

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA

Luísa Vieira da Silva



DESENVOLVIMENTOS LOCAIS NA BIOECONOMIA:
UM MAPEAMENTO DE OPORTUNIDADES PARA O
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

RIO DE JANEIRO

2023

Luísa Vieira da Silva

DESENVOLVIMENTOS LOCAIS NA BIOECONOMIA: UM MAPEAMENTO DE
OPORTUNIDADES PARA O ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Química da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Engenheira de
Bioprocessos.

Orientador(es): Flávia Chaves Alves
Leonardo Vieira Teixeira
Bárbara Gomes Xavier

Rio de Janeiro

2023

CIP - Catalogação na Publicação

V586d Vieira da Silva, Luísa
 DESENVOLVIMENTOS LOCAIS NA BIOECONOMIA: UM
 MAPEAMENTO DE OPORTUNIDADES PARA O ESTADO DO RIO DE
 JANEIRO / Luísa Vieira da Silva. -- Rio de Janeiro,
 2023.
 103 f.

 Orientadora: Flávia Chaves Alves.
 Coorientador: Leonardo Vieira Teixeira.
 Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
 Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
 Química, Bacharel em Engenharia de Bioprocessos,
 2023.

 1. Bioeconomia. 2. Atores. 3. Matéria-Prima. 4.
 Ecossistema. 5. Rio de Janeiro. I. Chaves Alves,
 Flávia , orient. II. Vieira Teixeira, Leonardo,
 coorient. III. Gomes Xavier, Bárbara, coorient.
 IV. Título.

Luísa Vieira da Silva

DESENVOLVIMENTOS LOCAIS NA BIOECONOMIA: UM MAPEAMENTO DE
OPORTUNIDADES PARA O ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Química da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Engenheira de
Bioprocessos.

Aprovado em 12 de junho de 2023.

Prof.^a Flávia Chaves Alves , DSc, UFRJ

Leonardo Vieira Teixeira, MSc, UFRJ

Bárbara Gomes Xavier, Engenheira, Unileste

Prof. Fábio de Almeida Oroski, DSc, UFRJ

Fernanda de Souza Cardoso, MSc, UFRJ

Rio de Janeiro
2023

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho. Em primeiro lugar, sou imensamente grata à minha orientadora, Prof. Flávia Chaves Alves, por despertar meu interesse pelo tema da bioeconomia, por suas valiosas dicas e pelo constante apoio e entusiasmo. Gostaria de agradecer também a Bárbara Gomes Xavier, Leonardo Texeira Vieira e Victória Emília Neves Santos, que foram fundamentais com suas opiniões, revisões e ensinamentos.

Agradeço de coração aos meus pais, cujo apoio incondicional e incentivo aos meus estudos foram essenciais. Vocês sempre acreditaram em mim e me lembraram de que eu era capaz. Meu amor por vocês é infinito.

Aos professores Fábio de Almeida Oroski e Luana Furtado e a pesquisadora Fernanda Cardoso, agradeço por dedicarem seu precioso tempo à leitura da minha dissertação e por aceitarem fazer parte da minha banca de defesa.

Gostaria de agradecer ao meu amigo Pedro Tubenchlak Boechat por sua gentileza em me ajudar com a programação, tão importante para este projeto. Também agradeço à querida Annah Bárbara Pinheiro dos Santos por ouvir minhas ideias, reclamações e ajudar na revisão das normas ABNT.

Agradeço também a todos os professores da UFRJ que foram fundamentais para minha formação. E aos amigos que me apoiaram durante todos esses anos e que espero que continuem me acompanhando por muito mais.

Ao CNPq e ao SENAI CETIQT, pelo apoio financeiro durante a elaboração dessa dissertação.

Por fim, agradeço a todos que direta, ou indiretamente, me ajudaram nesse processo, a vocês dedico o presente trabalho.

RESUMO

SILVA, L. V. Desenvolvimentos locais na bioeconomia: um mapeamento de oportunidades para o estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Bioprocessos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A bioeconomia é um conceito voltado para a produção de recursos biológicos renováveis e sua transformação em produtos e serviços por meio de tecnologias inovadoras e eficientes. No contexto do estado do Rio de Janeiro (ERJ), a bioeconomia surge como uma alternativa sustentável para diminuir a dependência da economia petrolífera, desenvolver ambientes rurais e urbanos, fomentar negócios e encontrar oportunidades inovadoras. No entanto, para desenvolver a bioeconomia, é necessário compreender a disponibilidade de matérias-primas sustentáveis, os bioprodutos que podem ser obtidos a partir desses insumos e os atores-chave envolvidos. Portanto, a presente pesquisa visa preencher essa lacuna, iniciando com o mapeamento das matérias-primas agrícolas produzidas no ERJ, como a cana-de-açúcar, o café e a laranja, assim como os resíduos gerados no processamento dessas matérias-primas. Além disso, foi criado um banco de dados com informações relevantes para o desenvolvimento da bioeconomia no ERJ, a partir dos dados da Receita Federal referentes às empresas ativas registradas no estado. Com base nesse banco de dados, foi possível analisar as cadeias produtivas das três matérias-primas selecionadas, identificando a quantidade e a distribuição geográfica dos atores envolvidos, bem como o porte de cada empresa. Por fim, foi realizado um estudo de caso para investigar a existência de novos atores potenciais no estado na cadeia do café, com base nas aplicações encontradas para cada resíduo da cadeia, visando a transformação e a comercialização de novos bioprodutos. Como resultado, foram encontrados alguns atores que atualmente utilizam resíduos de café em seus produtos, sobretudo a borra, e atores potenciais, sobretudo na área de fertilizantes. Essa pesquisa mostrou um avanço significativo na elaboração de uma metodologia aplicável a diferentes matérias-primas e cadeias, permitindo uma análise preliminar dos atores envolvidos em cadeias produtivas. Para o Rio de Janeiro, considerando que o estado não se destaca nacionalmente na produção de nenhuma cultura, o trabalho mostra que as oportunidades para o desenvolvimento da bioeconomia aparecem para pequenos negócios que venham a aproveitar os resíduos gerados ao longo das cadeias.

Palavras-chaves: Atores; Bioeconomia; Ecossistema; Matéria-prima; Rio de Janeiro.

ABSTRACT

SILVA, L. V. Desenvolvimentos locais na bioeconomia: um mapeamento de oportunidades para o estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Bioprocessos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Bioeconomy is a concept focused on the production of renewable biological resources and their transformation into products and services through innovative and efficient technologies. In the context of the state of Rio de Janeiro (ERJ), bioeconomy emerges as a sustainable alternative to reduce dependence on the oil economy, develop rural and urban environments, promote businesses and to find innovative opportunities. However, to develop bioeconomy, it is necessary to understand the availability of sustainable raw materials, the bioproducts that can be obtained from these inputs, and the key actors involved. Therefore, this research aims to fill this gap, starting with the mapping of agricultural raw materials produced in ERJ, such as sugarcane, coffee, and oranges, as well as the waste generated in the processing of these raw materials. In addition, a database was created with relevant information for the development of bioeconomy in ERJ, based on data from the Federal Revenue Service regarding active registered companies in the state. Based on this database, it was possible to analyze the production chains of the three selected raw materials, identifying the quantity and geographic distribution of the actors involved, as well as the size of each company. Finally, a case study was conducted to investigate the existence of new potential actors in the state for the coffee production chain, based on the applications found for each waste in the chain, aiming at the transformation and commercialization of new bioproducts. As a result, some actors were found to currently use coffee waste in their products, especially the coffee grounds, and potential actors were identified, especially in the area of fertilizers. This research has shown a significant advancement in the development of a methodology applicable to different raw materials and supply chains, allowing for a preliminary analysis of the actors involved in productive chains. For Rio de Janeiro, considering that the state does not stand out nationally in the production of any specific crop, the work demonstrates that opportunities for the development of the bioeconomy arise for small businesses that could take advantage of the waste generated throughout the chains.

Keywords: Actors; Bioeconomy; Ecosystem; Raw material; Rio de Janeiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Fluxograma simplificado da metodologia desenvolvida.....	17
Figura 2 – Página inicial de filtragem do dashboard de banco de dados de atores	20
Figura 3 – Página de lista completa do dashboard de banco de dados de atores.....	21
Figura 4 – Número de publicações científicas por ano disponíveis na plataforma Scopus (2023)	27
Figura 5 – Países com maior número de registros de publicação científica disponíveis na plataforma Scopus (2023).....	28
Figura 6 – Agências financiadoras com maior número de registros de publicações científicas disponíveis na plataforma Scopus (2023).....	28
Figura 7 – Fluxograma de produção de açúcar e etanol a partir da cana-de-açúcar e os resíduos gerados em cada etapa.....	31
Figura 8 – Fluxograma de produção de café em pó e solúvel e os resíduos gerados em cada etapa.....	36
Figura 9 – Esquema das diferentes estruturas do grão de café, baseado na matéria seca	37
Figura 10 – Fluxograma de produção de suco de laranja integral e os resíduos gerados em cada etapa	42
Figura 11 – Colheita de cana-de-açúcar por município do Rio de Janeiro (2020).....	45
Figura 12 – Usinas de cana-de-açúcar por município do Rio de Janeiro	46
Figura 13 – Empresas da cadeia produtiva da cana-de-açúcar agrupadas por porte (2023)	52
Figura 14 – Empresas de pequeno, médio e grande porte registradas para o cultivo de cana-de-açúcar por município do Rio de Janeiro (2023)	52
Figura 15 – Empresas de pequeno, médio e grande porte registradas para a fabricação de açúcar em bruto por município do Rio de Janeiro (2023)	53
Figura 16 – Empresas de pequeno, médio e grande porte registradas para a fabricação de açúcar de cana refinado por município do Rio de Janeiro (2023)	53
Figura 17 – Empresas de pequeno, médio e grande porte registradas para a fabricação de álcool por município do Rio de Janeiro (2023)	54
Figura 18 – Empresas de pequeno, médio e grande porte registradas em todas as quatro atividades relacionadas à cadeia da cana-de-açúcar por município do Rio de Janeiro (2023).	56
Figura 19 – Colheita de café por município do Rio de Janeiro (2020)	62
Figura 20 – Empresas que compõem a cadeia do café agrupadas por porte	65

Figura 21 – Empresas registradas para o cultivo de café por município do RJ (2023)	66
Figura 22 – Empresas registradas para a beneficiamento de café por município do RJ (2023)	66
Figura 23 – Empresas registradas para a torrefação e moagem de café por município do RJ (2023)	67
Figura 24 - Empresas registradas para a fabricação de produtos à base de café por município do RJ (2023)	67
Figura 25 – Empresas registradas em atividades relacionadas ao café por município do RJ (2023)	68
Figura 26 – Colheita de laranja por município do Rio de Janeiro (2020)	74
Figura 27 – Estabelecimentos registrados na Receita Federal com CNAE de "Fabricação de sucos concentrados de Frutas, Hortaliças e Legumes"	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa quantitativa de produtos da indústria sucroalcooleira – Safra 2022/23 47

Tabela 2 – Tipo de colheita de cana-de-açúcar por Unidade Federativa – Safra 2022/2347

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estratégia de busca: Palavras-chave	27
Quadro 2 – Composição química dos subprodutos do café	41
Quadro 3 – Estimativa de resíduos gerados no beneficiamento da cana-de-açúcar no estado do Rio de Janeiro (3º levantamento – Safra de 2022/23)	50
Quadro 4 – Resumo das principais aplicações para os resíduos de cana-de-açúcar.....	50
Quadro 5 – Empresas ativas no Rio de Janeiro cadastradas por CNAEs (2023)	51
Quadro 6 – Empresas no município do Rio de Janeiro registradas para cultivo de cana-de-açúcar (2023).....	54
Quadro 7 – Empresas de pequeno, médio e grande porte no estado do Rio de Janeiro registradas para cultivo de cana-de-açúcar, fabricação de açúcar em bruto, fabricação de açúcar de cana refinado e fabricação de álcool (2023).....	57
Quadro 8 – Estimativa de resíduos gerados no beneficiamento café no estado do Rio de Janeiro.....	63
Quadro 9 – Principais aplicações para os resíduos gerados na produção de café	63
Quadro 10 – Empresas ativas no Rio de Janeiro cadastradas com os respectivos CNAEs primários (2023)	64
Quadro 11 – Lista de empresas que compõem o ecossistema do café com base em sua CNAE (2023)	69
Quadro 12 – Principais aplicações para os resíduos da produção de suco de laranja	75
Quadro 13 – CNAEs potenciais para exploração dos resíduos da indústria cafeeira.....	79
Quadro 14 – Grupos de pesquisa com atuação relacionada aos desafios tecnológicos do estudo de caso	82

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. METODOLOGIA.....	17
2.1. SELEÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS	17
2.2. DEFINIÇÃO DAS CADEIAS.....	19
2.3. MAPEAMENTO DOS ATORES.....	19
2.4. ESTUDO DE CASO.....	22
3. REFERENCIAL TEÓRICO	24
3.1. BIOECONOMIA	24
3.1.1. Definição	24
3.1.2. Bioeconomia e sua Relevância Científica.....	26
3.2. DESCRIÇÃO DAS CADEIAS SELECIONADAS	29
3.2.1. Cana-de-açúcar.....	29
3.2.2. Café	35
3.2.3. Laranja.....	41
3.3. ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1. Cana-de-açúcar	45
4.2. Café.....	62
4.3. Laranja	74
4.4. Estudo de Caso: Café.....	77
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS	88
ANEXO A - CULTURAS PRODUZIDAS NO RIO DE JANEIRO COM BASE NO NÚMERO DE PRODUTORES, VOLUME DE PRODUÇÃO E FATURAMENTO BRUTO (2020)	95

**ANEXO B - SUBCLASSES CNAES DE INTERESSE PARA O BANCO DE DADOS
DE EMPRESAS.....97**

1. INTRODUÇÃO

O interesse pela bioeconomia tem crescido nas últimas décadas, motivado pelo reconhecimento à nível global dos problemas ambientais causados pelo uso de materiais e combustíveis de origem fóssil, além de questões sociais e econômicas. O conceito de bioeconomia na literatura é amplo e pode abranger o uso de biorrecursos, a aplicação da biotecnologia e/ou o conceito de bioecologia, visão em que a sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico (BUGGE; HANSEN; KLITKOU, 2016). Em outras palavras, a bioeconomia envolve diversos campos emergentes nos quais matérias-primas renováveis podem desempenhar um papel decisivo como impulsionadoras de inovações, principalmente com vistas ao desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a bioeconomia pode, ainda, reduzir a dependência no uso de recursos fósseis e a consequente emissão de gases de efeito estufa, apresentar potencial para gestão mais inteligente dos recursos naturais, melhorar a segurança alimentar e energética, impulsionar a identificação e a criação de produtos, bem como a geração de empregos em ambientes urbanos e rurais (MCCORMICK; KAUTTO, 2013).

O mapeamento das matérias-primas que podem ser utilizadas na bioeconomia, com base em sua disponibilidade, preço, qualidade, processo de conversão e sustentabilidade ambiental, mostra-se crucial para o estabelecimento de estratégias na bioeconomia (COUTINHO; BOMTEMPO, 2011). Além disso, faz-se necessário compreender quem são os atores envolvidos na construção de uma determinada solução no contexto da bioeconomia, tal como produtores e processadores de matérias-primas de interesse, geradores de produtos acabados, fornecedores de equipamentos, consumidores, entre outros.

O estado do Rio de Janeiro é o segundo estado mais rico do Brasil, com um PIB que equivale a 11% do PIB nacional. Entretanto, em 2018, 63% do valor total de exportação do estado foi relacionado ao petróleo bruto (UIC *et al.*, 2020). Esta dependência da economia fluminense em relação ao petróleo coloca em risco o orçamento de muitos municípios do estado, uma vez que esse produto tem preços voláteis e criou-se uma dependência dos recursos dos seus *royalties*, o que resultou em baixo investimento, ao longo do tempo, em outros setores econômicos (AGÊNCIA BRASIL, 2016).

Além disso, a exploração e o uso do petróleo estão associados a diversos problemas como: poluição atmosférica, mudanças climáticas, contaminação ambiental, problemas agrícolas e de saúde humana (UKHUREBOR *et al.*, 2021). Portanto, com a crescente preocupação mundial de redução do consumo de combustíveis fósseis e o aumento do uso de

energias renováveis, torna-se ainda mais evidente a necessidade do Rio de Janeiro de se diversificar economicamente.

Portanto, para o estado do Rio de Janeiro, especificamente, a bioeconomia surge como uma alternativa interessante para a diminuição de sua dependência econômica em relação às atividades industriais ligadas ao petróleo, além de possibilitar o desenvolvimento de ambientes rurais e urbanos, geração de renda e empregos e encontrar oportunidades inovadoras. Desse modo, faz-se necessário o mapeamento do estágio atual de desenvolvimento da bioeconomia no estado para a identificação de oportunidades e desafios no que diz respeito à disponibilidade de biomassa, desenvolvimento tecnológico e presença de atores. Assim será possível identificar setores ou áreas tecnológicas que apresentem vantagens comparativas ou que careçam de maior desenvolvimento tecnológico, logístico e financeiro.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo mapear diferentes cadeias produtivas, suas gerações de resíduos e atores envolvidos em cada ecossistema¹ para compreender o potencial de desenvolvimento da bioeconomia no estado do Rio de Janeiro, com foco no aproveitamento e aplicação sustentável de resíduos. Assim, espera-se responder à pergunta: quais oportunidades de valorização de matérias-primas renováveis podem ser estruturadas para fomentar a bioeconomia no estado do Rio de Janeiro?

Nesse sentido, os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar as principais atividades agrícolas do Rio de Janeiro;
- Mapear a geração de resíduos pelas atividades selecionadas com base no local de produção e volume produzido;
- Apontar, com base na literatura, as principais aplicações dos resíduos selecionados;
- Identificar os atores envolvidos nas cadeias selecionadas;
- Correlacionar os atores selecionados com as matérias-primas de interesse para construção do ecossistema de bioeconomia no estado do Rio de Janeiro.

Os dados que serão apresentados neste Trabalho de Conclusão de Curso são parte do projeto de iniciação tecnológica e industrial desenvolvido no Programa de Mestrado e Doutorado Acadêmico para a Inovação (MAI/DAI - UFRJ) com a colaboração do SENAI CETIQT e financiamento do CNPq.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso se estrutura em quatro capítulos, além desta introdução. O segundo capítulo apresenta a metodologia adotada para seleção, coleta e análise

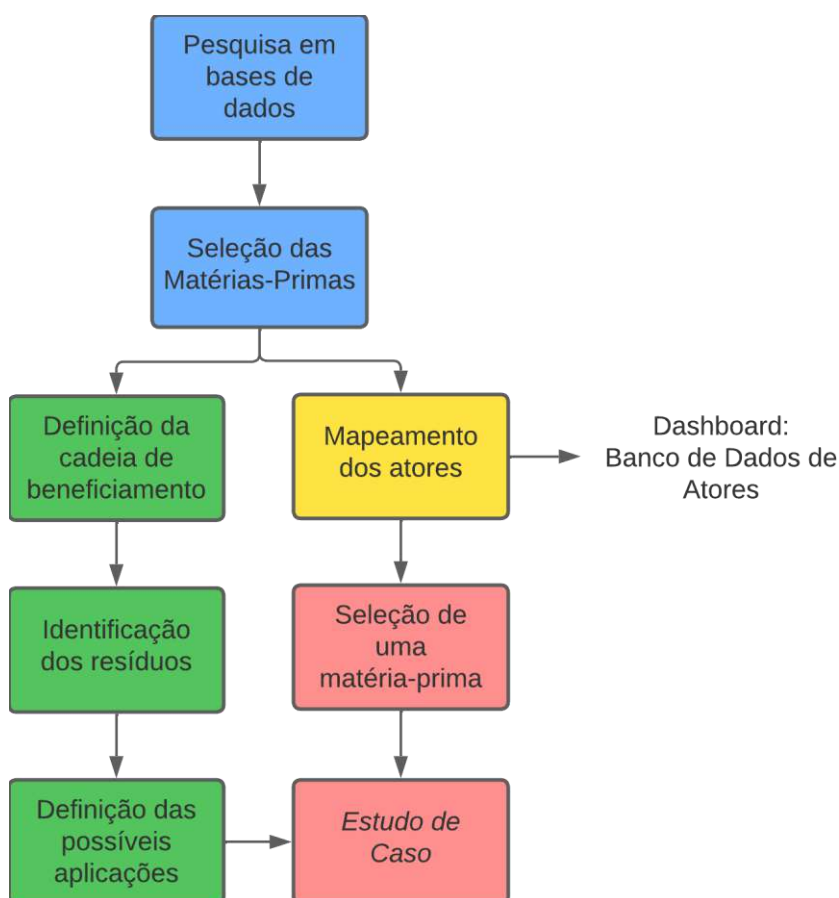
¹ Ecossistemas de inovação são sistemas em que cada participante contribui com um componente específico para uma solução conjunta, trabalhando em colaboração e competição para desenvolver novos produtos, atender às necessidades dos clientes e criar inovações. (FARTES, 2019; MOORE, 1993)

dos dados abordados no estudo. O terceiro capítulo aborda a fundamentação teórica, com ênfase no conceito de bioeconomia, e a importância regional das matérias-primas selecionadas. O quarto capítulo engloba a análise e a discussão dos dados levantados com a pesquisa e, por fim, o último capítulo sumariza as conclusões, limitações do trabalho e perspectivas de pesquisas futuras.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada consiste em quatro etapas principais: seleção das matérias-primas, definição das cadeias produtivas, mapeamento dos atores e estudo de caso. O fluxograma simplificado da metodologia pode ser observado na Figura 1, com cada etapa separada por cor.

Figura 1– Fluxograma simplificado da metodologia desenvolvida



Fonte: Elaborado pela autora.

2.1. SELEÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

Inicialmente, para compreender as atividades agrícolas desenvolvidas no Rio de Janeiro, foram utilizados dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER-RIO), que se encontram no Anexo A. Foram analisadas somente matérias-primas agrícolas, no entanto, neste trabalho serão abordadas suas cadeias de produção desde a colheita até a transformação da biomassa em produtos comerciais

industrializados para entender quais biomassas residuais podem ser utilizadas como matéria-prima para novos produtos dentro do contexto da bioeconomia.

Em 2020, o Brasil conquistou a posição de maior produtor e exportador mundial de açúcar, café, suco de laranja e soja em grãos, segundo dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, [s.d.]). Diante disso, e buscando analisar casos diferentes, foram selecionadas três culturas para serem detalhadas neste trabalho: cana-de-açúcar, laranja e café.

Em primeiro lugar, a cana-de-açúcar se destaca como a cultura agrícola mais produzida no estado, superando outras culturas significativamente. Além disso, a cana possui uma importância histórica, cultural e econômica para o Brasil, sendo que seus produtos derivados, como o etanol anidro e hidratado, possuem alta demanda. A produção em larga escala da cana gera uma quantidade considerável de resíduos, como bagaço e palha, que apresentam um potencial promissor para serem aproveitados na produção de produtos de alto valor agregado.

Ao considerar a laranja, embora ocupe a oitava posição em termos de volume de produção no estado, é importante observar o potencial de processamento e a quantidade de resíduos gerados em relação a outras culturas agrícolas que estão acima no *ranking*. Em culturas como abacaxi, aipim, alface e mandioca, o nível de processamento e a geração de resíduos são menores, o que reduz as oportunidades de aproveitamento desses resíduos na produção de produtos de alto valor agregado. O tomate, por outro lado, é um produto cuja industrialização já está mais bem estruturada para aproveitamento de resíduos na produção de diversos produtos à base de tomate. Assim, a laranja se destaca como uma opção interessante para o estudo, devido ao seu potencial de geração de resíduos na fabricação de suco e ao aproveitamento sustentável desses resíduos na obtenção de produtos de maior valor.

Quanto ao café, embora ocupe a vigésima quarta posição em volume de produção, é fundamental considerar o contexto regional e sua importância histórica, cultural e econômica para a região sudeste como um todo. Ao comparar com outras culturas, como banana, couve, tangerina, couve-flor, repolho, pepino, pimentão, limão, brócolis e goiaba, é possível observar que muitas dessas culturas são consumidas predominantemente *in natura*, o que resulta em uma geração de resíduos menos concentrada. Por outro lado, outras matérias-primas, como coco verde e milho, podem gerar resíduos em quantidades interessantes em seu processamento, entretanto, o estudo da cadeia do café se justifica não apenas pelo potencial de inovação, desenvolvimento tecnológico e geração de produtos de alto valor agregado, mas também pela sua relevância histórica e cultural que podem impulsionar o setor agrícola e a economia regional.

2.2. DEFINIÇÃO DAS CADEIAS

A partir da busca inicial, foi possível selecionar as cadeias de produção que serão exploradas em maior detalhe neste trabalho, como explicitado no tópico anterior, são elas: cana-de-açúcar, café e laranja.

Em seguida, para cada uma das atividades econômicas selecionadas, foi realizada uma revisão bibliográfica para definir e elaborar fluxogramas simplificados das cadeias de produção selecionadas, com etapas de obtenção de um determinado produto e seus derivados. Assim, foi possível identificar os pontos de geração de resíduos.

Para a pesquisa de elaboração dos fluxogramas foi realizada uma busca não sistemática no *Google Scholar* e em comunicados técnicos e publicações da EMBRAPA, utilizando o nome das matérias-primas de interesse e os produtos obtidos em suas cadeias, a fim de encontrar artigos, teses e livros que tratassem das cadeias de produção. Em seguida, foram definidas as principais aplicações para essa biomassa residual, com base em uma pesquisa bibliográfica feita em diferentes fontes, tais como livros, artigos e dissertações disponíveis no Google Scholar, empregando o nome de cada resíduo identificado como palavra-chave.

2.3. MAPEAMENTO DOS ATORES

Para a definição dos atores que podem contribuir para diversificação econômica do estado do Rio de Janeiro, sendo potenciais atores dos ecossistemas de bioeconomia, com foco nas matérias-primas selecionadas para o estudo, foram mapeadas as empresas que estão registradas no estado e suas respectivas Classificações Nacionais de Atividades Econômicas (CNAE)².

A lista de empresas foi elaborada a partir dos dados disponíveis para consulta pública da Receita Federal disponibilizados pelo Ministério da Economia e atualizados em 12/04/2023 (BRASIL, 2023). O banco de dados foi processado utilizando a *Pandas*, uma biblioteca de *software* para manipulação de análise de dados criada para a linguagem de programação *Python*.

² Segundo o IBGE (2007), “a CNAE é a classificação de atividades econômicas oficialmente adotada pelo Sistema Estatístico Nacional e pelos órgãos gestores de cadastros e registros da Administração Pública do país. A CNAE é uma classificação hierarquizada em cinco níveis – seções, divisões, grupos, classes e subclasses. O quinto nível, o de subclasses, corresponde ao detalhamento usado para a identificação econômica das unidades de produção”.

Devido ao grande volume de dados a serem processados, foram adotados três critérios iniciais de filtragem:

- Somente empresas cuja Unidade de Federação é o Rio de Janeiro;
- Empresas com situação cadastral ATIVA;
- Foram removidos estabelecimentos cadastrados com natureza jurídica igual a 213-5, referente a Empresários Individuais.

Em seguida, foram determinadas as subclasses das CNAEs primárias de interesse para a bioeconomia para critério de filtragem e a lista completa das atividades selecionadas pode ser observada no Anexo B. Nesse sentido, foram excluídas CNAEs relacionadas à gestão, à administração e ao comércio e priorizadas as atividades relacionadas às indústrias primárias (cultivo e beneficiamento de biomassa agrícola), às indústrias química, farmacêutica, de alimentos, de energia e educação e pesquisa.

O produto final foi uma base de dados com a lista de empresas ativas do estado, entretanto, devido ao tamanho do arquivo, sua manipulação em *Excel* se mostrou pouco prática. Foi, então, elaborado um *dashboard* em *Power Bi* com uma interface mais amigável que permite realizar buscas de forma rápida, utilizando diversos critérios de filtragem. As imagens desse banco de dados podem ser observadas nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Página inicial de filtragem do *dashboard* de banco de dados de atores



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 3 – Página de lista completa do *dashboard* de banco de dados de atores


cnpj	razao_social	nome_fantasia	descricao_cnae
29.223.492/0002-55	EMPRESA DE ASSIST TECNICA E EXTENSAO RURAL DO ESTADO RJ	EMATER-RIO	Atividades de apc
42.380.404/0002-21	DNV CLASSIFICACAO, CERTIFICACAO E CONSULTORIA BRASIL LTDA		Serviços de enge
61.413.423/0002-00	SETEC TECNOLOGIA LTDA		Serviços de enge
18.777.299/0001-50	DELPORTON NAVEGACAO E PARTICIPACOES LTDA		Serviços de enge
62.409.792/0001-00	TECPRESS SERVICE LTDA		Atividades relacio
04.468.238/0002-99	BAILLY INDUSTRIAL LTDA		Fabricação de ou
30.931.809/0002-88	ASSOCIACAO BRASILEIRA DE ENSINO UNIVERSITARIO ABEU	COLEGIO COSTA VERDE	Educação profissi
30.931.809/0002-98	ASSOCIACAO BRASILEIRA DE ENSINO UNIVERSITARIO ABEU	UNIABEU - CAMPUS 4 - ANGRA DOS REIS	Educação superic
01.695.370/0002-88	CEG RIO S/A		Distribuição de cc
09.103.323/0001-85	RVU DO BRASIL AMBIENTE LTDA		Coleta de resíduo
47.096.581/0002-86	TUV RHEINLAND DUCTOR LTDA		Serviços de enge
05.487.587/0001-84	FA INDUSTRIA E COMERCIO DE PESCADOS E TRANSPORTES LTDA	FA FORTE PESCADOS	Atividades de apc
17.337.701/0001-13	CTR COSTA VERDE LTDA		Tratamento e disp
48.238.755/0001-55	FAZENDA AGUA BRANCA AQUICULTURA LTDA		Cultivos e semicu
42.389.301/0001-37	AMA - ANGRA MEIO AMBIENTE S.A.		Coleta de resíduo
31.608.763/0002-47	FUNDACAO DE APOIO A ESCOLA TECNICA DO EST.RIO DE JANEIRO	CENTRO VOCACIONAL TECNOLÓGICO - ANGRA DOS REIS	Educação profissi
42.540.211/0002-48	ELETRONUCLEAR S.A		Geração de enerç
04.295.599/0002-31	CAC ENGENHARIA S/A	CAC ENGENHARIA LTDA	Serviços de enge
40.217.214/0001-39	DINAMO JR CONSULTORIA	CEFET	Educação profissi
04.947.209/0001-18	SUPER SUB ENGENHARIA E COMERCIO LTDA	SUPER SUB SERVICOS NAUTICOS E INDUSTRIAIS	Serviços de enge
32.225.757/0002-12	MARTE ENGENHARIA LTDA		Serviços de enge
02.536.068/0002-84	VITAL ENGENHARIA AMBIENTAL S/A		Coleta de resíduo
28.504.462/0001-65	COOPERATIVA DE PRODUTORES DA PESCA DE ANGRA DOS REIS LT	PROPESCAR	Pesca de peixes e
08.842.637/0002-18	PLANAGRO - TOPOGRAFIA, MEIO AMBIENTE E ASSESSORIA AGROPECUARIA S/S. LTDA		Serviços de enge
34.075.739/0002-81	SOCIEDADE DE ENSINO SUPERIOR ESTACIO DE SA LTDA		Educação superic
32.596.173/0002-87	IC SUPPLY ENGENHARIA LTDA	IC SUPPLY	Serviços de enge
30.326.854/0001-23	JOARRS ENGENHARIA E NEGOCIOS IMOBILIARIOS LTDA	JOARRS ENGENHARIA CIVIL E NEGOCIOS IMOBILIARIOS	Serviços de enge

Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 2 pode-se observar a página principal do *dashboard* desenvolvido. No canto superior direito é possível filtrar as empresas com base em sua CNAE, selecionando uma ou mais atividades da lista disponível. Mais abaixo é possível filtrar as empresas pelo seu porte³, município em que estão localizadas e se são matrizes ou filiais.

