embutidos, queijos/requeijão e doces/geleia. Já o Sudeste segue com maior número de agroindústrias voltadas à produção de aguardente de cana, fubá de milho e rapadura, enquanto as regiões Norte e Nordeste concentram mais estabelecimentos com produção de farinha de mandioca e goma de tapioca. Apesar dessa distribuição, em todas as regiões do País encontram-se agroindústrias rurais que produzem rapadura, queijos, aguardente de cana e doces e geleias (BASTIAN et al., 2022).

### 3.2 IMPORTÂNCIA DA AGROINDÚSTRIA RURAL

Segundo Prezotto (2016), a agroindustrialização dos produtos agropecuários é, normalmente, concentrada em grandes unidades industriais, localizadas em centros urbanos e a matéria-prima para essas indústrias, muitas vezes, vem da agricultura familiar. O pequeno volume produzido em cada unidade produtiva, entretanto, não permite a sustentabilidade econômica das famílias com qualidade de vida, o que acaba interferindo na permanência dessas famílias na zona rural.

Por outro lado, atualmente, está aumentando a procura por produtos da agricultura familiar, considerados mais sustentáveis, o que gera uma oportunidade para esse segmento, propiciando inclusão social, trabalho, geração de renda e,

consequente, melhoria das condições de vida desse grupo populacional (PREZOTTO, 2016).

Em escalas locais e/ou regionais, as experiências das agroindústrias familiares se constituem uma atividade técnico-produtiva de utilização do seu espaço, por meio de cooperação entre familiares e comunidade local, com o objetivo de produzir seu alimento e comercializá-lo, como uma alternativa econômica e social. Segundo Gazolla e Pelegrini (2011), essas experiências também agem no sentido de:

- a. Gerar um processo produtivo e de relacionamento mais autônomo com o mercado;
- b. Ser um nicho potencial para a construção de novos e diversificados portfólios sociotécnicos (novas redes, mercados, organizações sociais e tecnológicas, produtos e/ou processos);
- c. Ajudar as famílias a produzir maior valor agregado para seus alimentos e engajar esses agricultores ativamente como atores sociais que buscam sobreviver nas áreas rurais

As agroindústrias são, portanto, relevantes para a promoção do desenvolvimento regional, pois, além de estimular a economia local, possibilitam o desenvolvimento de mercados baseados em cadeias curtas de abastecimento, o que gera menor impacto ambiental, fornecendo alimentos mais sustentáveis (GAZOLLA et al., 2022).

A agregação de valor às matérias-primas produzidas traz vantagens de ordem econômica e social para os agricultores

familiares, no entanto, a regularização das agroindústrias ainda é uma dificuldade enfrentada por eles, o que acaba favorecendo a sua permanência na informalidade (BASTIAN et al, 2022).

### 3.3 REQUISITOS PARA IMPLANTAÇÃO DE AGROINDÚSTRIAS RURAIS

#### 3.3.1 Constituição jurídica

Para comercializar formalmente seus produtos, as empresas rurais (agroindústrias) devem atender a diversos requisitos. As empresas agrícolas podem ser legalmente constituídas por apenas uma pessoa, por meio de sociedade ou coletivamente (associação ou cooperativa). No Estado de São Paulo, conforme Comunicado Técnico 03/2021 (PAZINATO, 2021), o agricultor individual que deseja converter seu produto agrícola em produto agroindustrial deve constituir uma empresa, ou seja, se tornando pessoa jurídica.

As indústrias agrícolas individuais podem ser organizadas de acordo com seu faturamento bruto anual com as seguintes opções: MEI – Microempresário Individual; Empresário Individual - ME (microempresa); EIRELI – Empresa Individual de Responsabilidade Limitada. Um agricultor familiar pode perder seu seguro social especial antes que seu negócio seja legalizado como empresário privado (MEI, ME ou EPP). Por isso, deve buscar mais informações junto à Segurança Social e analisar cada caso antes de decidir sobre uma dessas possibilidades. Uma operação agrícola de propriedade de

mais de uma pessoa pode ser organizada em sociedade civil ou mercantil, dependendo da finalidade (PAZINATO, 2021).

