



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Instituto de Química

Maria Julia Siqueira Ferreira dos Santos

**Elaboração do Mapa Tecnológico (*Technology Roadmap*) para
reutilização da borra de café com ênfase na indústria dos
biocombustíveis, fármacos e cosméticos**

Rio de Janeiro
2023

Maria Julia Siqueira Ferreira dos Santos

Elaboração do Mapa Tecnológico (*Technology Roadmap*) para reutilização da borra de café com ênfase na indústria dos biocombustíveis, fármacos e cosméticos

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, da Universidade do estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Processos químicos petróleo e meio ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gaya de Figueiredo

Rio de Janeiro
2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/Q

S237 Santos, Maria Julia Siqueira Ferreira dos.

Elaboração do Mapa Tecnológico (*Technology Roadmap*) para reutilização da borra de café com ênfase na indústria dos biocombustíveis, fármacos e cosméticos. – 2023.

111 f.

Orientador (a): Marco Antonio Gaya de Figueiredo

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Química.

1. Gestão de resíduos – Teses. 2. Mapa tecnológico – Teses. 3. Borra de café – Teses. 4. Agronegócios – Teses. I. Figueiredo, Marco Antonio Gaya de. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Química. III. Título.

CDU 504.06

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.



05/12/2023

Assinatura

Data

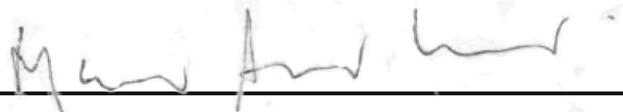
Maria Julia Siqueira Ferreira dos Santos

Elaboração do Mapa Tecnológico (*Technology Roadmap*) para reutilização da borra de café com ênfase na indústria dos biocombustíveis, fármacos e cosméticos

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Processos químicos petróleo e meio ambiente.

Aprovada em: 12 de julho de 2023

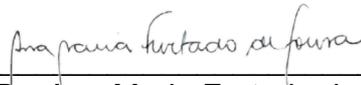
Banca examinadora:



Prof. Dr. Marco Antonio Gaya de Figueiredo (Orientador)
Instituto de Química – IQ/UERJ

Documento assinado digitalmente
gov.br ANDRE LUIS ALBERTON
Data: 04/12/2023 12:00:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. André Luis Albertron
Instituto de Química – IQ/UERJ



Profa. Dr. Ana Maria Furtado de Sousa
Instituto de Química – IQ/UERJ



Dr. Fábio Leal Mendes
Petrobrás

Rio de Janeiro
2023

DEDICATÓRIA

Em memória do meu avô Adail Alves dos Santos que como engenheiro químico de sucesso me guiou até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Universidade do Estado do Rio de Janeiro e aos professores do Instituto de Química que fizeram parte do meu processo de formação no mestrado e marcaram parte da minha história.

Um agradecimento especial ao meu orientador Dr. Marco Antonio Gaya Figueiredo por todo apoio, orientação e paciência ao longo desses dois anos de trabalhos juntos.

Gostaria também a Fundação Carlos Chagas Filho de amparo à pesquisa do estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) por incentivar e fomentar a pesquisa.

Agradeço também a minha mãe Aurora Cristina e ao meu padrasto Artini Teles, pelo apoio dado ao longo desses últimos dois anos e por tudo que fizeram para que eu pudesse concluir mais essa etapa. Agradeço também aos meus irmãos por estarem sempre ao meu lado.

Além disso, gostaria de agradecer também ao meu noivo, Lucas Chagas, por me apoiar e incentivar ao longo de toda essa trajetória.

Por último, gostaria de agradecer a Deus por ter me dado saúde e força para que eu superasse todas as dificuldades e pudesse estar aqui hoje.

Maria Julia Siqueira Ferreira dos Santos

Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.

Antoine-Laurent de Lavoisier

RESUMO

SANTOS, M.J.S.F. *Elaboração do Mapa Tecnológico (Technology Roadmap) para reutilização da borra de café com ênfase na indústria dos biocombustíveis, fármacos e cosméticos*. 2023. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Indústrias produzem uma grande quantidade anual de resíduos que muitas das vezes não possuem nenhuma valorização. Tendo em vista que esses resíduos possuem grandes potenciais de reaproveitamento faz-se necessário um estudo a cerca disso. Estratégias de gestão de resíduos funcionam para além de valorizar um subproduto como diminuir a carga de poluente resultante da atividade agroindustrial. A substituição por tecnologias denominadas “tecnologias limpas” e o reaproveitamento dos resíduos passa a agregar um valor econômico para os produtos, subprodutos e resíduos dos processos produtivos, reduzindo os impactos ambientais, estimulando a não formação de resíduo, a reciclagem e evitando o acúmulo de passivos ambientais. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é estudar a tendência no desenvolvimento tecnológico sobre a utilização da borra de café através do *technology roadmapping* (TRM) buscado identificar a aplicação ao longo do tempo. Para a realização do trabalho foi utilizado o método TRM através de uma abordagem estratégica a curto, médio e longo prazo com o intuito de compreender a evolução tecnológica de um produto ou processo. Foram realizadas buscas de patentes, pedidos de patentes e artigos em base de dados como *Scopus*, *Science Direct*, *Espacenet*, *Patenscope* e *INPI* onde foram analisados 882 patentes concedidas e solicitadas e 391 artigos. Após a análise foi considerado relevante 17 patentes solicitadas, 6 patentes concedidas e 78 artigos. As informações encontradas foram dispostas em um mapa tecnológico e classificadas em curto (patentes concedidas), médio (patentes solicitadas), longo prazo (artigos) em um determinado período de tempo e classificadas conforme uma taxonomia previamente definida. Através das pesquisas e confecção dos mapas foi possível identificar uma empresa denominada Bio-Bean que possui patentes solicitadas, mas que já atua no mercado dos biocombustíveis feitos através da borra. Além disso, percebe-se que grande parte dos artigos são oriundos de universidades. Por fim, conclui-se que de uma maneira geral, existe uma tendência no uso da borra de café quando comparado ao uso dos outros resíduos da indústria do café, além de uma tendência quanto ao uso de processos químicos e produção biodiesel quando se trata da taxonomia de produto. Observou-se também que não existem dados muitos expressivos sobre fármacos e cosméticos.

Palavras-chave: borra de café; biocombustível; cosméticos; fármacos.

ABSTRACT

SANTOS, M.J.S.F. *Preparation of the Technological Roadmap for the reuse of coffee grounds with emphasis on the biofuels, pharmaceuticals and cosmetics industry. 2023.* 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Industries produce a large amount of annual waste that often has no recovery. Considering that these residues have great potential for reuse, a study about this is necessary. Waste management strategies go beyond protecting a byproduct by reducing the pollutant load resulting from agro-industrial activity. The replacement by technologies called "clean technologies" and the reuse of waste start to add economic value to products, by-products, and waste from production processes, generating environmental effects, encouraging the non-formation of waste, recycling, and avoiding the accumulation of environmental liabilities. Therefore, the objective of this work is to study the trend in the development of technology in the use of coffee grounds through technology roadmapping (TRM) in order to identify the application over time. To carry out the work, the TRM method was used through a short-, medium-, and long-term strategic approach in order to understand the technological evolution of a product or process. Searches were carried out for patents, patent applications, and articles in databases such as Scopus, Science Direct, Espacenet, Patenscope, and INPI, where 882 granted and requested patents and 391 articles were analyzed. After the analysis, 17 requested patents, 6 granted patents, and 78 articles were considered relevant. The information found was available on a technological map and classified into short-term (granted patents), medium-term (patents applied for), and long-term (articles) in a given period of time according to a previously defined taxonomy. Through the research and making of the maps, it was possible to identify a company called Bio-Bean that has requested patents but already operates in the market for biofuels made from sludge. In addition, it is clear that most of the articles originate from universities. Finally, it is concluded that, in general, there is a trend towards the use of coffee grounds when compared to the use of other residues from the coffee industry, in addition to a trend towards the use of chemical processes and biodiesel production when it comes to the product taxonomy. Also note that there is not much expressive data on drugs and cosmetics.

Keywords: coffee grounds; biofuel; cosmetics; pharmaceuticals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição e produção brasileira de café em 2015.....	21
Figura 2 - Produção total de café no Brasil em mil sacas	22
Figura 3 - Evolução do consumo interno de café no Brasil.....	23
Figura 4 - Borra de café	24
Figura 5 - Decomposição anaeróbia da borra de café em aterro sanitário	25
Figura 6 - Quantidade de documento publicado por ano sobre a borra de café.....	25
Figura 7 - Quantidade de documentos publicados por ano com ênfase em biocombustíveis.....	27
Figura 8 - Produção de biodiesel a partir da borra de café	28
Figura 9 - Integração das perspectivas e as perguntas sobre a evolução da organização ao longo do tempo	31
Figura 10 - Evolução temporal do <i>roadmap</i>	32
Figura 11 - Documentos por área de estudo.....	33
Figura 12 - Exemplos de camadas e linhas de tempo para aplicação do roadmap..	34
Figura 13 - Arquitetura do roadmap	34
Figura 14 – Taxonomias.....	38
Figura 15 - Relação quantidade de patentes versus ano.....	41
Figura 16 – Quantidade de patentes concedidas por produto	42
Figura 17 - Fluxograma retirado da patente.....	43
Figura 18 - Relação quantidade de pedido de patente de biocombustível por ano ..	45
Figura 19 - País de origem dos pedidos de patente versus quantidade	45
Figura 20 - Quantidade de pedidos de patente por produto	47
Figura 21 - Número de artigos por ano em relação a borra de café	48
Figura 22 - Quantidade de artigo encontrado por ano	49
Figura 23 - Número de publicações por país	49
Figura 24 - Percentual de artigos por produto.....	50
Figura 25 - Quantidade de artigos por produto	51
Figura 26 - Quantidade de documento sobre as tecnologias.....	52
Figura 27 - Exemplo das linhas guia	54
Figura 28 - Taxonomia mercado	55
Figura 29 - Taxonomia produto	55

Figura 30 - Taxonomia tecnologia.....	56
Figura 31 - Roadmap curto prazo	58
Figura 32 - Roadmap médio prazo (parte 1)	62
Figura 33 - Roadmap médio prazo (parte 2)	63
Figura 34 - Roadmap longo prazo (parte 1)	66
Figura 35 - Roadmap longo prazo (parte 2)	67
Figura 36 - Roadmap longo prazo (parte 3)	68
Figura 37 - Roadmap longo prazo (parte 4)	69
Figura 39 - Roadmap longo prazo (parte 5)	70
Figura 39 - Roadmap longo prazo (parte 6)	71
Figura 40 - Roadmap longo prazo (parte 7)	72