Ainda nessa primeira página da ferramenta, é possível visualizar indicadores macro para as consultas realizadas: número total de empresas encontradas, sua localização no mapa do estado do Rio de Janeiro, gráfico de barras do número de empresas em relação ao porte e gráfico de pizza do número de empresas por município.

Ao clicar no botão “Ver lista completa de empresas” o usuário é transportado para a segunda página da ferramenta, que contém os dados detalhados de cada empresa encontrada, sendo esses: CNPJ, razão social, nome fantasia, descrição da CNAE principal, se a empresa é matriz ou filial, seu porte, município, endereço completo, e-mail e telefone para contato. Além disso, a coluna “atributo” ainda informa ao usuário se a CNAE pesquisada está registrada como primária ou secundária.

³ É importante destacar que a Receita Federal classifica as empresas em três portes: microempresa, pequeno porte e demais (que engloba empresas de médio e grande porte). Segundo o Sebrae (2013), pode-se diferenciar o porte de acordo com o número de funcionários: microempresa com até 19 empregados, empresa de pequeno porte de 20 a 99 empregados e demais com 100 empregados ou mais.

Vale destacar que, apesar de os dados utilizados serem de domínio público, as informações não são de fácil acesso, pois estão armazenadas em 20 arquivos csv⁴ compactados, que não são acessíveis para visualização diretamente no site ou em *Excel*, exigindo a manipulação dos dados por meio de *softwares* específicos. O *dashboard* desenvolvido se mostrou um produto único, pois não foi possível encontrar disponível de forma gratuita nenhuma ferramenta que permitisse realizar esse tipo de consulta. As ferramentas disponíveis são pagas e informações em sites gratuitos só possuem critérios de filtragem simples (busca por CNPJ ou razão social).

A ferramenta desenvolvida, então, se mostrou útil não somente para este trabalho como também para outras finalidades. Pode, por exemplo, ser utilizada em outros estudos para diferentes produtos. A metodologia e códigos utilizados para gerar o *dashboard* ainda permitem que sejam elaborados bancos de dados para outras regiões do país, assim como a utilização de outras CNAEs como filtro.

A partir da identificação dos resíduos gerados no processamento de cada matéria-prima e dos atores mapeados em cada setor, foi possível discutir nos resultados o panorama atual do Rio de Janeiro.

2.4. ESTUDO DE CASO

Na etapa anterior foram analisadas as cadeias produtivas tradicionais de cana-de-açúcar, café e laranja e os atores que as compõem. Entretanto, para compreender como pode ser desenvolvido um ecossistema de inovação em bioeconomia no estado do Rio de Janeiro voltado para aproveitamento e transformação de resíduos em bioprodutos, é preciso entender também quais outros *players* podem potencialmente integrar esse ecossistema e possibilitar o desenvolvimento dessas novas frentes de inovação. Portanto, uma das matérias-primas foi escolhida para aprofundamento em um estudo de caso, no qual foram mapeados potenciais novos atores que podem compor um ecossistema de bioeconomia para geração de novos produtos.

A fim de mapear os novos *players*, foi preciso compreender o perfil desejado dos atores. Para isso, seguiu-se a seguinte estratégia: identificar os bioprodutos de alto valor agregado que podem ser obtidos a partir de cada tipo de biomassa disponível no estado do Rio de Janeiro, como descrito no capítulo 3, para depois, no estudo de caso, pesquisar empresas e

⁴ “Comma-separated values” (CSV) é um arquivo de texto com valores separados por vírgula que possibilita o salvamento dos dados em formato de tabela.

grupos de pesquisa que atuam com tais produtos ou processos relacionados e que têm o potencial de compor esse ecossistema.

- Fase exploratória: Mapeamento dos bioprodutos

Primeiramente, foram pesquisados, em artigos científicos, os bioprodutos que podem ser obtidos a partir dos resíduos derivados das três matérias-primas primárias selecionadas.

- Coleta de evidências: Mapeamento de atores

Em seguida, para a matéria-prima primária selecionada, foi feita uma pesquisa no Google para encontrar empresas que produzem, no Brasil, produtos que utilizam esses resíduos. Para isso, foram consultados sites de empresas e patentes depositadas relacionadas ao aproveitamento dos resíduos. Com o nome de cada empresa foi possível consultar sua CNAE. Assim, sabendo a aplicação de cada bioproduto e as atividades principais das empresas que produzem ou utilizam tais produtos, foram definidas algumas CNAEs que definem o perfil dos atores desejados para compor o ecossistema.

Em seguida, o banco de dados de empresas desenvolvido foi utilizado para mapear empresas registradas no estado do Rio de Janeiro que potencialmente podem produzir e comercializar os produtos identificados na etapa de mapeamento dos bioprodutos.

Além disso, buscou-se identificar atores da área acadêmica que realizam pesquisas relacionadas aos ecossistemas de inovação estudados. Para isso, foi realizada uma busca sistemática no Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) – Plataforma Lattes – CNPq (CNPq, 2023). O tratamento dos dados dos grupos de pesquisa mapeados se deu da seguinte maneira: os grupos foram analisados por meio da leitura das informações cadastradas no DGP, foram eliminados aqueles que já foram desativados e aqueles considerados fora de escopo por não estudarem temas diretamente relacionados às oportunidades identificadas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo está organizado em seções que abordam diferentes aspectos relacionados à bioeconomia. A primeira seção discute a definição de bioeconomia e sua importância atual, situando o leitor no contexto em que o trabalho está inserido. Em seguida, há uma seção dedicada a cada matéria-prima selecionada, nos quais são discutidos aspectos como o contexto histórico e sua importância regional, a cadeia produtiva de beneficiamento, os resíduos gerados e suas principais aplicações. A última seção discute os ecossistemas de inovação e a importância da colaboração entre diferentes setores e atores para o desenvolvimento da bioeconomia.

3.1. BIOECONOMIA

3.1.1. Definição

A bioeconomia, em linhas gerais, tem como objetivo reduzir a dependência sobre combustíveis fósseis e materiais finitos, além de amenizar a perda de biodiversidade, enquanto estimula o crescimento econômico e cria empregos em áreas rurais, costeiras e industriais (FAVA *et al.*, 2021). Entretanto, as definições específicas do que engloba o conceito de bioeconomia e seus enfoques variam dependendo das condições naturais (clima, recursos renováveis, biodiversidade etc.) e sociais (emprego, desenvolvimento rural, inclusão), assim como o desenvolvimento e objetivos políticos de cada região (AGUILAR; WOHLGEMUTH; TWARDOWSKI, 2018).

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2018, cerca de 50 países tinham estratégias relacionadas à bioeconomia, sendo algumas estratégias exclusivas dedicadas à economia das matérias-primas renováveis, como é o caso da França, da Finlândia, da Alemanha, da Itália, da Espanha, do Japão, da Malásia, da África do Sul, da Noruega, dos Estados Unidos e dos Países Nórdicos Ocidentais (OCDE, 2018).

As definições e a forma como se deseja gerar valor a partir das atividades econômicas da bioeconomia costumam variar dependendo do país ou instituição. Algumas definições dizem respeito à produção de produtos a partir de recursos biológicos, muitas vezes por meio de inovações tecnológicas com foco em sustentabilidade dos recursos utilizados:

Bioeconomia é a produção sustentável de recursos biológicos renováveis e sua conversão em alimentos, rações, produtos químicos, energia e produtos de saúde e

bem-estar por meio de tecnologias inovadoras e eficientes. (BIOTECHCORP, 2013, p. 10, tradução nossa)

Nesse sentido, parte essencial do fomento à bioeconomia refere-se à seleção das matérias-primas ideais, levando em consideração, por exemplo, a disponibilidade, a localização, a aplicação e o valor agregado. Por outro lado, os Estados Unidos apresentam uma visão mais ampla do conceito e, em um documento oficial da Casa Branca, definem bioeconomia como uma economia “[...] baseada no uso de pesquisa e inovação nas ciências biológicas para criar atividade econômica e benefício público” (THE WHITE HOUSE, 2012, p. 7, tradução nossa).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)⁵ define bioeconomia como equivalente à biotecnologia, apesar de reconhecer que as políticas também devem refletir as transições que estão ocorrendo nas áreas de energia, transporte e produção industrial (OCDE, 2018). Por outro lado, a estratégia da Alemanha entende a bioeconomia como uma transição social que envolve uma variedade de indústrias, como agricultura, silvicultura, horticultura, pesca, criação de animais, processamento de alimentos, indústrias de madeira, papel, couro, têxtil, química e farmacêutica (PRIEFER; JÖRISSSEN; FRÖR, 2017).

A estratégia nacional da Itália, parecida com a da Alemanha, define como pilares da bioeconomia: a produção de recursos biológicos renováveis e sua conversão em produtos de alto valor agregado, os alimentos/ração, a bioenergia e a transformação e a valorização das cadeias de biorresíduos (FAVA *et al.*, 2021).

O Canadá, por sua vez, define bioeconomia como uma atividade econômica associada à invenção, ao desenvolvimento, à produção e ao uso de produtos e processos baseados em recursos biológicos em diversos campos, como saúde, energia, agricultura e produtos químicos (PARISI; ROZON, 2016). E em definição similar, a França destaca a transformação, a produção e o uso sustentável de biorrecursos para atender às necessidades da população no que diz respeito à produção de alimentos, materiais e eficiência energética (FRANÇA, 2017).

De modo geral, entende-se que todas as diferentes definições têm um ponto em comum: o uso de biomassa, que pode ser definida como qualquer material de fontes biológicas originário de plantas, algas, animais, microrganismos ou biorresíduos, exceto materiais de natureza fóssil. Além disso, as definições também concordam no uso de novos conhecimentos científicos e tecnológicos nos campos das ciências biológicas (por exemplo: biotecnologia, genômica, biologia sintética, bioinformática e engenharia genética) com o

⁵ Do inglês: “Organisation for Economic Co-operation and Development” (OECD)

objetivo de transformar recursos naturais em bens e serviços de alto valor econômico e social (SILVA; PEREIRA; MARTINS, 2018).

Nesse sentido, a bioeconomia tem sido vista como uma oportunidade para o Brasil utilizar e aprimorar todo o seu potencial de produção de alimentos, fibras, energia e novos produtos (SILVA; PEREIRA; MARTINS, 2018). Segundo Dias e Carvalho (2017, p. 414):

As oportunidades abertas ao Brasil por força das suas vantagens comparativas estão relacionadas, principalmente, a: i) possuir a maior biodiversidade do planeta; ii) possuir os menores custos na produção de biomassa, principalmente de cana-de-açúcar; e iii) possuir uma agricultura tropical avançada, calcada na aplicação da ciência e da tecnologia.

Portanto, o desenvolvimento da bioeconomia no país pode ser facilitado pelas vantagens comparativas do Brasil, principalmente no que diz respeito à bioeconomia nos setores agrícolas.

Grossauer e Stoeglehner (2020) destacam, ainda, a importância de olhar para a bioeconomia em um contexto regional e não somente nacional, uma vez que o desenvolvimento de uma bioeconomia local requer baixos custos de transporte devido à produção e ao processamento descentralizado, além de proporcionar aumento do desenvolvimento econômico nas áreas rurais. Assim, o estudo da bioeconomia em um contexto regional permite a adaptação às características específicas desse local e à produção de matérias-primas agrícolas adequadas aos seus limites ambientais e sociais.

A OCDE ainda sugere que as políticas de bioeconomia são complexas e exigem múltiplas escalas de ação, que se iniciam em nível regional, por exemplo, no desenvolvimento de biorrefinarias⁶ e outras instalações de produção, enquanto a pesquisa e o desenvolvimento, muitas vezes, requerem um nível de financiamento nacional e a prevenção da superexploração dos recursos naturais se mostra um esforço global. Nesse sentido, para o desenvolvimento da bioeconomia regional, há necessidade de aumento significativo no número de instalações de produção e biorrefinarias, o que representa um grande investimento financeiro, sobretudo no setor privado. Assim, se mostram imprescindíveis políticas estáveis e de longo prazo para atrair investimentos nesses projetos por parte dos governos regionais e nacionais (OECD, 2018).

3.1.2. Bioeconomia e sua Relevância Científica

⁶ Biorrefinaria é uma instalação industrial que converte biomassa renovável, como plantas e resíduos orgânicos, em uma variedade de produtos, como biocombustíveis, produtos químicos e materiais.

Ao realizar uma pesquisa bibliográfica na plataforma *Scopus* acerca de termos relacionados à bioeconomia, foi possível ter dimensão do crescimento no interesse pelo tema ao redor do mundo e entender como o Brasil está posicionado neste cenário com base nas publicações científicas encontradas. Os termos-chave adotados podem ser observados no Quadro 1, assim como o número de publicações encontradas, no período entre 2013 até o presente momento (14/02/2023).

Quadro 1 – Estratégia de busca: Palavras-chave

Palavra-Chave	Número de Artigos
<i>bioeconom* OR bio-econom*</i>	7.008

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir, pode-se observar, nas Figuras 4, 5 e 6, os resultados obtidos a partir da busca.

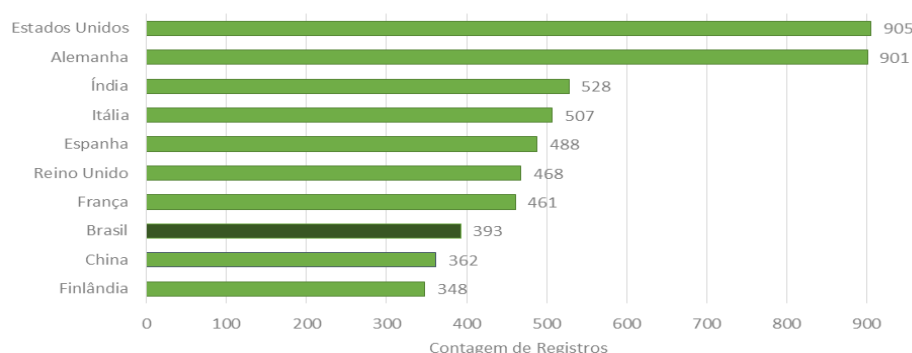
Figura 4 – Número de publicações científicas por ano disponíveis na plataforma *Scopus* (2023)



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 4, pode-se observar que o número de publicações acerca de temas relacionados à bioeconomia cresceu na última década, sobretudo nos últimos quatro anos, o que mostra a crescente preocupação com o tema na atualidade. Além disso, pode-se observar que, somente nos primeiros dois meses de 2023, 215 artigos foram publicados, portanto, a tendência é que o tema continue a ser explorado ao longo deste ano.

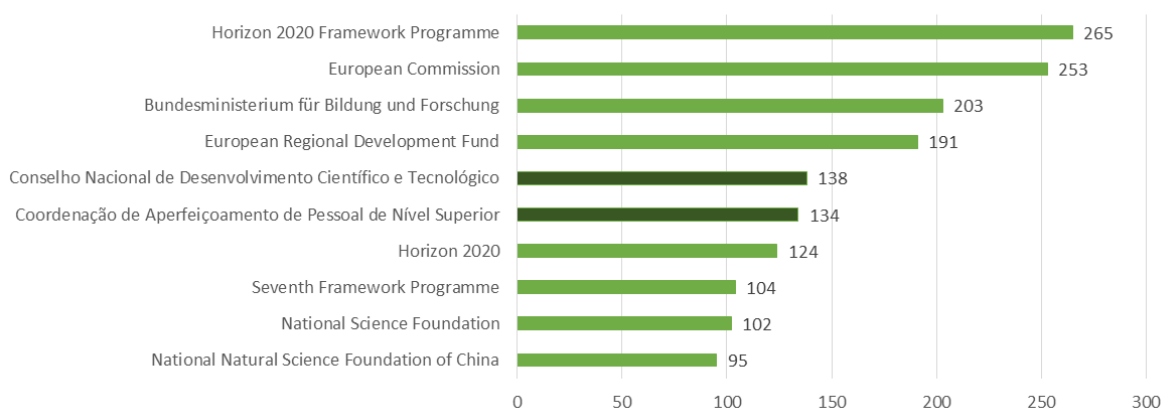
Figura 5 – Países com maior número de registros de publicação científica disponíveis na plataforma *Scopus* (2023)



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 5, pode-se observar o número de publicações por países. Nessa análise, o Brasil encontra-se na oitava posição com 393 registros em publicações. Esse resultado permite verificar que, no Brasil, há interesse na temática da bioeconomia e que, dentro de um contexto acadêmico, o assunto vem sendo bastante discutido na última década.

Figura 6 – Agências financiadoras com maior número de registros de publicações científicas disponíveis na plataforma *Scopus* (2023)



Fonte: Elaborado pela autora.

Em última análise, no que diz respeito às agências financiadoras desses trabalhos, na Figura 6, pode-se observar que, entre as dez agências com maior número de registros na última década, duas são instituições públicas brasileiras ligadas ao fomento da pesquisa, desenvolvimento e inovação no país (CNPq e CAPES). Esses dados corroboram os demais dados coletados a respeito do interesse pela bioeconomia e podem demonstrar potencial para o desenvolvimento de novos estudos, tendo como foco o território brasileiro e suas particularidades.

3.2. DESCRIÇÃO DAS CADEIAS SELECIONADAS

As matérias-primas desempenham um papel estruturante na bioeconomia, pois são a base para o desenvolvimento de produtos e processos. No entanto, garantir a disponibilidade e a gestão sustentável no uso de matérias-primas ainda é um dos desafios associados a esse uso. Além disso, há necessidade de investimento na logística e infraestrutura para processamento e abastecimento de biomassa (KIRCHER, 2019), portanto, é importante promover inovação e desenvolvimento de novas tecnologias, assim como fomentar a cooperação entre empresas e instituições de pesquisa para utilização sustentável das matérias-primas.

A bioeconomia, então, exige que novas cadeias produtivas e logísticas sejam desenvolvidas para utilizar novas biomassas como matéria-prima. Para isso, é necessário o desenvolvimento de competências nas áreas de agronomia (genética vegetal, produtividade, otimização do uso em processos industriais), tecnologia agrícola (manejo, plantio e colheita) e a implementação de uma cadeia produtiva sustentável. Entretanto, muitas cadeias ainda carecem dessa organização, sobretudo em relação aos resíduos agroalimentares e urbanos, a biodiversidade e novas culturas energéticas, uma vez que o mercado fornecedor ainda não está bem estruturado (BOMTEMPO *et al.*, 2021).

Segundo Bomtempo *et al.* (2021), no caso brasileiro, a cadeia produtiva é bem desenvolvida para *commodities* (cana-de-açúcar, papel, celulose e agronegócio em geral), o que garante ao país uma vantagem competitiva, porém, no que tange aos resíduos e à biodiversidade, ainda existem desafios a serem superados. Nesse sentido, esta seção tem por objetivo abordar um breve histórico e introdução acerca das matérias-primas que foram selecionadas neste trabalho a partir da metodologia de pesquisa adotada, quais sejam: cana-de-açúcar, café e laranja.

3.2.1. Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma gramínea cultivada desde a pré-história e, apesar de não se saber ao certo sua origem, acredita-se que seja nativa do sudeste asiático (FONTANETTI; BUENO, 2017). Atualmente a cana-de-açúcar tem seu plantio bastante difundido ao redor do mundo, pois é uma matéria-prima para obtenção de sacarose, produção de açúcar refinado e etanol (BRAIBANTE *et al.*, 2013).

No início do período colonial, em meados do século XIV, foram introduzidas no Brasil as primeiras mudas de cana-de-açúcar vindas de Portugal (FONTANETTI; BUENO, 2017). Devido ao clima tropical e às boas condições do solo no país, os portugueses

encontraram no Brasil Colônia, sobretudo na região costeira, uma forma de ingressar no mercado de produção de açúcar e diminuir sua dependência econômica do monopólio de produção exercido pelo Oriente Médio. Assim teve início a indústria açucareira brasileira, até hoje de grande importância econômica no cenário mundial (BRAIBANTE *et al.*, 2013; FONTANETTI; BUENO, 2017).

Durante a década de 1970, devido à crise do petróleo, o governo brasileiro, em parceria com empresas privadas, criou o programa PROÁLCOOL como incentivo para a diminuição da utilização de combustíveis fósseis e para o aumento da produção de álcool combustível (CARVALHO *et al.*, 2013; FONTANETTI; BUENO, 2017). Esse programa foi um marco na história do setor sucroenergético brasileiro, pois promoveu a diversificação da matriz energética nacional e contribuiu para a geração de empregos e renda no campo.

Atualmente as usinas brasileiras podem ser divididas em três tipos: usinas que produzem somente açúcar, usinas que produzem tanto açúcar quanto etanol e usinas que produzem apenas etanol (FONTANETTI; BUENO, 2017). Entretanto, vale destacar que a maior parte das instalações é constituída por usinas de açúcar com destilarias anexas (aproximadamente 60% do total), seguidas pelas destilarias (29%) e unidades de produção exclusiva de açúcar (4%) (MAPA, 2023).

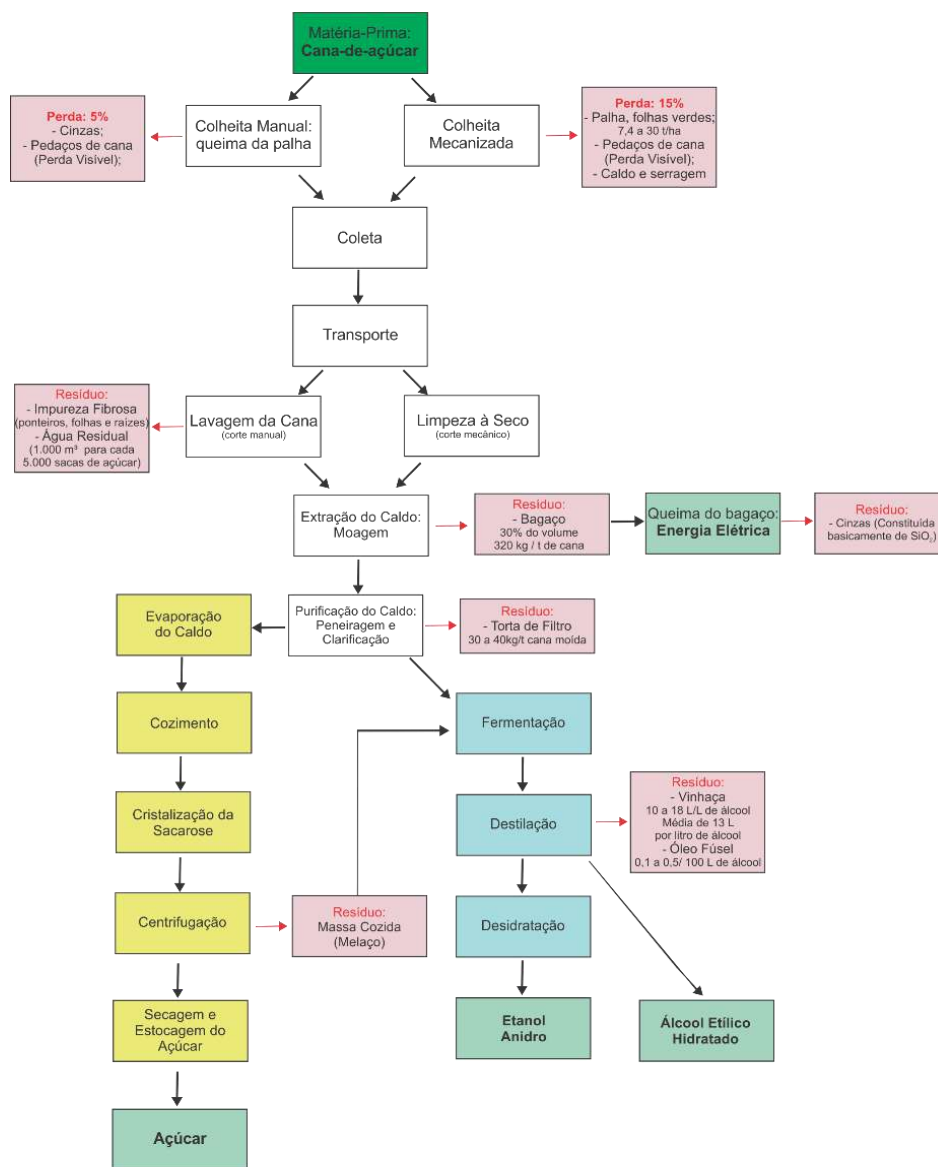
O Brasil é considerado um dos maiores produtores e exportadores de cana-de-açúcar do mundo (FONTANETTI; BUENO, 2017). Na safra 2022/2023, a moagem de cana-de-açúcar na Região Centro-Sul do país atingiu 541,57 milhões de toneladas até o final de 2022, das quais 33,76 milhões foram destinadas para a produção de açúcar (UNICA, 2023a). Por outro lado, a produção acumulada de biocombustível totalizou, até dezembro de 2022, 27,47 bilhões de litros, sendo 15,80 bilhões de etanol hidratado e 11,66 bilhões de anidro (UNICA, 2023a).

Segundo Cruz *et al.* (2022), estima-se que cerca de 69% de todos os resíduos produzidos pela agroindústria seja proveniente desta atividade agroindustrial, portanto, entende-se que, com o crescimento da produção de cana-de-açúcar e seus derivados, há também um aumento significativo na geração de resíduos. Nesse sentido, aliado à crescente preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade, há uma forte tendência de desenvolvimentos de tecnologias que permitam a utilização de biomassas residuais de cana-de-açúcar para a produção de novos materiais (SCHNEIDER *et al.*, 2012).

A fim de compreender melhor os tipos de resíduos obtidos na cadeia de beneficiamento da cana-de-açúcar, na Figura 7 é possível observar um fluxograma da cadeia

de produção desses insumos desde a colheita, estando em amarelo a rota de produção do açúcar, em azul a rota de produção do etanol e em vermelho os resíduos gerados.

Figura 7 – Fluxograma de produção de açúcar e etanol a partir da cana-de-açúcar e os resíduos gerados em cada etapa



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Schneider *et al.* (2012), Rosa *et al.* (2009), Nunes (2017), De Figueiredo e La Scala (2011), Santos *et al.* (2010) e Paulino *et al.* (2011).

A primeira etapa após o plantio da cana-de-açúcar é a colheita, que pode ser realizada de modo manual ou mecânico, sendo a colheita mecanizada a mais utilizada no país atualmente, pois não exige queima prévia da palha de cana e, portanto, resulta em menor dano ambiental, menor emissão de poluentes atmosféricos e maior conservação dos solos (CONAB, 2021). Além disso, segundo Ronquim (2010), em documento oficial do

EMPRAPA, os custos com o corte, carregamento e transporte da cana-de-açúcar colhida crua mecanicamente é, em média, 25% menor que a da colheita manual da cana queimada.

Por outro lado, na colheita manual a perda estimada, que consiste em impurezas vegetais, como folhas verdes, palhas, ponteiros e pedaços de colmos de cana, é de 5%, enquanto na colheita mecanizada as perdas podem chegar a até 15% dependendo dos equipamentos e parâmetros de operação adotados (ROSA *et al.*, 2009). Entretanto, a queima da densa biomassa foliar (palha da cana), para facilitar o corte dos colmos manualmente, acarreta problemas como liberação de monóxido de carbono (CO) e outros gases poluentes na atmosfera, deposição de cinzas e exposição do solo (SILVA *et al.*, 2022). Nesse sentido, o processo mecânico se mostra mais sustentável, mais rápido, menos custoso e exige menor quantidade de mão-de-obra, portanto, a produtividade final compensa as eventuais perdas no processo (ROSA *et al.*, 2009).

O uso de equipamentos mecânicos permite, então, a colheita da cana crua e, portanto, tem-se como resíduo nessa etapa grandes quantidades de palha que podem variar de 7,4 a 20 toneladas de palha por hectare de cana colhida, podendo atingir até 30 toneladas ha⁻¹ em culturas de alto rendimento (CARVALHO *et al.*, 2017; MENANDRO *et al.*, 2017; SCHNEIDER *et al.*, 2012). Essa palha de cana, ou palhiço, cobre e protege o solo e, com o tempo, sofre, em parte, decomposição, o que gera diversos benefícios aos canaviais: maior fertilidade, aumento dos estoques de carbono do solo, maior armazenamento de água no solo, redução da proliferação de plantas danosas à cultura, maior atividade biológica do solo, redução da erosão e maior produtividade de cana-de-açúcar (SILVA *et al.*, 2022).

Entretanto, para que o palhiço seja benéfico para a agricultura, é importante estudar e entender qual a quantidade ótima de palha para cada tipo de solo, ou seja, faz-se necessário definir a relação ideal entre palha no solo/palha removida (SILVA *et al.*, 2022), uma vez que grandes volumes de palha nos canaviais podem aumentar a ocorrência de pragas, causar incêndios acidentais e elevar as emissões de N₂O (MENANDRO *et al.*, 2017; SCHNEIDER *et al.*, 2012).

Logo, é preciso encontrar alternativas para o volume desse resíduo que não é aproveitado para adubo do solo dos canaviais. Desse modo, estima-se que cerca de 50% a 80% da palha deixada no solo pode ser também aproveitada nas usinas para gerar energia elétrica com excedentes de 100 a 250 kWh por tonelada de cana a depender da tecnologia empregada nessa transformação (RONQUIM, 2010).

Após a colheita, a matéria-prima é coletada e transportada até as usinas onde ocorre o seu beneficiamento, que se inicia com um processo de limpeza. Quando a cana é colhida

manualmente, passa por um processo de lavagem no qual há perda de impurezas fibrosas, como raízes, ponteiros e folhas, além da geração de água residual de lavagem (SCHNEIDER *et al.*, 2012). Essa água de lavagem tem alta carga orgânica e, portanto, pode causar problemas ambientais quando não tratada adequadamente e, atualmente, ainda faltam alternativas para aproveitamento desse resíduo, que é gerado em grande volume, cerca de 1 mil m³ para cada 5 mil sacas de açúcar produzido (SCHNEIDER *et al.*, 2012). Por outro lado, no caso da colheita mecanizada, a limpeza é realizada a seco, o que reduz o uso de água durante o processamento da matéria-prima e não afeta seu teor de sacarose, que também diminui com o uso de água (CONAB, 2021).

Em seguida, a cana-de-açúcar limpa passa pelo processo de moagem para obtenção do caldo ou melaço e, nessa etapa, cerca de 30% do volume de produção se converte em bagaço residual (NUNES, 2017). Ou seja, 1 tonelada de cana gera cerca de 320 kg de bagaço e, em 2015, cerca de 93% deste bagaço era aproveitado como combustível para gerar a energia requerida para o processamento da cana nas usinas (RONQUIM, 2010), enquanto o restante poderia ser aproveitado para compostagem, suplementação na ração animal e produção de etanol de segunda geração (SCHNEIDER *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2015).

A partir da queima do bagaço para geração de energia nas usinas, são geradas cinzas, cerca de 25 kg por tonelada de bagaço queimado (SALES; LIMA, 2010), que são constituídas principalmente por sílica (SiO₂) apresentam potencial para aplicação como adição mineral em argamassas e concreto, sendo um substituto para o cimento (FERNANDES *et al.*, 2015; SCHNEIDER *et al.*, 2012). Após sua extração, o caldo deve ser purificado para eliminação de impurezas solúveis e insolúveis e obtenção do melado puro, também chamado de caldo clarificado (NUNES, 2017). Nessa etapa, para cada tonelada de cana moída, são produzidos de 30 a 40 kg de torta, que é um composto orgânico rico em cálcio, nitrogênio e potássio com composição variável a depender do tipo da cana processado e da sua maturação (SANTOS *et al.*, 2010).

A composição da torta está também diretamente ligada aos aditivos utilizados para tratamento do caldo: o cálcio é resultante do processo de caleação⁷ do caldo como tratamento para elevação do seu pH (NUNES; FINZER, 2019), enquanto o fósforo é resultante da adição de produtos auxiliares para floculação das impurezas (SCHNEIDER *et al.*, 2012). Desse modo, devido a sua composição, a torta de filtro é muito utilizada para recuperação de solos na própria lavoura (NUNES; FINZER, 2019; SCHNEIDER *et al.*, 2012).

⁷ Caleação ou calagem é o processo de adição de leite de cal (cal hidratada) ao caldo de cana para neutralizar ácidos orgânicos presentes e realizar a floculação de impurezas (LIMA, 2012).