### 3.3.2 Licenciamento ambiental

A implantação de agroindústrias rurais requer o prévio licenciamento ambiental, o qual é definido como:

processo administrativo executado por órgãos ambientais, na esfera federal, estadual ou municipal, legalmente autorizados a conceder o licenciamento para a instalação, a ampliação, modificação e a operação de empreendimentos e atividades que utilizam de recursos naturais ambientais, considerando os potenciais riscos de poluição, ou de degradação ambiental (SÃO PAULO, 2022).

O licenciamento ambiental é um mecanismo fundamental na implantação de empreendimentos seja quais forem as atividades neles realizadas, pois possibilita o desenvolvimento econômico e social evitando ou minimizado os danos ao meio ambiente (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2023).

A emissão do licenciamento ambiental para o funcionamento das agroindustriais de pequeno porte é competência do órgão ambiental municipal e, na falta deste, do órgão ambiental estadual. No Estado de São Paulo essa licença compete à CETESB- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (PAZINATO, 2021).

### 3.3.3 Controle sanitário

A oferta de um alimento seguro ao consumidor, em relação à sua qualidade higiênico-sanitária e tecnológica, requer a inspeção e fiscalização do alimento em todas as etapas de sua cadeia produtiva (MEDEIROS, 2021).

Visando garantir a segurança e a qualidade de alimentos, cabe à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e ao Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), a coordenação, supervisão e controle das atividades de registro, inspeção e fiscalização na produção de alimentos (MAPA, 2022; ANVISA, 2023).

A atuação da ANVISA e do MAPA no controle sanitário dos alimentos, durante sua produção e distribuição, é compartilhada e se divide por categoria dos alimentos, conforme apresentado no Quadro 1 (ANVISA, 2022).

A Agroindústria que atua no setor de alimentos precisa de autorização para exercer sua atividade. O documento de autorização é emitido por uma autoridade sanitária competente, seja municipal ou estadual e certifica que o estabelecimento atende às normas sanitárias, conforme legislação vigente (PAZINATO, 2021).

**Quadro 1 – Categorias de produtos alimentícios sob competência da ANVISA e do MAPA**

CATEGORIAS DE PRODUTO DE COMPETÊNCIA DA AGRICULTURA	CATEGORIAS DE PRODUTO DE COMPETÊNCIA DA SAÚDE
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produtos vegetais <i>in natura</i></li> <li>▪ Produtos vegetais minimamente processados (vegetais descascados, picados, higienizados e embalados)</li> <li>▪ Produtos de origem animal (definidos no decreto 9.013/2017)</li> <li>▪ Bebidas e produtos para o preparo de bebidas (alcoólicas e não alcoólicas, vinagre e polpa de frutas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Açúcar e produtos para adoçar; Sal; Temperos, especiarias e molhos</li> <li>▪ Alimentos para controle de peso e dietas; Alimentos formulados para crianças; Alimentos com alegação; Suplemento alimentar fórmula para alimentação enteral</li> <li>▪ Alimentos semi-prontos e prontos; Mistura para o preparo de alimentos e novos alimentos</li> <li>▪ Águas envasadas; Gelo. Gelados comestíveis</li> <li>▪ Chocolate e produtos de cacau; Balas, bombons e gomas de mascar</li> <li>▪ Café, caevada, chá, erva-mate e produtos solúveis</li> <li>▪ Farinha, amidos e farelos; Produtos de cereais; Produtos de vegetais, de frutas e cogumelos; Óleos e gorduras vegetais; Produtos proteicos de origem vegetal</li> </ul>

Fonte: ANVISA (2023)

Para produtos de origem animal, além do alvará sanitário, é obrigatório ainda o registro do estabelecimento junto a um dos órgãos de Inspeção da Agricultura, seja municipal, estadual ou federal. Na produção de bebidas e polpas de frutas também existe a obrigatoriedade do registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022).

### 3.3.3.1 Produtos de competência da Saúde

Todos as categorias de alimentos que estão sob a competência da saúde, deverão ser produzidos em estabelecimentos que apliquem as Boas Práticas de Fabricação, estabelecidas pela Portaria SVS/MS 326/ 1997 (BRASIL, 1997). Para algumas categorias existe também legislação específica, conforme publicado na Biblioteca de temas de Alimentos da ANVISA (2023) e que deverá ser atendida.