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 OBJETIVOS	18
1.1 Objetivo Geral	18
1.2 Objetivos específicos	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 O café	19
2.1.1 <u>A origem do café</u>	19
2.1.2 <u>O café no Brasil</u>	19
2.1.3 <u>Produção de café no Brasil</u>	21
2.1.4 <u>Consumo de café no Brasil</u>	22
2.2 A borra de café	23
2.2.1 <u>Alternativas aplicadas para a destinação da borra de café</u>	24
2.2.1.1 Compostagem e fertilizantes	25
2.2.1.2 Ração animal	26
2.2.1.3 Biocombustíveis	26
2.2.1.4 Indústria alimentícia	28
2.2.1.5 Indústria cosmética e farmacêutica	29
2.3 Mapa tecnológico	29
2.4 Evolução do uso do <i>Roadmap</i>	31
2.5 Estrutura e arquitetura do <i>Roadmap</i>	33
3 METODOLOGIA	35
3.1 Metodologia de aplicação do <i>roadmapping</i>	35
3.2 Metodologia do trabalho	36
3.2.1 <u>Etapa pré-prospectiva</u>	36
3.2.2 <u>Etapa prospectiva</u>	37
3.2.3 <u>Etapa pós prospectiva</u>	38
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	39
4.1 Curto prazo – Patentes	39
4.1.1 <u>Seleção dos documentos</u>	39
4.1.2 <u>Análise macro</u>	40
4.1.3 <u>Análise meso</u>	41

4.1.4 <u>Análise micro</u>	42
4.2 Médio prazo – Pedidos de patentes	43
4.2.1 <u>Seleção dos documentos</u>	44
4.2.2 <u>Análise macro</u>	44
4.2.3 <u>Análise meso</u>	46
4.2.4 <u>Análise micro</u>	46
4.3 Longo prazo – Artigos	47
4.3.1 <u>Seleção dos documentos</u>	47
4.3.2 <u>Análise macro</u>	48
4.3.3 <u>Análise meso</u>	50
4.3.4 <u>Análise micro</u>	51
5 ELABORAÇÃO E ANÁLISE DO ROADMAP	53
5.1 Elaboração do <i>roadmap</i>	53
5.2 Análise do <i>roadmap</i>	56
5.2.1 <u>Curto prazo</u>	56
5.2.2 <u>Médio prazo</u>	59
5.2.3 <u>Longo prazo</u>	64
6 CONCLUSÕES	73
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE A – Documentos de patentes solicitadas e concedidas consultados referente ao tema da pesquisa	80
APÊNDICE B – Documentos de artigos científicos consultados referentes ao tema da pesquisa	84

INTRODUÇÃO

Conforme Rabbani *et al.* (2021, p.3), “o crescimento econômico, o crescimento populacional, a urbanização e a revolução tecnológica refletem em alterações no estilo de vida e nos modos de produção e consumo da população”. Deste modo, fica evidente a necessidade de novas ações que contribuam para o desenvolvimento sustentável.

Indústrias agroalimentares geram anualmente excesso de resíduos que muitas das vezes possuem mínima ou nenhuma valorização. Uma pequena parte é destinada à compostagem e a alimentação de animais. Tendo em vista que a grande maioria desses resíduos contêm importantes nutrientes que são gerados em larga escala, faz-se necessário o estudo e aplicação de alternativas a fim de minimizar o impacto gerado pelas indústrias (Bond; Morrison-Saunders, 2011). O reaproveitamento dos resíduos industriais como matérias-primas acrescenta um alto valor aos produtos gerados e conseqüentemente evita o descarte de uma enorme quantidade de resíduo que por sua vez geraria um expressivo impacto ambiental (Faria *et al.*, 2018).

Levando em consideração o potencial de produção e consumo do café no Brasil, estima-se que a produção de borra de café apresente um impacto ambiental significativo, tanto pela massa residual, quanto pela geração de líquidos a partir da decomposição. Estudos comprovam que a decomposição de resíduos orgânicos resulta em líquidos que podem comprometer o meio ambiente na totalidade (Franco *et al.* 2019). Segundo Faria *et al.* (2018), geram-se 480 kg de resíduo de café para cada tonelada do grão. A borra de café é rica em óleos graxos onde a maioria desses óleos é constituída por ácido palmítico e linoleico. Tendo em vista que o café é uma das bebidas mais consumidas no Brasil, que está presente diariamente na vida das pessoas e que possui um grande potencial de reaproveitamento, faz-se necessário buscar tecnologias para o seu descarte e reaproveitamento adequado (Faria *et al.*, 2018). Conforme estudo proposto por Marquet e Nichele (2020), somente 6% do café colhido é empregado na preparação da bebida. O restante como a polpa, casca, água de mucilagem e borra de café totalizam 94% dos resíduos. Além disso, compostos orgânicos e inorgânicos presentes podem causar

graves problemas ambientais. Esses fatos justificam os inúmeros estudos sobre o reaproveitamento dessa biomassa.

Conforme Campos-Veja *et al.* (2015), em função de suas características físico-químicas, a borra pode ser indicada para diferentes aplicações como na obtenção de eletricidade e biocombustíveis, por exemplo. Dentre as diversas opções de reaproveitamento da borra é importante analisar as que possuem características mais adequadas para uma melhor destinação e valorização dos recursos. As principais opções de reuso da borra de café são na compostagem, fertilização, ração animal, biocombustível, energia, indústria alimentícia, indústria cosmética e farmacêutica, biopolímeros e adsorventes (Shang, 2017). Diante do cenário, neste trabalho será analisado a curto médio e longo prazo a tendência na utilização da borra de café através do método de Roadmap por meio de patentes, pedidos de patentes e artigos, respectivamente.

1 OBJETIVOS

1.1. Objetivo geral

Estudar a tendência do desenvolvimento tecnológico sobre a utilização da borra de café através da ferramenta de tomada de decisão *technology roadmapping* (TRM) buscando identificar a aplicação ao longo do tempo. O trabalho envolveu os seguintes objetivos específicos

1.2. Objetivos específicos

I. Desenvolver o estudo da tendência tecnológica sobre a utilização da borra de café como insumo em diferentes processos/produtos, ao longo de um horizonte temporal dos últimos vinte e seis anos;

II. Desenvolver o estudo da tendencia tecnológica por meio de pesquisa bibliográfica sobre a utilização da borra de café como insumo em diferentes processos/produtos usando as bases de dados.

III. Avaliar a viabilidade e logística de implementação de biocombustíveis, fármacos e cosméticos feitos a partir da borra.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada uma breve contextualização sobre o café no Brasil passando pela origem, consumo e produção do grão. Será realizada também uma abordagem mais específica sobre a borra de café e o seu impacto no meio ambiente. Deste modo, será apresentado conceitos a fim de criar um embasamento teórico a respeito do reaproveitamento da borra de café.

2.1 O café

2.1.1 A origem do café

Conforme Durán *et al.* (2017), o café foi descoberto na Etiópia por volta de mil anos atrás e sua origem foi atribuída a um pastor chamado Kaldi. Conforme a lenda, o pastor observou que suas cabras se agitavam ao comer frutos amarelados ou avermelhados de um determinado arbusto que era o cafeeiro. Por curiosidade, o pastor provou a planta e comprovou seus efeitos revigorantes. Por muitos séculos a utilização do café restringiu-se apenas ao mundo mulçumano e a desde o século VI este passou a ser cultivado em monastérios islâmicos (Cecafé, 2022).

Segundo Cecafé (2022), no Brasil o café chegou em Belém no ano de 1727 trazido da Guiana Francesa a pedido do governador do estado do Maranhão e Grão Pará. O café espalhou-se rapidamente pelos outros estados e por quase um século o café foi a grande riqueza do nosso país. As divisas geradas pela economia cafeeira aceleraram o desenvolvimento do Brasil.

2.1.2 O café no Brasil

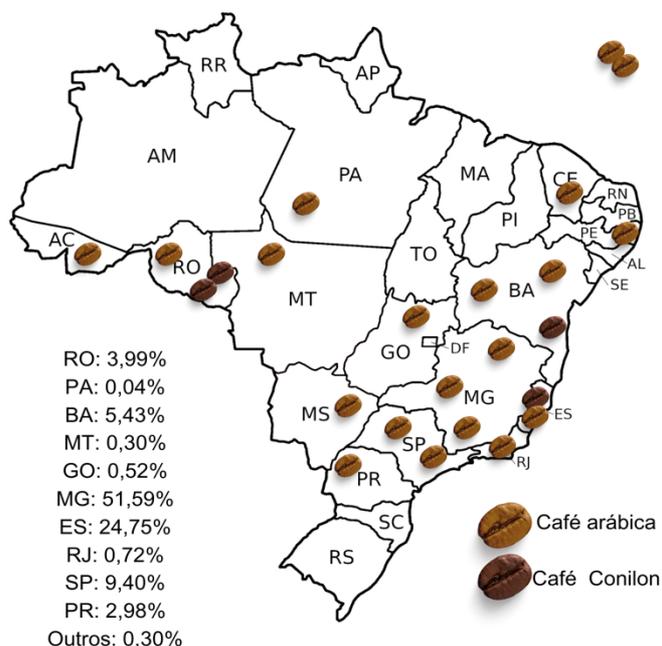
Tendo em vista a variedade de regiões onde há a produção do grão de café no país e a variedade de climas, relevos, altitudes e latitudes, o Brasil produz diversos tipos de grão que atendem as mais diversas demandas de paladar e preços. Dentre as diversas espécies da planta no país, as duas principais são Arábica e Robusta (MAPA, 2017).

O café após anos de sua chegada no país está sendo consolidado como um dos principais produtos do agronegócio brasileiro. Sendo assim, o Brasil é considerado o maior produtor de café no mundo onde possui um parque cafeeiro de 1,82 milhões de hectares distribuídos em 15 estados. Minas Gerais e o Espírito Santo estão entre os maiores produtores, sendo responsáveis por aproximadamente 76% da produção total (EMBRAPA, 2022).

Café arábica e café colinon correspondem as duas espécies de maior importância econômica para o país e se diferenciam quanto a composição química, composição física, valor de mercado, qualidade e aceitação pelo consumidor (Agnoletti et al., 2019).

Na Figura 1 está descrito a produção por estados para o ano de 2015 e a distribuição geográfica do café no país, com aproximadamente 74% da produção correspondendo ao café arábica e 26% ao café conilon, que é uma variedade do café robusta (Durán *et al.*, 2017).

Figura 1 - Distribuição e produção brasileira de café em 2015



Fonte: A Autora, adaptado de Durán *et al.*, 2017.