Após a purificação, o caldo clarificado passa por um processo de evaporação para obtenção de um xarope concentrado. Em seguida, ocorre a cristalização, etapa na qual o xarope passa por processos de cozimento e é centrifugado, obtendo-se açúcar e melaço (TEIXEIRA, 2019). O açúcar, após passar por secagem e resfriamento, é ensacado e armazenado, já o melaço, por sua vez, pode ser aproveitado pela destilaria na fabricação de etanol (TEIXEIRA, 2019).

Para a produção de etanol, o caldo clarificado passa por um processo de fermentação e o produto obtido é um vinho fermentado que contém açúcares, leveduras e etanol (NUNES, 2017). Assim, após a destilação, o etanol é separado da mistura, produzindo, então, o etanol hidratado com grau alcoólico de 92,5 a 94,6% m (porcentagem em massa), usado como etanol combustível (SANTOS *et al.*, 2021). Por fim, o álcool hidratado pode passar por um processo de desidratação para obtenção do álcool anidro, com concentração de 99,3% m de etanol e que é geralmente misturado em até 27%, à gasolina para gerar a gasolina do tipo C, comercializada em postos de combustíveis (NUNES, 2017; SANTOS *et al.*, 2021).

O resíduo resultante da etapa de fermentação e destilação da cana é a vinhaça. Estima-se que em média sejam produzidos 13 litros de vinhaça para cada litro de álcool (PAULINO *et al.*, 2011), podendo variar entre 10 e 18 litros de vinhaça por litro de álcool. Portanto, é o principal resíduo gerado nas usinas de cana (SILVA; GRIEBELER; BORGES, 2007).

A vinhaça de cana-de-açúcar é fonte de carbono solúvel, tem alto teor orgânico e alta concentração de potássio (ZANI *et al.*, 2018). Por isso, esse resíduo é utilizado, comumente, na fertirrigação da lavoura de cana-de-açúcar, uma vez que essa é a forma mais simples e barata de dispor desse efluente. Entretanto, a vinhaça, apesar de aumentar o rendimento das lavouras, pode causar impactos ambientais adversos, como salinização, lixiviação de nitratos do solo, contaminação de águas superficiais e até mesmo o agravamento do aquecimento global pela liberação de óxido nitroso na desnitrificação heterotrófica do solo (NASPOLINI *et al.*, 2017). Nesse sentido, outras alternativas para a destinação da vinhaça são a produção de ração animal e a produção de energia a partir do uso de biodigestores para produção de biogás (REIS; HU, 2017).

Outro subproduto da fermentação alcoólica é o óleo fúsel, que se trata da fração menos volátil obtida no processamento do álcool combustível e é retirado das colunas de retificação na proporção de 0,1 a 0,5 litros de óleo a cada 100 litros de álcool produzido (PATIL; KOOLWAL; BUTALA, 2002). O óleo fúsel pode ser utilizado como fonte barata e renovável para a produção de biossorventes, aromatizantes, plastificantes e, ainda, como matéria-prima para a produção de álcool amílico e butílico (MONTROYA, 2016).

3.2.2. Café

O café é uma bebida fermentada preparada a partir das sementes torradas da planta *Coffea*, que, quando extraída com água, resulta em uma bebida estimulante com aroma e sabor característicos. Seus grãos são cultivados em mais de 70 países e estima-se que 3,5 bilhões de xícaras de café são consumidas todos os dias, o que faz com que essa bebida seja uma das mais comercializadas no mundo, o que torna o café uma das *commodities* de maior relevância mundial, ficando atrás somente do petróleo (BLINOVÁ *et al.*, 2019).

O Brasil é o maior exportador de café do mundo, uma vez que o país tem uma tradição de cultivo dessa planta datada desde o século XVIII (VOLSI *et al.*, 2017). O cultivo do café se iniciou no estado do Pará e depois se expandiu para os estados do Rio de Janeiro e São Paulo e, mais tarde, no século XX, a cafeicultura continuou sua expansão nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná e até mesmo na Região Norte do Brasil, no estado de Rondônia (VOLSI *et al.*, 2017; NARITOMI; SOARES; ASSUNÇÃO, 2012).

Durante o período de expansão da cafeicultura, a economia brasileira se tornou extremamente dependente dessa atividade e o mercado cafeeiro era altamente regulamentado pelo governo federal (VOLSI *et al.*, 2017). Entretanto, na década de 1990, houve redução da intervenção estatal no mercado cafeeiro e, conseqüentemente, o setor se modernizou e adotou técnicas de produção mais inovadoras com o objetivo de melhorar a competitividade por meio da diferenciação na qualidade do produto e na redução dos custos de produção (VOLSI *et al.*, 2017; SAES; SILVEIRA, 2014). Atualmente, no Brasil, a cultura do café não tem o mesmo protagonismo na produção agrícola nacional quando comparada a outras atividades agrícolas como a produção de grãos, entretanto, a cafeicultura ainda apresenta crescimento, sobretudo nos estados do Sudeste (BLINOVÁ *et al.*, 2017).

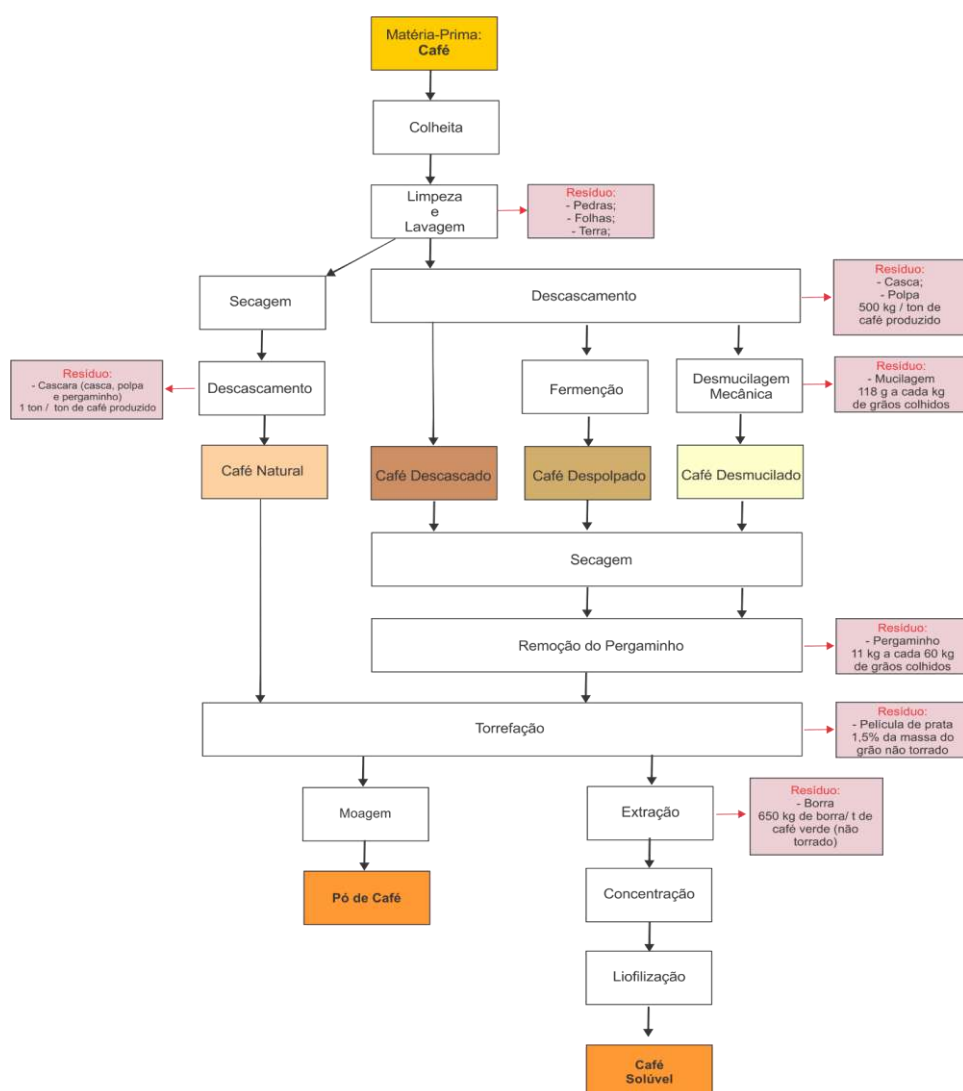
O café é composto por mais de 1.500 substâncias químicas, e a maioria dos compostos hidrofóbicos, como óleos, lipídios, triglicerídeos e ácidos graxos, assim como os carboidratos insolúveis, como a celulose e vários açúcares indigeríveis, permanecem na borra, ou seja, no resíduo do pó de café após o processo de extração com água quente (RANGARAJAN; ANNE THARIAN, 2019). Desse modo, como os grãos do café só são utilizados uma única vez para a preparação das bebidas, há uma grande quantidade desse resíduo sólido gerado, a borra, rico em compostos ativos (BLINOVÁ *et al.*, 2019).

Além disso, durante o processamento industrial do café, que consiste na conversão do fruto do café em grãos processados, há, ainda, a geração de diversos resíduos sólidos, como casca, pele e polpa, além de resíduos líquidos que são altamente poluentes (CRUZ, 2014).

Atualmente, existe uma grande pressão política e social para reduzir a poluição decorrente das atividades industriais, portanto, é de suma importância que haja otimização dos processos para que seus resíduos possam ser reaproveitados (BLINOVÁ *et al.*, 2019).

A partir da colheita do café, então, os principais produtos industrializados são: o café torrado em pó e o café solúvel. Na Figura 8 é possível observar um fluxograma da cadeia de produção desses insumos desde a colheita, dando destaque, em vermelho, para os resíduos gerados.

Figura 8 – Fluxograma de produção de café em pó e solúvel e os resíduos gerados em cada etapa

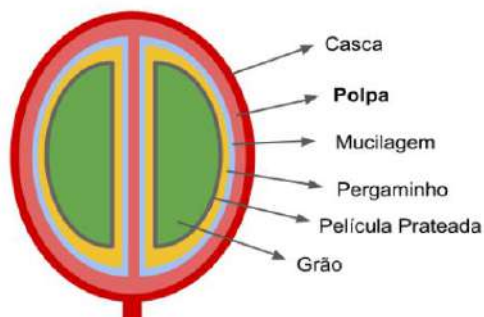


Fonte: Elaborado pela autora a partir de Vegro e Carvalho (1994) e Corrêa *et al.* (2021).

Para a produção de café torrado em grão, em pó e café solúvel, ocorre a remoção da casca, da polpa e do pergaminho, portanto, estima-se que esses subprodutos residuais, gerados

em diferentes etapas de processamento, representam cerca de 43,58% do peso do fruto seco (TORRES-VALENZUELA; SERNA-JIMÉNEZ; MARTÍNEZ, 2019). Um esquema simplificado das estruturas do grão do café pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 – Esquema das diferentes estruturas do grão de café, baseado na matéria seca



Fonte: Montico *et al.* (2021).

A primeira etapa de produção do café consiste no plantio e na colheita do grão, que pode ocorrer de forma manual ou mecânica. Existem preparos de terreno e condições de cultivo adequadas para cada espécie de café e a depender da região cultivada (MESQUITA *et al.*, 2016). O arbusto do café deve ser periodicamente podado e um cafeeiro adulto contém em média 15 kg de madeira seca, então, aproximadamente 25% do arbusto se torna resíduo sólido madeireiro após a poda, que ocorre, aproximadamente, a cada cinco anos (MARTINEZ *et al.*, 2019). Nesse sentido, Martinez *et al.* (2019) estima que, em média, 32 milhões de toneladas de madeira residual sejam geradas nas plantações de café do Brasil anualmente.

Após a colheita, o café passa por um processo de retirada de impurezas leves, como folhas e gravetos, chamado de abanação, em que são utilizadas peneiras manuais na própria lavoura ou equipamentos mecânicos no início do processo de beneficiamento do café (MALTA, 2011). Em seguida, o café sofre lavagem, feita com lavadores mecânicos (MALTA, 2011; VEGRO; CARVALHO, 1994).

Logo depois, o café é processado por via seca ou úmida para obtenção dos grãos de café verde (grãos comercializados). No processo a seco, o café é seco de forma integral, ou seja, sem retirada da casca, até um teor de umidade de cerca de 10-11% e, em seguida, os grãos de café são, então, separados da camada de cobertura com o auxílio de uma máquina de descascamento (MALTA, 2011; TORRES-VALENZUELA; SERNA-JIMÉNEZ; MARTÍNEZ, 2019; ECHEVERRIA; NUTTI, 2017). Esse tipo de processamento é o mais utilizado no Brasil, pois as condições tropicais do país são favoráveis à secagem do fruto e há

produção de menor quantidade de resíduos. Entretanto, o café obtido é, geralmente, de menor qualidade, uma vez que a secagem acontece de forma pouco uniforme quando comparada com a via úmida (MALTA, 2011).

Já no processo por via úmida, a casca, a polpa e/ou a mucilagem são removidas antes da etapa de secagem (TORRES-VALENZUELA; SERNA-JIMÉNEZ; MARTÍNEZ, 2019). Essa forma de preparo pode originar um café descascado, despulpado ou desmucilado (MALTA, 2011):

- **Café descascado:** os frutos maduros são descascados mecanicamente, mas parte da mucilagem ainda permanece aderida ao pergaminho;
- **Café despulpado:** o café é descascado mecanicamente e, em seguida, a mucilagem também é removida por meio de um processo fermentativo;
- **Café desmucilado:** nesse caso, a remoção da mucilagem, após o descascamento, é realizada de forma mecânica.

O café, depois de descascado, despulpado ou desmucilado por via úmida, é seco e, em seguida, é realizada a remoção do seu pergaminho (CORRÊA *et al.*, 2021). Por fim, o café, independentemente do tipo de processamento adotado, passa pelo processo de torrefação e pode, em seguida, ser vendido em grãos ou moído para obtenção de café em pó. Além disso, os grãos podem passar também por um processo de extração, concentração e liofilização para obtenção do café solúvel (MUSSATTO *et al.*, 2011).

No Brasil, a maioria dos pequenos cafeicultores utiliza a via seca para produção do café, conhecido como café natural (café coco). Por outro lado, as grandes e médias propriedades já tem procurado investir em tecnologias para utilização da via úmida que permitem a obtenção de um produto de melhor qualidade (SILVA *et al.*, 2013).

Na etapa de descascamento por via seca, tem-se como os resíduos a casca, a polpa e o pergaminho do café misturados. Esse resíduo pode atingir até 1 tonelada a cada tonelada de café produzido (ECHEVERRIA; NUTTI, 2017). Esse resíduo é composto por 24,5% de celulose, 29,7% de hemiceluloses, 23,7% de lignina e 6,2% de cinzas (MURTHY; NAIDU, 2012). Também conhecido como cascara, já é utilizado comercialmente para fabricação de chás, como fonte de fibra em alimentos e para fabricação de farinha sem glúten, que apresenta cinco vezes mais fibras do que a farinha de trigo integral e contém antioxidantes, ferro, potássio, proteínas e baixo teor de gordura. (IRIONDO-DEHOND; IRIONDO-DEHOND; DEL CASTILLO, 2020) Segundo Murthy e Naidu (2012), a cascara é adequada, ainda, para uso em compostagem e pode ser utilizada como substrato para produção de cogumelos, enzimas, ácido cítrico, ácido giberélico e, após o processo de fermentação, para obtenção de

etanol de segunda geração e produção de biometano. Além disso, outro uso alternativo da casca de café é como adsorvente para a remoção de íons de metais pesados em soluções aquosas e para extração de cafeína (MURTHY; NAIDU, 2012).

No processamento por via úmida, o principal resíduo gerado é a polpa, que constitui cerca de 29% do peso seco do fruto. A cada duas toneladas de café produzido, tem-se 1 tonelada de popa residual (MURTHY; NAIDU, 2012). A polpa, assim como os resíduos do processamento por via seca, pode ser utilizada para ração animal, produção de cogumelos, amilase, protease, pectinase e outras enzimas, produção de etanol, biogás e aromas, aplicação em compostagem e como adsorvente (MURTHY; NAUDI, 2012). Da polpa úmida e seca é possível extrair, também, biocomponentes com atividade antioxidante e atividade inibitória bacteriana (TORRES-VALENZUELA; SERNA-JIMÉNEZ; MARTÍNEZ, 2019).

No processamento a seco, o pergaminho é separado do grão de café verde junto com a casca e a polpa em uma única etapa. No entanto, no processamento úmido, o pergaminho do café é removido em uma etapa distinta, o que permite sua coleta e utilização separadamente (BENITEZ *et al.*, 2019). Segundo Benitez *et al.* (2019), uma saca de 60 kg de grãos de café gera, aproximadamente, 11 kg de pergaminho, entretanto, esse subproduto ainda é pouco estudado. Sabe-se que é rico em compostos fenólicos, celulose e fibras alimentares, por isso apresenta potencial para uso como ingrediente de baixa caloria no enriquecimento de fibras dietéticas alimentícias (BENITEZ *et al.*, 2019). Além disso, por ser um resíduo de composição celulósica, pode ser usado na produção de papel e polímeros, assim como na geração de energia (TORRES-VALENZUELA; SERNA-JIMÉNEZ; MARTÍNEZ, 2019; ECHEVERRIA; NUTTI, 2017).

O processamento por via úmida com remoção da mucilagem de modo mecânico permite, ainda, a recuperação desse resíduo, gerando cerca de 118 g por kg de grão de café colhido (HEJNA, 2021). A mucilagem é rica em pectina (30% e 35% do peso seco) e pode ser utilizada para extração dessa fibra, como meio de cultura de fungos em laboratório, como fonte alimentícia não refinada de pectina, antioxidantes e flavonoides e para fabricação de mel de café (VEGRO; CARVALHO, 1994; IRIONDO-DEHOND; IRIONDO-DEHOND; CASTILLO, 2020).

Vale destacar que o processamento por via úmida gera também altos volumes de água residual (de 20 a 45 kg por kg de grão de café processado), constituída de matéria orgânica em suspensão e outros compostos orgânicos e inorgânicos em solução, que são altamente poluentes se não descartados corretamente (MALTA, 2011; CORRÊA, 2021). Portanto, esse resíduo aquoso deve ser tratado com peroxidases que ao reagirem com os compostos fenólicos

em solução, geram substâncias insolúveis, que podem ser facilmente removidas da solução aquosa por filtração, sedimentação ou centrifugação.

Após o processamento, na etapa de torrefação do café, tem-se como principal resíduo a película de prata — cerca de 1,5% da massa do grão não torrado (PEZZUTTO, 2021) — que é um resíduo com alta concentração de fibra alimentar solúvel, além de rico em celulose, hemicelulose, glicose, monossacarídeos, como xilose, galactose, manose e arabinose, e compostos fenólicos, que garantem alta capacidade antioxidante a esse resíduo (MUSSATTO, 2011; MURTHY; NAIDU, 2012).

Devido à sua composição nutricional e química, atividade antioxidante e compostos bioativos, a película de prata é um produto particularmente interessante para ser utilizado nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica. Devido ao alto teor em fibras alimentares, compostos fenólicos e outros antioxidantes, como as melanoidinas, pode ser incorporada em flocos, pães, biscoitos e salgadinhos, além de ajudar na conservação de alimentos. Já na indústria cosmética, tem potencial para substituir produtos químicos sintéticos, entretanto, o uso desse resíduo deve levar em consideração questões de segurança, uma vez que pode conter ocratoxina A, uma toxina classificada como um possível carcinógeno humano (BESSADA; ALVES; OLIVEIRA, 2018).

O grão do café torrado, pode, então, ser comercializado em pó ou processado para confecção de produtos à base de café. Cerca de 50% de todo café produzido no mundo é utilizado para produção de café solúvel, onde há geração de grandes quantidades de borra durante a etapa de extração com água quente (CORRÊA *et al.*, 2021). No processo, estima-se que cerca de 20% do peso total do grão seja convertido em café solúvel (KRAUSE *et al.*, 2019), ou seja, 1 tonelada de grãos de café verde (antes de serem torrados) gera cerca de 650 kg de borra (MUSSATTO, 2011; VEGRO; CARVALHO, 1994).

A borra de café produzida pela indústria de café solúvel, por cafeterias e também no consumo doméstico do café em pó já tem diversas aplicações comerciais. Pode-se destacar a produção de fios sustentáveis para roupas, fabricação de meias de poliéster reciclado com infusão de café para controle de odor, produção de biocombustível sólido para fogões e churrasqueiras, fabricação de fertilizante 100% orgânico e criação de peças de joalheria contendo pó de café (IRIONDO-DEHOND; IRIONDO-DEHOND; CASTILLO, 2020).

Krause *et al.* (2019) destaca que, nos últimos anos, vários estudos indicam o resíduo da produção de café solúvel como uma biomassa promissora para fins industriais ou energéticos devido à sua composição lignocelulósica, cheiro agradável e alto poder calorífico em relação a outras biomassas. Nesse sentido, a partir da conversão dessa biomassa por

pirólise, pode-se obter como produto o carvão vegetal e o bio-óleo, que pode ser utilizado como matéria-prima para produtos químicos ou transesterificado para produção de biodiesel (KRAUSE *et al.*, 2019).

Em conclusão, as composições químicas dos principais resíduos discutidos neste capítulo podem ser observadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Composição química dos subprodutos do café

Parâmetros (%)	Polpa de Café	Casca, Polpa e Pergaminho de Café (via seca)	Película de Prata	Borra de Café
Celulose	63.0 ± 2.5	43.0 ± 8.0	17.8 ± 6.0	8.6 ± 1.8
Hemicelulose	2.3 ± 1.0	7.0 ± 3.0	13.1 ± 9.0	36.7 ± 5.0
Proteína	11.5 ± 2.0	8.0 ± 5.0	18.6 ± 4.0	13.6 ± 3.8
Gordura	2.0 ± 2.6	0.5 ± 5.0	2.2 ± 1.9	ND
Fibras Totais	60.5 ± 2.9	24 ± 5.9	62.4 ± 2.5	ND
Polifenóis Totais	1.5 ± 1.5	0.8 ± 5.0	1.0 ± 2.0	1.5 ± 1.0
Açúcares Totais	14.4 ± 09	58.0 ± 20.0	6.65 ± 10	8.5 ± 1.2
Substância Pécica	6.5 ± 1.0	1.6 ± 1.2	0.02 ± 1.0	0.01 ± 0.005
Lignina	17.5 ± 2.2	9.0 ± 1.6	1.0 ± 2.0	0.05 ± 0.05
Taninos	3.0 ± 5.0	5.0 ± 2.0	0.02 ± 0.1	0.02 ± 0.1
Ácido Clorogênico	2.4 ± 1.0	2.5 ± 0.6	3.0 ± 0.5	2.3 ± 1.0
Cafeína	1.5 ± 1.0	1.0 ± 0.5	0.03 ± 0.6	0.02 ± 0.1

Fonte: Murthy e Naidu (2012) com tradução nossa.

3.2.3. Laranja

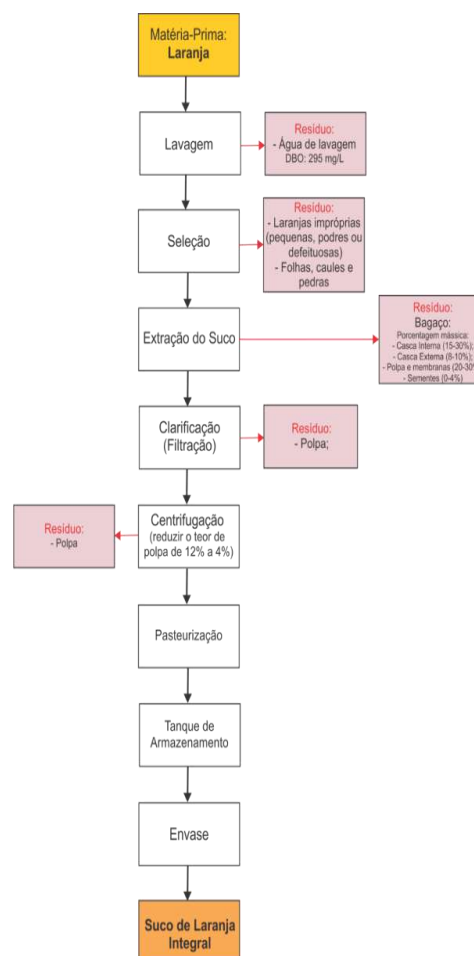
A laranja (*Citrus sinensis*) é a principal cultura do gênero *citrus* por se tratar de uma planta de fácil adaptabilidade a diversos tipos de solo e climas, cuja produção ocorre praticamente durante o ano inteiro. Além da facilidade de cultivo, essa fruta cítrica apresenta propriedades antioxidantes que as tornam interessantes para o consumidor, além de possuir compostos fenólicos, flavonoides, ácido fólico, vitamina C, fibras e minerais que são importantes para a nutrição humana (COELHO *et al.*, 2019).

O cultivo da laranja se iniciou no Brasil como cultivo suplementar para consumo interno das fazendas durante a época de expansão da cafeicultura no estado de São Paulo. Posteriormente, a laranja começou a atrair atenção como alternativa agrícola durante a crise da cana-de-açúcar e do café e, hoje, o país é o líder mundial do mercado cítrico desde a produção até a exportação (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2006).

Inicialmente, a laranja era exportada somente *in natura*, porém, em 1950, criou-se a primeira fábrica de suco concentrado e congelado no Brasil e, na década seguinte, o país começou a ganhar competitividade neste mercado (NEVES *et al.*, 2020; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2006). Atualmente, estima-se que o Brasil seja responsável por 60% da produção mundial de suco de laranja e que 80% da produção brasileira de laranja seja destinada à indústria de sucos (SILVIA, 2016).

Como a laranja é uma fruta que pode ser consumida *in natura*, parte do resíduo gerado não é de fácil reaproveitamento, uma vez que se mistura com o lixo doméstico. Entretanto, em indústrias de produção de suco natural, há geração de grandes volumes de resíduos que podem ser coletados com maior facilidade e, portanto, apresentam potencial de aplicações para o fomento à bioeconomia. Nesse sentido, pode-se observar na Figura 10 a cadeia de produção do suco de laranja natural, com destaque para os resíduos gerados em cor vermelha.

Figura 10 – Fluxograma de produção de suco de laranja integral e os resíduos gerados em cada etapa



Fonte: Elaborado pela autora a partir de Pereira *et al.* (2018).

No processo de produção de suco natural, a matéria-prima, após a colheita, é transportada até o polo industrial, onde as frutas são lavadas para remoção de impurezas presentes na casca. A lavagem ocorre em duas etapas: lavagem com água clorada, seguida da lavagem com água límpida. Assim, nessa etapa o resíduo gerado é a água de lavagem que contém 295 mg/L de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e, portanto, deve ser tratada antes do descarte (PEREIRA *et al.*, 2018).

Após lavadas, as frutas passam por uma seleção visual a fim de descartar aquelas defeituosas, não maduras, podres ou impróprias, e os frutos rejeitados podem, então, ser enviados para produção de farelo de polpa cítrica para alimentação animal (PEREIRA *et al.*, 2018; SUZUKI, 2019).

Depois da seleção, as laranjas passam por um extrator mecânico que retira o suco e tem como rejeito o bagaço da laranja composto pela casca interna, externa, sementes, polpa e membranas (PEREIRA *et al.*, 2018). Entretanto, o suco após a extração contém de 20% a 25% de polpa em volume, o que torna necessário um processo de clarificação, filtragem e centrifugação para reduzir o teor de polpa para cerca de 4%, gerando ainda mais polpa residual (SUZUKI, 2019; PEREIRA *et al.*, 2018). Por fim, o suco passa pelos processos de pasteurização, armazenamento, envase e distribuição, nos quais não são observadas gerações de resíduos em quantidades expressivas (PEREIRA *et al.*, 2018).

Nas fábricas, além do suco de laranja concentrado e congelado, são produzidos diversos outros subprodutos derivados de resíduos da cadeia de extração do suco, como óleos essenciais, terpenos e farelo de polpa cítrica. Esses subprodutos são comercializados nos mercados interno e externo e possuem diversas aplicações, desde alimentação animal à fabricação de produtos químicos, solventes, aromas e fragrâncias para uso em tintas e cosméticos (RODRIGUES; OLIVEIRA, 2006; ANDRADE; JONG; HENRIQUES, 2014; CASTRO *et al.*, 2020).

De modo geral, estima-se que o processamento do suco de laranja gera uma quantidade de resíduos que representa de 45% a 65% do peso total da fruta, sendo em média 50% (CASTRO *et al.*, 2020; GIESE; DEKKER; BARBOSA, 2008). O bagaço residual obtido após a etapa de extração, clarificação e filtração contém casca (60–65%), tecido interno (30–35%) e sementes (0–10%), e é rico em açúcares solúveis, pectina e proteínas (CYPRIANO; SILVA; TASIC, 2018).

Os principais subprodutos do reaproveitamento dos resíduos da indústria de laranja são: farelo de polpa, líquido aromático e óleos essenciais, sobretudo o D-limoneno (SILVA; OLIVEIRA; MENDES, 2020). A composição química da casca de laranja consiste em

açúcares solúveis (16,9%), celulose (9,21%), hemicelulose (10,5%) e pectina (42,5%) (SILVA; OLIVEIRA; MENDES, 2020). Além disso, flavonoides podem ser encontrados nas cascas, enquanto óleos comestíveis podem ser extraídos das sementes (ANDRADE; JONG; HENRIQUES, 2014).

Devido à sua composição química, os subprodutos da laranja têm despertado interesse para aplicações como fibra alimentar, extração de pectina e carotenoides, produção de biossurfactantes, carvão vegetal e carvão ativado (ANDRADE; JONG; HENRIQUES, 2014; CASTRO *et al.*, 2020; SILVA; OLIVEIRA; MENDES, 2020). Segundo Suzuki (2019), as cascas de laranja podem ser, também, utilizadas na produção de etanol, biogás, adsorventes, extração de enzimas e de fibras dietéticas. Além disso, estima-se que a partir de 1.000 toneladas de laranjas *in natura* processadas possam ser produzidos 9 litros de D-limoneno e 40 litros de etanol.

3.3. ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO

Ecossistemas de inovação são sistemas nos quais cada player contribui com um componente específico de uma solução conjunta com o objetivo de trabalhar cooperativamente e competitivamente para desenvolver novos produtos, satisfazer as necessidades do cliente e criar inovações (FARTES, 2019; MOORE, 1993).

No contexto da bioeconomia, a ideia de ecossistemas de inovação se torna especialmente relevante. Para a criação de sistemas cooperativos que visem à produção de produtos de alto valor agregado de maneira sustentável, é imprescindível a existência de redes de pesquisadores, fornecedores, produtores, distribuidores e consumidores que trabalhem em conjunto para impulsionar as inovações. Nesse sentido, Bomtempo *et al.* (2021) identifica quatro dimensões envolvidas no ecossistema de inovação da bioeconomia – matérias-primas, tecnologias, produtos e modelos de negócio – que evoluem juntas e são fortemente influenciadas pelo ambiente em que estão inseridas.

Portanto, o ecossistema de inovação dentro do contexto da bioeconomia, transborda a cadeia produtiva tradicional, interligando atores de diferentes indústrias. Por isso, há necessidade de olhar outros atores capazes de impulsionar o desenvolvimento de novas redes de cooperação – além das empresas que realizarão produção e distribuição de novos produtos, outras organizações como universidades, órgãos financiadores e agências governamentais, são, dentro do conceito ecossistema, importantes para fomentar a inovação e difusão de tecnologia.