### 3.3.3.2 Produtos de competência da Agricultura

Os produtos de origem animal para consumo humano deverão ter sua produção inspecionada por algum dos órgãos da Agricultura, sob a coordenação do DIPOA- Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, cuja atuação está representada no Quadro 2, conforme MAPA (2017).

Ao DIPOA cabe a coordenação da aplicação das leis, normas e definição dos critérios para a garantia da qualidade e segurança dos produtos de origem animal, em nível nacional. Os estados e municípios dispõem de legislação própria, de forma que cabe também ao DIPOA a integração entre os serviços de inspeção estaduais (SIE) e municipais (SIM), o que é feito por meio do SISBI- Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (MAPA, 2017).

Desta forma, os produtos produzidos e comercializados entre estados ou destinados à exportação, são de responsabilidade do Serviço de Inspeção Federal (SIF), já os produtos alimentícios produzidos em um município, mas comercializados entre outros

municípios devem atender à regulamentação específica de cada estado e os produtos que são produzidos e comercializados dentro de um mesmo município, têm que atender à Lei

do Serviço de Inspeção Municipal (SIM), de acordo com o previsto em cada município (PAZINATO, 2021).

**Quadro 2 – Atuação do DIPOA**



Legenda: SDA- Secretaria de Defesa Agropecuária; SFA- Superintendência Federal da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; SISBI- Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal; SISA- Serviço de Fiscalização de Insumos e Saúde Animal.

Fonte: MAPA (2017)

Conforme já é regulamentado em alguns estados, há algumas décadas, o Governo Federal possibilitou também a comercialização interestadual dos produtos alimentícios produzidos de forma artesanal, por meio da Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018 (BRASIL, 2018). De acordo com a mesma, o Produto Artesanal, reconhecido pelo selo ARTE, é aquele produzido por métodos tradicionais ou regionais próprios. Sua produção, no entanto, deve seguir as boas práticas agropecuárias e de fabricação e sofrer a fiscalização dos órgãos de saúde dos Estados.

Ainda sob competência da Agricultura, as bebidas, polpas de frutas e vinagres, devem seguir regulamentação específica, sendo,

neste caso divididas em dois segmentos: as normas referentes ao vinho e derivados da uva e do vinho e as normas relativas às demais bebidas, sejam alcoólicas ou não (MAPA, 2023).

Em todos esses casos, seja sob competência da saúde ou da agricultura, a produção de alimentos deverá seguir as Boas Práticas de Fabricação, respeitando-se os requisitos gerais de produção estabelecidos na legislação específica. (ANVISA, 2023; MAPA, 2022).

Além da legislação citada, diversos outros regulamentos deverão ser atendidos na comercialização dos produtos alimentícios,

como os referentes à embalagem e rotulagem de alimentos (ANVISA, 2023).

### 3.4 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA AGRICULTURA FAMILIAR

Além das exigências sanitárias, o acesso aos mercados é outro desafio enfrentado pelas famílias que transformam sua produção agropecuária, pois ficam sujeitas às cadeias produtivas dominadas pelas grandes agroindústrias (PREZOTTO, 2016).

A fim de contribuir com os pequenos produtores rurais visando sua manutenção na atividade agropecuária, o governo tem implantado algumas políticas específicas para esse segmento, conforme apresentado a seguir.

De acordo com a EMBRAPA (2022), o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) é a política pública mais importante para o agricultor familiar. O PRONAF teve início em 1995 e visa fortalecer a agricultura familiar por meio de subsídios para financiar serviços agrícolas e não agrícolas. Com esse programa é possível a diversificação das atividades agropecuárias na agricultura familiar, o empreendedorismo, por meio do processamento e agroindustrialização dos alimentos produzidos nas unidades rurais, bem como atende às demandas do mercado e introduz práticas de redução de custos, viabilizando a produção econômica e buscando o bem-estar social e a sustentabilidade.

Um desdobramento desse Programa é o Pronaf Agroindústria, que possibilita a

agricultores e produtores rurais familiares, sejam pessoas físicas ou jurídicas, bem como cooperativas, o financiamento para investimento em beneficiamento, armazenagem, processamento e comercialização agrícola, extrativista, artesanal e de produtos florestais, assim como apoio à exploração de turismo rural (BNDES, 2022).