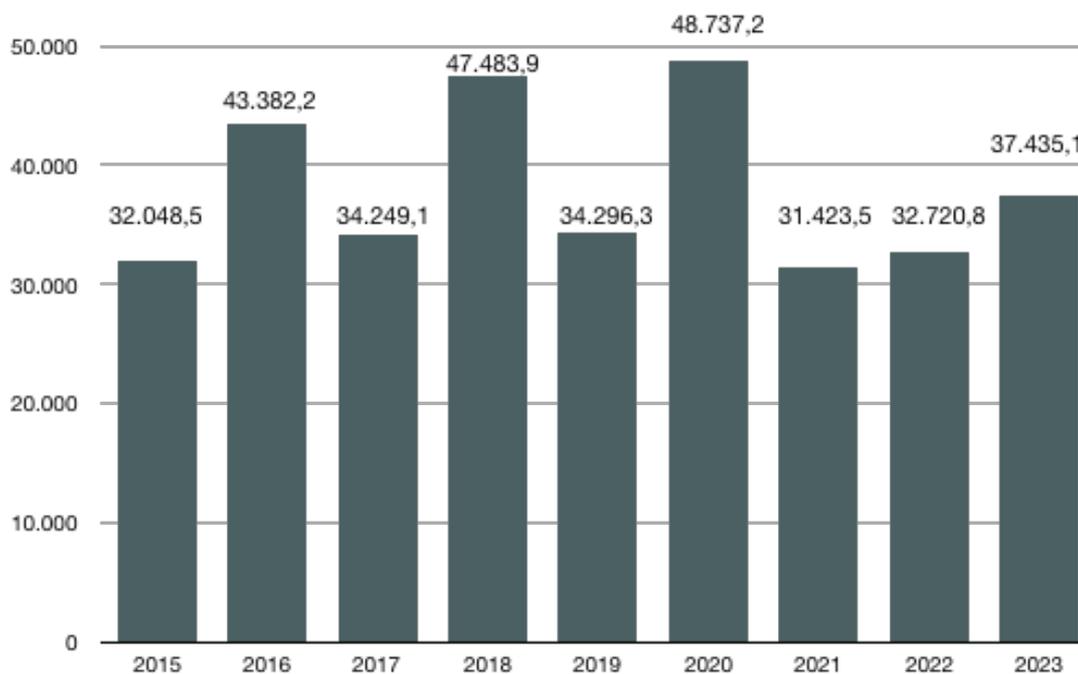
2.1.3 Produção do café no Brasil

O Brasil configura-se como o maior produtor e exportador de café no mercado mundial, correspondendo a aproximadamente um terço da produção mundial (ABIC, 2021).

Segundo CONAB (2023), a produção de café em 2023 deve atingir mais de trinta e sete mil de sacas de 60 quilos, como mostra na Figura 2, e os produtores do grão deverão colher a terceira maior safra de café. Estima-se uma produção 7,5% maior quando comparado ao ano de 2022, porém, acredita-se que o resultado só não deve ser melhor que os anos de 2020 e 2018.

É importante ressaltar também que no ano de 2020 o país registrou o recorde de vendas ao mercado externo que foi favorecido nesse ano em função da maior produção já registrada no Brasil (CONAB, 2022).

Figura 2 - Produção total de café no Brasil em mil sacas



Fonte: A Autora, adaptado de CONAB, 2023.

A Figura 2 descreve a produção total de café no Brasil em anos de bienalidade negativa e positiva que se caracteriza por uma safra com a produção de café alta e na próxima, em função da necessidade de recomposição do vegetal, a produção apresenta queda.

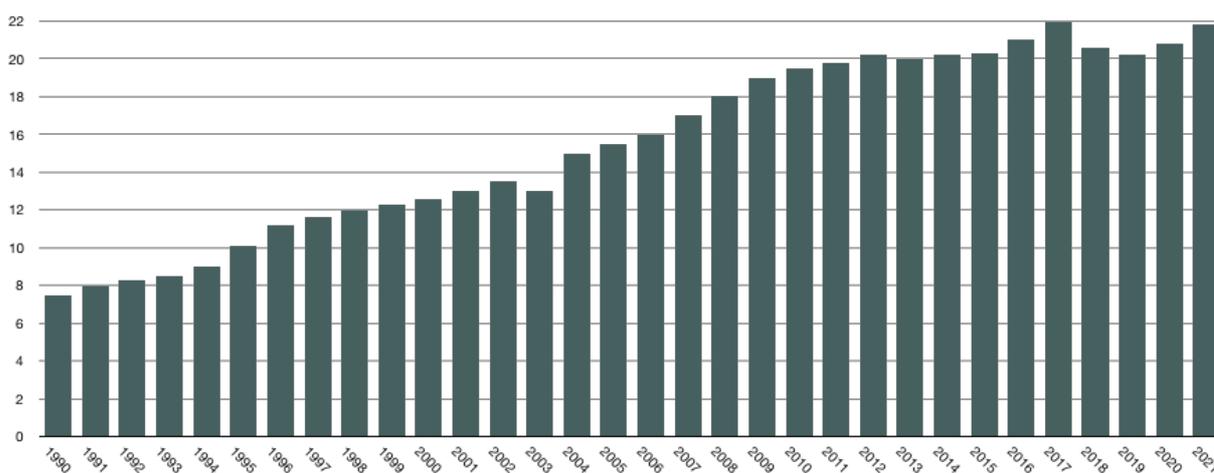
2.1.4 Consumo do café no Brasil

Segundo a Embrapa (2015), o café é considerado a segunda bebida mais consumida pelos brasileiros. Entende-se que o mercado brasileiro corresponde a 14% do consumo mundial de café, o que seria correspondente em média de 835 xícaras/ano por pessoa no Brasil. Acredita-se que até 2025 deve ocorrer um aumento para 1.050 xícaras/ano por pessoa (Agência Brasil, 2021).

O consumo do grão no país é tradicional e mesmo com a pandemia da COVID-19 que ocasionou quedas de consumo em outros países, no Brasil, registrou-se uma pequena queda quando comparado ao restante do mundo (Agência Brasil, 2021). Segundo a Associação Brasileira da Indústria do café (ABIC)

(2021), o consumo de café no Brasil em 2021 cresceu 1,4% mesmo com todas as dificuldades como alta dos custos e economia ainda afetada pela pandemia. O país consumiu 21,5 milhões de sacas de 60kg no último ano. A evolução do consumo interno de café no Brasil nos períodos de 1990 a 2021 em milhões de sacas está representado na Figura 3.

Figura 3 - Evolução do consumo interno de café no Brasil – 1990 - 2021



Fonte: A Autora, adaptado de ABIC, 2021.

De acordo com a Figura 3 pode-se destacar que o consumo do grão no Brasil vem aumentando ano a ano desde 1990.

2.2 A borra de café

Segundo Akatu (2018), a borra de café (Figura 4) pode ser classificada como um resíduo orgânico cheio de nutrientes que pode ser reaproveitada de diversas formas, porém na maioria das vezes acaba sendo descartada em lixões e aterros.

Figura 4 - Borra de café



Fonte: Grão gourmet, 2016.

A borra do café possui uma grande quantidade de óleos graxos que variam de 12 a 18% na variedade arábica e 9 a 14% na variedade robusta, onde a maioria desses óleos é constituído por ácido palmítico (34,5%) e linoleico (40,3%). Os ácidos graxos presentes nos lipídeos do café são similares aos dos óleos vegetais comestíveis (Faria *et al.*, 2018).

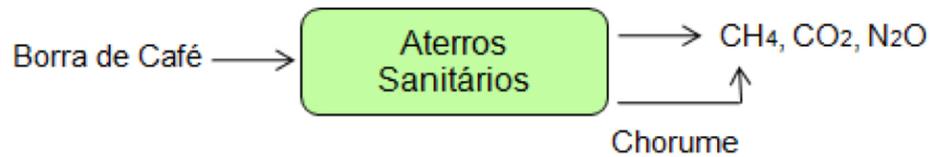
Conforme Zabaniotou *et al.* (2019), a composição química da borra pode variar de 9 a 16% de lipídeos, 13 a 17% de proteínas, 45 a 47% de carboidratos. O restante é constituído por compostos fenólicos que a confere características como aroma, cor e sabor.

Devido ao seu elevado consumo no Brasil, subentende-se que o resíduo produzido pela sua indústria tenha um relevante impacto no meio ambiente. Deste modo, a seguir será estudado o impacto causado pela borra de café, bem como suas possíveis aplicações.

No Brasil, estima-se que é gerado em média, por dia 34 toneladas de borra de café proveniente da indústria do café solúvel (Silva *et. al*, 2019). A disposição de resíduos urbanos, como a borra de café, em aterros sanitários e lixões emitem gases do efeito estufa como dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, resultante da decomposição anaeróbia da sua fração orgânica, como mostra a Figura 5 (Van

Elk, 2007). A decomposição de uma tonelada de borra de café libera 340 m³ de metano no meio ambiente (Ferreira, 2019).

Figura 5 - Decomposição anaeróbica da borra de café em aterro sanitário

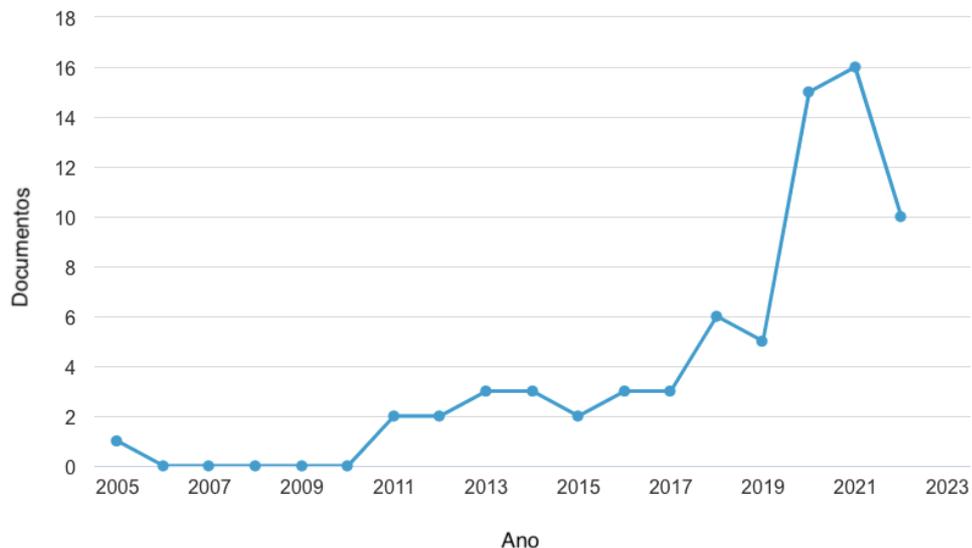


Fonte: A Aurtora, adaptado de Van Elk, 2007.

2.2.1 Alternativas aplicadas para a destinação da borra de café

Considerando a grande quantidade de borra gerada decorrentes do consumo do café e o que foi dito nos tópicos anteriores faz-se necessário estudos em função do aproveitamento desse resíduo. Através de uma breve pesquisa na base de dados *Scopus* com as palavras chaves “*reuse of coffee grounds*” pode-se observar que ao longo dos anos obteve-se um aumento significativo de artigos científicos sobre a reutilização da borra de café como mostra na Figura 6.