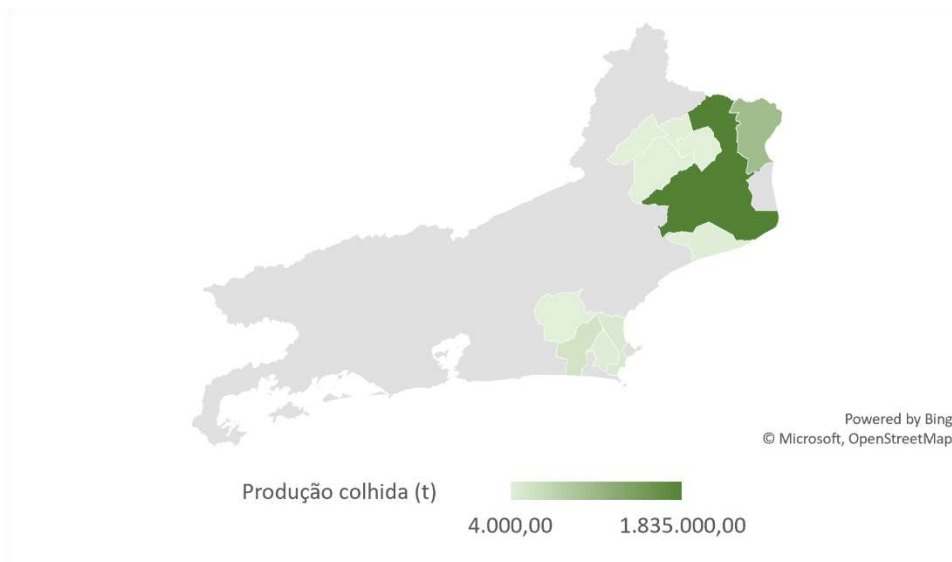
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo está dividido de acordo com as seguintes matérias-primas: cana-de-açúcar, café e laranja. Cada subseção aborda detalhadamente os resultados relacionados à produção desses insumos na região do Rio de Janeiro, incluindo os atores envolvidos nas cadeias de valor, os resíduos gerados e seu volume, além de considerações sobre a situação atual e futura da bioeconomia.

4.1. Cana-de-açúcar

Segundo dados do EMATER-RIO (2020), no ano de 2020, a cana-de-açúcar foi a maior cultura do estado do Rio de Janeiro, com produção de 3.118.234 toneladas e 2.726 produtores em diferentes municípios. Ainda a partir de dados do EMATER-RIO, foi possível mapear em quais municípios a cana-de-açúcar foi cultivada no ano de 2020 e o resultado pode ser observado na Figura 11, na qual cores mais escuras representam as regiões em que houve maior volume de produção.

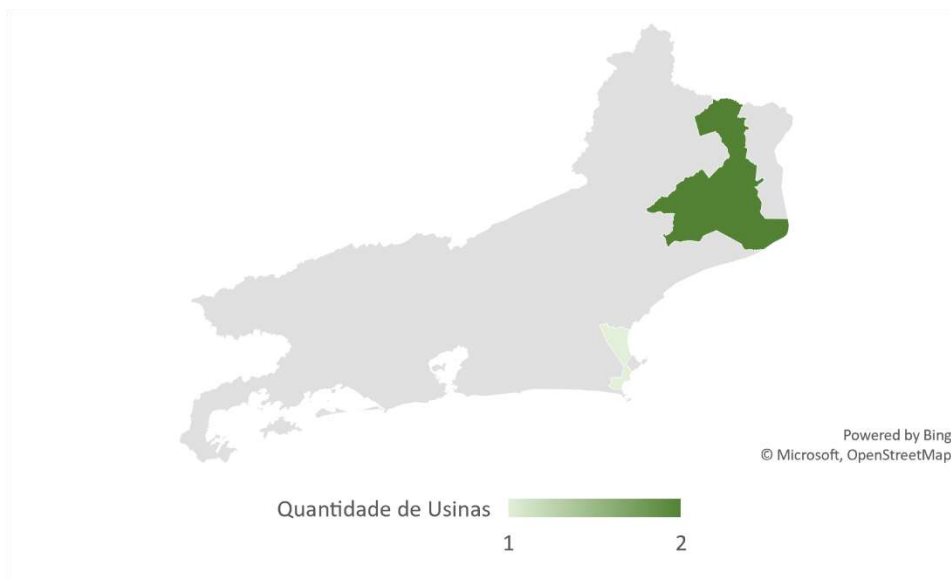
Figura 11 – Colheita de cana-de-açúcar por município do Rio de Janeiro (2020)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da EMATER-RIO (2020).

Em contrapartida, pode-se observar, na Figura 12, a localização geográfica das usinas de cana-de-açúcar em operação no estado – das três usinas listadas, duas estão localizadas no município de Campos dos Goytacazes e uma em Cabo Frio.

Figura 12 – Usinas de cana-de-açúcar por município do Rio de Janeiro



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados de Lorenzon (2022).

Desse modo, observa-se que Campos dos Goytacazes abriga a maioria das usinas do estado e também foi o município com maior volume de cana colhida. Além disso, municípios do entorno também produziram volumes expressivos dessa cultura, portanto, a proximidade entre os centros agrícolas e as usinas sinaliza um grande potencial de integração da cadeia produtiva para aproveitamento dos resíduos desde a colheita até a obtenção do produto final.

A partir da cana-de-açúcar é possível obter dois produtos principais: o açúcar refinado e o etanol. Portanto, é importante considerar quais atividades são devolvidas nessas usinas:

1. Agrisa Agroindustrial São João S/A – Cabo Frio – RJ: a usina está certificada para produção de etanol, combustível de primeira geração a partir da cana-de-açúcar (ANP, 2023);
2. Usina Coagro – Campos dos Goytacazes – RJ: em atividade com produção de açúcar refinado e etanol hidratado;⁸
3. Usina Canabrava – Campos dos Goytacazes – RJ: a usina retomou operação recentemente e, em 2022, planejava produzir energia e etanol hidratado.⁹

Além dessas três usinas, ainda é importante destacar a Usina Paraíso, em Campos dos Goytacazes, que atualmente está com as atividades paralisadas, mas planeja retomar as operações em 2023 (LORENZON, 2022).

⁸ Disponível em: <http://coagro.coop.br/noticias/>

⁹ Disponível em: <https://www.campos24horas.com.br/noticia/usina-nova-canabrava-inicia-moagem-na-safra-2022>

Ademais, é interessante obter uma dimensão da quantidade de cada insumo produzido no estado, a fim de compreender o volume de cada resíduo e avaliar de forma mais detalhada a viabilidade de sua utilização como matéria-prima para a bioeconomia. Assim, na Tabela 1, tem-se uma estimativa da quantidade de cada insumo produzido no estado do Rio de Janeiro e do quanto esse volume corresponde percentualmente ao total do país.

Tabela 1 – Estimativa quantitativa de produtos da indústria sucroalcooleira – Safra 2022/23

UF	AÇÚCAR (MIL T)	ETANOL ANIDRO (MIL L)	ETANOL HIDRATADO (MIL L)
RIO DE JANEIRO	28,7	-	109.622,00
BRASIL	36.372,60	11.032.750,10	15.563.329,60
RJ/ BR (%)	0,08%	-	0,70%

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da Conab (2022).

Nesse sentido, conclui-se que o Rio de Janeiro não se destaca na produção desses insumos e, comparativamente ao resto do país, a produção de açúcar representa menos de 0,1% de toda a produção brasileira, enquanto a produção de etanol representa menos de 1% do total. Porém, por mais que a produção seja baixa, não se pode ignorar o fato de que, ainda assim, são produzidos alguns milhares de toneladas de açúcar e milhares de litros de etanol hidratado.

Além disso, a Figura 11 mostra que o maior volume de produção de cana-de-açúcar *in natura* ocorre na Região Norte Fluminense, que é também onde estão localizadas duas das três indústrias em atividade no estado, o que reforça o potencial de utilização desses resíduos, uma vez que a proximidade das regiões de plantio uma das outras e dos centros de beneficiamento da cana reduzem barreiras de agrupamento, deslocamento e transporte de insumos que poderiam ser um entrave no desenvolvimento de novas cadeias a partir desses subprodutos.

Entretanto, no que diz respeito às técnicas para colheita, a partir dos dados da Tabela 2, nota-se que o Rio de Janeiro se mostra bem atrasado tecnologicamente comparado aos outros estados brasileiros, pois apesar de o Brasil realizar colheita mecanizada em 87,9% do território, o Rio de Janeiro só realiza em 18,31%, o que o coloca no ranking dos 5 estados menos mecanizados e retaguarda dos estados do Sudeste (Conab, 2022).

Tabela 2 – Tipo de colheita de cana-de-açúcar por Unidade Federativa – Safra 2022/23

UF	Colheita Manual	Colheita Mecanizada
PE	96,50%	3,50%

SE	89,10%	10,90%
PI	86,90%	13,10%
AL	86,10%	13,90%
RJ	81,69%	18,31%
BA	77,90%	22,10%
PB	68,10%	31,90%
RN	47,00%	53,00%
ES	22,80%	77,20%
MA	20,10%	79,90%
PR	2,75%	97,25%
GO	2,60%	97,40%
MG	2,40%	97,60%
SP	0,80%	99,20%
MS	-	100,00%
MT	-	100,00%
PA	-	100,00%
RS	-	100,00%
TO	-	100,00%
AM	-	100,00%
Brasil	10,30%	89,70%

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da Conab (2022).

Atualmente, o estado de São Paulo realiza de modo mecânico 99,20% de sua colheita de cana-de-açúcar (CONAB, 2022). Esse resultado pode ser diretamente ligado ao Decreto de Lei Estadual 47.700, de 11 de março de 2003, que regulamenta a Lei Estadual 11.241, de 19 de setembro de 2002, que determinou prazos para a eliminação gradativa do emprego da queimada na colheita de cana-de-açúcar (SOUZA *et al.*, 2005). Além disso, em 2007, foi assinado o Protocolo Agroambiental, que estabeleceu prazo até 2014 para as áreas mecanizáveis e até 2017 para as não mecanizáveis (NORONHA *et al.*, 2011).

Desse modo, mostra-se necessária, no Rio de Janeiro, a implementação de ações públicas, como as vistas no estado de São Paulo, a fim de incentivar a transição para a utilização da colheita mecânica, uma vez que a técnica não só reduz o impacto ambiental e diminui os gastos no canavial como também contribui para o aumento da produtividade e consequente aumento da relevância do estado no panorama brasileiro de produção de cana-de-açúcar e seus produtos.

Como descrito anteriormente, tanto a palha residual da colheita mecânica quanto o bagaço da cana podem ser aproveitados para geração de energia para sustentação própria da usina e o restante pode ser exportado e vendido para redes de fornecimento. De acordo com dados da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA) (2023b), no ano de 2022, a produção de energia elétrica a partir do bagaço de cana no Brasil foi de aproximadamente 18,4 mil GWh, o que representa cerca de 4% do consumo nacional de energia.

No Brasil, em 2015, estimou-se que 394 usinas de cana-de-açúcar geraram eletricidade a partir do bagaço e da palha, mas apenas 177 dessas usinas exportaram energia excedente para a rede (CARVALHO *et al.*, 2017). Atualmente, esse panorama vem mudando e, em 2021, estimou-se que 369 usinas de cana-de-açúcar em operação, dos quais 220 exportaram energia excedente para a rede, ou seja, cerca de 40% das usinas ainda só gerava eletricidade para autoabastecimento (UNICA, 2023b).

A UNICA (2023b) estimou, ainda, que o potencial técnico de geração de bioeletricidade para a rede nacional da safra canavieira 2020/21 seria de 151 mil GWh e, em 2020, somente 22,6 mil GWh foi aproveitado para rede, ou seja, só foram aproveitados 15% do potencial de geração de bioeletricidade sucroenergética. Porém, em dezembro de 2022, o número de usinas comercializando energia elétrica para a rede cresceu cerca de 70%, portanto, entende-se que as usinas estão cada vez mais preocupadas em aproveitar o potencial de geração de energia de seus resíduos e estão se modernizando para que isso seja possível.

Contudo, apesar do crescimento da geração de bioeletricidade pelas usinas do país, o cenário ainda se mostra pouco desenvolvido no Rio de Janeiro, uma vez que, em janeiro de 2023, o estado só possuía duas Unidades Termelétricas com fonte de biomassa derivada da cana-de-açúcar e gerou somente 0,4% de toda energia proveniente de biomassa sucroenergética do país (UNICA, 2023b).

Nesse sentido, a utilização do bagaço de cana para a geração de energia elétrica mostra-se interessante para as usinas sucroalcooleiras, pois permite que elas sejam autossuficientes em energia, o que reduz seus custos de produção e, assim, aumenta a competitividade do setor. Além disso, essa é uma fonte de energia limpa e renovável, o que promove a redução da emissão de gases de efeito estufa pelo setor. No entanto, apesar dos avanços na utilização do bagaço de cana para a geração de energia, ainda há potencial de crescimento da prática no Rio de Janeiro e, para isso, há necessidade de modernização das usinas para aumentar a eficiência na geração de energia, além de investimento em infraestrutura para transmissão de energia elétrica.

Como observado anteriormente, segundo dados da Conab do 3º levantamento da safra 2022/23, no Rio de Janeiro a produção de cana-de-açúcar atingiu 35.500 hectares, 1.578.600 toneladas de cana colhida¹⁰, 28.700 toneladas de açúcar e 109.622.000 litros de etanol hidratado. Desse modo, no Quadro 3, pode-se observar um resumo dos resíduos gerados na

¹⁰ Há uma discrepância em relação ao valor reportado pela EMATER-RIO (2020), no entanto, não foi possível identificar as causas. É possível que os órgãos tenham utilizado métodos de contabilização diferentes ou, ainda, a produtividade do estado tenha diminuído consideravelmente nos dois últimos anos, seja por fatores econômicos ou ambientais.

cadeia de produção da cana-de-açúcar e uma estimativa da quantidade produzida no estado do Rio de Janeiro.

Quadro 3 – Estimativa de resíduos gerados no beneficiamento da cana-de-açúcar no estado do Rio de Janeiro (3º levantamento – Safra de 2022/23)

Etapa	Resíduo	Quantidade Gerada	Estimativa para o Rio de Janeiro
Colheita Mecânica	Palha	7,4 a 30 t / ha	262.700 a 861.000 t
Lavagem	Água Residual	3000 m ³ / 5000 sacas de açúcar	17.220 m ³
Moagem	Bagaço	320 kg / t de cana	505.152 t
Purificação do caldo	Torta de Filtro	30 a 40 kg / t de cana moída	47.358 t
Destilação	Vinhaça	13 L / litro de álcool	1.425.086.000 L
Destilação	Óleo Fúsel	0,1 a 0,5 L / litro de álcool	10.962.200 L
Geração de Energia	Cinza	25 kg / t de bagaço	12.628,8 t

Fonte: Elaborado pela autora.

Estes resíduos podem ser aproveitados para diversas aplicações, tendo em vista a diversificação econômica do estado no âmbito da bioeconomia, como pode ser observado no Quadro 4.

Quadro 4 – Resumo das principais aplicações para os resíduos de cana-de-açúcar

Resíduo	Aplicação	Referência
Palha	Geração de energia, Adubo do canavial	Silva <i>et al.</i> (2022) Ronquim (2010)
Bagaço	Geração de energia, Compostagem, Suplementação na ração animal, Produção de etanol de segunda geração	Ronquim, (2010) Schneider <i>et al.</i> (2012) Pereira <i>et al.</i> (2015)
Torta de Filtro	Recuperação de solos	Nunes e Finzer (2019) Schneider <i>et al.</i> (2012)
Vinhaça	Fertirrigação da lavoura, Produção de ração animal, Produção de biogás	Naspolini <i>et al.</i> (2017) Reis e Hu (2017)
Óleo Fúsel	Produção de biossolventes, Aromatizantes, Plastificantes, Produção de álcool amílico, álcool butílico e acetato de isoamila	Montoya (2016)
Cinza (proveniente da queima do bagaço e palha)	Adição mineral em argamassas e concreto, ração animal, produção de biogás	Fernandes <i>et al.</i> (2015) Schneider <i>et al.</i> (2012)

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Montoya (2016), Rojas *et al.* (2016), Reis e Hu (2017), Nunes e Finzer (2019), Schneider *et al.* (2012) e Pereira *et al.* (2015).

Portanto, percebe-se que a cadeia de beneficiamento da cana-de-açúcar produz diversos resíduos que apresentam potencial para aplicações de maior valor agregado, mas que ainda são subaproveitados. Vale analisar quem são os atores que atuam nessa cadeia para entender quais os desafios no aproveitamento desses resíduos e quais empresas podem atuar no desenvolvimento de um ecossistema, conforme definido como objeto específico do presente trabalho.

Como apresentado anteriormente, com base nos dados do EMATER-RIO (2020), foi possível mapear as regiões do estado em que houve maior quantidade de cana-de-açúcar colhida. Nesse sentido, foram selecionadas CNAEs de interesse relacionadas a essa atividade econômica e, com base nos dados abertos, disponibilizados pela Receita Federal, foi possível analisar quantas empresas ativas estavam registradas com essas CNAEs, até abril de 2023, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5 – Empresas ativas no Rio de Janeiro cadastradas por CNAEs (2023)

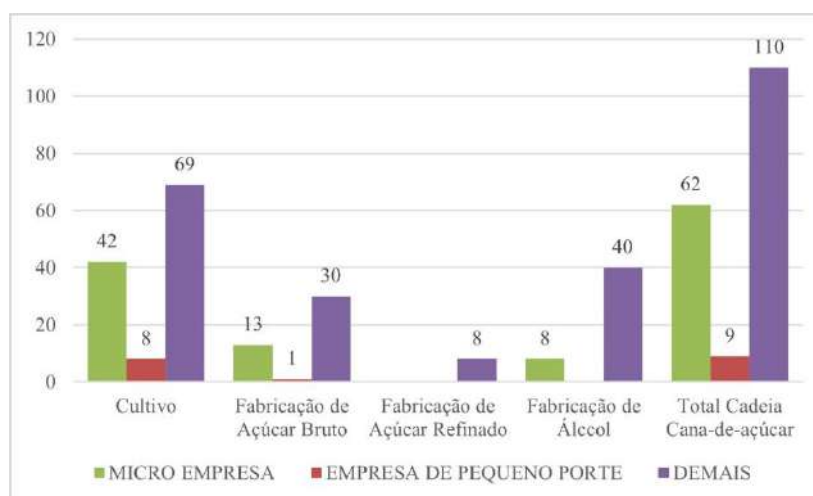
Cadeia da Cana-de-Açúcar					
CNAE	Descrição	Microempresa	Pequeno Porte	Médio e Grande Porte	Total
113000	Cultivo de cana-de-açúcar	42	8	69	119
1071600	Fabricação de açúcar em bruto	13	1	30	44
1072401	Fabricação de açúcar de cana refinado	-	-	8	8
1931400	Fabricação de álcool	8	-	40	48
1111901	Fabricação de aguardente de cana-de-açúcar	84	11	34	129

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

Entende-se que a CNAE primária de um estabelecimento corresponde à atividade principal dessa empresa, entretanto, também é possível que uma empresa tenha diversas CNAEs secundárias. Portanto, optou-se por analisar o total de empresas que podem legalmente exercer essas atividades na cadeia da cana-de-açúcar sem que necessariamente esta seja a atividade primária desenvolvida.

Para fins do presente estudo, não foi considerada a atividade econômica de fabricação de aguardente de cana-de-açúcar, pois serão consideradas somente as atividades ligadas à cadeia mapeada de produção de açúcar e etanol combustível. Na Figura 13 pode-se observar graficamente como as empresas estão distribuídas por porte dentro da cadeia da cana-de-açúcar.

Figura 13 – Empresas da cadeia produtiva da cana-de-açúcar agrupadas por porte (2023)

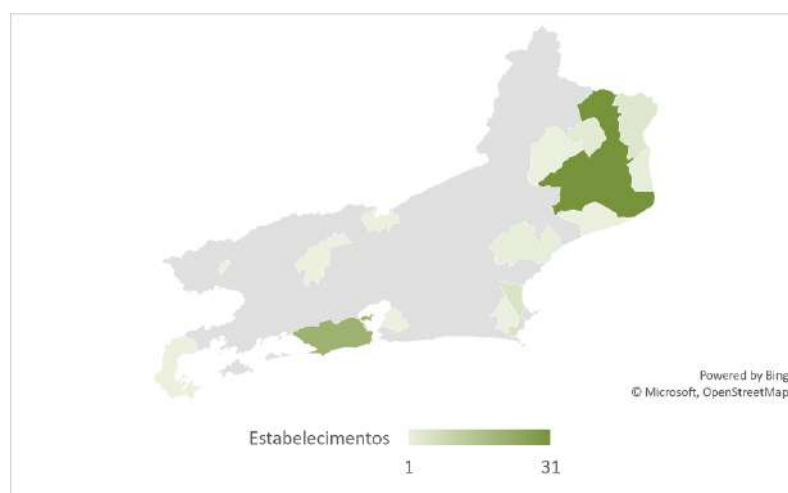


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

Como pode ser observado, na cadeia da cana-de-açúcar foi encontrada uma grande quantidade de atores, portanto, foi decidido, para a análise deste trabalho, focar somente os atores classificados como pequeno porte e demais. Isso não significa que as microempresas não tenham um papel importante a desempenhar na bioeconomia. De fato, muitas vezes são elas que impulsionam a inovação e a descoberta de novas tecnologias, entretanto, uma análise detalhada desses *players* será realizada somente em trabalhos futuros.

Nas Figuras 14, 15, 16 e 17 é possível observar onde estão localizadas as empresas de pequeno, médio e grande porte que estão registradas para realização das quatro atividades econômicas selecionadas: cultivo de cana-de-açúcar, fabricação de açúcar em bruto, fabricação de açúcar de cana refinado e fabricação de álcool.

Figura 14 – Empresas de pequeno, médio e grande porte registradas para o cultivo de cana-de-açúcar por município do Rio de Janeiro (2023)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

08.719.904/0001-83	ETANALC PEDRO AFONSO I S.A	Matriz	1931400	3511501,3513100,0113000
08.700.512/0001-72	ETANALC PEDRO AFONSO II S.A.	Matriz	1931400	3511501,3513100,0113000
08.698.697/0001-28	ETANALC PORTO NACIONAL S.A.	Matriz	1931400	3511501,3513100,0113000
08.725.372/0001-97	ETANALC X S.A.	Matriz	1931400	3511501,3513100,0113000
08.707.343/0001-00	ETANALC XI S.A.	Matriz	1931400	3511501,3513100,0113000
08.707.441/0001-30	ETANALC XII S.A.	Matriz	1931400	3511501,3513100,0113000
42.465.500/0001-49	FONTES AGROPECUARIA S.A. - EM LIQUIDACAO	Matriz	113000	0151201
42.250.555/0001-31	GRANJA BETANIA LTDA	Matriz	113000	
07.706.012/0001-85	LUCATI - EMPREENDIMIENTOS E PARTICIPACOES LTDA.	Matriz	113000	6463800,6810201,6810202
21.543.596/0001-46	MILLENUM BIOENERGIA S.A	Matriz	1931400	4681801,3513100,4684299, 0113000,1072401,1071600, 2014200,3511501,1062700, 1069400,3512300
15.101.520/0002-98	NOVA ALIANCA S/A	Filial	113000	
09.468.662/0001-65	TERRACAL ALIMENTOS E BIOENERGIA - UNIDADE PIAUI LTDA.	Matriz	113000	0119909,0135100,0161099, 0163600,1031700,1071600, 1072401,1931400,3821100, 3511501,7490103,5211799
08.199.826/0001-33	USACRUZ INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	Matriz	1931400	0113000,1072401,4520001, 4612500,4619200,4684299, 4692300,4930202,5211799, 6463800,6810202,7739099

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

Pode-se observar que todos esses atores são médias e grandes empresas e quase todos são tipo Matriz, ou seja, são o estabelecimento principal de uma empresa, entretanto, o cultivo, processamento e manufatura desse estabelecimento pode ocorrer em uma filial ou empresa parceira localizada em outros locais. Nesse sentido, um exemplo muito claro, no Quadro 6, é a empresa ETALNAC, que aparece registrada em doze CNPJs diferentes, todos com o mesmo endereço no centro do município do Rio de Janeiro. Cada razão social acompanha o nome ETALNAC seguido pelo nome de um local (Aparecida do Rio Negro, Brejinho de Nazaré, Buritirana, Darcinópolis, Guarimpinho, Guarani, Porto Nacional etc.), que são municípios do estado de Tocantins e Maranhão. Portanto, é provável que esses registros se refiram somente à sede administrativa da empresa e que, de fato, a produção de cana e álcool ocorra nos municípios citados na razão social.

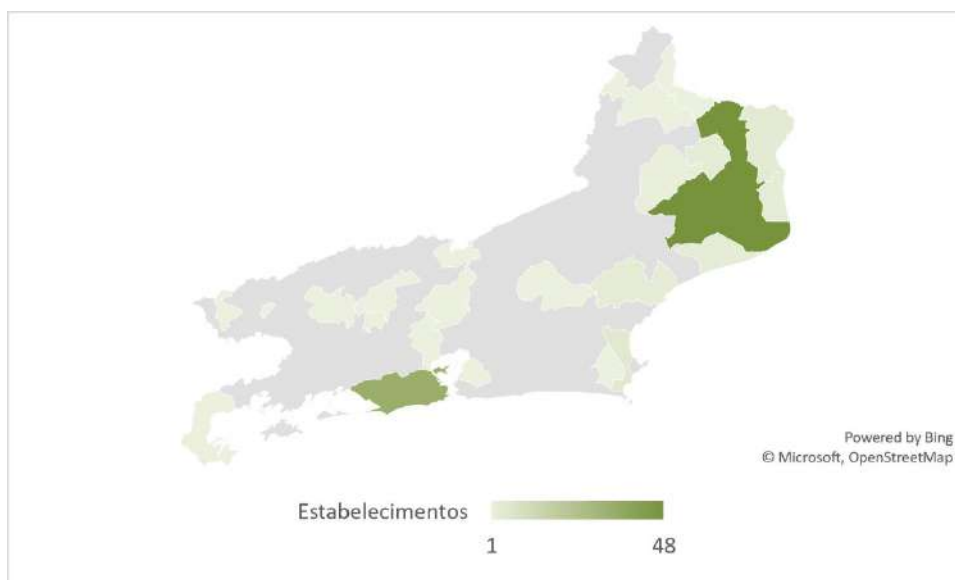
O mesmo pode ser observado na empresa TERRACAL ALIMENTOS E BIOENERGIA, com sede na Barra da Tijuca, que tem como parte da sua razão social a “Unidade Piauí”. Assim, entende-se que o escritório administrativo está na cidade do Rio de

Janeiro, enquanto as operações de cultivo de cana estão no referido estado. O mesmo padrão se repete com a empresa AFB AGROPECUARIA SANTA TEREZINHA LTDA, que, segundo o Google Maps, trata-se de uma fazenda em Mato Grosso, porém a matriz da empresa está registrada na cidade do Rio de Janeiro.

Entende-se, então, que, em uma primeira análise quantitativa, como realizada na Figura 14, o município do Rio de Janeiro se destacou como *player* importante dentro do ecossistema da cana-de-açúcar. Entretanto, se considerarmos que grande parte dessas empresas registradas são somente escritórios administrativos para empreendimentos espalhados pelo país, os números não refletem de forma real a quantidade de atores que podem contribuir para a construção de um ecossistema de bioeconomia no estado do Rio de Janeiro.

É preciso levar em consideração também que uma empresa pode atuar em mais de uma dessas atividades econômicas, por exemplo, uma empresa pode ter uma CNAE para cultivo de cana-de-açúcar e também para produção de açúcar em bruto. Portanto, excluindo CNPJs duplicados, tem-se um conjunto composto por 119 estabelecimentos de pequeno, médio e grande porte que se distribuem geograficamente, como mostra a Figura 18.

Figura 18 – Empresas de pequeno, médio e grande porte registradas em todas as quatro atividades relacionadas à cadeia da cana-de-açúcar por município do Rio de Janeiro (2023)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

Conforme esperado, a maioria das empresas se encontram no município de Campos dos Goytacazes, onde há maior volume de plantações de cana-de-açúcar e usinas, e, no Rio de Janeiro, que por ser a capital e maior cidade do estado concentra também escritórios,

laboratórios e fábricas. Entretanto, observa-se novamente um mesmo padrão: uma série de empresas com mesma razão social registradas em diferentes CNPJs. No Quadro 7 são listados todos os atores encontrados no estado do Rio de Janeiro para todas as quatro atividades econômicas selecionadas (cultivo de cana-de-açúcar, fabricação de açúcar em bruto, fabricação de açúcar de cana refinado e fabricação de álcool).