Além do crédito rural, o Pronaf oferece aos agricultores familiares os serviços de proteção da produção e da renda por meio do Seguro da Agricultura Familiar, o SEAF, e do Programa de Garantia de Preços, o PGPAF, além do Pronaf Bioeconomia, Programa Bioeconomia Brasil-Sociobiodiversidade, Pronaf Mais Alimentos, Programa Garantia de Preços para a Agricultura Familiar, Residência Profissional Agrícola, Programa de Aquisição de Alimento e Crédito Fundiário, conforme apresentado no Plano Safra do MAPA (2020), o qual destinou R\$ 33 bilhões, por meio do Pronaf, para financiar pequenos agricultores com taxa de juros anual de até 2,75% para financiamento e comercialização.

Um dos programas de investimento do Plano Safra é o Programa de Desenvolvimento Cooperativo para Agregação de Valor à Produção Agropecuária, o qual visa incrementar a competitividade do complexo agroindustrial das cooperativas brasileiras, por meio da modernização dos sistemas produtivos e de comercialização. Entre as ações enquadradas nesse programa, inclui-se a industrialização de produtos agropecuários e de seus derivados. Com limite de financiamento de R\$ 150 milhões, o prazo

máximo de reembolso é de dez anos a taxas de juros de 7,0% a.a (MAPA, 2020).

O apoio de instituições públicas e privadas, que promovem e compõe políticas públicas de gestão da produção rural, incluindo capacitação e modernização de processos produtivos, é fundamental, pois, além de inserir e reinserir pessoas no processo econômico do trabalho rural, possibilita agregar conhecimento e criar cooperativas para o abastecimento local e até regional (PERCICHITO, 2013).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos estudos citados neste artigo e, com base nos dados do último Censo Agropecuário, foi possível verificar a importância das agroindústrias rurais para a agricultura familiar, bem como para o desenvolvimento socioeconômico e alimentar.

Embora a agregação de valor às matérias-primas possibilitada pela implantação de agroindústrias rurais traga vantagens de ordem econômica e social para os agricultores familiares, a regularização dos estabelecimentos frente às exigências regulamentares ainda é uma dificuldade enfrentada por eles.

Apesar das dificuldades para regularização das agroindústrias rurais familiares e comercialização dos produtos processados, a demanda por produtos sustentáveis demonstra uma oportunidade para as agroindústrias familiares, de modo a proporcionar melhores perspectivas de

permanência na área rural com a atividade agroindustrial.

É essencial, no entanto, compreender que as formas de produção são influenciadas pelo contexto social, econômico, político, cultural e organizacional de um determinado momento, os quais devem ser considerados para obtenção de melhores resultados, com ganhos para toda a sociedade.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. **Alimentos**. Disponível em <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos> Acesso 11 abr 2023.

ANVISA. **Controle Sanitário de Alimentos**. 2022. Disponível em. <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/control-sanitario> Acesso 5 dez 2022.

AMVISA. **Biblioteca de temas de alimentos**. Disponível em <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-alimentos>. Acesso em 23 de junho 2023.

BASTIAN, L. et al. **As agroindústrias rurais nos Censos agropecuários de 2006 e 2017: uma análise para o Brasil e as grandes regiões**. Brasília: Ipea. 2022. 47p.

BNDES. Pronaf - **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**. Disponível em <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf> Acesso julho 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria SVS/MS nº 326 de 30 de julho de 1997. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-de-produtos-origem-vegetal/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-no-326-de-30-de-julho-de-1997.pdf/view> Acesso 05 jun 2023

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/selo-arte-selo-queijo-artesanal/legislacao/LEIN13.680DE14DEJUNHOD E2018..pdf/view> Acesso 03 mar 2023

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Agropecuária. **Políticas públicas para a agroindústria familiar.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-familiar/politicas-publicas>. Acesso em 05 jan 2022.