Figura 6 - Quantidade de documento publicado por ano sobre a borra de café



Fonte: Gráfico gerado na *Scopus*, 2022.

Serão explorados a seguir algumas das opções de destinação da borra de café como compostagem e fertilizantes, ração animal, biocombustíveis e energia, indústria alimentícia e indústria cosmética e farmacêutica.

2.2.1.1 Compostagem e fertilizantes

Utilizar a borra de café em hortas urbanas e jardinagem já é algo comum, mas sua eficiência muitas vezes é duvidosa e não embasada cientificamente (Majo; Costa; Azevedo, 2020). Segundo Kovalcik *et al.* (2018), esta aplicação é amplamente divulgada em função dos minerais e nitrogênio presente em sua composição, essenciais para o crescimento das plantas. Contudo, em sua composição também há substâncias que não são benéficas, como por exemplo, a cafeína, que pode atrapalhar a germinação de sementes e o desenvolvimento das plantas. Sendo assim, é possível utilizar a borra sem processamento como fertilizante em pequenas quantidades, porém não é a solução ideal.

Uma opção mais interessante é a produção de biocarvão a partir da pirólise lenta da borra de café para ser utilizado como fertilizante. (Kovalcik *et al.*, 2018). Outra aplicação relevante para a borra é utilizá-la na compostagem. Segundo Barreto *et al.* (2020), a compostagem utilizando a borra resulta em fertilizantes potencialmente ricos em nutrientes que ao adicioná-lo o solo pode contribuir com o aumento da produtividade agrícola.

2.2.1.2 Ração animal

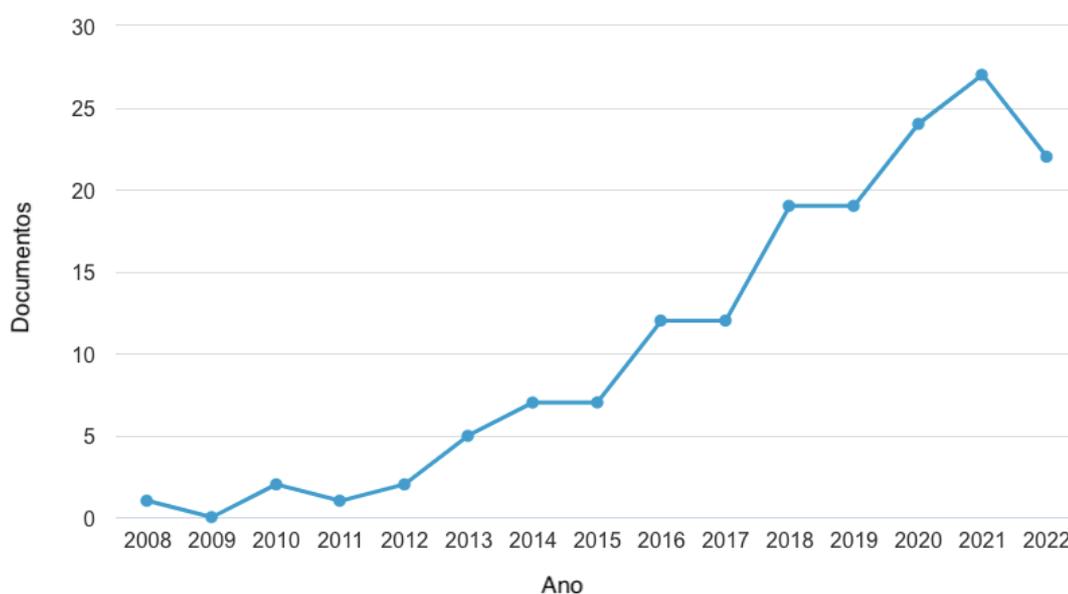
Conforme a instrução normativa número 81 de 19 de dezembro de 2018, artigo 1, fica aprovado o regulamento técnico de identidade e qualidade e os procedimentos para uso na alimentação animal de coprodutos da indústria da alimentação humana e animal (Diário Oficial da União, 2018).

Obrunca *et al.* (2015) afirmam que a possibilidade de usar a borra de café como ração animal foi testada, mas que o alto teor de lignina foi considerado como fator limitante para essa aplicação e a presença de substâncias como polifenóis, cafeína e outras podem também restringir a aplicação desse resíduo como ração animal. Deste modo, a borra pode ser utilizada como ração animal uma vez que passe por procedimentos que se adéquem a legislação exposta acima. No entanto, existem outras tecnologias que podem oferecer uma estratégia melhor para a valorização da borra a fim de gerar produtos de alto valor como biodiesel, etanol, substâncias para fins farmacêuticos e cosméticos e outros (Obrunca *et al.*, 2015)

2.2.1.3 Biocombustíveis

Nos últimos anos as pesquisas destinadas ao desenvolvimento de recursos energéticos renováveis que reduzam os problemas ambientais ocasionados pelo uso de combustíveis fósseis ganharam força (Azizi; Moraveji; Najafabadi, 2017), como se observa na Figura 7 por uma pesquisa na base de dados de dados *scopus* por meio das palavras chaves "*coffee grounds*" AND "*biodiesel*" OR "*biofuel*" OR "*bioethanol*" OR "*biogas*".

Figura 7 - Quantidade de documentos publicados por ano com ênfase em biocombustíveis



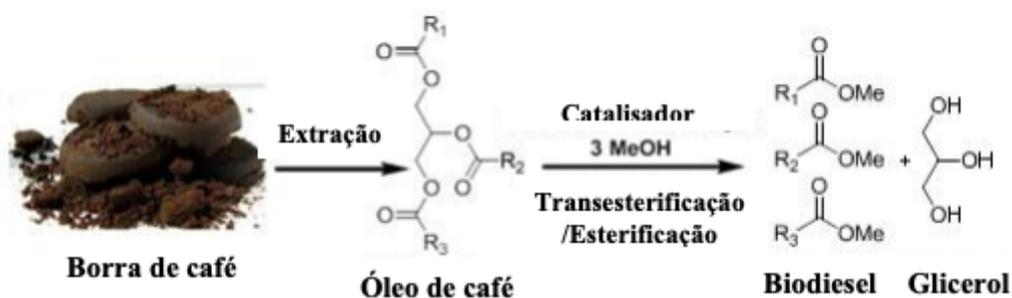
Fonte: Gráfico gerado na *Scopus*, 2022.

Segundo Kourmentza *et al.* (2018), o biodiesel corresponde a uma fonte de energia renovável que gera menos emissões de dióxido de carbono e partículas dos hidrocarbonetos em comparação ao diesel convencional. Deste modo, faz-se necessário o estudo de novos biorrecursos para a produção do biodiesel.

Como foi visto, a borra de café possui quantidades significativas de lipídeos (13-17%) que poderiam ser empregadas na produção de biodiesel como matéria-prima. Quando comparado a soja, o café produz 386 kg/ha enquanto a soja produz 375 kg/ha, ou seja, uma quantidade similar de óleo por unidade de área é produzida (Atabani *et al.*, 2019).

O processo de produção do biodiesel a partir da borra de café consiste em uma extração sólido-líquido para obtenção do óleo usando solventes, em sequência, é feita uma extração líquido-líquido para retirar o solvente do óleo e por fim é feita uma transesterificação (Kourmentza, 2018). A Figura 8 retrata de forma simplificada esse processo.

Figura 8 - Produção de biodiesel a partir da borra de café



Fonte: A Autora, adaptado de Karmee, 2018.

Kookos (2018) realizou uma avaliação econômica e ambiental da produção de biodiesel através da borra de café, onde se concluiu que a economia do processo pode ser atraente apenas se for o caso de um processo centralizado em uma planta de produção em larga escala. Produzir biodiesel em pequena escala não seria economicamente adequado devido aos custos de logística.

Além disso, vale analisar também quanto a logística de coleta da borra de café, onde não foi encontrado nenhum programa que incentive ou faça essa coleta, o que acaba limitando a aplicação dos estudos que são feitos nesse trabalho. Uma única

informação encontrada foi referente a empresa Nespresso que utiliza a borra residual das cápsulas recolhidas para a reciclagem como adubo orgânico (Nespresso, 2023).

2.2.1.4 Indústria alimentícia

Tendo em vista que a borra de café é um resíduo produzido pela indústria alimentar, é coerente pensar que este possui diversos nutrientes em sua composição. Segundo Borém (2014), alguns resíduos sólidos são gerados durante o processamento de pós-colheita que podem servir como fonte de matéria-prima para a indústria de alimentos, farmacêutica e cosmética.

Os interesses são não só nos resíduos do café mas também no grão de café cru para a produção de aditivos de alimentos processados, como retrata alguns trabalhos (Durán *et al.*, 2017).

Alguns outros trabalhos como Martizez-Saez *et al.* (2017) e Aguillar-Raymundo *et al.* (2019) também avaliam a utilização da borra de café como aditivo alimentar e na fabricação de biscoitos e concluem que a borra de café pode ser utilizada em alimentos.

2.2.1.5 Indústria cosmética e farmacêutica

Pesquisas demonstram que a borra possui, em sua composição, polissacarídeos, oligossacarídeos, lipídeos, ácidos alifáticos, aminoácidos, proteínas, alcaloides e fenólicos, minerais e lignina. Pesquisadores tem analisado os teores de óleo na borra de café para fins de reaproveitamento desse resíduo (Hermann *et al.*, 2019).

Segundo Hermann 2019 *et al.*, utilizar a borra na indústria cosmética pode ser uma abordagem adequada para reciclar e valorizar os resíduos do café na indústria.

Devido à necessidade da indústria de cosméticos, o óleo de café é empregado em muitos produtos dermatológicos, como por exemplo, em óleos de

massagem, produtos de banho, xampus, cremes e sabonetes. A extração do óleo da borra é importante por ser um material rico em matéria insaponificável, sendo o esteroide o componente mais importante, o qual faz parte do princípio ativo de muitas propriedades estéticas desejáveis como a penetração na pele e aderência (Carlos; Finzer; Pereira, 2019).

A literatura científica expõe que a utilização de resíduos da borra de café para a indústria de cosméticos aparece como alternativa a substituição de produtos sintéticos. Além disso, a utilização de produtos naturais tem chamado a atenção dos consumidores (Hermann *et al.*, 2019).