Quadro 7 – Empresas de pequeno, médio e grande porte no estado do Rio de Janeiro registradas para cultivo de cana-de-açúcar, fabricação de açúcar em bruto, fabricação de açúcar de cana refinado e fabricação de álcool (2023)

CNPJ	Razão Social	CNAE Primária	Município
25.088.057/0002-04	ACC AGRICOLA LTDA	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
59.868.109/0001-98	AFB AGROPECUARIA SANTA TEREZINHA LTDA	115600	RIO DE JANEIRO
05.089.389/0001-07	AGRICOLA SANTA OLGA LTDA	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
28.851.889/0002-10	AGRISA AGROINDUSTRIAL SAO JOAO S/A	1931400	CABO FRIO
08.002.701/0002-14	AGRO INDUSTRIAL MARCOALHADO LTDA	1931400	QUISSAMÃ
46.461.934/0001-21	AGRO PRETYMAN LTDA	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
05.524.405/0001-42	AGRO UNIONE LTDA	113000	TRÊS RIOS
01.355.296/0002-79	AGROMON S/A AGRICULTURA E PECUARIA	113000	SÃO FIDÉLIS
07.493.744/0001-34	AGROPECUARIA BELO HORIZONTE LTDA	113000	CARDOSO MOREIRA
48.768.592/0002-65	AGROPECUARIA E COMERCIAL CONQUISTA LTDA	113000	PARATY
44.680.689/0001-18	AGROPECUARIA JP LTDA	151201	CAMPOS DOS GOYTACAZES
05.856.093/0001-74	AGROPECUARIA PLANICIE LTDA	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
48.957.775/0001-86	AGROPECUARIA SANTA ISABEL LTDA	151201	CAMPOS DOS GOYTACAZES
07.725.509/0001-40	ALCANA AGROPECUARIA LTDA	151201	SÃO GONÇALO
07.725.509/0002-21	ALCANA AGROPECUARIA LTDA	1931400	CAMPOS DOS GOYTACAZES
09.355.837/0001-28	ALCOCANA BIOENERGIA SA	113000	RIO DE JANEIRO
05.627.254/0002-39	ALCOOL QUIMICA CANABRAVA S/A - EM RECUPERACAO JUDICIAL EM RECUPERACAO JUDICIAL	1931400	BOM JESUS DO ITABAPOANA
05.627.254/0001-58	ALCOOL QUIMICA CANABRAVA S/A - EM RECUPERACAO JUDICIAL EM RECUPERACAO JUDICIAL	1931400	CAMPOS DOS GOYTACAZES
05.627.254/0002-10	ALCOOL QUIMICA CANABRAVA S/A - EM RECUPERACAO JUDICIAL EM RECUPERACAO JUDICIAL	1931400	QUISSAMÃ
19.526.319/0001-83	CACHACA ARTESANAL ABADIA LTDA	1111901	CAMPOS DOS GOYTACAZES
19.785.033/0001-12	CACHACA ITATIAIA LTDA	1111901	ITATIAIA
12.475.957/0001-73	CANABRAVA AGRICOLA S/A - EM	113000	CAMPOS DOS

	RECUPERACAO JUDICIAL		GOYTACAZES
04.595.258/0001-39	CATTLE AGROPECUARIA S/A	151201	CABO FRIO
73.410.326/0001-60	CERVEJARIA PETROPOLIS S/A	1113502	RIO DE JANEIRO
33.320.003/0002-95	COMPANHIA ACUCAREIRA USINA BARCELOS EM RECUPERACAO JUDICIAL	1071600	RIO DE JANEIRO
33.320.003/0002-23	COMPANHIA ACUCAREIRA USINA BARCELOS EM RECUPERACAO JUDICIAL	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
33.320.003/0001-61	COMPANHIA ACUCAREIRA USINA BARCELOS EM RECUPERACAO JUDICIAL	1071600	SAO JOAO DA BARRA
28.964.872/0002-70	COMPANHIA ACUCAREIRA USINA CUPIM EM RECUPERACAO JUDICIAL	1071600	RIO DE JANEIRO
28.964.872/0002-84	COMPANHIA ACUCAREIRA USINA CUPIM EM RECUPERACAO JUDICIAL	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
28.964.872/0001-99	COMPANHIA ACUCAREIRA USINA CUPIM EM RECUPERACAO JUDICIAL	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
33.229.899/0001-78	COMPANHIA AGRICOLA BAIXA GRANDE	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
28.931.004/0001-02	COMPANHIA USINA CAMBAHYBA	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
28.892.842/0002-03	COMPANHIA USINA DO OUTEIRO	1931400	ITAPERUNA
28.892.842/0002-86	COMPANHIA USINA DO OUTEIRO	1931400	RIO DE JANEIRO
28.892.842/0001-14	COMPANHIA USINA DO OUTEIRO	1931400	CAMPOS DOS GOYTACAZES
20.167.229/0001-22	CONSORCIO SIMPLIFICADO DE EMPREGADORES RURAIS	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
24.701.321/0001-81	CONSORCIO SIMPLIFICADO DE EMPREGADORES RURAIS	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
29.455.864/0001-80	CONSORCIO SIMPLIFICADO DE EMPREGADORES RURAIS	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
05.500.757/0002-00	COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO LTDA.	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
05.500.757/0001-68	COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO LTDA.	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
05.500.757/0002-20	COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO LTDA.	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
15.649.398/0001-69	COOPERATIVA CENTRAL DE PRODUCAO AGRICOLA E DE ORGANICOS DE SAO JOAO DA BARRA LTDA	161099	SÃO JOÃO DA BARRA
16.615.838/0001-20	COOPERATIVA MISTA DOS AGRICULTORES FAMILIARES DE MARRECA E BABOSA-COOPAMAB	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
06.080.808/0002-65	COSTA PINTO AGRO INDUSTRIAL SA	1931400	RIO DE JANEIRO
32.772.564/0001-39	DAFAZENDA EMPREENDIMENTOS LTDA	161003	MACAÉ
48.408.453/0001-88	EDUMIX PARTICIPACAO E INVESTIMENTO AGRICOLA LTDA	151201	CAMPOS DOS GOYTACAZES
11.549.043/0001-47	ENGENHO SAO MIGUEL IMPORTACAO E EXPORTACAO LTDA	113000	QUISSAMÃ
32.544.763/0001-90	EPS SERVICOS AGRICOLAS	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
05.809.570/0001-40	EQUILIBRIO ORGANICO LTDA	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
30.522.445/0001-00	ERBAS AGRO PECUARIA SA	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES

08.711.375/0001-71	ETANALC APARECIDA DO RIO NEGRO S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.701.009/0001-31	ETANALC BREJINHO DE NAZARE S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.707.975/0001-66	ETANALC BURITIRANA S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.700.511/0001-28	ETANALC DARCINOPOLIS S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.698.923/0001-70	ETANALC GARIMPINHO S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.742.346/0001-77	ETANALC GUARAI S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.719.904/0001-83	ETANALC PEDRO AFONSO I S.A	1931400	RIO DE JANEIRO
08.700.512/0001-72	ETANALC PEDRO AFONSO II S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.698.697/0001-28	ETANALC PORTO NACIONAL S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.725.372/0001-97	ETANALC X S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.707.343/0001-00	ETANALC XI S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
08.707.441/0001-30	ETANALC XII S.A.	1931400	RIO DE JANEIRO
34.152.306/0002-76	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
34.152.306/0002-80	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
34.152.306/0002-08	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
34.152.306/0001-85	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
34.152.306/0002-42	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
34.152.306/0002-19	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
34.152.306/0002-47	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	SÃO JOÃO DA BARRA
34.152.306/0002-57	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
34.152.306/0002-51	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	MACAÉ
34.152.306/0002-38	FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA S A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
19.703.645/0001-19	FAZENDA ABADIA LTDA	151201	CAMPOS DOS GOYTACAZES
26.739.434/0001-00	FAZENDA DAS PALMAS EMPREENDIMENTOS S.A.	113000	ENGENHEIRO PAULO DE FRONTIN
02.493.429/0002-74	FELIZ TERRA AGRICOLA LTDA	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
02.974.267/0001-05	FGM AGROPECUARIA LTDA	151201	CABO FRIO
31.498.015/0001-55	FOLHA VERDE AGRONEGOCIOS LTDA	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
42.465.500/0002-20	FONTES AGROPECUARIA S.A. - EM LIQUIDACAO	113000	CABO FRIO
42.465.500/0002-00	FONTES AGROPECUARIA S.A. - EM LIQUIDACAO	113000	CABO FRIO
42.465.500/0001-49	FONTES AGROPECUARIA S.A. - EM LIQUIDACAO	113000	RIO DE JANEIRO
42.250.555/0001-31	GRANJA BETANIA LTDA	113000	RIO DE JANEIRO
10.823.951/0001-14	J L F AGROPECUARIA LTDA	1111901	VASSOURAS
17.873.502/0001-20	KURGAN RJ PARTICIPACOES S/A	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
18.293.182/0001-00	LEANDRO MOTTA MICHEL ABILIO E OUTRO	113000	SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA
07.874.85/0001-05	LOUISIANA AGROPECUARIA LTDA	151201	CARDOSO

			MOREIRA
07.706.012/0001-85	LUCATI - EMPREENDIMENTOS E PARTICIPACOES LTDA.	113000	RIO DE JANEIRO
51.468.056/0001-06	MARAMBAIA ENERGIA RENOVAVEL S/A	1931400	PETRÓPOLIS
22.087.212/0001-90	METHOS AGRICOLA S/A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
21.543.596/0001-46	MILLENIUM BIOENERGIA S.A	1931400	RIO DE JANEIRO
47.291.864/0001-73	NOVA AGRICULTURA INOVA SIMPLES (I.S.)	161099	NOVA FRIBURGO
15.101.520/0002-98	NOVA ALIANCA S/A	113000	RIO DE JANEIRO
10.144.628/0001-14	PETROBRAS BIOCOMBUSTIVEL S/A	1932200	RIO DE JANEIRO
48.982.503/0001-36	PONTUAL AGRONEGOCIOS LTDA	113000	SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA
42.783.185/0001-06	QUANTUN QUIMICA SCP	2063100	DUQUE DE CAXIAS
28.292.985/0001-95	RIOLAGOS AGROPECUARIA LTDA	151202	SÃO PEDRO DA ALDEIA
07.388.22/0002-36	SANTA CRUZ ACUCAR E ALCOOL LTDA	1931400	RIO DE JANEIRO
31.452.667/0001-59	SOCIEDADE AGRICOLA E INDUSTRIAL FONTANEZZI LTDA	1111901	PORTO REAL
37.237.012/0001-44	SOLAR AGRONEGOCIO LTDA.	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
28.874.212/0001-17	TAI AGROPECUARIA S A	113000	CAMPOS DOS GOYTACAZES
05.238.874/0002-86	TAVARES AGROPECUARIA LTDA	151201	SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA
05.238.874/0001-03	TAVARES AGROPECUARIA LTDA	151201	CAMPOS DOS GOYTACAZES
05.238.874/0002-67	TAVARES AGROPECUARIA LTDA	151201	CARDOSO MOREIRA
47.080.619/0002-61	TEREOS ACUCAR E ENERGIA BRASIL S.A.	1071600	RIO DE JANEIRO
09.468.662/0001-65	TERRACAL ALIMENTOS E BIOENERGIA - UNIDADE PIAUI LTDA.	113000	RIO DE JANEIRO
02.747.251/0002-40	TOBASA TOCANTINS BABACU SA	1931400	RIO DE JANEIRO
01.575.945/0001-02	TRIGOCUCAR INDUSTRIA E COMERCIO DE ALIMENTOS LTDA	1072401	RIO DE JANEIRO
28.929.354/0001-34	UPIC USINA PUREZA INDUSTRIA E COMERCIO S A	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
28.929.354/0002-15	UPIC USINA PUREZA INDUSTRIA E COMERCIO S A	1071600	SAO FIDELIS
08.199.826/0001-33	USACRUZ INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	1931400	RIO DE JANEIRO
30.069.231/0002-01	USINA CARAPEBUS SA EM RECUPERACAO JUDICIAL	1071600	MACAÉ
30.069.231/0001-12	USINA CARAPEBUS SA EM RECUPERACAO JUDICIAL	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
30.069.231/0002-65	USINA CARAPEBUS SA EM RECUPERACAO JUDICIAL	1071600	RIO DE JANEIRO
28.939.197/0001-48	USINA SAO JOAO B LYZANDRO S A	1071600	RIO DE JANEIRO
33.572.256/0001-22	USINA SAO JOSE S A	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
33.572.256/0002-03	USINA SAO JOSE S A	1071600	CAMPOS DOS GOYTACAZES
33.229.147/0001-07	USINA SAPUCAIA S/A	1071600	CAMPOS DOS

			GOYTACAZES
33.229.147/0002-98	USINA SAPUCAIA S/A	1071600	RIO DE JANEIRO
15.009.178/0002-57	USINAS ITAMARATI S/A	1072401	BARRA DO PIRAÍ
14.491.540/0001-20	VJ AGRONEGOCIOS LTDA	113000	SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

Novamente observa-se um padrão, como mencionado anteriormente sobre a empresa ETALNAC, de empresas com mesma razão social registradas com diferentes CNPJs e CNAEs. Por exemplo, no município de Campos dos Goytacazes, a COAGRO está registrada com três CNPJs diferentes, sendo essas empresas matrizes e filiais. Em Campos dos Goytacazes, São João da Barra e Macaé, há dez CNPJs registrados com razão social FARMISA FAZENDAS REUNIDAS MIRANDA SA em endereços diferentes, portanto, entende-se que se tratam de fazendas, porém todas controladas por um mesmo *player*. Além disso, as USINAS ITAMARATI S/A e USINA SAO JOAO B LYZANDRO AS, segundo o Google Maps, estão localizadas no estado de São Paulo, enquanto a USINA SAO JOSE SA, da empresa Raízen, está situada em Pernambuco¹¹.

Tendo em vista esse raciocínio, é possível filtrar as empresas citadas no Quadro 7 para eliminar razões sociais duplicadas. As 119 empresas mapeadas anteriormente são controladas por somente 88 atores, sem contar que algumas empresas possuem somente sede administrativa no estado do Rio de Janeiro e realizam suas atividades agrícolas e industriais em outros locais. Desse modo, entende-se que a cadeia de beneficiamento da cana-de-açúcar está sendo majoritariamente controlada por alguns poucos atores, o que pode ser um entrave no desenvolvimento de novas tecnologias e na modernização da produção.

O Rio de Janeiro apresenta um atraso tecnológico comparado aos outros estados no que diz respeito à utilização da colheita mecânica e é preciso mais estudos que visem compreender os motivos que desencadeiam essa discrepância entre os estados. Para contornar esse problema, é interessante que haja políticas públicas de incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento, leis que estabeleçam diretrizes para o fim da queima da palha na colheita manual e programas de incentivo ao crescimento de microempresas.

Portanto, na cadeia de beneficiamento da cana-de-açúcar, foi possível identificar os pontos de geração de resíduo e estimar, com base nos volumes de produção do estado do Rio de Janeiro, a sua quantidade, além de identificar aplicações potenciais para gerar valor a essas biomassas residuais. Com base no banco de dados de atores, entende-se que existem 88

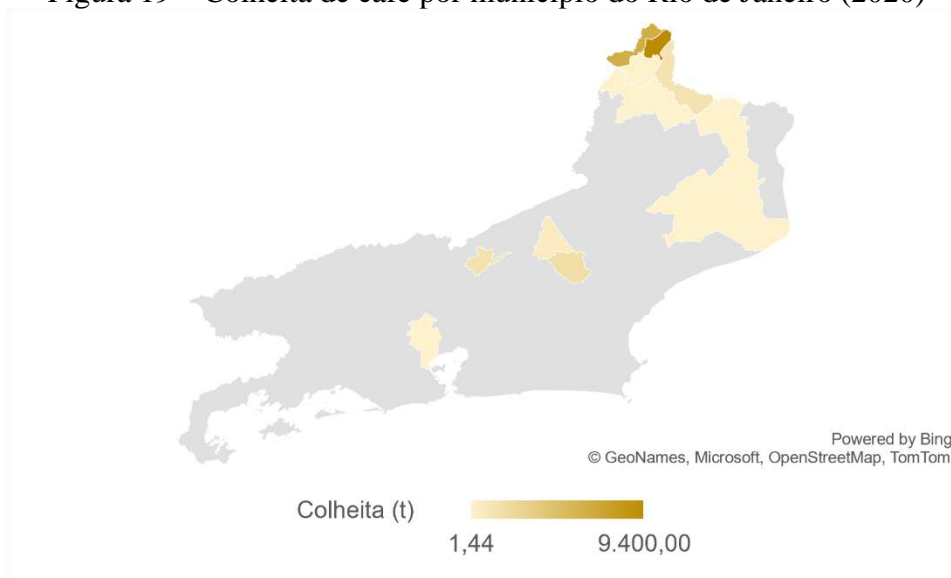
¹¹ São José Agroindustrial S/A. Contato. Pernambuco, Brasil. Disponível em: <https://www.saojoseagroindustrial.com.br/contato>. Acesso em 28 de fevereiro de 2023.

players atuantes nessa cadeia e responsáveis pela geração desses resíduos, portanto, faz-se necessário aprofundar a investigação sobre esses atores para entender como é realizado o descarte e o possível aproveitamento dos resíduos e quais são as oportunidades e entraves para o desenvolvimento de um ecossistema cada vez mais voltado para o aproveitamento sustentável, de modo a promover a competitividade e a inovação do setor, diversificando a economia do estado.

4.2. Café

Segundo dados do EMATER-RIO (2020), no ano de 2020, foram colhidas 20.815,84 toneladas de café, e a cultura contou com 2.503 produtores em 11 diferentes municípios, com destaque para Bom Jardim e Bom Jesus do Itabapoana. A colheita de café por município se encontra detalhada na Figura 19. De acordo com o 2º levantamento de 2023 da CONAB, o Rio de Janeiro teve cerca de 260 mil sacas beneficiadas, que seriam equivalentes a 0,47% da produção total do país.

Figura 19 – Colheita de café por município do Rio de Janeiro (2020)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da EMATER-RIO (2020a).

Nesse sentido, observa-se que o Rio de Janeiro não se destaca na produção de café em comparação ao resto do país. Entretanto, nota-se que a maior concentração de plantações de café encontra-se na divisa do estado com Minas Gerais e Espírito Santo, que produziram, respectivamente, cerca de 50% e 26% de todo o café do país (CONAB, 2023). Nesse sentido, a proximidade dos centros agrícolas do Rio de Janeiro com os outros estados que produzem

grandes volumes de matéria-prima pode ser estratégica para o desenvolvimento de polos de pesquisa, assim como para o desenvolvimento e aproveitamento de resíduos, visando o processamento dos insumos de toda a região Sudeste.

Sabendo que, em 2020, a EMATER-RIO estimou colheita de 20.815,84 toneladas de café e, segundo a Conab, em 2023, foram beneficiadas 259,6 mil sacas (60 kg), no Quadro 8 pode-se observar um resumo dos resíduos gerados na cadeia de produção do café e uma estimativa da quantidade produzida no estado Rio de Janeiro.

Quadro 8 – Estimativa de resíduos gerados no beneficiamento café no estado do Rio de Janeiro

Etapa	Resíduo	Quantidade Gerada	Estimativa para o Rio de Janeiro
Poda dos arbustos	25% do arbusto	25% do arbusto a cada 5 anos	Sem dados disponíveis
Descascamento (via seca)	Cascara (casca, polpa e pergaminho)	1 t / t de café não torrado	15.576 toneladas / ano
Descascamento (via úmida)	Polpa	500 kg / t de café não torrado	7.788 toneladas / ano
Desmucilagem Mecânica	Mucilagem	118 g / kg de café colhido	2.456 toneladas / ano
Remoção do Pergaminho	Pergaminho	11 kg / 60 kg de café colhido	2.855,6 toneladas / ano
Torrefação	Película de Prata	1,5% da massa do grão não torrado	233,64 toneladas / ano
Extração do Café	Borra	600 kg / t de café não torrado	9.345,6 toneladas / ano

Fonte: Elaborado pela autora.

Estes resíduos podem ser aproveitados para diversas aplicações, tendo em vista a diversificação econômica do estado, como pode ser observado no Quadro 9.

Quadro 9 – Principais aplicações para os resíduos gerados na produção de café

Insumo	Aplicação	Referência
Cascara (casca, polpa e pergaminho)	Fabricação de chás; fonte de fibra em alimentos; fabricação de farinha sem glúten; compostagem; substrato para produção de cogumelos, enzimas, ácido cítrico e ácido giberélico; obtenção de etanol de segunda geração; produção de biometano; adsorvente.	Iriondo-Dehond, Iriondo-Dehond e Del Castillo (2020) Murthy e Naidu (2012)
Polpa	Ração animal; substrato para produção de cogumelos,	Murthy e Naidu (2012)

	amilase, protease, pectinase e outras enzimas; produção de etanol, biogás e aromas; aplicação em compostagem; adsorvente; extração de bicomponentes.	Torres-Valenzuela (2019)
Mucilagem	Extração de pectina; meio de cultura de fungos; fonte alimentícia não refinada de pectina, antioxidantes e flavonoides; fabricação de mel de café.	Vegro e Carvalho (1994) Iriondo-Dehond, Iriondo-Dehond e Castillo (2020)
Pergaminho	Enriquecimento de fibras dietéticas alimentícias; produção de papel; produção de polímeros; geração de energia.	Benitez <i>et al.</i> (2019) Torres-Valenzuela (2019) Echeverria e Nutti (2017)
Película de Prata	Fonte de fibra alimentícia; fabricação de produtos químicos sintéticos.	Bessada, Alves e Oliveira (2018)
Borra	Biocombustível; vestimentas; fertilizantes; carvão vegetal; biodiesel.	Krause <i>et al.</i> (2019), Iriondo-Dehond, Iriondo-Dehond e Castillo (2020)

Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto, vale analisar quem são os atores nessa cadeia para entender quais empresas podem trabalhar para o desenvolvimento de um ecossistema. Nesse sentido, foram selecionadas CNAEs de interesse relacionadas a essa atividade econômica e, com base nos dados abertos disponibilizados pela Receita Federal, foi possível analisar quantas empresas ativas estão registradas para atuação nessas CNAEs, como mostra o Quadro 10.

Quadro 10 – Empresas ativas no Rio de Janeiro cadastradas com os respectivos CNAEs primários (2023)

Cadeia da Café					
CNAE Primária	Descrição	Micro empresa	Pequeno Porte	Médio e Grande Porte	Total
134200	Cultivo de café	12	1	11	24
1081301	Beneficiamento de café	11	1	3	15
1081302	Torrefação e moagem de café	57	15	22	94
1082100	Fabricação de produtos à base de café	20	2	2	24

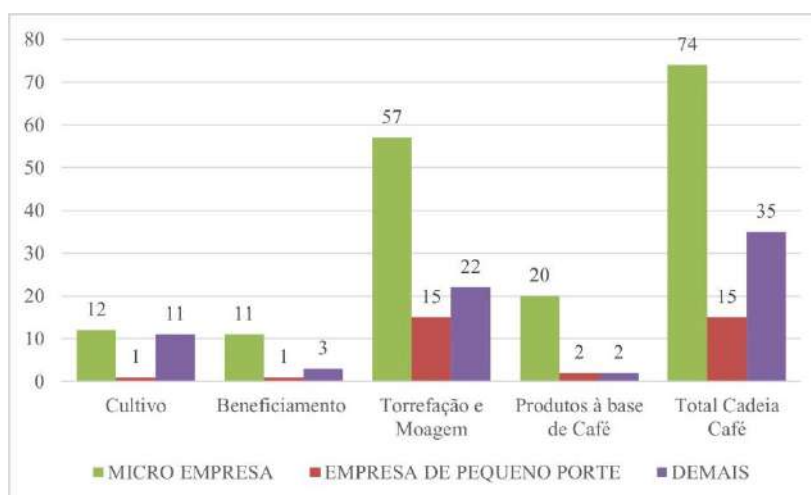
Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

A CNAE de cultivo do café engloba cultivo, colheita e transformação do café coco em café em grão somente quando esta é realizada na própria unidade de plantio. A CNAE de beneficiamento do café engloba, portanto, o processamento do café em estabelecimentos não associados ao cultivo e não inclui a torrefação e moagem, pois há uma CNAE específica para esse processo. Por fim, a fabricação de produtos à base de café diz respeito à produção de café solúvel, além de extratos e concentrados de café.

Diferentemente do cenário observado na cadeia da cana-de-açúcar, percebe-se que poucos atores de pequeno, médio e grande porte estão atuando na cadeia do café, como mostra a Figura 20. Nesse sentido, para essa análise, é necessário olhar com atenção também para as microempresas.

Além disso, observa-se que a EMATER-RIO (2020) mapeou 2.502 produtores de café no estado, número muito acima do observado no banco de dados de atores¹². Porém, como um dos critérios para elaboração do banco de dados foi a exclusão dos empresários individuais, pode-se desenvolver duas hipóteses: (a) grande parte dos produtores de café no estado são empresários individuais; (b) todos os produtores não estão devidamente cadastrados na Receita Federal.

Figura 20 – Empresas que compõem a cadeia do café agrupadas por porte

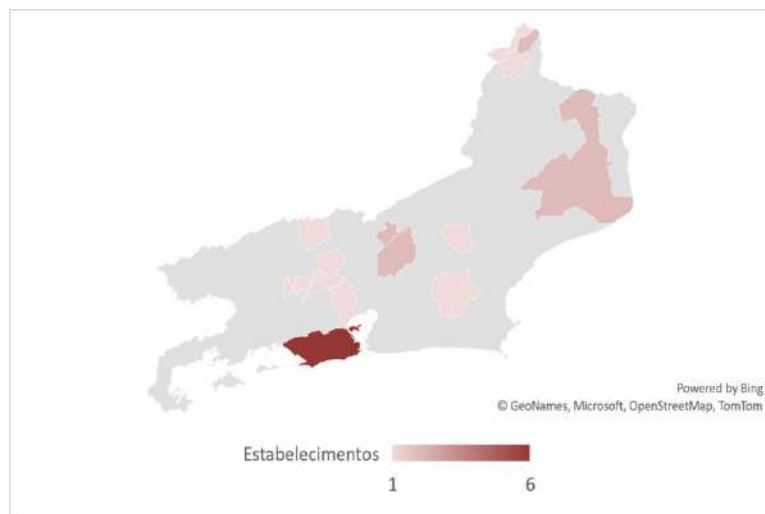


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

Nas Figuras 21, 22, 23 e 24 é possível observar onde estão localizadas as empresas que estão registradas para realização das quatro atividades econômicas selecionadas.

¹² O mesmo também foi observado para outras culturas e hipótese é a mesma.

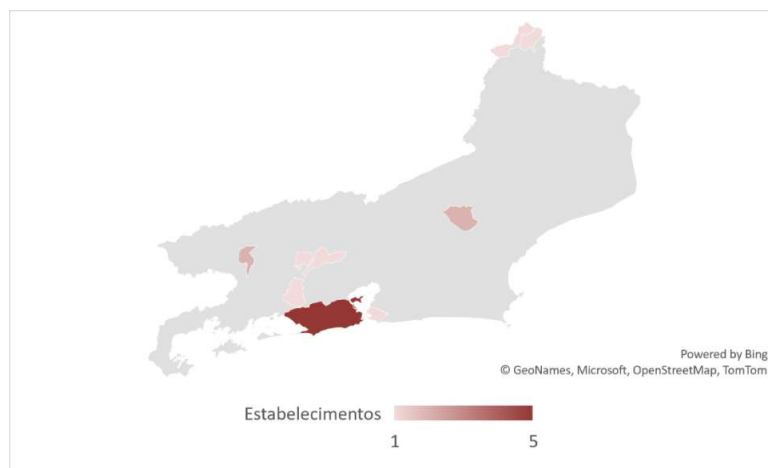
Figura 21 – Empresas registradas para o cultivo de café por município do RJ (2023)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

No caso das empresas registradas para cultivo do café, vemos o mesmo que na cana-de-açúcar. Existem empresas registradas em cidades que não apresentaram colheita de café segundo a EMATER-Rio (2020), por exemplo, o município do Rio de Janeiro apresenta o maior número de empresas (seis) apesar de não ter tido plantio registrado em 2020. Além disso, as cidades de Bom Jesus de Itabaporana, Duas Barras, Trajano Moraes e Itaperuna, apesar de aparecerem nos registros da EMATER para cultivo de café, não possuem nenhuma empresa registrada com essa CNAE. Assim, pode-se especular que as empresas estejam registradas com matriz em outras localidades, no entanto, sua operação ocorre nesses municípios.

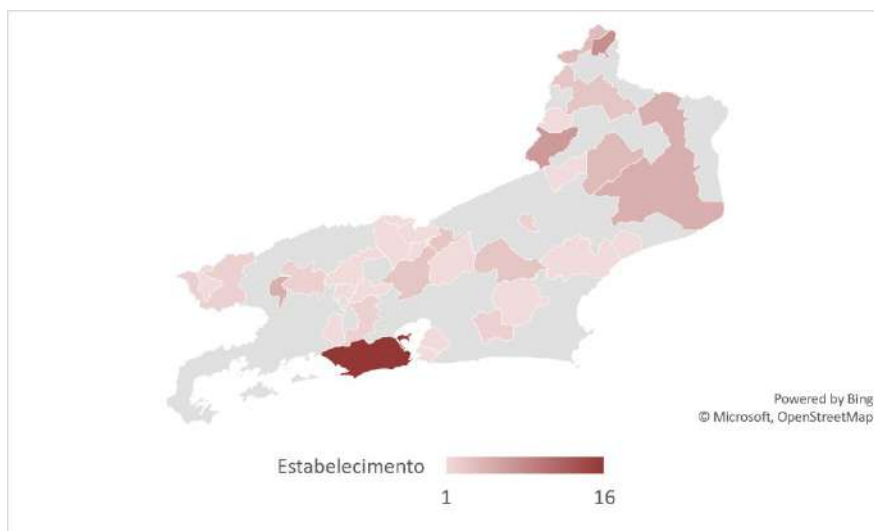
Figura 22 – Empresas registradas para a beneficiamento de café por município do RJ (2023)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

No caso do beneficiamento de café, novamente tem-se a maior concentração de empresas no município do Rio de Janeiro, que é também a capital e maior metrópole do estado, assim como algumas poucas empresas próximas aos locais onde foi identificada a produção do café, segundo a EMATER-RIO.

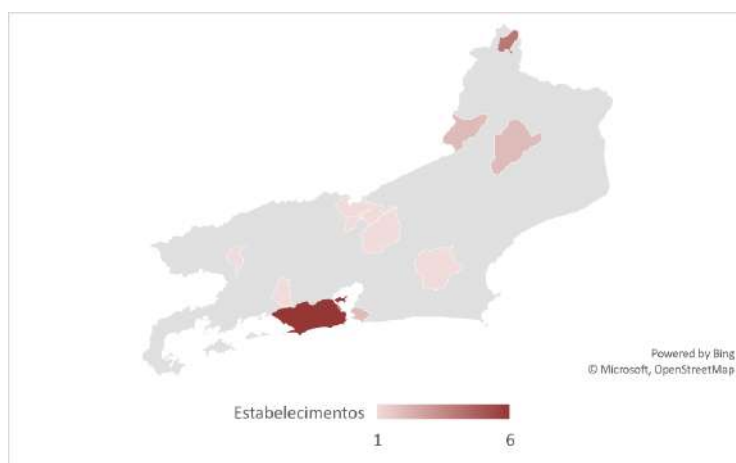
Figura 23 – Empresas registradas para a torrefação e moagem de café por município do RJ (2023)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

Já as empresas registradas para torrefação e moagem de café se mostraram bem distribuídas ao longo do território, entretanto, vale destacar que essa etapa de pós-processamento do café é mais simples e barata, então pode ser realizada por pequenas empresas, cafeterias e lanchonetes. Nesse sentido, observa-se que das 94 empresas registradas nesta CNAE, 57 são classificadas como microempresas.

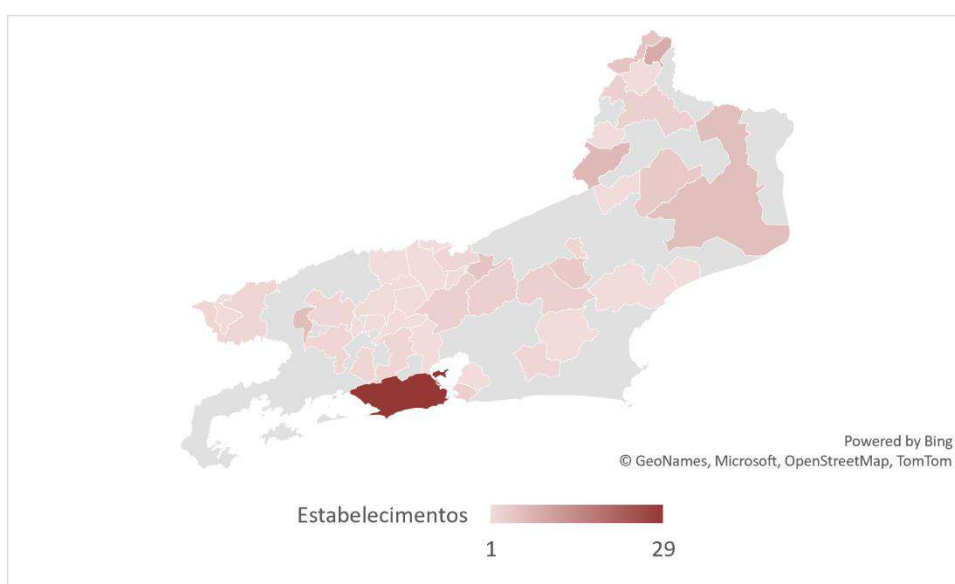
Figura 24 - Empresas registradas para a fabricação de produtos à base de café por município do RJ (2023)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2023).

O mesmo perfil observado no caso de beneficiamento do café se repete para a produção de seus produtos derivados. Por outro lado, é necessário levar em consideração que uma empresa pode atuar em mais de uma dessas atividades econômicas. Portanto, excluindo CNPJs duplicados, tem-se um conjunto composto por 124 empresas que atuam em atividades relacionadas à cadeia do café, sendo 74 dessas (60%) classificadas como microempresas, que se distribuem geograficamente como mostra a Figura 25.

Figura 25 – Empresas registradas em atividades relacionadas ao café por município do RJ (2023)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados abertos da Receita Federal (2022).

Filtrando novamente para eliminar empresas que possuem mais de um CNPJ, há uma redução de somente 11 estabelecimentos, totalizando 113 empresas que compõem o ecossistema. Assim, entende-se que, diferentemente do observado na cana, o ecossistema da cafeicultura é mais diversificado e voltado para o pequeno produtor.

Além disso, observa-se que a maioria das empresas não está necessariamente próxima das áreas de cultivo e, portanto, pode-se destacar três situações: a) o beneficiamento e pós-processamento do café não ocorrem somente próximos às áreas de cultivo; ou b) as empresas não necessariamente realizam as atividades de produção no local em que foram registradas e essas sedes funcionam somente como escritórios administrativos; ou c) como observado anteriormente as regiões onde se concentra o cultivo de café são próximas às fronteiras dos estados de São Paulo e Espírito Santo e, por isso, pode ser que o café plantado no Rio de Janeiro seja transportado para esses locais para beneficiamento, torrefação e moagem.

A lista completa dos atores que compõem esse ecossistema pode ser observada no Quadro 11.