EMBRAPA. **Agroindustry.** 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria> Acesso 22 out 2022

FREITAS, COCCIOLI, CRUZ. 2022. Retrato das agroindústrias e dos programas governamentais de apoio à agroindústria familiar no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio** - REA | v. 20, n. 2, 2022. Disponível em: <https://web.s.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=16791614&AN=162613338&h=GCaX6aoLL96mWzjlf3e0Fjgo%2ftZiaarF64y2qErWWutRImF7gPTMSKhyksBsArSv%2f9Vj8vtlZ7OJvLTIsSpQBQ%3d%3d&crl=f&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authype%3dcrawler%26jrnl%3d16791614%26AN%3d162613338> Acesso 05 jun 2023.

GAZOLLA, M; PELEGRINI, G. As Experiências Familiares de Agroindustrialização: uma estratégia de produção de novidades e de valor agregado. Porto Alegre: **Ensaio FEE**, v. 32, n. 2, p. 361-388, nov. 2011. Disponível em: <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/ensaios/article/view/2435>

GAZOLLA, M. et al. Agroindústrias rurais, políticas públicas e desenvolvimento regional: um perfil da agroindustrialização brasileira com base nos dados do Censo Agropecuário 2017. **Redes** (St. Cruz Sul, Online), v.27, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11411> Acesso 13 jul 2023

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário de 2006.** Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017.** Resultados definitivos. Rio de Janeiro. 2019. 109 p. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017/resultados-definitivos.html>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo agropecuário 2017. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos#agroindustria-rural>

IPEA. O Perfil da Agroindústria Rural no Brasil. Uma análise com base nos dados do Censo Agropecuário 2006. Brasília: IPEA. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7631> Acesso 13 jul 2022

LOURENZANI, W.L.; SILVA, C.A.B. Programas de agroindustrialização para o desenvolvimento rural: riscos e incertezas dos projetos de implantação. Organizações Rurais & Agroindustriais - **Revista Eletrônica de Administração da UFL**, v. 5 n. 1, 2003.

MAPA. **Registro de Estabelecimentos.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/registro-de-estabelecimentos>. Acesso 24 mar 2023.

MAPA. **Conheça o DIPOA.** 2017. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/conheca-o-dipoa>. Acesso 8 de julho 2023.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. **O que é agroindústria?** Publicado em 12/04/2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroindustria/o-que-e-agroindustria#:~:text=A%20agroind%C3%BAstria%20%C3%A9%20o%20ambiente,s%C3%A3o%20realizadas%20de%20forma%20sistem%C3%A1tic> a Acesso 19 jun 2022

MAPA. **Plano Safra 2020-2021.** O florescer de uma nova colheita. Brasília, 2020. 56p. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de>



política-agrícola/plano-agrícola-pecuario/plano-agrícola-e-pecuario-2020-2021

MARAFON, G. J. Industrialização da Agricultura e Formação do Complexo Agroindustrial no Brasil. Geo UERJ **Revista do Departamento de Geografia**, UERJ, RJ, n. 3, p. 7-21, junho de 2019.

MEDEIROS, A. A importância da inspeção e fiscalização frente à segurança dos produtos de origem animal. **Higiene Alimentar**. Notícias, 2021. Disponível em <https://higienealimentar.com.br/a-importancia-da-inspecao-e-fiscalizacao-frente-a-seguranca-dos-produtos-de-origem-animal/> Acesso 23 jun 2023.

IPEA. **O Perfil da Agroindústria Rural no Brasil Uma análise com base nos dados do Censo Agropecuário 2006**. 2013. 86p. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7631>. Acesso 22 julho 2023

PAZINATO, B.C. COMUNICADO TÉCNICO DEXTRU 03/2021. **Agroindústria de pequeno porte e legislação**. Agroindústria de Pequeno Porte e Legislação, Campinas, CATI-CDRS, 2021. 20p. Disponível em: <https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/acervo-tecnico/DT%20125%20Agroind%C3%BAstria.pdf> Acesso 24 mar 2023

PERCICHITO, R.R. **Fortalecimento das Pequenas Propriedades Rurais de Itapetininga (SP): Caso da Cadeia Produtiva do Leite**. Monografia, 54p, Especialização em Gestão Pública Municipal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2013.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **O que é licenciamento ambiental e qual a sua importância?** Disponível em <https://encurtador.com.br/gKQ08>. Acesso 22 julho 2023.