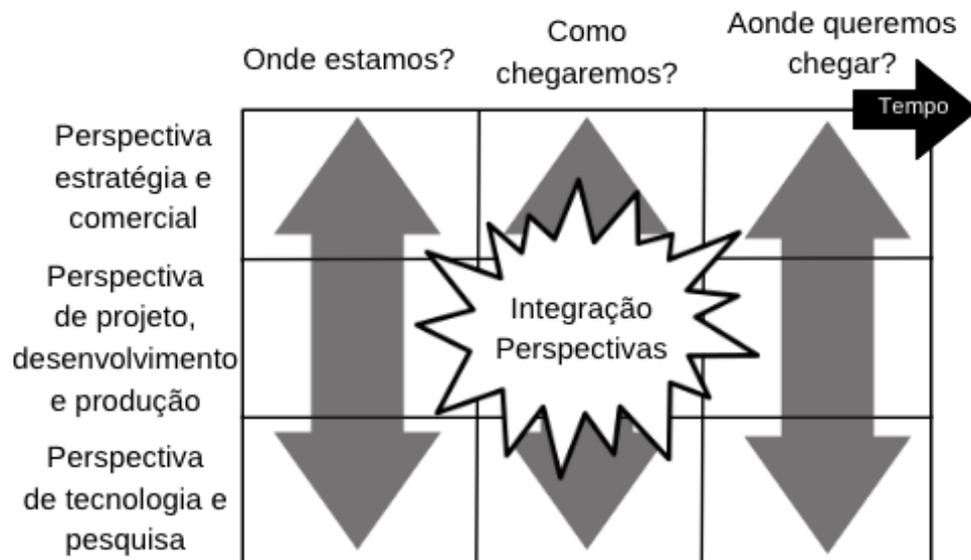
2.3 Mapa tecnológico

O *technology roadmapping* é definido como um processo de planejamento que fornece aos tomadores de decisão meios de identificar, avaliar e selecionar alternativas estratégicas para atingir objetivos (Coelho *et al.*, 2005). Em geral, essa abordagem contém dois aspectos principais: a aplicação (o processo de *roadmapping*) e o resultado da aplicação (um mapa, o *roadmap*). Resumidamente, o *roadmap* é o produto que se espera de um estudo de *Technology Roadmapping* (Carvalho; Fleury; Lopes, 2012).

Segundo Oliveira *et al.* (2019), seu principal resultado é o *roadmap*, que se caracteriza por um mapa que integra perspectivas de diferentes áreas como, por exemplo, comerciais e técnicas. Essa integração visa alinhar diferentes visões a fim de responder de forma coordenada três perguntas relacionadas com a evolução da organização ou do negócio: “Onde estamos?”, “Onde queremos chegar?” e “Como chegaremos?” como mostra na Figura 9 (Oliveira *et al.*, 2019). Este tipo de mapa engloba diversas perspectivas organizadas em camadas e considera uma linha de tempo referente as três perguntas citadas. A combinação entre as camadas e a linha de tempo compõe o que é chamado de arquitetura do *roadmap*. Essa arquitetura engloba um eixo na posição horizontal contendo a dimensão de tempo e outro eixo na vertical onde envolve as camadas utilizadas para organizar as informações de diferentes perspectivas (Oliveira *et al.*, 2019).

Os *roadmaps* proporcionam a criação de um plano que engloba as necessidades do mercado e do consumidor, a introdução de novas tecnologias e a evolução do produto. Desta forma, o mapa tecnológico ajuda na identificação e solução de problemas e serve como um guia para os tomadores de decisão. (Coelho; Botelho Junior; Tahim, 2012). Seu principal benefício está relacionado com o fornecimento de informações para melhorar uma determinada tecnologia através da identificação de tecnologias críticas ou lacunas tecnológicas que devem ser preenchidas para atender metas de desempenho do produto (Garcia; Bray, 1997). Em segundo lugar, ele identifica formas de alavancar investimentos em P&D por meio da coordenação de pesquisas, atividades dentro de uma empresa ou entre membros da aliança (Garcia; Bray, 1997). Outro ponto importante é que, como um instrumento de marketing, o roadmap pode demonstrar se uma empresa entende as necessidades do consumidor, e está tendo acesso ou desenvolvendo as tecnologias para atender suas necessidades (Coelho *et al.*, 2005).

Figura 9 - Integração das perspectivas e as perguntas sobre a evolução da organização ao longo do tempo

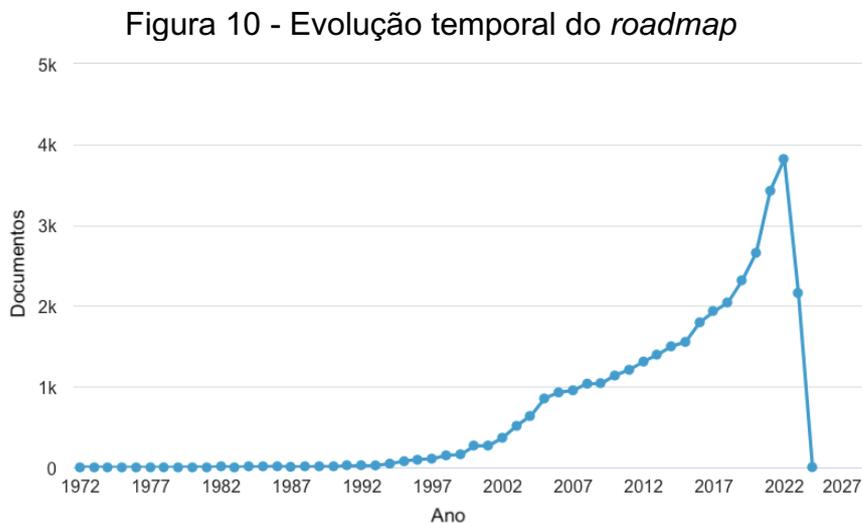


Fonte: A Autora, Adaptado de Oliveira *et al.*, 2019.

2.4 Evolução do uso do *Roadmap*

Segundo Oliveira *et al.* (2019), o primeiro registro oficial do seu uso foi evidenciado em um artigo científico publicado no ano de 1987 que expõe um trabalho realizado pela Motorola a fim de fundamentar o planejamento de novos produtos e tecnologias. O trabalho foi nomeado como *Technology Roadmap*. Alguns outros trabalhos surgiram na década de 1990 que também se tornaram referências para a propagação do *roadmapping*. Todavia, o crescimento acentuado dessa abordagem aconteceu somente nos anos 2000, onde surgiram outros trabalhos que contribuíram para o aumento da sua popularidade (Oliveira *et al.*, 2019).

Atualmente, a metodologia do *technology roadmap* vem sendo aplicada em diversos contextos, com diferentes objetivos e sempre com a intenção de suprir as necessidades das organizações (Oliveira *et al.*, 2019). Por uma pesquisa na base de dados *Scopus* com a palavra-chave *roadmap*, construiu-se de um gráfico (Figura 10) sobre a evolução temporal do uso do *roadmap* deste 1970 até 2023.

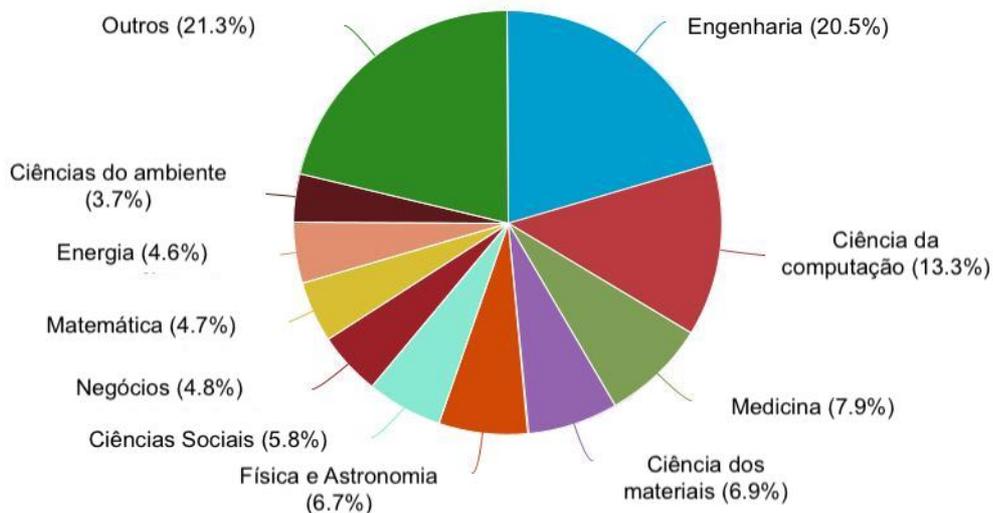


Fonte: Gráfico gerado pela *Scopus*, 2022.

Observa-se que ao longo dos anos o uso do *technology roadmapping* vem ganhando mais espaço entre os trabalhos. Em 2022 obteve-se a maior quantidade de documentos sobre o assunto com quase 4000. A Figura 11 mostra as áreas que empregaram a TRM com destaque para Engenharias.

Ainda nessa pesquisa foi possível encontrar os países que publicaram os documentos e dentre eles destacam-se os Estados Unidos em primeiro lugar com 11786 publicações, o Reino Unido com 3181 publicações e em terceiro lugar a Alemanha com 3033 publicações. O Brasil fica em décimo sétimo lugar com 517 publicações.

Figura 11 - Documentos por área de estudo



Fonte: Gráfico gerado pela Scopus, 2022.

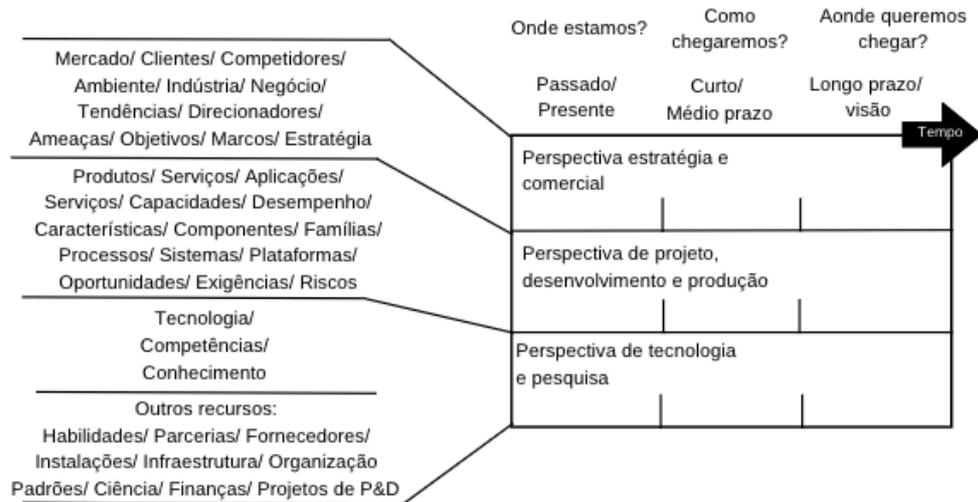
2.5 Estrutura e arquitetura do Roadmap

Na Figura 12 são apresentados exemplos das camadas e das linhas de tempo que podem ser utilizadas para formar a arquitetura dos *roadmaps*. A decisão de qual combinação usar depende do contexto e dos objetivos da aplicação (Oliveira *et al.*, 2019).