Quadro 11 – Lista de empresas que compõem o ecossistema do café com base em sua CNAE (2023)

CNPJ	Razão Social	Nome Fantasia	CNAE Primária	Porte
01.950.396/0001-09	AGROPECUARIA CANTO DA PRATA LTDA	CRUZPPAR	151202	MICROEMPRESA
05.795.30/0001-36	CAFE LEADER DE MIRACEMA LTDA		1081302	MICROEMPRESA
05.795.30/0002-06	CAFE LEADER DE MIRACEMA LTDA		1081302	MICROEMPRESA
09.450.692/0001-44	CARGE DE VARRE-SAI PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA	CAFÉ VARGAS	1081302	MICROEMPRESA
09.487.842/0001-94	NEW CO RIO INDUSTRIA ALIMENTICIA LTDA	NEW CO RIO	1081301	MICROEMPRESA
10.739.454/0001-32	LJJ AGROPECUARIA LTDA		153902	MICROEMPRESA
28.036.616/0001-31	CAFE PAIXAO INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	PRODUTOS PAIXÃO	1081302	MICROEMPRESA
29.303.103/0001-02	CAFE NAVES LTDA	CAFÉ NAVES	1081302	MICROEMPRESA
31.258.958/0001-00	MERULA CAFE COMERCIO DE PRODUTOS ALIMENTICIOS Ltda	MERULA	1081301	MICROEMPRESA
37.201.726/0001-00	RF TORREFACAO DE CAFE LTDA	CAFÉ SANTO CRISTO	1081302	MICROEMPRESA
29.436.320/0001-70	BREWLAB CERVEJARIA ARTESANAL LTDA.	CERVEJARIA BREWLAB	1113502	MICROEMPRESA
42.155.050/0001-98	BRASIL EM GRAOS DE CAFE LTDA	BRASIL EM GRÃOS	1081302	MICROEMPRESA
43.804.130/0002-70	SITIO SANTO ANTONIO DA CACHOEIRA LTDA		121101	MICROEMPRESA
43.804.130/0001-90	SITIO SANTO ANTONIO DA CACHOEIRA LTDA	ORGÂNICOS FAZENDA JOBIM	121101	MICROEMPRESA
60.820.560/0002-67	MDC TRADING COMPANY LTDA		1081302	MICROEMPRESA
21.796.216/0001-85	TURISPLAN AGRONEGOCIO LTDA	TURISPLAN AGRONEGÓCIO	134200	MICROEMPRESA
09.195.980/0001-08	CAFE GAROTO INDUSTRIA LTDA		1081302	MICROEMPRESA
45.901.869/0001-45	FUZZ FABRICACAO E COMERCIO DE CAFE LTDA	FUZZ CAFÉS	1082100	MICROEMPRESA
06.424.5/0001-82	QUICES AGRICULTURA E PECUARIA LTDA		134200	MICROEMPRESA
31.631.781/0001-46	SIC SOCIEDADE INDUSTRIAL DE CAFE LIMITADA	CAFÉ BRASIL UNIDO	1081302	MICROEMPRESA
31.631.781/0002-27	SIC SOCIEDADE INDUSTRIAL DE CAFE LIMITADA	CAFÉ BRASIL UNIDO	1081302	MICROEMPRESA
39.456.322/0001-85	PISICULTURA TRES VALES LTDA	GARC	322101	MICROEMPRESA
04.812.600/0001-05	CAFE RIO POMBA DE PADUA LTDA	CAFÉ ITAOCARA	1081302	MICROEMPRESA
30.095.483/0001-16	RIBEIRO & REIS LTDA	CAFÉ YARA	1081302	MICROEMPRESA
28.931.764/0001-10	TORREFACAO DE CAFE BOLA DE OURO LTDA	CAFÉ BOLA DE OURO	1081302	MICROEMPRESA

32.326.042/0001-03	URSA NATURAL FOODS LTDA	CURCX	1099699	MICROEMPRESA
45.504.294/0001-27	COFFEE CLUB CAPARAO LTDA	CAPARAO COFFEE CLUB	1081302	MICROEMPRESA
05.965.331/0001-80	INDUSTRIA DE CAFE GAROTO DE PADUA LTDA	CAFÉ GAROTO	1081302	MICROEMPRESA
29.330.818/0001-54	CAFE REI DO BRASIL LTDA		1081302	MICROEMPRESA
03.482.949/0001-63	DIARIO PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA	CAFÉ FORZA	1081302	MICROEMPRESA
09.024.797/0001-31	CAFE MISSANTA LTDA.	CAFÉ MISSANTA	1081302	MICROEMPRESA
22.546.418/0001-31	DURAN DISTRIBUIDORA, INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	DURAN DISTRIBUIDORA	1081302	MICROEMPRESA
19.438.304/0001-63	A. C. S. TOTAL COMERCIO DE MADEIRAS LTDA		1629301	MICROEMPRESA
28.562.110/0001-66	CERVEJARIA DEAD DOG LTDA	DEAD DOG	1113502	MICROEMPRESA
28.919.036/0001-92	CAFE PEDRA ELEFANTINA LTDA	CAFÉ PEDRA ELEFANTINA	1081302	MICROEMPRESA
44.066.347/0001-02	A RANGEL ALIMENTOS DE ITAPERUNA LTDA	SANTO AMARO INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	1013901	MICROEMPRESA
28.609.991/0001-23	DOCE SOPRO TORREFACAO E MOAGEM DE CAFE LTDA	DOCE SOPRO	1081302	MICROEMPRESA
46.742.191/0001-68	CAFE BRASIL UNIDO LTDA	CAFÉ BRASIL UNIDO	1081302	MICROEMPRESA
02.764.946/0001-50	INDUSTRIA E COMERCIO DE CAFE VALE DO RIO PRETO LTDA	CAFÉ FLOR DO VALE	1081302	MICROEMPRESA
14.784.283/0001-14	DELICIAS DO GRAO PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA.	DELÍCIAS DO GRAO	1091102	MICROEMPRESA
20.522.339/0001-65	CAFE FAZENDA GOIABAL LTDA	CAFÉ FAZENDA GOIABAL	1081302	MICROEMPRESA
34.167.805/0001-46	NOVA TORREFACAO PENEDO LTDA	NOVA PENEDO	1081302	MICROEMPRESA
34.752.040/0001-01	CEREALIA ALIMENTOS COMERCIO E INDUSTRIA LTDA	CEREALIA	1099699	MICROEMPRESA
26.059.001/0001-03	ANDICARO TORREFADORA DE CAFES EXCLUSIVOS LTDA	ANDICARO	1081302	MICROEMPRESA
31.454.291/0001-11	TORREFACAO AGULHAS NEGRAS LTDA.	TORREFAÇÃO AGULHAS NEGRAS	1081302	MICROEMPRESA
35.827.005/0001-77	CAFE LIDER DE CAMPOS LTDA	CAFÉ LIDER	1081302	MICROEMPRESA
35.828.215/0001-80	REINALDO GONCALVES DE SOUZA NETO LTDA	SOUZA & SALES	1081302	MICROEMPRESA
43.057.189/0001-61	KAFE VASSOURENSE LTDA		1081302	MICROEMPRESA
05.755.571/0001-50	CLASSICO AROMA INDUSTRIA COMERCIO IMPORTACAO E EXPORTACAO DE CAFE LTDA	CLÁSSICO AROMA	1081302	MICROEMPRESA
30.496.609/0001-64	OLIVEIRA & MELLO TORREFACAO E MOAGEM DE CAFE LTDA	CAFÉ NEVADA	1081302	MICROEMPRESA
31.446.394/0001-30	TORRA SEM NOME LTDA		1081302	MICROEMPRESA
40.992.506/0001-49	CAFE ARMAZEM 101 LTDA		1081302	MICROEMPRESA
39.322.104/0001-58	CLAUDIA RENATA P. PRODUTOS FUNCIONAIS LTDA	SORZE4 AS BRASIL	1099699	MICROEMPRESA
39.322.104/0002-39	CLAUDIA RENATA P. PRODUTOS FUNCIONAIS LTDA	CLAUDIA MUNCH PRODUTOS FUNCIONAIS	1099699	MICROEMPRESA

05.678.513/0001-70	CAFE DUVALE DE ITAOCARA LTDA		1081302	MICROEMPRESA
29.931.284/0001-11	CAFE PENA DE OURO LTDA		1081302	MICROEMPRESA
31.202.989/0001-40	CANUDOS INDUSTRIA E COMERCIO LTDA		1081302	MICROEMPRESA
29.974.094/0001-81	CAFE PORTO NOVO LTDA	CAFÉ PORTO NOVO	1081302	MICROEMPRESA
09.408.112/0001-50	IDEAL COMERCIO E EXPORTACAO DE CAFE LTDA	PRODUTOS ALIMENTÍCIOS TIO MANECO	1081302	MICROEMPRESA
30.682.043/0001-65	IRMAOS INACIO CAFE LTDA	CAFÉ VOLTA REDONDA	1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
28.161.370/0001-20	CAFE VOLTA REDONDA LTDA		1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
09.018.079/0001-52	TECKNO COFFEE COMERCIO DE EQUIPAMENTOS LTDA	TECKNO COFFEE	1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
29.956.653/0001-20	PALCANDA COMERCIO E INDUSTRIA LTDA		1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
05.649.063/0001-97	ESPECIALISTAS DO ESPRESSO LTDA		1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
36.474.450/0001-63	AMARO SALLES CORDEIRO LTDA		1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
06.129.393/0001-14	C B INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	CAFFE TEICHNER	1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
29.638.491/0001-82	GONCALVES INDUSTRIA DE CAFE LTDA		1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
38.183.700/0001-31	BULLDOG COFFEE ROASTER LTDA	LA MARQUE	1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
36.948.987/0001-18	PESSANHA NEGOCIOS E INTERMEDIACOES LTDA	PESSANHA NEGÓCIOS E INTERMEDIACOES	151201	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
35.418.212/0001-78	FIVE ROASTERS CAFES ESPECIAIS LTDA	FIVE ROASTERS	1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
31.438.245/0001-29	ACC COMERCIO DE GRAOS LTDA		1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
31.863.876/0001-95	ARAGUAIA JP AGRICULTURA E PECUARIA LTDA		151201	DEMAIS
32.498.750/0001-21	CAFE FARAO LTDA		1081302	DEMAIS
39.350.403/0001-04	AGROPECUARIA FORTE CANAAN LTDA.		134200	DEMAIS
25.869.736/0001-21	CAFE SOLUVEL BRASILIA SA	SOLÚVEL	1082100	DEMAIS
25.869.736/0002-55	CAFE SOLUVEL BRASILIA SA	SOLÚVEL	1082100	DEMAIS
30.044.846/0001-94	SOCAN PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA		1081302	DEMAIS
30.740.773/0002-37	PRINCIPAL COMERCIO E INDUSTRIA DE CAFE LTDA	CAFÉ PIMPINELA	1081302	DEMAIS
30.740.773/0002-18	PRINCIPAL COMERCIO E INDUSTRIA DE CAFE LTDA	CAFÉ PIMPINELA	1081302	DEMAIS
30.740.773/0002-07	PRINCIPAL COMERCIO E INDUSTRIA DE CAFE LTDA	CAFÉ PIMPINELA	1081302	DEMAIS
14.390.660/0002-11	AGROPECUARIA RIO BONITO LTDA.		134200	DEMAIS
44.624.179/0001-23	ITAPURA AGROPECUARIA LTDA	ITAPURA	134200	DEMAIS
30.536.908/0001-85	INAL COMERCIO E INDUSTRIA S/A	CAFÉ MUQUI	1081302	DEMAIS

28.569.275/0002-40	CAFE GLORIA DA BARRA LTDA		1081302	DEMAIS
28.569.275/0001-60	CAFE GLORIA DA BARRA LTDA	CAFÉ BARRENSE	1081302	DEMAIS
07.187.796/0002-44	CAFE FAZENDA SERTAOZINHO LTDA.	CAFÉ ORFEU	1081302	DEMAIS
09.018.272/0001-93	TRIUNFO MINERACAO DO BRASIL LTDA		891600	DEMAIS
34.407.317/0001-69	TORREFACAO PANDORA CAFE LTDA	TORREFAÇÃO PANDORA	1081302	DEMAIS
02.559.761/0001-03	TORREFACAO E MOAGEM DE CAFE CARVALHO LTDA		1081302	DEMAIS
12.659.655/0001-55	OPX INDUSTRIA DE CAFE E ALIMENTOS LTDA		1081302	DEMAIS
32.493.603/0001-69	CAFE FAVORITO S A		1081302	DEMAIS
04.317.931/0001-79	GESKAN INDUSTRIA E COMERCIO LTDA		1081302	DEMAIS
01.206.222/0002-51	TOKO AGROPECUARIA S/A		1081302	DEMAIS
39.470.971/0002-11	SANTOS ANJOS NEGOCIOS AGROPECUARIOS LTDA	FAZENDA SÃO MIGUEL	151201	DEMAIS
44.231.293/0001-93	IBITIRA AGROPECUARIA LTDA		161003	DEMAIS
05.666.368/0001-07	ARMOS COMERCIO E INDUSTRIA LTDA		1081302	DEMAIS
44.114.942/0001-76	ECOEED AGROECOLOGIA LTDA		112199	DEMAIS
41.212.103/0001-00	RAMOS E RAMOS LATICINIOS E TORREFACAO LTDA		1052000	MICROEMPRESA
05.026.309/0001-74	UNIFORTE INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA		1081302	MICROEMPRESA
25.332.198/0002-22	INDUSTRIA E COMERCIO DE CAFE SAO MIGUEL LTDA		1081302	DEMAIS
25.332.198/0002-03	INDUSTRIA E COMERCIO DE CAFE SAO MIGUEL LTDA		1081302	DEMAIS
09.450.692/0002-25	CARGE DE VARRE-SAI PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA		1081302	MICROEMPRESA
08.656.821/0001-92	JEDT EMPREENDIMENTOS E PARTICIPACOES SOCIETARIAS LTDA		210108	DEMAIS
28.962.567/0001-68	OLMA BEER INDUSTRIA E COMERCIO DE CERVEJAS LTDA		1113502	MICROEMPRESA
46.987.263/0001-37	INDUSTRIA DE CAFE NOVA ERA DE SEROPEDICA LTDA		1082100	MICROEMPRESA
49.438.010/0002-83	VARGAS TORREFACAO E MOAGEM DE CAFE LTDA		1081302	MICROEMPRESA
49.438.010/0001-00	VARGAS TORREFACAO E MOAGEM DE CAFE LTDA		1081302	MICROEMPRESA
40.377.319/0001-55	XAVANTINA AGRO PECUARIA ADM E PARTICIPACOES LTDA		134200	DEMAIS
06.250.624/0001-43	APDEX ADMINISTRACAO, EXPORTACAO, IMPORTACAO LTDA		1099699	MICROEMPRESA
21.352.355/0001-10	MIMOS DA SERRA INDUSTRIA E COMERCIO DE BEBIDAS E ALIMENTOS LTDA		1095300	MICROEMPRESA
37.610.015/0001-81	SANTOS CAFFE TORREFACAO E COMERCIO DE CAFE LTDA		1081302	MICROEMPRESA
28.745.461/0001-02	TORREFACAO E MOAGEM DO CAFE ADONIS LIMITADA		1081302	MICROEMPRESA
33.175.092/0001-08	COMPANHIA CAPITAL DE PRODUTOS ALIMENTICIOS		1081302	DEMAIS
42.649.684/0001-05	P.A. BERNARDINO SERVICOS PECUARIOS E AGRICOLAS LTDA		134200	MICROEMPRESA
30.881.114/0001-59	JOAQUIM RODRIGUES DE OLIVEIRA & CIA LTDA		1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
36.118.800/0001-59	COMERCIO E INDUSTRIA DE CAFE GENIO LTDA M E		1081302	MICROEMPRESA
31.662.364/0001-60	CAFE BONJARDINENSE TORREFACAO E MOAGEM LTDA		1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE

42.614.271/0001-87	QUILOMBO INDUSTRIA E COMERCIO DE CAFE LTDA	1081302	EMPRESA DE PEQUENO PORTE
39.524.020/0001-05	PANORAMA COMERCIO E TORREFACAO DE CAFE LTDA	1081302	MICROEMPRESA
01.859.823/0002-10	MASGOVI INDUSTRIA COMERCIO SERVICOS IMPORTACAO E EXPORTACAO LTDA	1052000	DEMAIS
09.235.186/0001-32	STZ COMERCIO E DISTRIBUICAO DE ALIMENTOS LTDA	1011203	MICROEMPRESA
36.366.301/0001-80	ASSOCIACAO DE MULHERES AGRICULTORAS RURAIS E PRODUTORAS ARTESANAIS DAS REGIOES SUL E CENTRO SUL DO ESTADO DO RJ.	121101	DEMAIS
22.146.351/0002-29	EMMA EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS LTDA	1081302	DEMAIS
22.909.448/0001-65	KONDER A BRAGA COMERCIO DE PRODUTOS ALIMENTICIOS LTDA	1111901	DEMAIS

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da Receita Federal (2023).

Apesar da predominância das microempresas, pode-se destacar as fábricas de produção de café em pó, como a fábrica da empresa PRINCIPAL COMERCIO E INDUSTRIA DE CAFE LTDA, em Nova Iguaçu, que produz o Café Pimpinela, e a fábrica da TORREFACAO E MOAGEM DE CAFE CARVALHO LTDA, localizada no Varre-Sai, que produz o Café Patusco.

Portanto, na cadeia de beneficiamento do café, foi possível identificar os pontos de geração de resíduo e estimar, com base nos volumes de produção do estado do Rio de Janeiro, a sua quantidade, além de identificar aplicações potenciais para gerar valor a essas biomassas residuais. Com base no banco de dados de atores, entende-se que existem 124 *players* que atuam nessa cadeia e que são responsáveis pela geração desses resíduos, com predominância de atores de pequeno porte, uma vez que 60% são microempresas.

Por outro lado, entende-se que somente pela análise das CNAEs ainda não é possível saber de forma detalhada como é realizado, de fato, o processamento do café e quais resíduos são gerados. Tendo em vista que a CNAE de cultivo do café engloba ainda o seu beneficiamento quando este ocorre no mesmo estabelecimento de plantio, não é possível diferenciar com certeza os estabelecimentos que realizam somente cultivo e colheita daqueles que também processam os frutos. Além disso, sabe-se que existem diferenças nos tipos de biomassa residual obtidas a depender do tipo de processamento adotado (via seca ou úmida), desse modo, outro problema é que somente com base nas CNAEs não é possível saber qual técnica é predominante no estado.

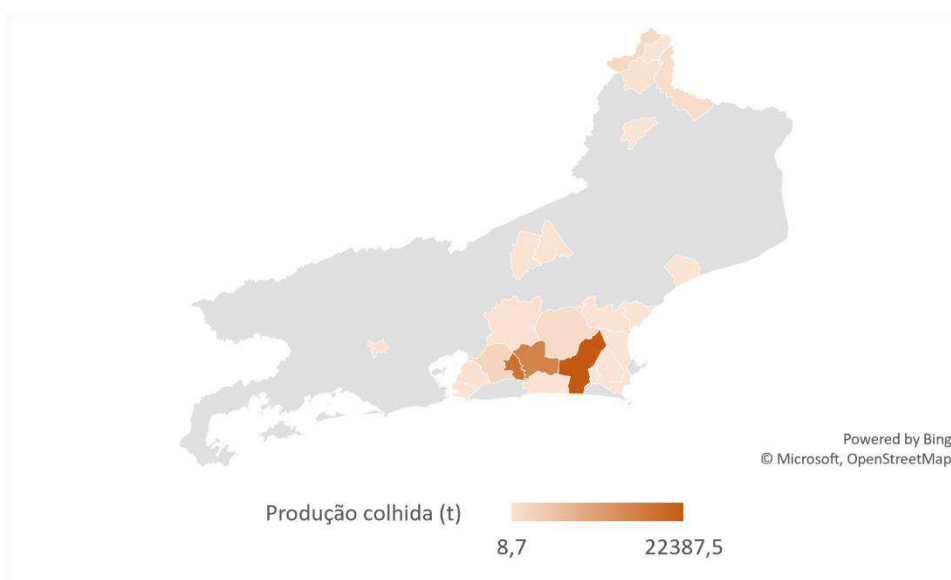
Por fim, assim como na análise do ecossistema da cana-de-açúcar, entende-se que pode haver muitas empresas, sobretudo nas regiões metropolitanas do estado, que atuem somente como escritórios administrativos ou ainda como sedes para comércio varejo e atacadista de café e, portanto, não é possível precisar quantos desses 124 atores tem produção

ativa no estado do Rio de Janeiro. Portanto, faz-se necessário, aprofundar a investigação sobre esses atores para entender quais etapas de produção são realizadas em cada estabelecimento e, assim, entender quais os resíduos produzidos, como é realizado o descarte e as possibilidades de aproveitamento.

4.3. Laranja

Segundo dados do EMATER-RIO (2020), no ano de 2020, foram colhidas 66.375,64 toneladas de laranja no estado do Rio de Janeiro e foram registrados 931 produtores em diferentes municípios. A distribuição geográfica dos centros agrícolas pode ser observada na Figura 26.

Figura 26 – Colheita de laranja por município do Rio de Janeiro (2020)



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da EMATER-RIO (2020).

Nota-se que a produção de laranja é predominante na Região Leste Fluminense do estado, entretanto, considerando que a laranja pode ser consumida *in natura* e descartada no lixo doméstico, seus resíduos podem ser difíceis de aproveitar. Nesse sentido, foi decidido investigar a cadeia de produção do suco de laranja, uma vez que estabelecimentos que produzem e comercializam o suco geram um alto volume de resíduo de forma mais centralizada, o que facilita o seu reaproveitamento.

Os resíduos provenientes da produção de suco de laranja podem ser de interesse biotecnológico, uma vez que podem gerar produtos de alto valor agregado. Entretanto, segundo dados da Pesquisa Industrial Anual – Produto (PIA-Produto) (IBGE, 2020), no ano

de 2020, o Rio de Janeiro produziu apenas 18.383 mil litros de suco de laranja concentrado, o que correspondeu somente a 1,14% do total do país.

Como 45% a 65% do peso total da laranja se transforma em resíduo durante a fabricação de suco, se toda a produção de laranja do estado for convertida em suco, pode-se estimar que sejam produzidos no estado, em média, 33.187,82 toneladas de bagaço residual, podendo atingir até 43.144,166 toneladas dependendo das tecnologias empregadas. O resumo das principais aplicações para esse resíduo pode ser visto no Quadro 12.

Quadro 12 – Principais aplicações para os resíduos da produção de suco de laranja

Insumo	Aplicação	Referência
Frutos não maduros ou impróprios para produção	Fabricação de farelo de polpa cítrica para alimentação animal.	Suzuki (2019)
Bagaço (casca, polpa e sementes)	Fabricação de farelo de polpa, líquido aromático; extração de óleos essenciais, sobretudo o D-limoneno; extração de flavonoides; produção de fibra alimentar; extração de pectina e carotenóides; produção de biossurfactantes; carvão vegetal e carvão ativado; fabricação de etanol; biogás; adsorventes; extração de enzimas.	Andrade, Jong e Henriques (2014) De Castro <i>et al.</i> (2020) Silva, Oliveira e Mendes (2020) Suzuki (2019)

Fonte: Elaborado pela autora.

É possível mapear os estabelecimentos registrados para cultivo de laranja (CNAE 01.31-8), entretanto, foi observado que não existe CNAE específica para produção de suco de laranja, somente a CNAE 1033-3/01 para “Fabricação de Sucos Concentrados de Frutas, Hortaliças e Legumes”, que, segundo o IBGE, também engloba a produção de suco de laranja. Porém, não é possível diferenciar quais estabelecimentos produzem suco de uma fruta específica.

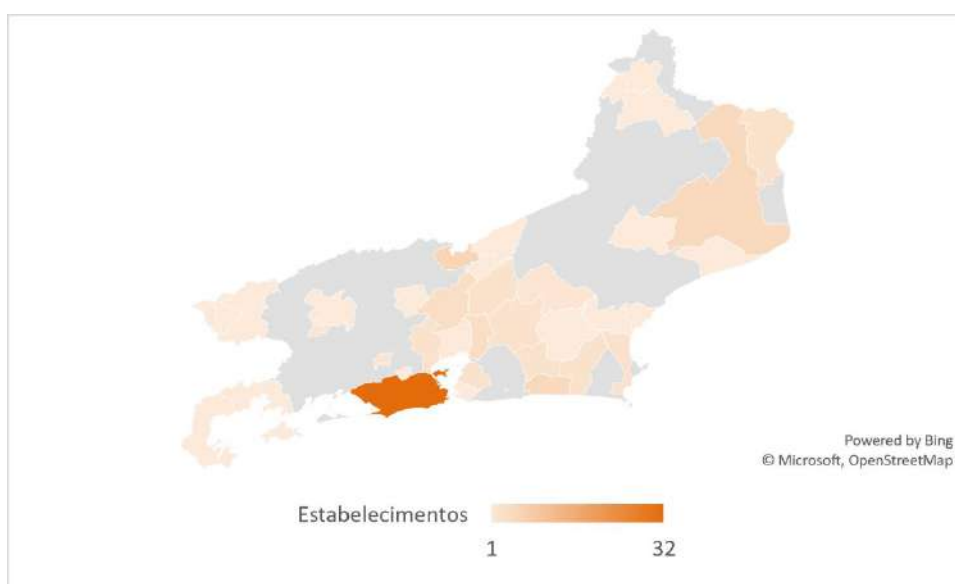
É importante destacar que existe, ainda, a CNAE de “Fabricação de sucos de Frutas, Hortaliças e Legumes, exceto concentrados” (1033-3/02), que engloba a produção de sucos integrais, néctares e refrescos, porém, a CNAE, também, não diferencia quais as frutas processadas em cada estabelecimento. Isso também ocorre na CNAE “Fabricação de conservas de frutas” (1031-7/00), que compreende, entre outras atividades, a preparação de polpas de frutas.

Para o cultivo de laranja foram encontrados 41 estabelecimentos, sendo somente 7 com CNAE principal para cultivo dessa fruta especificamente, 5 localizados em Saquarema e 2 no Rio de Janeiro. Novamente observa-se que foram identificadas empresas registradas no município do Rio de Janeiro, apesar de a EMATER-RIO (2020) não ter relatado cultivo nessa

localidade, as empresas FRUTIBRAS FRUTICULTURA BRASILEIRA LTDA e FAZENDA SAO JOAO LTDA, que são filiais com matrizes nos estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte, respectivamente.

Segundo a base de dados utilizada, existem 55 estabelecimentos de grande, médio e pequeno porte registrados no estado do Rio de Janeiro sob a CNAE de fabricação de suco concentrado, além de 51 microempresas. Na Figura 27, pode-se observar a localização geográfica dessas 106 empresas.

Figura 27 – Estabelecimentos registrados na Receita Federal com CNAE de "Fabricação de sucos concentrados de Frutas, Hortaliças e Legumes"



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da Receita Federal (2023).

O mapa demonstra que essas empresas, em sua maioria, encontram-se próximas a regiões em que foram identificadas plantações de laranja, entretanto, vale destacar que, ao analisar a lista dessas empresas, nota-se que constam cervejarias e outros estabelecimentos que possivelmente não produzem suco de frutas em grande volume ou como atividade principal. Portanto, espera-se que o número de estabelecimentos que produzem e comercializam suco de laranja concentrado seja bem menor do que o número encontrado com essa busca.

Em relação às grandes empresas que aparecem no banco de dados, destaca-se a AmBev, que, apesar de mais conhecida por sua produção cervejeira, atua ainda no ramo de produção de sucos com a marca Sucos do Bem, que tem o suco de laranja como parte de seu catálogo. Nesse sentido, a fábrica da AmBev em Cachoeira de Macacu está registrada para produção de suco. Além disso, tem-se, ainda, a fábrica da *Greenpeople*, localizada no município de Três Rios.

Já para a fabricação de suco não concentrado foram observados 149 estabelecimentos, totalizando 179 estabelecimentos diferentes que produzem suco concentrado e não concentrado, uma vez que alguns atores estão registrados sob as duas CNAEs. Enquanto isso, para fabricação de conservas de fruta foram encontrados 182 atores. Portanto, considerando atividades de cultivo, beneficiamento e pós-processamento da laranja, podem existir até 351 atores, entretanto, a falta de CNAEs específicas dificulta a análise e o entendimento da dimensão dessa cadeia.

Assim, apesar do potencial observado em relação aos resíduos do suco de laranja, o baixo volume de produção e a carência de um sistema de registro que contemple especificamente essa atividade para melhor mapeamento dos atores envolvidos, dificulta o mapeamento e entendimento de ações que podem ser desenvolvidas para a bioeconomia visando o aproveitamento dessa matéria-prima.

4.4. Estudo de Caso: Café

Com base na metodologia descrita no capítulo 2, foi selecionada uma matéria-prima para aprofundamento em relação às oportunidades e desafios no desenvolvimento de um ecossistema para a bioeconomia no estado do Rio de Janeiro.

O café foi escolhido como matéria-prima devido aos seus resíduos abundantes e promissores, que oferecem uma oportunidade interessante para o Rio de Janeiro construir um ecossistema de bioeconomia voltado para a indústria cafeeira. Para isso, são necessários dois tipos principais de novos atores: 1. empresas responsáveis pelo processamento e transformação desses subprodutos e 2. grupos de pesquisa e desenvolvimento que estudem e aprimorem as tecnologias necessárias para criar produtos inovadores e de alto valor agregado.

A cana-de-açúcar também se mostrou uma matéria-prima interessante para o desenvolvimento da bioeconomia, porém, diferentemente do café, sua cadeia já se mostrou mais bem estruturada, composta principalmente por grandes e médios atores com centros produtivos próximos aos locais de colheitas. No entanto, o aprofundamento de seu estudo de caso está sendo realizado em uma pesquisa de mestrado do projeto de pesquisa previamente mencionado. Já no caso da laranja, foi observada uma dificuldade no mapeamento das empresas que atualmente compõem a cadeia, assim, essa matéria-prima não foi aprofundada em um estudo de caso, pois a falta de dados específicos pode interferir nos resultados da análise.

Os principais resíduos da base biológica gerados durante o processamento do fruto café, como discutido anteriormente no capítulo 3, são cascara, polpa, mucilagem, pergaminho, película de prata e, quando o café é extraído para consumo ou para produção de café solúvel, também são gerados grandes volumes de borra residual rica em compostos orgânicos.

Durante o mapeamento dos atores envolvidos nesse processamento, notou-se que, na etapa de beneficiamento do café, são geradas as maiores quantidades de resíduos e a sua composição depende diretamente do método de processamento adotado. No estado do Rio de Janeiro foram identificadas somente 15 empresas registradas para realização dessa atividade, no geral, localizadas próximas a locais em que foram registradas empresas para cultivo do café.

Já na etapa posterior, de torrefação, observou-se que existem muitas empresas, majoritariamente microempresas, localizadas de forma descentralizada pelo estado, portanto, a película de prata, resíduo dessa etapa, pode ser de difícil aproveitamento, uma vez que a descentralização da produção e o baixo volume do resíduo dificultam a logística de coleta.

A partir dos resíduos do beneficiamento do café é possível obter uma gama de subprodutos e aplicações, como ração animal, fibra alimentícia, substrato para produção de cogumelos, enzimas, ácido cítrico, ácido giberélico, além de poder ser aplicado para compostagem, produção de polímeros, etanol de segunda geração e biogás.

Franchi, Silva e Barbosa (2022) investigaram patentes brasileiras que empregam resíduos do café. Seus resultados mostraram patentes para fabricação de carvão sintético a partir de resíduo de borra de café, aproveitamento da casca de café para compostos fertilizantes, uso da casca do café para adubo e fabricação de ração animal, biopesticidas a partir da casca e borra do café, uso da borra e do grão de café para obtenção de biocombustível e antioxidantes para aplicação farmacêutica, entre outras. De forma geral, as patentes encontradas se concentraram sobretudo na área de fabricação de fertilizantes e o resíduo mais utilizado foi a casca do café.

Destacam-se na busca realizada de forma não sistemática no *Google* duas empresas que utilizam a borra de café para criar produtos inovadores: a paulista *Recofee* e a gaúcha *Feito Café Ecodesign*, que produzem joias a partir desse material. Além disso, a empresa nacional *Aqia*, sediada em São Paulo, inclui em seu portfólio produtos que utilizam óleos essenciais extraídos do café.

De forma geral, entende-se que as empresas potencialmente interessadas em explorar os resíduos da indústria cafeeira estão nos setores de alimentos, cosméticos e químicos,

especialmente na fabricação de fertilizantes ou combustíveis. O Quadro 13 apresenta as subclasses das CNAEs que abrangem essas atividades.