PREZOTTO, L. L. **Agroindústria da Agricultura familiar**. Regularização e acesso ao mercado. Brasília-DF: CONTAG, 2016. 60p.

SÃO PAULO. Secretaria Meio Ambiente Infraestrutura e Logística. **Licenciamento Ambiental**. 10/06/2022. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira->

ambiental/licenciamento-ambiental/ Acesso em 13 maio 2023.

SILVA, A; GAZOLLA, M. Agroindústrias rurais e o desenvolvimento regional: uma análise comparativa entre os estados da Região Sul do Brasil. COLÓQUIO – **Revista do Desenvolvimento Regional** - Faccat - Taquara/RS - v. 18, n. 4, out./dez. 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/355984914\\_Agroindustrias\\_rurais\\_e\\_o\\_desenvolvimento\\_regional\\_uma\\_analise\\_comparativa\\_entre\\_os\\_estados\\_da\\_Regiao\\_Sul\\_do\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/355984914_Agroindustrias_rurais_e_o_desenvolvimento_regional_uma_analise_comparativa_entre_os_estados_da_Regiao_Sul_do_Brasil) Acesso 19 junho 2023.

## PISCICULTURA URBANA

O projeto Piscicultura Urbana foi criado como forma de integrar os diferentes cursos da Fatec Itapetininga por meio da criação de peixes num sistema fechado, composto por caixas d'água residenciais e sistema de filtragem biológica capaz de manter a qualidade da água sem o seu descarte ou substituição constante, gerando pouquíssimos resíduos. Esse método intensivo de criação de peixes, chamado Sistema RAS, vem sendo muito utilizado para produção urbana de peixes, tendo em vista que proporciona excelentes resultados em relação a qualidade dos parâmetros físicos e químicos da água aliados à produção precoce de peixes.

O sistema apresenta pequeno consumo de água e energia elétrica para o seu funcionamento, permitindo a sua instalação em locais com alto custo de água ou energia, ou até mesmo em locais que sofrem com crises hídricas. É considerado compacto, possibilitando a produção animal em imóveis residenciais e comerciais, dentro de grandes centros urbanos.



Para este projeto, optou-se pela escolha da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) que além de ser uma das espécies mais importantes na piscicultura brasileira é também a que apresenta as melhores características para esse sistema de produção:

- Possui bom ganho de peso e bom rendimento de filé;
- Aceita grande variedade de alimentos, como proteínas de origem vegetal e animal;
- Suporta alta densidade de povoamento, manejo e baixos teores de oxigênio dissolvido na água, aliando rusticidade e alto desempenho;
- Possui carne com sabor suave, boas características nutricionais, baixo teor de gordura e ausência de espinhas no filé;
- Tolerância a temperaturas na faixa entre 15° e 35°C.

O sistema entrou em operação no início de 2023 com soltura de 50 alevinos por caixa d'água e desde então foi colocado à disposição dos docentes com disciplinas relacionadas à produção animal, uso e qualidade da água, ecologia, prototipagem e desenvolvimento de sistemas para que, com o auxílio de seus alunos, aprimorassem e criassem soluções para os desafios que vão surgindo nesse sistema. Até o momento, já temos trabalhos sendo desenvolvidos envolvendo a alimentação automática dos peixes, o aquecimento sustentável da água, um sistema de filtragem mais eficiente, automação e monitoramento e a biodigestão dos resíduos.



Apesar de direcionado para a comunidade acadêmica, o projeto Piscicultura Urbana tem se mostrado uma excelente ferramenta na educação ambiental de alunos da educação básica e do ensino médio das escolas de Itapetininga. A partir do entendimento do sistema, é possível a abordagem prática de conceitos que envolvem ecologia, preservação ambiental, bioenergia e o agronegócio.



Após o crescimento dos peixes, estes serão doados para a alimentação em projetos sociais da cidade, incentivando sua expansão e instalação em outros locais, como forma de fornecer uma fonte de proteína de qualidade aliada à educação ambiental. Além das

oportunidades didático-pedagógicas e sociais, o projeto é uma vitrine tecnológica para a Fatec Itapetininga, permitindo a interação com empresas e outras instituições da região.

# PERSPECTIVA



COMPARTILHE



Prof. Antonio Belizandro  
Barbosa Rezende