As camadas usadas nos *roadmaps* orientados para inovação, por exemplo, usualmente incluem informações sobre negócios, mercados, produtos e serviços, assim como tecnologias e recursos. Em relação à linha do tempo é comum considerar o presente e o curto, médio e longo prazo. O intervalo de tempo escolhido tem relação com o contexto em análise e precisa ser revisto em cada aplicação (Oliveira *et al.*, 2019).

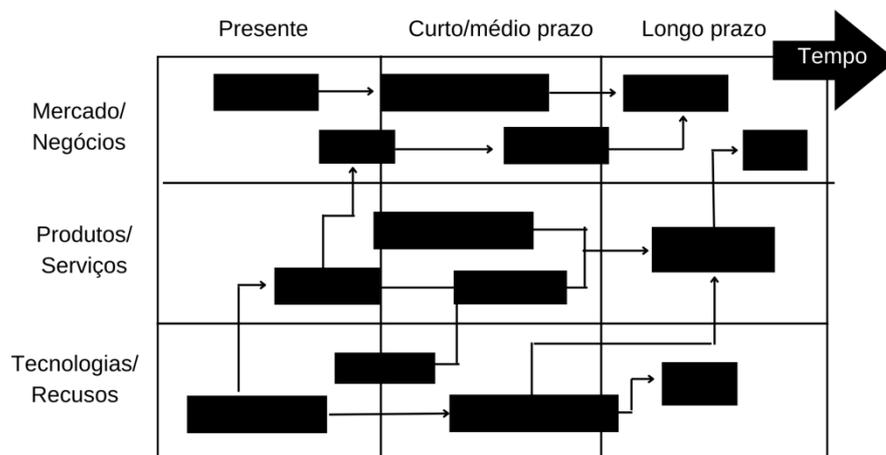
A arquitetura do *roadmap* está representada na Figura 13. No eixo vertical estão as camadas, que englobam, mercado/negócios, produtos/serviços e tecnologias/recursos. No eixo horizontal temos os períodos descritos como presente, curto/médio prazos e longo prazos (Oliveira *et al.*, 2019).

Figura 12 - Exemplos de camadas e linhas de tempo para aplicação do roadmap



Fonte: A Autora, adaptado de Oliveira *et al.*, 2019.

Figura 13 - Arquitetura do roadmap



Fonte: A Autora, adaptado de Oliveira *et al.*, 2019.

3 METODOLOGIA

Esse capítulo descreve a metodologia para elaboração do *technology roadmap* e os critérios da pesquisa utilizada nesse estudo.

3.1 Metodologia de aplicação do *roadmapping*

A metodologia utilizada nesse trabalho será embasada na utilizada por Borschiver e Silva (2016), composta por três etapas: pré-prospectiva, prospectiva e pós-prospectiva.

A etapa pré-prospectiva se baseia em uma busca geral sobre o assunto abordado a fim de se obter uma visão do estado da arte e adquirir conhecimento sobre os principais conceitos. Além disso, essa etapa também engloba a definição da abordagem e da estratégia de busca de documentos a ser utilizada (Borschiver; Silva, 2016).

A etapa prospectiva compreende as informações obtidas na primeira fase com buscas de documentos técnicos (patentes e artigos científicos) e palavras-chave específicas. Nessa etapa é feita uma análise detalhada dos dados gerados na pesquisa, onde os documentos encontrados serão analisados de forma crítica conforme alguns critérios previamente estabelecidos como, por exemplo, ano de publicação, país de origem etc. A etapa prospectiva pode ser dividida em: definição da estratégia e análise dos resultados (Borschiver; Silva, 2016).

Na fase de definição da estratégia é realizada a busca das informações considerando o estágio atual, curto, médio e longo prazo. No estágio atual é estudado artigos de mídia especializada, websites de empresas, organizações governamentais e não governamentais. No curto prazo são analisadas patentes concedidas que demonstram grau avançado de desenvolvimento tecnológico. No médio prazo é feita a análise de patentes solicitadas e no longo prazo são analisados artigos científicos (Borschiver; Silva, 2016).

A fase de análise dos resultados demanda uma organização para que se extraia dos documentos todas as informações necessárias e para isso é comum a utilização de planilhas eletrônicas. Conforme metodologia em questão, a análise pode ser dividida em três níveis, sendo eles: macro, meso e micro. No nível macro retiram-se apenas informações imediatas, enquanto no nível meso é feita uma leitura mais aprofundada dos documentos a fim de verificar suas informações principais, criando taxonomias e agrupando os principais pontos de estudo. Por fim, no nível micro é necessário checar informações mais detalhadas caracterizando melhor as taxonomias criadas (Borschiver; Silva, 2016).

A etapa pós-prospectiva, última etapa, engloba a criação do *roadmap* onde as análises feitas anteriormente vão ser dispostas em um mapa com evolução temporal das tendências que foram observadas anteriormente (Borschiver; Silva, 2016).

3.2 Metodologia do trabalho

Este tópico mostra um detalhamento completo das etapas de elaboração do trabalho, utilizando as três fases da metodologia descritas anteriormente.

3.2.1 Etapa pré-prospectiva

Essa etapa consiste na construção da fundamentação teórica acerca da borra de café. Além disso, a etapa em questão também engloba a definição da estratégia de busca de documentos a ser utilizada e da abordagem. Nesta etapa definiu-se o tema, objetivo e um levantamento preliminar do assunto de modo a definir estratégias para a confecção do *roadmap*. Utilizaram-se palavras-chave como, por exemplo, *coffee ground* a fim de se obter um conhecimento geral sobre o tema. Deste modo, obteve-se a definição dos objetivos baseado no que foi observado nas pesquisas. Verificou-se que a borra de café é um resíduo gerado em larga escala e que possui muitas aplicações. Em seguida, com as aplicações da borra em mãos, foi

verificado que dentre os temas encontrados destacava-se o tema dos biocombustíveis. Além disso, por pesquisas verificou-se a necessidade de adicionar outros subtemas, pois somente os biocombustíveis não teriam um volume de trabalhos para validar essa pesquisa e por isso foi adicionado as ênfases de fármacos e cosméticos com base nos arquivos encontrados. Para a elaboração do *roadmap* foi utilizado a estratégia de verificação das tendências no desenvolvimento tecnológico sobre a utilização da borra de café, com ênfase na indústria dos biocombustíveis, fármacos e cosméticos.

3.2.2 Etapa prospectiva

Essa etapa consiste em pesquisa na base de documentos de patentes concedidas, pedidos de patentes, pesquisa na base de artigos científicos e análise dos resultados encontrados. A etapa prospectiva pode ser dividida em duas outras: análise dos resultados e definição da estratégia.

Na fase de definição da estratégia é realizada a busca das informações em estágio atual, curto, médio e longo prazo que mostram um panorama de evolução. Na etapa de pesquisa em base de dados de artigos científico utilizou-se a Science Direct e a Scopus. A busca nessas bases de dados foi feita através das seguintes palavras-chave: “*coffee grounds*” and (“*biodiesel*” or “*biofuel*” or “*bioethanol*” or “*biogas*” or “*cosmetics*” or “*pharmaceuticals*”). Para a busca utilizaram-se os campos de palavras-chave e título em um período de 10 anos (2012-2022).

Para as buscas de patentes concedidas e solicitadas utilizou-se bases de dados especializadas para esse fim como *Espacenet*, INPI e *Patentscope* com as mesmas palavras-chave utilizadas anteriormente e os mesmos campos de busca. Em relação ao ano de publicação, optou-se pela análise nos últimos 26 anos, pois nos últimos 10 anos encontrou-se poucos dados referentes a fármacos, cosméticos e biocombustíveis.

Os resultados encontrados nessas buscas serão descritos no capítulo 4, juntamente com a análise e discussão dos resultados. A partir da análise dos documentos encontrados foram identificados os termos utilizados na taxonomia

conforme os aspectos de relevância do trabalho. Na Figura 14 estão apresentadas as taxonomias que estão descritas para mercado, produto e tecnologia.

Figura 14 – Taxonomias

TAXONOMIA	
MERCADO	Borra de café
	Borra de café + outros resíduos da indústria do café
PRODUTO	BIOCOMBUSTÍVEL
	Biodiesel
	Biogás
	Bioetanol
	Combustível sólido
	FÁRMACOS
	COSMÉTICOS
	Filtro UV
TECNOLOGIA	Processos químicos
	Processos físicos
	Processos térmicos
	Processos biológico

Fonte: A Autora, 2022.

3.2.3 Etapa pós- prospectiva

Esta é a última etapa do trabalho que pretende a elaboração e análise do roadmap, que foi feita com base nos resultados anteriormente encontrados e nas taxonomias previamente definidas. Por fim, realizou-se uma análise das informações encontradas no roadmap e verificaram-se as tendências em relação as respectivas taxonomias de mercado, produto e tecnologia.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esse capítulo irá abordar os resultados obtidos através da análise dos documentos encontrados nas bases de dados. Os documentos estão agrupados em curto (patentes), médio (pedidos de patentes) e longo (artigos científicos) prazos.

4.1 Curto Prazo – Patentes Concedidas

Segundo o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (2020), patente é descrita como um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade. Esta garante ao seu inventor ou detentor exclusividade de comercialização do produto em questão. Porém, obriga o inventor a detalhar todo o conteúdo técnico da matéria protegida pela patente.

Neste tópico será apresentado os resultados obtidos da pesquisa de patentes concedidas com base no tema abordado nesse trabalho, isto é, elaboração do mapa tecnológico (*Technology Roadmap*) para a reutilização da borra de café com ênfase na indústria dos biocombustíveis, fármacos e cosméticos.

4.1.1 Seleção dos documentos

Para a seleção das patentes foi utilizada a seguinte estratégia de nas bases Patentscope, Espacenet e INPI: Palavra-chave: “*coffee grounds*” and (“*biodiesel*” or “*biofuel*” or “*bioethanol*” or “*biogas*” or “*cosmetics*” or “*pharmaceuticals*”), campo de busca: Título e resumo, e ano de publicação: 1996 – 2022.

A fim de verificar a concessão, ou não, do documento, é necessário olhar a capa da patente. Geralmente, as patentes possuem designação B ou C após sua numeração, sendo possível diferenciar as concedidas e solicitadas.

O *Patentscope* por sua vez possui todos os campos para uma pesquisa avançada, bem como indica na capa de cada patente a data de concessão, sendo assim possível identificar se é um pedido de patente ou não. Quanto ao INPI, não foi possível filtrar pelo ano de publicação, porém como o volume de dados era menor, esse filtro foi feito manualmente.