Quadro 13 – CNAEs potenciais para exploração dos resíduos da indústria cafeeira

Nº	Descrição CNAE
1099699	Fabricação de outros produtos alimentícios não especificados anteriormente
2099199	Fabricação de outros produtos químicos não especificados anteriormente
2110600	Fabricação de produtos farmoquímicos
1066000	Fabricação de alimentos para animais
1932200	Fabricação de biocombustíveis, exceto álcool
2013400	Fabricação de adubos e fertilizantes
2013401	Fabricação de adubos e fertilizantes organominerais
2013402	Fabricação de adubos e fertilizantes, exceto organominerais
2032100	Fabricação de resinas termofixas
2031200	Fabricação de resinas termoplásticas

Fonte: Elaborado pela autora.

Para fabricação de produtos alimentícios, foram encontrados 574 atores, sendo 313 destes classificados como de médio e grande porte. A CNAE 1099699 engloba, entre muitas outras coisas, a fabricação de alimentos para fins nutricionais, fabricação de pectina e extratos vegetais. Entretanto, como também diz respeito a produção de ovos, produtos de carne, peixe, soja, sal, entre outros, é difícil, devido às limitações da classificação, entender quais atores são de fato interessantes para o ecossistema.

A CNAE de fabricação de outros produtos químicos não especificados anteriormente é interessante pois engloba a fabricação de meios de cultura de micro-organismos, entretanto, novamente observa-se uma dificuldade de mapeamento, pois inclui também muitas atividades que não são de interesse para o ecossistema do café, como, por exemplo, a fabricação de proteínas de soja. De toda forma, foram encontrados 189 atores, sendo 101 de médio e grande porte, 28 de pequeno porte e 60 microempresas. Nesse sentido, destaca-se a empresa química Sigma-Aldrich, que pode atuar, por exemplo, no nicho de produção e comercialização de meios de cultura, ou ainda na extração de compostos bioativos a partir dos resíduos do café.

Em relação aos produtos farmoquímicos, foram encontrados 33 atores localizados quase exclusivamente na região metropolitana do estado, sendo 22 grandes e médias empresas, com destaque para a Merck. A Merck possui um programa de pesquisa em biotecnologia emergente em parceria com as empresas Sigma-Aldrich e Millipore para desenvolver novos produtos e tecnologias¹³, além disso, a empresa atua em diversas áreas

¹³ Disponível em: merckgroup.com/br-pt/expertise/emerging-biotech.html.

como farmacêutica, de alimentos e bebidas, cosmética, de pigmentos e eletrônica. Assim, por realizar projetos de pesquisa e desenvolvimento e já ter redes estruturadas de pesquisa, com parceria de outras empresas e instituições, pode ser um *player* chave para impulsionar novas tecnologias tendo em vista aplicações de resíduos do café.

Para fabricação de alimentos para animais foram encontrados 130 atores. No entanto, existe uma gama de produtos, incluindo resíduos agroindustriais, que podem ser aplicados na fabricação de rações, e a CNAE sozinha não nos permite diferenciar as composições. Porém, vale destacar que, segundo o MAPA (2020), a polpa de café proveniente do processamento por via úmida consta na lista de ingredientes autorizados para uso na alimentação animal no Brasil e, então, pode ser um resíduo interessante para uso por essas empresas.

Para fabricação de biocombustíveis foram encontradas 28 empresas, sendo 21 classificadas como pequeno e médio porte. Destaca-se a Petrobras, que investe fortemente em pesquisa e inovação, sobretudo tendo em vista a diversificação em energia¹⁴, e, portanto, pode ser um ator importante para impulsionar a produção de biodiesel a partir da borra do café, biogás a partir da polpa ou, ainda, uso do pergaminho para geração de energia. Além disso, a empresa Olfar produz biodiesel e fertilizantes no Rio de Janeiro e em outros estados¹⁵ e a BNPETRO¹⁶ produz biocombustíveis. Vale destacar que na busca apareceu a empresa Novartis, cadastrada com o CNAE secundário de fabricação de biocombustíveis, apesar de a empresa não possuir cadastro de produtos do tipo em seu site¹⁷. No entanto, trata-se de uma empresa farmacêutica que produz medicamentos inovadores, portanto, também pode ser um ator importante para extração e aplicação de compostos derivados dos resíduos do café como cafeína, taninos e flavonoides.

Ainda é importante destacar a empresa Raízen, que está registrada para produção de etanol derivado de cana-de-açúcar, mas que possui em seu portfólio a fabricação de etanol de segunda geração a partir da biomassa lignocelulósica do bagaço de cana¹⁸ e, portanto, também pode ser um *player* interessante para impulsionar o desenvolvimento do uso de outras biomassas residuais para fabricação de etanol, como, por exemplo, resíduos do café.

No que diz respeito à produção de adubos e fertilizantes, não foram encontrados atores para a CNAE 2013400, mas as CNAEs 2013401 e 2013402 apresentaram 19 e 30 empresas, respectivamente, totalizando 34 atores nesse setor, pois algumas empresas estão registradas

¹⁴ Disponível em: <https://tecnologia.petrobras.com.br/>.

¹⁵ Disponível em: <https://www.olfar.ind.br/>.

¹⁶ Disponível em: <https://www.bnpetro.com/>.

¹⁷ Disponível em: <https://www.novartis.com/br-pt/sobre/nossos-produtos>.

¹⁸ Disponível em: <https://www.raizen.com.br/nossos-negocios/renovaveis#etanol-de-segunda-geracao>.

em mais de um CNAE. Na fabricação de adubos e fertilizantes destaca-se, então, a empresa Agribio, especializada no desenvolvimento e produção de bioprodutos para o controle alternativo de pragas e doenças por meio de formulações que utilizam microrganismos. A empresa está localizada na Incubadora de Agronegócios da UFRRJ¹⁹, assim, seu portfólio focado em bioprodutos sustentáveis e sua proximidade com a universidade a torna um ator interessante para a bioeconomia do café.

Destaca-se, ainda, a empresa Green Biotech Brasil, com sede na capital do Rio de Janeiro, que já possui em seu portfólio fertilizantes produzidos por meio da fermentação do bagaço de cana-de-açúcar e em seu site a empresa se propõe a desenvolver produtos agrícolas sustentáveis e inovadores²⁰. A Organossolo, localizada também no município do Rio de Janeiro, realiza a compostagem de diversos resíduos orgânicos, entre eles a borra de café²¹.

O estado tem tradição na indústria de materiais poliméricos derivados de petróleo, assim, essa expertise na indústria polimérica pode ser aproveitada para estruturação do ecossistema de inovação em resinas e polímeros de base biológica. Dentre as 27 empresas de fabricação de resinas termoplásticas, 14 são classificadas como “demais” e 5 como “pequeno porte”. Uma que se destaca é a Braskem, que tem filial no município de Duque de Caxias. A empresa já produz polietileno derivado do etanol da cana-de-açúcar e é um ator de grande valor no ecossistema de inovação em materiais *bio-based* do estado²². Já na CNAE “Fabricação de resinas termofixas” foram encontrados somente 10 atores. Assim, entende-se que o biopolímeros produzidos a partir do resíduo do café, podem ser de interesse para essas empresas desenvolverem um novo segmento de mercado que contribui para diminuição da dependência petroquímica nesse setor industrial.

Vale destacar que um dos desafios para o desenvolvimento de novos produtos está atrelado ao desenvolvimento tecnológico e, portanto, a pesquisa e o desenvolvimento de novas técnicas e processos são fundamentais para a estruturação de um ecossistema voltado para aproveitamento de resíduos. Nesse sentido, é interessante analisar, além de empresas, grupos de pesquisa que podem auxiliar no desenvolvimento de estudos de base para inovações. No Quadro 14 encontram-se os nomes de alguns grupos de pesquisa registrados no CNPq (CNPq, 2023) que podem contribuir com o desenvolvimento de soluções para os

¹⁹ Disponível em: <https://institucional.ufrj.br/parquesejardins/2020/01/07/atividades-de-arborizacao-e-paisagismo-da-ufrj-contam-com-o-apoio-da-empresa-agribio/>.

²⁰ Disponível em: <https://www.greenbiotech.com.br/fertilizante-barvar/>.

²¹ Disponível em: <https://www.organossolo.com/>.

²² Disponível em:

https://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Catalogo_PE_Verde.pdf.

desafios tecnológicos encontrados para o estudo de caso do café. A pesquisa no banco de dados do CNPq foi realizada a partir de duas palavras-chave: café e resíduos.

Quadro 14 – Grupos de pesquisa com atuação relacionada aos desafios tecnológicos do estudo de caso

Índice	Nome do grupo	Instituição
1	Laboratório de Química e Bioatividade de Alimentos e Núcleo de Pesquisa em Café Professor Luiz Carlos Trugo	Universidade Federal do Rio de Janeiro
2	Grupo de Química de Materiais e Biosistemas	Universidade Federal Fluminense
3	Agricultura Sustentável e Agroecologia	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
4	Agricultura Sustentável e Agroecologia	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
5	Aproveitamento de resíduos agroindustriais para a produção de alimentos.	Universidade Federal Fluminense
6	Bioprocessos Avançados na Química de Produtos Naturais para o Desenvolvimento Nacional pela Biodiversidade (ABC-NP)	Instituto Militar de Engenharia
7	Cadeias de Produção Sustentáveis na Indústria Química	Universidade Federal do Rio de Janeiro
8	Grupo de Pesquisa em Resíduos Industriais	Universidade Federal Fluminense
9	Novas Rotas para a Produção de Biocombustíveis	Instituto Federal do Rio de Janeiro
10	Reciclagem e Tratamento de Resíduos Industriais	Universidade Federal do Rio de Janeiro
11	Tecnologia, Processamento e Inovação Aplicados a Agroindústria de Alimentos	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
12	Síntese Orgânica e Conversão de Biomassas	Universidade Federal Fluminense

Fonte: Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil – Lattes (CNPq, 2023).

O primeiro grupo de pesquisa identificado é focado especificamente em linhas de pesquisa relacionadas ao mercado, composição e aproveitamento de resíduos do café. O segundo grupo apresenta diversas linhas de pesquisa, incluindo a área da indústria do café. Portanto, esses grupos podem contribuir com análises mais detalhadas de mercado e aplicação de resíduos da cadeia produtiva do café.

O terceiro grupo de pesquisa tem foco no desenvolvimento da produção agrícola nacional tendo em vista o pequeno produtor e tem como linha de pesquisa o uso da biotecnologia na produção de alimentos, portanto, sabendo que o cenário da produção do café no Rio de Janeiro é atualmente composto principalmente de pequenos produtores, os

pesquisadores podem desenvolver soluções para que pequenos estabelecimentos agreguem valor aos resíduos do café.

O grupo 4 e 5 tem enfoque no aproveitamento de resíduos agroindustriais, o grupo 5 investiga especificamente a produção de alimentos a partir de resíduos agroindustriais, sobretudo cascas, películas e sementes vegetais, promovendo a incorporação de substâncias bioativas.

O grupo 6 estuda o desenvolvimento de metodologias para escalonamento, purificação e isolamento de produtos naturais com foco no uso de biomassas sustentáveis. O grupo 7 tem como objetivo estudar o reaproveitamento de resíduos agroindustriais, mapeando tecnologias, produtos e processos de diversos setores da indústria química, com foco na sustentabilidade dos processos, sobretudo nas indústrias de fertilizantes, polímeros e bioplásticos. Portanto, esses dois grupos podem, em parceria com as empresas de resinas poliméricas e fertilizantes encontradas, desenvolver novos produtos a partir dos resíduos do café.

Outros grupos como o 8 e 10 focam no estudo de aproveitamento de resíduos para diversas aplicações, porém suas linhas de pesquisa e descrição não esclarecem os tipos de resíduos empregados. Já o grupo 11, propõe realizar processamento e inovação aplicados a produtos de origem vegetal, novamente, sem especificar quais produtos são esses, enquanto o grupo 12 pesquisa a conversão de biomassas agrícolas e resíduos orgânicos.

Por fim, o grupo 9, que realiza pesquisa de rotas para obtenção de combustível, trabalha com diversos insumos agrícolas, como banana, maracujá, goma de tapioca e casca de coco verde. Assim, tendo em vista que foram encontrados alguns grandes atores para produção de biocombustíveis no Rio de Janeiro, sua parceria com grupos de pesquisa como esse pode ser interessante para o ecossistema da bioeconomia.

Além disso, órgãos como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a EMATER-RIO também realizam pesquisas e estimulam o desenvolvimento de novas técnicas no setor agrícola e, portanto, são atores importantes para pesquisa, desenvolvimento e divulgação de iniciativas relacionadas à bioeconomia do café.

Desse modo, entende-se que há diversos atores de portes variados que valorizam temas associados à sustentabilidade e desenvolvimento de inovações. Portanto, em parceria com as numerosas instituições de pesquisa do estado, têm potencial para construir uma rede de cooperação para desenvolvimento de novos produtos de alto valor agregado a partir da biomassa residual produzida não só no Rio de Janeiro mas em todo o sudeste do país.

Como discutido na seção 4.2. deste capítulo, o Rio de Janeiro não se destaca do restante do país na produção agrícola. Apesar de o café ser uma das principais culturas do

estado, Minas Gerais e São Paulo, estados vizinhos, concentram 76% de todo o volume de café colhido do país. Assim, há uma oportunidade para desenvolvimento de um ecossistema cooperativo com empresas especializadas na transformação desses resíduos e com parcerias com centros produtivos dos estados vizinhos para coleta e processamento dessa biomassa.

Observou-se um interesse no uso de borra e casca de café, sobretudo na fabricação de fertilizantes. Muitas empresas no estado têm interesse no desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis e têm a pesquisa e o desenvolvimento como parte de seus valores. Além disso, algumas já utilizam resíduos agrícolas em seus produtos, principalmente resíduos da cana-de-açúcar, portanto, expandir o portfólio para aproveitamento de outros resíduos, como os do café, pode ser interessante. Em relação os grupos de pesquisa, muitas instituições do Rio de Janeiro, sobretudo as universidades federais, focam o desenvolvimento de novas tecnologias a partir de biomassas renováveis ou residuais, sendo também atores essenciais no desenvolvimento de inovações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a entender as oportunidades de valorização de matérias-primas renováveis para fomentar a bioeconomia no estado do Rio de Janeiro. Nesse sentido, foram selecionadas três cadeias produtivas para a identificação de oportunidades: da cana-de-açúcar, do café e da laranja. Essas matérias-primas se destacaram no cenário agrícola do estado do Rio de Janeiro e, portanto, foram escolhidas, para maior investigação, as cadeias produtivas do etanol e do açúcar cristal a partir da cana-de-açúcar, do café em pó e solúvel e de sucos de laranja.

A partir do estudo das cadeias de produção, foi possível identificar em quais etapas há geração de resíduos de base biológica, sua composição básica e a média de quantidade gerada. Assim, pôde-se estimar, com base nos dados de produção anual do estado, quantas toneladas de cada resíduo são geradas, em média, por ano no Rio de Janeiro. Em seguida, foram identificadas as principais aplicações descritas na literatura para cada um dos resíduos.

A partir do banco de dados de atores foi possível identificar as empresas envolvidas na cadeia das matérias-primas selecionadas. Para a cana-de-açúcar, foi observado que predominam empresas classificadas como “DEMAIS” (médio e grande porte), que se concentram sobretudo próximas à região de Campos Dos Goytacazes, onde foi registrado o maior número de usinas sucroenergéticas e maior quantidade de cana colhida. Para a cadeia do café, foi identificada a predominância de microempresas que não necessariamente estão localizadas próximas a áreas de plantio e colheita. Além disso, grande parte desses atores atua somente na atividade de moagem e torrefação de grãos. Já para a laranja, foi identificado que há uma insuficiência de dados, uma vez que não há CNAEs específicas para as atividades de produção de suco que permitam a identificação clara de qual fruta é utilizada na composição. Portanto, a baixa especificidade dos critérios de filtragem existentes não permitiu uma análise detalhada dos atores para a cadeia da laranja.

Na última parte da pesquisa, foi escolhida uma das matérias-primas, o café, para aprofundamento em um estudo de caso, a fim de entender, com base nas aplicações encontradas para cada resíduo da cadeia, se existem, no estado, atores em potencial para trabalhar com a transformação e comercialização desses novos bioprodutos. O estudo de caso revelou atores que utilizam resíduos de café, como a borra, em seus produtos e atores potenciais, sobretudo na área de fertilizantes. Muitas empresas no Rio de Janeiro estão interessadas em tecnologias sustentáveis e já utilizam resíduos agrícolas, como os da cana-de-açúcar. Assim, expandir para o uso de resíduos de café pode ser de interesse para essas

empresas. Além disso, instituições de pesquisa, principalmente as universidades federais do Rio de Janeiro, estão focadas no desenvolvimento de tecnologias a partir de biomassas renováveis ou resíduos e, portanto, podem desempenhar um papel importante na inovação em colaboração com as empresas e outras instituições.

No entanto, é importante destacar que o estado possui potencial na produção de uma variedade de insumos agrícolas, embora em quantidades relativamente baixas. Essa diversidade de insumos pode abrir oportunidades para o desenvolvimento da bioeconomia, uma vez que diferentes matérias-primas podem ser exploradas para a criação de novos produtos e serviços de forma sustentável.

O setor de café, que foi estudado neste trabalho, apresenta resultados interessantes. Embora o Rio de Janeiro não seja conhecido como uma grande região produtora de café em comparação com outros estados brasileiros, como Minas Gerais e São Paulo, observa-se uma predominância de pequenos atores nesse segmento. Essa característica sugere que a bioeconomia voltada para os pequenos negócios pode ser uma estratégia interessante a ser explorada. Com o apoio de tecnologias inovadoras e eficientes, esses pequenos produtores podem encontrar oportunidades para transformar subprodutos do café em novos produtos de valor agregado, como fertilizantes, cosméticos ou alimentos.

No entanto, para avançar nesse contexto, é necessário um estudo mais aprofundado para entender como esses ecossistemas podem ser estruturados de maneira eficaz. Futuras pesquisas devem abordar os desafios específicos envolvidos na sua construção e explorar questões como as tecnologias e equipamentos necessários, os custos associados ao desenvolvimento de novos bioprodutos e as estratégias de comercialização viáveis. Além disso, é fundamental considerar a geração de valor agregado, o estágio de desenvolvimento tecnológico e as necessidades e características dos pequenos negócios para impulsionar a bioeconomia de maneira sustentável e inclusiva no estado do Rio de Janeiro.

De forma geral, o presente estudo se mostrou eficiente na elaboração de uma metodologia, que pode ser aplicada para diferentes matérias-primas e cadeias, a fim de compreender oportunidades de diversificação econômica baseada em ecossistemas de inovação em bioeconomia. O banco de atores desenvolvido também se trata de uma ferramenta única, pois ferramentas similares só foram encontradas de forma paga, apesar de os dados brutos estarem disponíveis gratuitamente.

O banco de dados foi uma ferramenta importante para estabelecer uma metodologia inicial com o objetivo de identificar e compreender os atores envolvidos em uma cadeia produtiva. No entanto, é importante reconhecer que essa classificação por si só foi insuficiente

para determinar o verdadeiro potencial dessas empresas como atores dos ecossistemas da bioeconomia. Isso ocorre, pois, a forma como a CNAE é subdividida não fornece informações detalhadas o suficiente sobre as características específicas e capacidades de cada empresa.

Embora o banco de dados com informações da Receita Federal possa fornecer uma visão geral dos atores e sua distribuição geográfica, é necessário realizar análises mais aprofundadas para obter um entendimento mais completo das capacidades e potenciais de cada empresa na cadeia produtiva. Isso pode envolver a consideração de fatores como tecnologias utilizadas, processos de produção, capacidade de inovação, acesso a mercados e redes de colaboração.

Portanto, é essencial complementar a classificação dos atores com outras fontes de dados e metodologias de pesquisa, como entrevistas, estudos de caso e análises qualitativas. Essas abordagens mais detalhadas podem fornecer informações adicionais e *insights* valiosos para compreender o potencial e as oportunidades de desenvolvimento da bioeconomia em relação a cada ator específico nas cadeias.

Por fim, vale destacar que a presente pesquisa e todos os resultados obtidos são parte do projeto “Ecossistema de bioeconomia como um diversificador econômico no estado do Rio de Janeiro: estágio atual e propostas de políticas públicas”, do Programa de Mestrado e Doutorado Acadêmico para a Inovação (MAI/DAI), fomentado pelo CNPq e pelo Instituto SENAI de Inovação em Biossintéticos e Fibras do SENAI CETIQT. Nesse sentido, os resultados descritos e o banco de dados de atores estão sendo utilizados como base para outras pesquisas que vão aprofundar, com uma metodologia similar à adotada para o estudo de caso do café, a análise de outras matérias-primas como a cana-de-açúcar, o pescado e as algas. A pesquisa se aprofundará ainda por meio da identificação de outros atores envolvidos no desenvolvimento de inovações e no suporte a esse processo (e.g., órgãos de fomento e *startups*).

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. Innovation Ecosystems: A Sustainability Perspective. *Sustainability*, v. 13, n. 4, p. 1675, 6 de fevereiro de 2021.
- AGÊNCIA BRASIL. **Crise do petróleo agravou situação do Rio; governo busca receitas extras | Agência Brasil**, 2016. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-07/crise-do-petroleo-agravou-situacao-do-rio-governo-busca-receitas-extras>>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Certificados da Produção ou Importação Eficiente de Biocombustíveis Válidos, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/certificados-producao-importacao-eficiente-biocombustiveis#:~:text=%C3%89%20o%20documento%20que%20habilita,na%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20ANP%20n%C2%BA%20758%2F>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2023.
- AGUILAR, A.; WOHLGEMUTH, R.; TWARDOWSKI, T. Perspectives on bioeconomy. *New Biotechnology*, v. 40, p. 181–184, 2018.
- ALVES, R. S.; ESCARELA, V. A. C.; SANTOS, P. R. A.; BARBOZA, T. O. C.; CHIODEROLI, C. A. Statistical quality control applied to the quantification of losses in mechanized sugarcane harvesting as a function of primary extractor rotation. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, p. e562111638611–e562111638611, 17 dez. 2022.
- ANDRADE, J. M. M.; JONG, E. V.; HENRIQUES, A. T. Byproducts of orange extraction: influence of different treatments in fiber composition and physical and chemical parameters. *Article Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 50, n. 3, 2014.
- BENITEZ, V.; REBOLLO-HERNANZ, M.; HERNANZ, S.; CHANTRES, S.; AGUILERA, Y.; MARTIN-CABREJAS, M. A. Coffee parchment as a new dietary fiber ingredient: Functional and physiological characterization. *Food Research International*, v. 122, p. 105–113, 2019.
- BESSADA, S. M. F.; ALVES, R. C.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Coffee Silverskin: A Review on Potential Cosmetic Applications. *Cosmetics* 2018, v. 5, n. 1, p. 5, 2018.
- BIOTECHCORP, M. B. D. C. S. B. **Bioeconomy transformation programme annual report 2013**, 2013.
- BLINOVÁ, L.; SIROTIK, M.; BARTOŠOVÁ, A.; SOLDÁN, M. Review: Utilization of Waste From Coffee Production. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, v. 25, n. 40, p. 91–101, 2017.
- BOMTEMPO, J. V.; ALVES, F. C. Innovation dynamics in the biobased industry. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v. 1, n. 1, p. 1–6, 2014.
- BOMTEMPO, J.; LEITE, T.; ALVES, F.; OROSKI, F. Bioeconomy: opportunities and challenges, in Tropical Bioeconomy. In: CARBONELL, S.; CORTEZ, L., et al (Ed.). Tropical Bioeconomy: Roadmaps and Guidelines for Bioeconomy Development in Brazil. Santo André, SP: Sian Martins Comunicação, cap. I.1, p. 27–31, 2021.
- BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; ROCHA, T. R.; FRIEDRICH, L. S.; NARDY, F. C. A Cana-de-Açúcar no Brasil sob um Olhar Químico e Histórico: Uma Abordagem Interdisciplinar. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*, v. 35, n. 1, p. 3–10, 2013.
- BRASIL. Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica - CNPJ. Dados abertos. 2023. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/cadastro-nacional-da-pessoa-juridica---cnpj>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2023.
- BUGGE, M. M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. **What is the bioeconomy? A review of the literature. Sustainability (Switzerland)**, 2016.

- CARVALHO, J. L. N.; NOGUEIROL, R. C.; MENANDRO, L. M. S.; BORDONAL, R. DE O.; BORGES, C. D.; CANTARELLA, H.; & FRANCO, H. C. J. Agronomic and environmental implications of sugarcane straw removal: a major review. *GCB Bioenergy*, v. 9, n. 7, p. 1181–1195, 2017. <https://doi.org/10.1111/GCBB.12410>
- CARVALHO, J. L. N.; NOGUEIROL, R. C.; MENANDRO, L. M. S.; BORDONAL, R. O.; BORGES, C. D.; CANTARELLA, H.; FRANCO, H. C. J. Agronomic and environmental implications of sugarcane straw removal: a major review. *GCB Bioenergy*, v. 9, n. 7, p. 1181–1195, 2017.
- CARVALHO, L. C. *et al.* Cana-de-açúcar e álcool combustível: histórico, sustentabilidade e segurança energética. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v. 9, n. 16, p. 530–543, 2013.
- CASTRO, L. A.; LIZI, J. M.; CHAGS, E. G. L.; CARVALHO, R. A.; VANIN, F. M. From Orange Juice By-Product in the Food Industry to a Functional Ingredient: Application in the Circular Economy. **Foods** **2020**, v. 9, n. 5, p. 593, 2020.
- COELHO, B. E. S.; DUARTE, V. M.; SILVA, L. F. M.; SOUZA, K. S. M.; NETO, A. F. Atributos físico-químicos de frutos de laranja “Pêra” produzidos sob sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 128–137, 2019.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira - Café: Safra de 2023, 2º Levantamento, v. 10, n. 2, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Boletim da Safra de Cana-de-açúcar: Safra 2021/22, 3º Levantamento, v. 8, n. 3, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Boletim da Safra de Cana-de-açúcar: Safra 2022/23, 3º Levantamento, v. 9, n. 3, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2023.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL - CNA. Panorama do Agro (n.d.). Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em: 31 de março de 2022.
- CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPQ. Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil Lattes. BRASIL, 2023. Disponível em: <<https://lattes.cnpq.br/web/dgp>>. Acesso em: 02 de maio de 2023.
- CORRÊA, C. L. O.; PENHA, E. M.; FREITAS-SILVA, O.; LUNA, A. S.; GOTTSCHALK, L. M. F. Enzymatic Technology Application on Coffee Co-products: A Review. **Waste and Biomass Valorization**, v. 12, n. 7, p. 3521–3540, 2021.
- COUTINHO, P.; BOMTEMPO, J. V. Roadmap tecnológico em matérias-primas renováveis: Uma base para a construção de políticas e estratégias no Brasil. **Química Nova**, v. 34, n. 5, 2011.
- CRUZ, M. A.; CASANOVA, R. F.; BOSCARDIN, D.; ZANCHET, A. Análise da viabilidade do uso de resíduos de cana-de-açúcar para produção de aglomerantes sustentáveis. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 26, n. 4, 2022.
- CRUZ, R. **Coffee By-Products Sustainable Agro-Industrial Recovery and Impact on Vegetables Quality**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Farmácia, Universidade, 2014.
- CYPRIANO, D. Z.; SILVA, L. L.; TASIC, L. High value-added products from the orange juice industry waste. **Waste Management**, v. 79, p. 71–78, 2018.

- FIGUEIREDO, E. B.; LA SCALA, N. Greenhouse gas balance due to the conversion of sugarcane areas from burned to green harvest in Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 141, n. 1–2, p. 77–85, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2011.02.014>>. Acesso em: 03 de abril de 2023.
- DIAS, R. F.; CARVALHO, C. A. A de. Bioeconomia no Brasil e no Mundo: Panorama Atual e Perspectivas. **Rev. Virtual Quim.**, v. 9, n. 1, p. 410–430, 2017.
- ECHEVERRIA, M. C., NUTI, M. Valorisation of the Residues of Coffee Agro-industry: Perspectives and Limitations. *The Open Waste Management Journal*, v. 10, n. 1, p. 13–22, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.2174/1876400201710010013>>. Acesso em: 02 de janeiro de 2023.
- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - EMATER-RIO. Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola - ASPA, 2020 – Culturas, 2020. Disponível em: <https://www.emater.rj.gov.br/images/culturacorr2020.htm>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2022.
- FAVA, F.; GARDOSSE, L.; BRIGIDI, P.; MORONE, P.; CAROSI, D. A. R.; LENZI, A. The bioeconomy in Italy and the new national strategy for a more competitive and sustainable country. **New Biotechnology**, v. 61, p. 124–136, 2021.
- FERNANDES, S. E.; TASHIMA, M. M.; MORAES, J. C. B.; ISTUQUE, D. B.; FIORITI, C. F.; MELGES, J. C. P.; AKASAKI, J. L. Cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC) como adição mineral em concretos para verificação de sua durabilidade. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 20, n. 4, p. 909–923, 2015.
- FONTANETTI, C. S.; BUENO, O. C. Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica. **Canal 6 Editora**, n. 1, p. 275, 2017.
- FRANÇA, Ministère de l'agriculture et la souveraineté alimentaire. Une stratégie bioéconomie pour la France - Plan d'action 2018-2020. Disponível em: <<https://agriculture.gouv.fr/une-strategie-bioeconomie-pour-la-france-plan-daction-2018-2020#:~:text=Elle%20a%20pour%20enjeu%20la,industrielles%20respectant%20des%20logiques%20de>>. Acesso em: 29 de março de 2023.
- FRANCHI, R. A. S.; SILVA, B. M. R.; BARBOSA, T. G. G. Mapeamento Patentário de Utilização de Resíduos do Café no Brasil, na América Latina e no Mundo. *Cadernos de Prospecção*, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 1158–1176, 2022. DOI: 10.9771/cp.v15i4.50234. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/50234>. Acesso em: 25 maio de 2023.
- GIESE, E. C.; DEKKER, R. F. H.; BARBOSA, A. M. Orange Bagasse As Substrate For The Production Of Pectinase And Laccase By Botryosphaeria Rhodina Mamb-05 In Submerged And Solid State Fermentation. **BioResources**, v. 3, n. 2, p. 335–345, 2008.
- GROSSAUER, F.; STOEGLER, G. Bioeconomy — Spatial Requirements for Sustainable Development. **Sustainability**, v. 12, n. 5, p. 1877, 2020.
- HEJNA, A. Potential applications of by-products from the coffee industry in polymer technology – Current state and perspectives. **Waste Management**, v. 121, p. 296–330, 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal - PPM, 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Introdução à Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE Versão 2.0 - Subclasses para uso da administração pública. 2007. Disponível em: <<https://concla.ibge.gov.br/documentacao/documentacao-cnae-2-0.html>>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. PIA - Produto - Pesquisa Industrial Anual - Produto. Tabelas 2020. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9044-pesquisa-industrial-anual-produto.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2023.
- IRIONDO-DEHOND, A.; IRIONDO-DEHOND, M.; DEL CASTILLO, M. D. Applications of Compounds from Coffee Processing By-Products. **Biomolecules** **2020**, v. 10, n. 9, p. 1219, 2020.
- KIRCHER, M. Bioeconomy: Markets, Implications, and Investment Opportunities. **Economies** **2019**, v. 7, n. 3, p. 73, 2019.
- KRAUSE, M. C., MOITINHO, A. C., FERNANDO, L., FERREIRA, R., DE SOUZA, R. L., KRAUSE, L. C., CARAMÃO, E. B. Production and Characterization of the Bio-Oil Obtained by the Fast Pyrolysis of Spent Coffee Grounds of the Soluble Coffee Industry. **Article J. Braz. Chem. Soc**, v. 30, n. 8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20190059>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2023.
- LIMA, R. B. Processo de clarificação do caldo de cana-de-açúcar aplicando elétrons acelerados. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, 2012.
- LORENZON, G. Cana-de-açúcar. União Nacional da Bioenergia, 2022. Disponível em: <<https://www.udop.com.br/noticia/2022/10/05/acreditem-o-rio-ainda-tem-cana-canavieiros-que-viraram-usineiros-e-nova-usina-chegando.html>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2023.
- MALTA, M. R. Produção de café: opção pela qualidade. In: Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, p. 52-55, mar/abr, 2011. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_agropecuário/ia_cafe_producao_qualidade.pdf > Acesso em: 11 de abril de 2023.
- MARTINEZ, C. L. M.; ROCHA, E. P. A.; CARNEIRO, A. C. O.; GOMES, F. J. B.; BATALHA, L. A. R.; VAKKILAINEN, E.; CARDOSO, M. Characterization of residual biomasses from the coffee production chain and assessment the potential for energy purposes. **Biomass and Bioenergy**, v. 120, p. 68–76, 2019.
- CCORMICK, K.; KAUTTO, N. The Bioeconomy in Europe: An Overview. **Sustainability (Switzerland)**, v. 5, n. 6, 2013.
- MENANDRO, L. M. S.; CANTARELLA, H.; FRANCO, H. C. J.; KÖLLN, O. T.; PIMENTA, M. T. B.; SANCHES, G. M.; RABELO, S. C.; CARVALHO, J. L. M. Comprehensive assessment of sugarcane straw: implications for biomass and bioenergy production. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 11, n. 3, p. 488–504, 2017.
- MESQUITA, C. M.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; JÚNIOR, M. A.; MARAES, N. C.; DIAS, P. T.; CARVALHO, R. M.; ARAÚJO, W. G. Manual do café: colheita e preparo (Coffea arábica L.). **EMATER-MG**, v. 52, 2016.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA – MAPA. Lista de ingredientes e veículos autorizados pelo MAPA para uso na alimentação animal no Brasil. Anexo I. 2021.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA – MAPA. Relação de instituições cadastradas no departamento de cana-de-açúcar e agroenergia. **SAPCANA - Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira**, MAPA, v. 1, 2023.
- MONTICO, L. D.; SANTOS, E. M.; MACEDO, L. M.; CAMARGO, G. A.; LANCELLOTTI, M.; ROSA, P. C. P.; MAZZOLA, P. G. Avaliação das atividades biológicas, in vitro, dos extratos do café. **XXIX Congresso de Iniciação Científica**, 2021.
- MONTOYA, N., DURÁN, J.; CÓRDOBA, F.; DARÍO GIL, I.; TRUJILLO, C. A.; RODRÍGUEZ, G. Colombian fusel oil: El aceite de fusel de Colombia. **Ingeniería e Investigación**, v. 36, n. 2, p. 21–27, 2016.
- MOORE, J. F. Predators and Prey: A New Ecology of Competition. **Harvard Business Review**, v. 71, n. 3, p. 75–86, 1993.

- MURTHY, P. S.; NAIDU, M. M. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition – A review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 66, p. 45–58, 2012.
- MUSSATTO, S. I.; MACHADO, E. M. S.; MARTINS, S.; TEXEIRA, J. A. Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 5, p. 661–672, 2011.
- NASPOLINI, B. F.; MACHADO, A. C. O.; JUNIOR, W. B. C.; FREIRE, D. M. G.; CAMMAROTA, M. C. Bioconversion of sugarcane vinasse into high-Added value products and energy. **BioMed Research International**, 2017.
- NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MARQUES, V. N.; MARTINEZ, L. F. Global orange juice market: a 16-year summary and opportunities for creating value. **Tropical Plant Pathology**, v. 45, n. 3, p. 166–174, 2020.
- NORONHA, R. H. de F.; SILVA, R. P.; CHIODEROLI, C. A.; SANTOS, E. P.; CASSIA, M. T. Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada diurna e noturna de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 931–938, 2011.
- NUNES, E. F. **Cana-de-açúcar: a produção de etanol e seus benefícios**. Monografia — Barretos: Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de São Paulo, 2017.
- NUNES, T. dos S.; FINZER, J. R. D. A importância do tratamento do caldo de cana-de-açúcar para a produção de açúcar e etanol/ The importance of sugar cane treatment for sugar and ethanol production. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 24816–24823, 2019.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. Meeting Policy Challenges for a Sustainable Bioeconomy, 2018.
- PARISI, C.; RONZON, T. A global view of bio-based industries: benchmarking and monitoring their economic importance and future developments. Publications Office of the European Union, 2016. Disponível em: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC103038>. Acesso em: 04 de abril de 2023.
- PATIL, A. G.; KOOLWAL, S. M.; BUTALA, H. D. Fusel oil: composition, removal and potential utilization. *International Sugar Journal*, Pune, v. 104, n. 1238, p. 51–63, 2002.
- PAULINO, J.; ZOLIN, C. A.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; FOLEGATTI, M. V. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. II. Características da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 244–249, 2011.
- PEREIRA, I. B. T.; BUSSULO, J. R.; CARPI, J. M. G.; YAMAMOTO, K.; ANDRADE, P. F. **Indústria de suco de laranja integral**. Trabalho de Conclusão de Curso — Apucarana: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- PEREIRA, S. C., MAEHARA, L., MACHADO, C. M. M., & FARINAS, C. S. 2G ethanol from the whole sugarcane lignocellulosic biomass. *Biotechnology for Biofuels*, v. 8, n. 1, p. 1–16, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/S13068-015-0224-0/FIGURES/7>. Acesso em: 5 de abril de 2023.
- PEZZUTTO, S. Coffee Silverskin. In *Encyclopedia*. September, 2021. Disponível em: <<https://encyclopedia.pub/entry/14716/>>. Acesso em: 03 de março de 2023.
- PRIEFER, C.; JÖRISSEN, J.; FRÖR, O. Pathways to Shape the Bioeconomy. **Resources**, v. 6, n. 1, p. 10, 2017.
- RANGARAJAN, P.; ANNE THARIAN, J. Coffee waste management-An overview. **International Journal of Current Research**, 2019.
- REIS, C. E. R.; HU, B. Vinasse from sugarcane ethanol production: Better treatment or better utilization? **Frontiers in Energy Research**, v. 5, p. 7, 2017.

- RODRIGUES, L. R.; OLIVEIRA, E. A. D. A. Q. A Trajetória Das Exportações De Laranja Do Brasil. **X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**. Anais, 2006. Disponível em: < https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC6-87.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2023.
- RONQUIM, C. C. **Queimada na colheita de cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 77. São Paulo: Campinas, ISSN 0103-78110, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/878010?mode=full>>. Acesso em: 03 de março de 2023.
- ROSA, E. J.; JOSÉ, J. F.; SALVESTRO, A. C.; GAVA, R. Perdas visíveis de cana-de-açúcar em colheita mecanizada. **Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar**, 2009.
- SAES, M. S. M.; SILVEIRA, R. L. F. Novas formas de organização das cadeias agrícolas brasileiras: tendências recentes. **Estud. Soc. Agric**, v. 22, n. 2, p. 386–407, 2014.
- SALES A., LIMA S. A. Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement. **Waste Management**, v. 30, n. 6, p. 1114–1122, 2010.
- SANTOS, D. H., TIRITAN, C. S., FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B. Produtividade de Cana-de-Açúcar sob Adubação com Torta de Filtro Enriquecida com Fosfato Solúvel. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 40, n. 4, p. 454–461, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.5216/pat.v40i4.7272>>. Acesso em: 6 de abril de 2023.
- SANTOS, M. C.; ALBUQUERQUE, A. A.; SOLETTI, J. I.; MARGARETI, S.; MENEGHETTI, P. Principais Tecnologias para Produção de Etanol Anidro no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 13, p. 1228–1240, 2021.
- SCHNEIDER, C. F. SCHULZ, D. G.; LIMA, P. R.; JÚNIOR, A. C. G. Formas de Gestão e Aplicação de Resíduos da Cana-de-Açúcar Visando Redução de Impactos Ambientais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 8–17, 2012.
- SILVA, J. A. N.; CONRAD, V. A.; SILVA, M. M. S.; AMADORI, A. H. Efeitos De Palhico Sobre Atributos Físicos Do Solo Na Cultura Da Cana-De-Açúcar. **Revista Magsul de Agronomia**, 2022.
- SILVA, J. de S.; MORELI, A. P.; SOARES, S. F.; DONZELES, S. M.; VITOR, D. G. Produção de Café Cereja Descascado – Equipamentos e Custo de Processamento. In: Comunicado Técnico 4, ISSN 2179-7757, Brasília, DF, setembro, 2013. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/comunicadotecnico/comunicado_tecnico_04.pdf>. Acesso em: 02 de abril de 2023.
- SILVA, L. A. S. DA; OLIVEIRA, V. C. DE; MENDES, F. B. Principais aplicações dos resíduos da laranja e sua importância industrial. **Revista Artigos. Com**, v. 22, 2020.
- SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 108–114, 2007.
- SILVA, M. F. D. O.; PEREIRA, F. S.; MARTINS, J. V. B. A bioeconomia brasileira em números. **Bioeconomia | BNDES Setorial**, v. 47, p. 277–332, 2018.
- SILVIA, A. S. M. O Suco de Laranja Brasileiro no Mercado Global. **Análise Conjuntural**, v. 38, p. 11–12, 2016.
- SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesq. agropec. bras**, v. 40, n. 3, p. 271–278, 2005.
- SUZUKI, L. L. **Análise técnico-econômica e ambiental de processos de valorização do resíduo da indústria de suco de laranja**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Química) —São Paulo: Universidade de São Paulo, 2019.

- TEIXEIRA, E. S. **Um estudo sobre modelos matemáticos de otimização para atividades da cadeia de produção da cana-de-açúcar**. Dissertação de Mestrado em Matemática. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2019.
- THE WHITE HOUSE. National bioeconomy blueprint, April 2012. **Industrial Biotechnology**, v. 8, n. 3, p. 97–102, 2012.
- TORRES-VALENZUELA, L. S., SERNA-JIMÉNEZ, J. A.; MARTÍNEZ, K. Coffee By-Products: Nowadays and Perspectives In: CASTANHEIRA, D. T. Coffee - Production and Research, IntechOpen, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.89508>. Acesso em: 14 de maio de 2023.
- UKHUREBOR, K. E.; ATHAR; H., ADETUNJI; C. O.; AIGBE, U. O.; ONYANCHA, R. B.; ABIFARIN, O. Environmental implications of petroleum spillages in the Niger Delta region of Nigeria: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 293, p. 112872, 2021.
- UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA - UNICA. Safra 2022/2023: Acompanhamento quinzenal da safra na região centro-sul: Posição até 01/01/2023. **Observatório da Cana**, UNICA, v. 1, 2023a.
- UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA -UNICA. Bioeletricidade em números. **Observatório da Cana**, UNICA, v. 1, 2023b.
- UNIDADE DE INTELIGÊNCIA COMERCIAL – UIC. Guia do Exportado Fluminense. Lemos Mídia, 2020.
- VEGRO, C. L. R.; CONDÉ DE CARVALHO, F. Disponibilidade e Utilização de Resíduos Gerados no Processamento Agroindustrial do Café. **Inf. Econ.**, v. 24, n. 1, p. 9–16, 1994.
- VOLSI, B.; TELLES, T. S.; CALDARELLI, C. E.; CAMARA, M. R. G. The dynamics of coffee production in Brazil. **PLOS ONE**, v. 14, n. 7, 1 jul. 2019.
- ZANI, C. F.; BARNEZE, A. F.; ROBERTSON, A. D.; KEITH, A. M.; CERRI, C. E. P.; MCNAMARA, N. P.; CERRI, C. C. Vinasse application and cessation of burning in sugarcane management can have a positive impact on soil carbon stocks. **PeerJ**, n. 8, 2018.

**ANEXO A - CULTURAS PRODUZIDAS NO RIO DE JANEIRO COM BASE NO
NÚMERO DE PRODUTORES, VOLUME DE PRODUÇÃO E FATURAMENTO
BRUTO (2020)**

Culturas	Nº de Produtores	Produção Colhida (t)	Faturamento Bruto (R\$)
Total do Estado	50.429	4.607.098,60	2.160.851.063,80
Cana-de-Açúcar	2.726	3.118.234,00	246.388.160,00
Abacaxi	935	195.037,15	226.546.920,00
Aipim	4.338	130.647,31	146.886.718,30
Tomate	2.383	111.775,92	218.366.520,20
Chuchu	1.487	103.005,21	47.212.464,00
Alface	2.434	102.951,17	95.394.547,40
Mandioca	643	82.482,75	27.146.077,50
Laranja	931	66.375,64	86.593.089,00
Cana Forrageira	607	45.176,50	5.999.110,00
Milho Forrageiro	196	40.573,50	10.334.380,00
Banana Prata	1.514	35.885,67	53.774.953,40
Coco Verde	632	35.174,30	32.326.066,40
Couve	1.168	34.701,74	77.507.333,70
Tangerina Poncã	668	33.211,72	29.403.738,00
Couve-Flor	1.539	28.888,21	42.161.090,50
Banana Nanica	1.100	28.846,42	45.073.403,80
Repolho	1.028	26.628,01	21.199.931,80
Pepino	993	25.611,17	24.252.415,20
Pimentão	1.603	25.233,66	41.161.200,80
Limão	450	23.430,26	37.210.019,80
Brócolis	1.263	22.386,62	47.636.074,50
Goiaba	394	22.188,40	39.783.682,50
Jiló	1.647	22.003,17	34.125.686,00
Café	2.503	20.815,84	133.730.143,00
Berinjela	1.136	18.061,50	20.144.686,70
Quiabo	2.077	18.016,03	40.625.461,80
Milho Verde	843	16.494,19	18.623.213,90
Banana	998	15.395,97	30.303.399,10
Cana-Cachaça	42	12.728,00	5.088.390,00
Abobrinha	1.076	10.987,39	11.346.497,50
Inhame	679	10.820,90	18.149.288,50
Cana Caldo	222	10.631,90	7.414.497,50
Caqui	316	10.431,15	10.065.990,00
Vagem	1.077	10.196,01	17.627.839,70
Abóbora	528	8.531,88	9.995.067,90
Batata Doce	743	8.494,91	11.237.324,50
Espinafre	356	7.506,04	7.172.377,50
Cebolinha	562	7.488,29	18.692.974,90
Salsa	470	7.315,36	17.892.480,40
Maracujá	476	5.445,86	11.976.414,30

Milho	624	4.770,38	5.725.770,90
Alface - Cult. Protg	151	4.735,66	6.570.274,40
Agrião	233	3.832,01	8.012.927,50
Coentro	620	3.619,19	16.296.900,80
Chicória	296	3.465,86	3.553.664,20
Tangerina	67	2.914,30	5.139.870,00
Manga	173	2.506,18	2.481.600,90
Cenoura	254	2.081,25	2.902.795,00
Melancia	18	2.003,50	673.150,00
Beterraba	152	1.800,96	2.492.437,40
Tomate Cereja	83	1.584,50	7.462.090,00
Palmito	293	1.577,95	21.801.587,50
Maxixe	381	1.416,70	1.603.800,00
Rúcula - Cult. Protg	46	1.402,40	5.003.720,00
Feijão Mauá	327	1.186,75	3.330.095,00
Feijão	928	1.059,49	4.592.350,00
Ervilha	258	1.023,26	6.416.233,00
Bertalha	54	982,5	1.858.000,00
Morango	52	886,1	9.113.020,00
Tomate - Cult. Protg	34	862,98	4.768.510,00
Alho Porró	82	612,9	1.385.043,00
Rúcula	113	557,5	1.411.060,00
Vagem Francesa	37	340,3	2.236.300,00
Batata	31	305,9	663.320,00
Abacate	73	283,69	435.010,00
Pimenta	57	220,39	2.269.860,00
Mamão	15	187	449.670,00
Cará	13	184	516.000,00
Uva	15	177,41	1.295.377,20
Louro	45	152,57	741.780,00
Nabo	11	137,5	411.875,00
Arroz	35	93	562.500,00
Lichia	4	82,4	504.000,00
Pimentão - Cult. Protg	6	63,1	176.172,00
Graviola	5	61,5	359.500,00
Feijão Guandu	44	41,8	570.900,00
Acerola	7	29,1	74.120,00
Urucum	2	15	22.500,00
Pimenta do Reino	2	10,8	233.400,00
Pinha	1	10,2	85.200,00
Figo	2	4,35	58.250,00
Caju	1	4	8.380,00
Pêssego	1	2,55	12.420,00

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da EMATER-RIO (2020).

ANEXO B - SUBCLASSES CNAES DE INTERESSE PARA O BANCO DE DADOS DE EMPRESAS

CNAE	Descrição
1012101	Abate de aves
1012102	Abate de pequenos animais
6434400	Agências de fomento
6911703	Agente de propriedade industrial
159801	Apicultura
161099	Atividades de apoio à agricultura não especificadas anteriormente
322107	Atividades de apoio à aquicultura em água doce
321305	Atividades de apoio à aquicultura em água salgada e salobra
162899	Atividades de apoio à pecuária não especificadas anteriormente
312404	Atividades de apoio à pesca em água doce
311604	Atividades de apoio à pesca em água salgada
230600	Atividades de apoio à produção florestal
163600	Atividades de pós-colheita
3702900	Atividades relacionadas a esgoto, exceto a gestão de redes
6433600	Bancos de desenvolvimento
1061901	Beneficiamento de arroz
1081301	Beneficiamento de café
500302	Beneficiamento de carvão mineral
220903	Coleta de castanha-do-pará em florestas nativas
220904	Coleta de látex em florestas nativas
312403	Coleta de outros produtos aquáticos de água doce
311603	Coleta de outros produtos marinhos
220905	Coleta de palmito em florestas nativas
220999	Coleta de produtos não madeireiros não especificados anteriormente em florestas nativas
3811400	Coleta de resíduos não perigosos
152103	Criação de asininos e muares
155504	Criação de aves, exceto galináceos
159804	Criação de bicho-da-seda
151201	Criação de bovinos para corte
151202	Criação de bovinos para leite
151203	Criação de bovinos, exceto para corte e leite
152101	Criação de bufalinos
322102	Criação de camarões em água doce
321302	Criação de camarões em água salgada e salobra
153901	Criação de caprinos
152102	Criação de equinos
159803	Criação de escargô
155501	Criação de frangos para corte
322106	Criação de jacaré
322103	Criação de ostras e mexilhões em água doce

321303	Criação de ostras e mexilhões em água salgada e salobra
159899	Criação de outros animais não especificados anteriormente
155503	Criação de outros galináceos, exceto para corte
153902	Criação de ovinos, inclusive para produção de lã
322101	Criação de peixes em água doce
321301	Criação de peixes em água salgada e salobra
322104	Criação de peixes ornamentais em água doce
321304	Criação de peixes ornamentais em água salgada e salobra
154700	Criação de suínos
119901	Cultivo de abacaxi
210102	Cultivo de acácia-negra
133401	Cultivo de açaí
112101	Cultivo de algodão herbáceo
119902	Cultivo de alho
116401	Cultivo de amendoim
111301	Cultivo de arroz
133402	Cultivo de banana
119903	Cultivo de batata-inglesa
135100	Cultivo de cacau
134200	Cultivo de café
133403	Cultivo de caju
113000	Cultivo de cana-de-açúcar
1082100	Fabricação de produtos à base de café
119904	Cultivo de cebola
139301	Cultivo de chá-da-índia
133404	Cultivo de cítricos, exceto laranja
133405	Cultivo de coco-da-baía
139305	Cultivo de dendê
139302	Cultivo de erva-mate
210105	Cultivo de espécies madeiras, exceto eucalipto, acácia-negra, pinus e teca
210101	Cultivo de eucalipto
119905	Cultivo de feijão
122900	Cultivo de flores e plantas ornamentais
133499	Cultivo de frutas de lavoura permanente não especificadas anteriormente
114800	Cultivo de fumo
116402	Cultivo de girassol
133406	Cultivo de guaraná
112102	Cultivo de juta
131800	Cultivo de laranja
133407	Cultivo de maçã
133408	Cultivo de mamão
116403	Cultivo de mamona
119906	Cultivo de mandioca
133410	Cultivo de manga
133409	Cultivo de maracujá

119908	Cultivo de melancia
119907	Cultivo de melão
111302	Cultivo de milho
121102	Cultivo de morango
112199	Cultivo de outras fibras de lavoura temporária não especificadas anteriormente
116499	Cultivo de outras oleaginosas de lavoura temporária não especificadas anteriormente
139399	Cultivo de outras plantas de lavoura permanente não especificadas anteriormente
119999	Cultivo de outras plantas de lavoura temporária não especificadas anteriormente
111399	Cultivo de outros cereais não especificados anteriormente
133411	Cultivo de pêssego
139303	Cultivo de pimenta-do-reino
210103	Cultivo de pinus
139304	Cultivo de plantas para condimento, exceto pimenta-do-reino
139306	Cultivo de seringueira
115600	Cultivo de soja
210104	Cultivo de teca
119909	Cultivo de tomate rasteiro
111303	Cultivo de trigo
132600	Cultivo de uva
322199	Cultivos e semicultivos da aquicultura em água doce não especificados anteriormente
321399	Cultivos e semicultivos da aquicultura em água salgada e salobra não especificados anteriormente
3900500	Descontaminação e outros serviços de gestão de resíduos
3520402	Distribuição de combustíveis gasosos por redes urbanas
8541400	Educação profissional de nível técnico
8542200	Educação profissional de nível tecnológico
8531700	Educação superior – graduação
8532500	Educação superior – graduação e pós-graduação
8533300	Educação superior – pós-graduação e extensão
220901	Extração de madeira em florestas nativas
210107	Extração de madeira em florestas plantadas
891600	Extração de minerais para fabricação de adubos, fertilizantes e outros produtos químicos
1072401	Fabricação de açúcar de cana refinado
1072402	Fabricação de açúcar de cereais (dextrose) e de beterraba
1071600	Fabricação de açúcar em bruto
2091600	Fabricação de adesivos e selantes
2093200	Fabricação de aditivos de uso industrial
1099606	Fabricação de adoçantes naturais e artificiais
2013400	Fabricação de adubos e fertilizantes
2013401	Fabricação de adubos e fertilizantes organominerais
1111901	Fabricação de aguardente de cana-de-açúcar
1931400	Fabricação de álcool
1099607	Fabricação de alimentos dietéticos e complementos alimentares
1096100	Fabricação de alimentos e pratos prontos
1066000	Fabricação de alimentos para animais
1065101	Fabricação de amidos e féculas de vegetais

1353700	Fabricação de artefatos de cordoaria
2229399	Fabricação de artefatos de material plástico para outros usos não especificados anteriormente
2229303	Fabricação de artefatos de material plástico para uso na construção, exceto tubos e acessórios
2229301	Fabricação de artefatos de material plástico para uso pessoal e doméstico
2229302	Fabricação de artefatos de material plástico para usos industriais
1623400	Fabricação de artefatos de tanoaria e de embalagens de madeira
1629302	Fabricação de artefatos diversos de cortiça, bambu, palha, vime e outros materiais trançados, exceto móveis
1629301	Fabricação de artefatos diversos de madeira, exceto móveis
1351100	Fabricação de artefatos têxteis para uso doméstico
1122404	Fabricação de bebidas isotônicas
1932200	Fabricação de biocombustíveis, exceto álcool
1092900	Fabricação de biscoitos e bolachas
1722200	Fabricação de cartolina e papel cartão
1622601	Fabricação de casas de madeira pré-fabricadas
2094100	Fabricação de catalisadores
1710900	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel
1113502	Fabricação de cervejas e chopes
1122402	Fabricação de chá mate e outros chás prontos para consumo
1733800	Fabricação de chapas e de embalagens de papelão ondulado
2099101	Fabricação de chapas, filmes, papéis e outros materiais e produtos químicos para fotografia
1220402	Fabricação de cigarilhas e charutos
1220401	Fabricação de cigarros
2011800	Fabricação de cloro e álcalis
1031700	Fabricação de conservas de frutas
1032599	Fabricação de conservas de legumes e outros vegetais, exceto palmito
1032501	Fabricação de conservas de palmito
1020102	Fabricação de conservas de peixes, crustáceos e moluscos
2051700	Fabricação de defensivos agrícolas
2052500	Fabricação de desinfestantes domissanitários
2033900	Fabricação de elastômeros
1095300	Fabricação de especiarias, molhos, temperos e condimentos
1063500	Fabricação de farinha de mandioca e derivados
1064300	Fabricação de farinha de milho e derivados, exceto óleos de milho
1099603	Fabricação de fermentos e leveduras
1220403	Fabricação de filtros para cigarros
1093702	Fabricação de frutas cristalizadas, balas e semelhantes
2014200	Fabricação de gases industriais
2073800	Fabricação de impermeabilizantes, solventes e produtos afins
2012600	Fabricação de intermediários para fertilizantes
2022300	Fabricação de intermediários para plastificantes, resinas e fibras
2221800	Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico
1052000	Fabricação de laticínios
1621800	Fabricação de madeira laminada e de chapas de madeira compensada, prensada e aglomerada
1113501	Fabricação de malte, inclusive malte uísque

1043100	Fabricação de margarina e outras gorduras vegetais e de óleos não comestíveis de animais
1094500	Fabricação de massas alimentícias
1065102	Fabricação de óleo de milho em bruto
1065103	Fabricação de óleo de milho refinado
1041400	Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho
1042200	Fabricação de óleos vegetais refinados, exceto óleo de milho
1111902	Fabricação de outras aguardentes e bebidas destiladas
1122499	Fabricação de outras bebidas não alcoólicas não especificadas anteriormente
1099699	Fabricação de outros produtos alimentícios não especificados anteriormente
1220499	Fabricação de outros produtos do fumo, exceto cigarros, cigarrilhas e charutos
2099199	Fabricação de outros produtos químicos não especificados anteriormente
1721400	Fabricação de papel
1082100	Fabricação de produtos à base de café
1013901	Fabricação de produtos de carne
1091102	Fabricação de produtos de padaria e confeitaria com predominância de produção própria
1091100	Fabricação de produtos de panificação
1091101	Fabricação de produtos de panificação industrial
1742799	Fabricação de produtos de papel para uso doméstico e higiênico-sanitário não especificados anteriormente
1741902	Fabricação de produtos de papel, cartolina, papel cartão e papelão ondulado para uso comercial e de escritório, exceto formulário contínuo
1749400	Fabricação de produtos de pastas celulósicas, papel, cartolina, papel cartão e papelão ondulado não especificados anteriormente
1093701	Fabricação de produtos derivados do cacau e de chocolates
1061902	Fabricação de produtos do arroz
1099605	Fabricação de produtos para infusão (chá, mate etc.)
2029100	Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente
1122403	Fabricação de refrescos, xaropes e pós para refrescos, exceto refrescos de frutas
1122401	Fabricação de refrigerantes
2032100	Fabricação de resinas termofixas
2031200	Fabricação de resinas termoplásticas
1053800	Fabricação de sorvetes e outros gelados comestíveis
1033301	Fabricação de sucos concentrados de frutas, hortaliças e legumes
1033302	Fabricação de sucos de frutas, hortaliças e legumes, exceto concentrados
2223400	Fabricação de tubos e acessórios de material plástico para uso na construção
1099601	Fabricação de vinagres
1112700	Fabricação de vinho
1922501	Formulação de combustíveis
1011201	Frigorífico – abate de bovinos
1011204	Frigorífico – abate de bufalinos
1011202	Frigorífico – abate de equinos
1011203	Frigorífico – abate de ovinos e caprinos
1012103	Frigorífico — abate de suínos
3511500	Geração de energia elétrica
3511501	Geração de energia elétrica
121101	Horticultura, exceto morango

1011205	Matadouro – abate de reses sob contrato – exceto abate de suínos
1012104	Matadouro – abate de suínos sob contrato
1062700	Moagem de trigo e fabricação de derivados
1069400	Moagem e fabricação de produtos de origem vegetal não especificados anteriormente
4722902	Peixaria
312402	Pesca de crustáceos e moluscos em água doce
311602	Pesca de crustáceos e moluscos em água salgada
312401	Pesca de peixes em água doce
311601	Pesca de peixes em água salgada
7210000	Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais
1013902	Preparação de subprodutos do abate
1051100	Preparação do leite
1311100	Preparação e fiação de fibras de algodão
1312000	Preparação e fiação de fibras têxteis naturais, exceto algodão
1020101	Preservação de peixes, crustáceos e moluscos
1210700	Processamento industrial do fumo
220902	Produção de carvão vegetal – florestas nativas
210108	Produção de carvão vegetal – florestas plantadas
210109	Produção de casca de acácia-negra – florestas plantadas
3520401	Produção de gás; processamento de gás natural
142300	Produção de mudas e outras formas de propagação vegetal, certificadas
155505	Produção de ovos
155502	Produção de pintos de um dia
210199	Produção de produtos não madeireiros não especificados anteriormente em florestas plantadas
141502	Produção de sementes certificadas de forrageiras para formação de pasto
141501	Produção de sementes certificadas, exceto de forrageiras para pasto
3530100	Produção e distribuição de vapor, água quente e ar-condicionado
322105	Ranicultura
3832700	Recuperação de materiais plásticos
1922502	Rerrefino de óleos lubrificantes
1610201	Serrarias com desdobramento de madeira
1610203	Serrarias com desdobramento de madeira em bruto
1610202	Serrarias sem desdobramento de madeira
1610204	Serrarias sem desdobramento de madeira em bruto –Resserragem
162801	Serviço de inseminação artificial em animais
162803	Serviço de manejo de animais
161002	Serviço de poda de árvores para lavouras
161003	Serviço de preparação de terreno, cultivo e colheita
161001	Serviço de pulverização e controle de pragas agrícolas
162802	Serviço de tosquiamento de ovinos
1610205	Serviço de tratamento de madeira realizado sob contrato
7490103	Serviços de agronomia e de consultoria às atividades agrícolas e pecuárias
8640214	Serviços de bancos de células e tecidos humanos
7112000	Serviços de engenharia
8630506	Serviços de vacinação e imunização humana

1321900	Tecelagem de fios de algodão
1323500	Tecelagem de fios de fibras artificiais e sintéticas
1322700	Tecelagem de fios de fibras têxteis naturais, exceto algodão
1081302	Torrefação e moagem de café
3821100	Tratamento e disposição de resíduos não perigosos
3839401	Usinas de compostagem
1412601	Confeção de peças de vestuário, exceto roupas íntimas e as confeccionadas sob medida
1411801	Confeção de roupas íntimas
1413401	Confeção de roupas profissionais, exceto sob medida
1412602	Confeção, sob medida, de peças do vestuário, exceto roupas íntimas
1413402	Confeção, sob medida, de roupas profissionais
1510600	Curtimento e outras preparações de couro
2013402	Fabricação de adubos e fertilizantes, exceto organominerais
2219600	Fabricação de artefatos de borracha não especificados anteriormente
1529700	Fabricação de artefatos de couro não especificados anteriormente
1352900	Fabricação de artefatos de tapeçaria
3250708	Fabricação de artefatos de tecido não tecido para uso odonto-médico-hospitalar
1422300	Fabricação de artigos do vestuário, produzidos em malharias e tricotagens, exceto meias
3299005	Fabricação de aviamentos para costura
2063100	Fabricação de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
1732000	Fabricação de embalagens de cartolina e papel cartão
2222600	Fabricação de embalagens de material plástico
1731100	Fabricação de embalagens de papel
2121101	Fabricação de medicamentos alopáticos para uso humano
2121103	Fabricação de medicamentos fitoterápicos para uso humano
2122000	Fabricação de medicamentos para uso veterinário
3101200	Fabricação de móveis com predominância de madeira
2019399	Fabricação de outros produtos químicos inorgânicos não especificados anteriormente
1359600	Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente
1099602	Fabricação de pós-alimentícios
2123800	Fabricação de preparações farmacêuticas
2062200	Fabricação de produtos de limpeza e polimento
2110600	Fabricação de produtos farmoquímicos
2061400	Fabricação de sabões e detergentes sintéticos
1330800	Fabricação de tecidos de malha
1354500	Fabricação de tecidos especiais, inclusive artefatos
3250705	Fabricação de materiais para medicina e odontologia
3250701	Fabricação de instrumentos não-eletrônicos e utensílios para uso médico, cirúrgico, odontológico e de laboratório

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da Receita Federal (2022).