A pesquisa feita nas bases de patentes inicialmente resultou no total 882 patentes e pedidos de patentes. Deste modo, foi necessário fazer uma leitura de todas elas para verificar quais se enquadravam ao tema do trabalho e por fim, encontrou-se apenas uma patente concedida no ano de 2021, e após estender o ano de publicação (1996-2022), outras cinco foram encontradas.

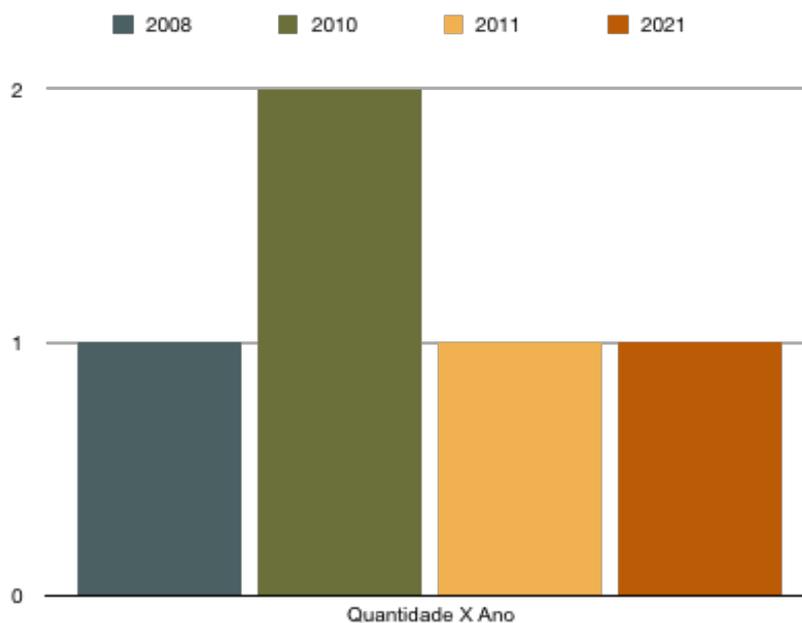
A seleção das patentes foi feita utilizando o seguinte critério: elas deveriam tratar sobre a utilização da borra de café na produção de biocombustíveis ,englobando biogás, bioetanol, biodiesel e combustível sólido. Além disso, deveriam também abordar sobre cosméticos e fármacos contendo borra de café. Encontrou-se cinco patentes sobre a área dos biocombustíveis, uma patente que se tratava sobre a área de cosméticos e não foi encontrado nenhuma sobre fármacos.

4.1.2 Análise Macro

Para a análise das patentes concedidas sobre biocombustíveis foram encontradas cinco consideradas, sendo quatro delas estão entre os anos de 2008 e 2011, com duas no ano de 2010, enquanto somente uma é mais recente do ano de 2021 (Figura 15). Deste modo, constata-se que há poucos documentos relevante para o estudo. Com relação aos países de origem, há duas patentes dos Estados Unidos referente aos anos de 2008 e 2021, duas de Portugal no ano de 2010, e uma da Argentina de 2011. Dentre os solicitantes das patentes destaca-se a universidade do Minho, a Universidade de Lisboa e a Universidade de Nevada.

Em relação às patentes concedidas sobre fármacos e cosméticos encontrou-se apenas uma que se tratava sobre cosméticos e que tem como país de origem a França.

Figura 15 - Relação quantidade de patentes versus ano



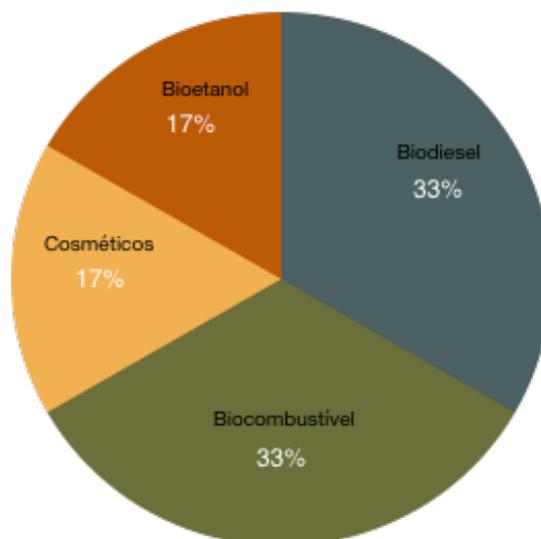
Fonte: A Autora, 2022.

4.1.3 Análise Meso

Após a definição das taxonomias, foi feito o estudo da tendência das cinco patentes selecionadas para a área dos biocombustíveis. Das cinco patentes relevantes, duas tem como foco o biodiesel, uma foca no bioetanol e as duas que restam abordam sobre biocombustível de uma maneira geral. É importante ressaltar que não foi encontrado nenhuma patente concedida que aborda sobre o biogás e o combustível sólido (Figura 16).

Em relação à área de fármacos e cosméticos, onde foi encontrado somente uma patente sobre cosméticos, fica implícito que os temas em questão ainda não estão em evidência de modo a motivar pesquisas quando comparado a área dos biocombustíveis. Deste modo, o volume de trabalho sobre biocombustíveis justifica ter escolhido a área como um dos focos.

Figura 16 – Quantidade de patentes concedidas por produto



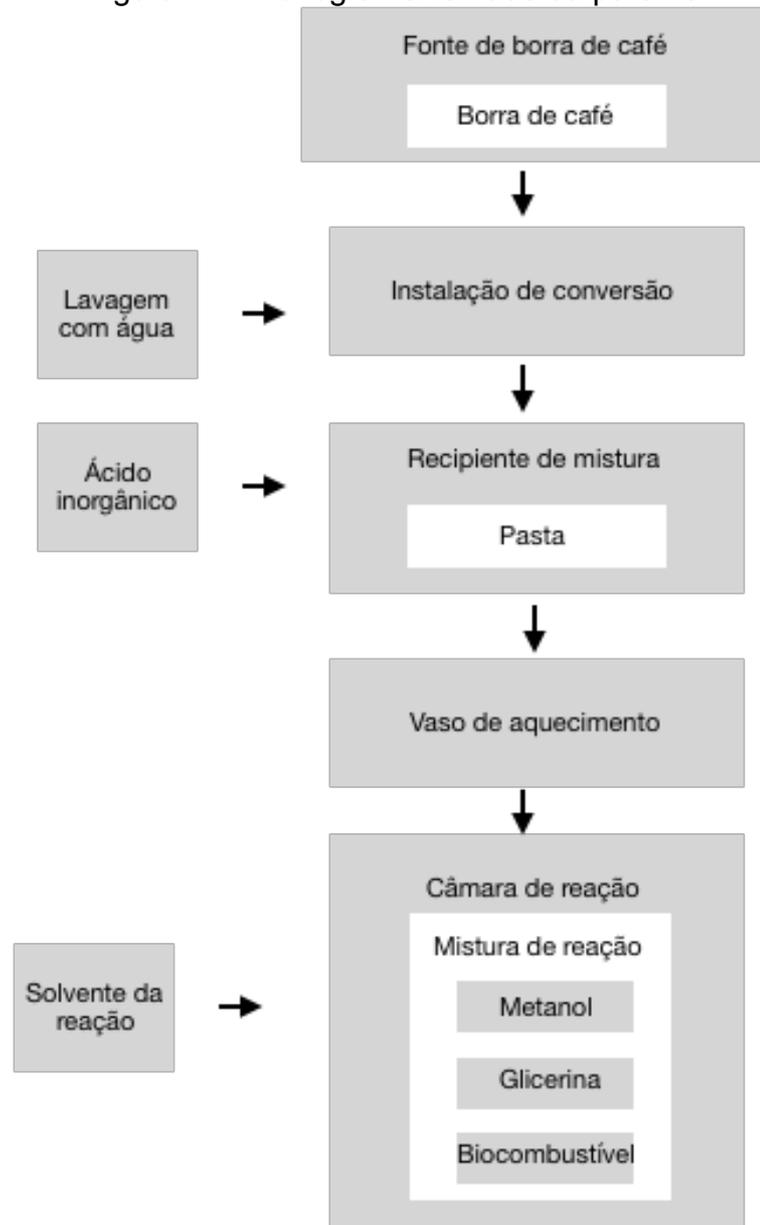
Fonte: A Autora, 2022.

4.1.4 Análise Micro

Das seis patentes encontradas, cinco tratavam sobre os biocombustíveis, sendo duas sobre biodiesel, uma sobre bioetanol e duas sobre biocombustível de modo geral. Apenas uma estava relacionada a cosméticos. Quatro das cinco patentes que tratavam sobre biocombustíveis eram especificadamente sobre o uso da borra, enquanto uma engloba a utilização não só da borra como também de outros resíduos da indústria do café. Em relação às patentes vale citar a requerida por Ming Ming Lu e Yang Liu, que trata sobre um processo químico de fabricação de biocombustível a partir da borra de café, que é descrito por meio de um fluxograma apresentado na Figura 17.

Com relação à tecnologia, esta foi dividida em quatro tipos de processos: físicos, químicos, térmicos e biológico. A patente sobre cosmético envolve um processo físico de produção de um filtro UV, enquanto as outras cinco patentes sobre biocombustíveis envolvem processos químicos como, por exemplo, transesterificação e fermentação.

Figura 17 - Fluxograma retirado da patente



Fonte: A Autora, adaptado de MingMing Lu e Yang Liu, 2021.

4.2 Médio Prazo – Pedidos de Patentes

O pedido de patente é o primeiro registro que existe para solicitar uma marca, sendo um processo cuja análise dura cerca de cinco a dez anos. Deste modo, o pedido de patente é um documento que antecede a patente e consiste em um

projeto do que se espera ser patenteado. Em contrapartida, não assegura os direitos propriamente ditos.

Este tópico em questão apresentará os resultados encontrados da pesquisa de pedidos para a reutilização da borra de café com ênfase na indústria dos biocombustíveis, fármacos e cosméticos.

4.2.1 Seleção dos documentos

A seleção das patentes foi feita usando a seguinte estratégia de busca aplicada nas bases de dados Patentscope, Espacenet e INPI: Palavra-chave: “coffee grounds” and (“biodiesel” or “biofuel” or “bioethanol” or “biogas” or “cosmetics” or “pharmaceuticals”), campo de busca: título e resumo, ano de publicação: 2008 – 2022. Para a seleção das patentes utilizou-se o seguinte critério: elas deveriam tratar sobre a utilização da borra de café na produção de biocombustíveis, englobando biogás, bioetanol, biodiesel, combustível sólido, bem como fármacos e cosméticos. Nesta busca foi encontrado onze pedidos de patentes sobre os biocombustíveis e seis sobre fármacos e cosméticos.

4.2.2 Análise Macro

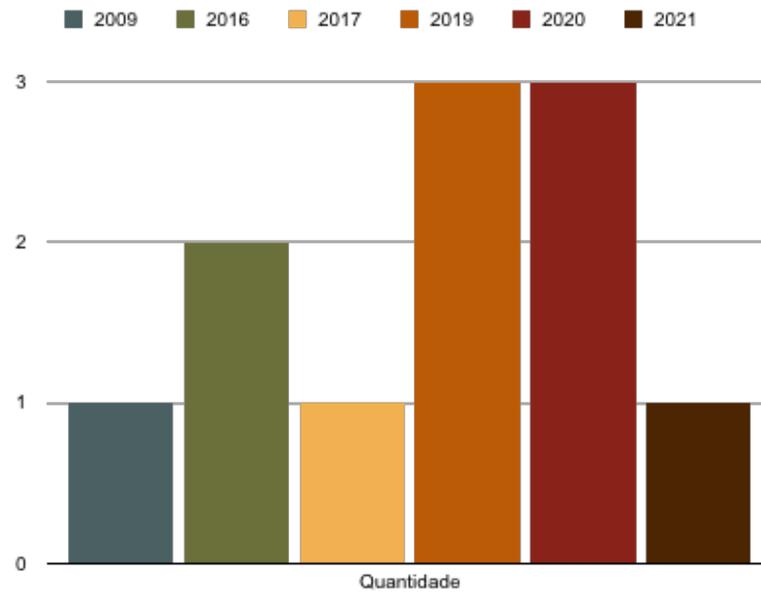
Na análise dos pedidos de patentes foram encontradas onze sobre biocombustíveis, sendo elas entre 2009 e 2021. Uma delas é do ano de 2009, enquanto as outras são de 2016 em diante (Figura 18).

Com relação aos países de origem encontra-se a Austrália, Índia, Reino Unido, França, China, Croácia e Coreia. Observou-se um destaque da Coreia com quatro pedidos de patentes, sendo eles em 2009, em 2019 e em 2021. Em segundo lugar, a Austrália com dois pedidos no ano de 2020 e todos outros países possuem apenas um pedido de patente.

Foram encontrados seis pedidos de patentes para fármacos e cosméticos, sendo apenas quatro no período 2008 – 2012 e outros dois são de 1996 e 2002. É

importante ressaltar que todos os pedidos de patentes encontrados estavam relacionados com a obtenção de cosméticos. Quanto aos países de origem, os pedidos de patente foram da Índia, China, Rússia, França, Croácia, Reino Unido, Coreia e Austrália, como mostra na Figura 19.

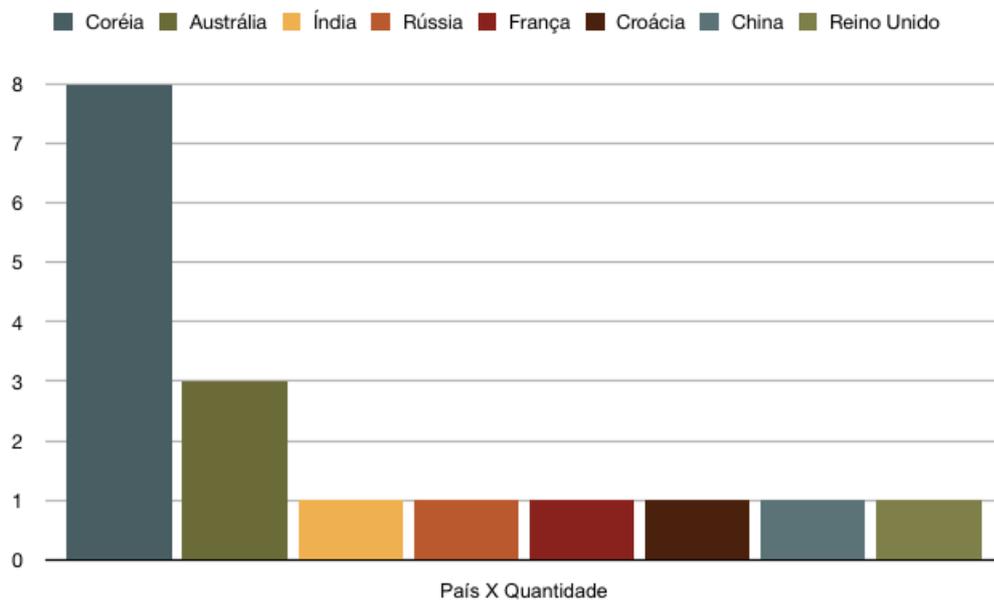
Figura 18 - Relação quantidade de pedido de patente de biocombustível por ano



Fonte: A Autora, 2022.

A Figura 19 nos mostra o número de publicação por país.

Figura 19 - País de origem dos pedidos de patente versus quantidade



Fonte: A Autora, 2022.

4.2.3 Análise Meso

Após definida as taxonomias foi feita a análise da tendência dos dezessete pedidos de patente selecionados. Observa-se um predomínio da Coreia e uma tendência maior sobre os biocombustíveis quando comparado aos fármacos e cosméticos. Ademais, observa-se um predomínio dos cosméticos quando comparado aos fármacos.

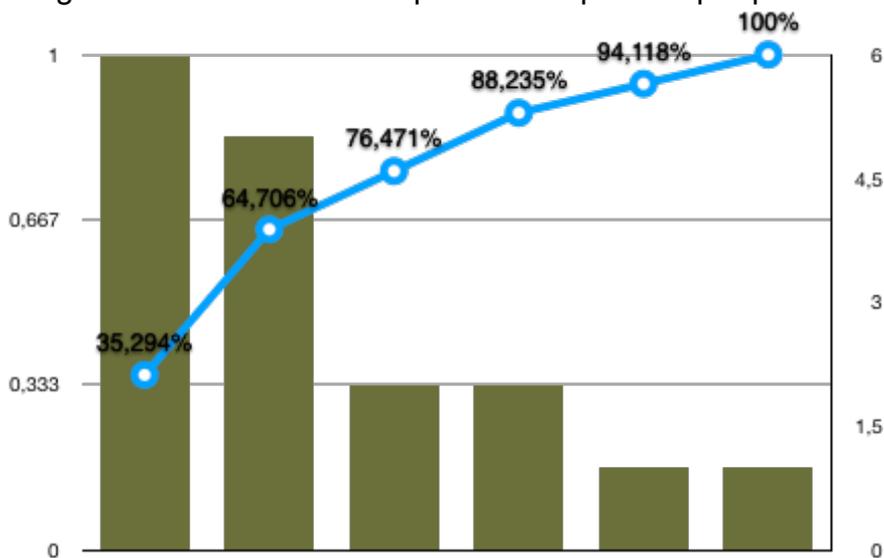
4.2.4 Análise Micro

Com relação à taxonomia de mercado, encontrou-se dois pedidos que se tratava sobre o uso da borra de café, enquanto outros quatro utilizavam outros resíduos da indústria do café na ênfase em cosméticos e fármacos. Quanto aos biocombustíveis, nove pedidos de patentes tratavam sobre o uso da borra, enquanto os outros dois englobavam também outros resíduos da indústria do café. Dentre os outros resíduos da indústria do café, é possível citar a polpa e a casca.

Na análise de produto foram encontrados cinco patentes solicitadas sobre biocombustíveis de uma forma geral, duas sobre biogás, duas sobre biodiesel, uma sobre combustível sólido, uma sobre biodiesel e seis sobre cosméticos (Figura 20).

Quanto a tecnologia, observou-se alguns pedidos de patentes não especificam se é processo ou produto e desta forma alguns itens acabaram ficando com essa informação em falta no *roadmap*. Por fim, foi possível destacar a presença de duas patentes solicitadas da empresa Bio-Bean, que já está em atividade com a produção de biocombustível através da borra de café (BIO-BEAN, 2023)

Figura 20 - Quantidade de pedidos de patente por produto



Fonte: A Autora, 2022.

4.3 Longo Prazo – Artigos Científicos

Artigo científico é um tipo de produção textual que pode ser realizada no âmbito acadêmico ou científico. A publicação de artigos científico em periódicos contribui para a disseminação de informações científicas e tecnológicas, sendo um produto da atividade intelectual dos pesquisadores.

Esse tópico irá apresentar as pesquisas referente aos artigos científicos com base no tema abordado, ou seja, elaboração do mapa tecnológico (*Technology Roadmap*) para a reutilização da borra de café com ênfase na indústria dos biocombustíveis, fármacos e cosméticos.

4.3.1 Seleção dos documentos

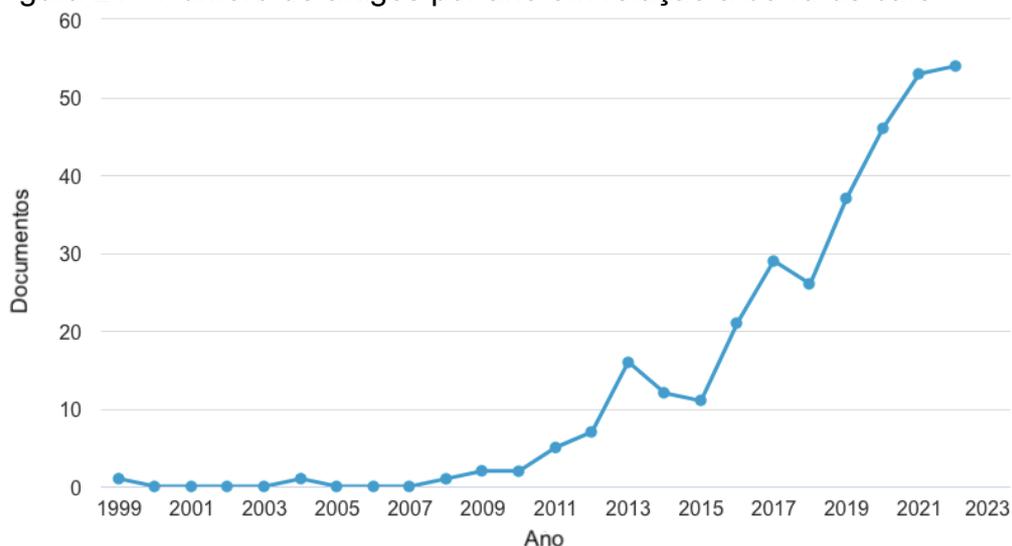
A seleção dos documentos foi feita usando a estratégia de busca nas bases de dados Scopus e Science direct com os seguintes critérios de busca: Palavras-

chaves: “coffee grounds” and (“biodiesel” or “biofuel” or “bioethanol” or “biogas” or “cosmetics” or “pharmaceuticals”), campo de busca: título, resumo e palavra-chave, ano de publicação: 2012 – 2022.

4.3.2 Análise Macro

A Figura 21 apresenta o resultado geral da busca, mostrando que as pesquisas sobre a borra de café vem apresentando um crescimento constante a partir de 2010.

Figura 21 - Número de artigos por ano em relação a borra de café



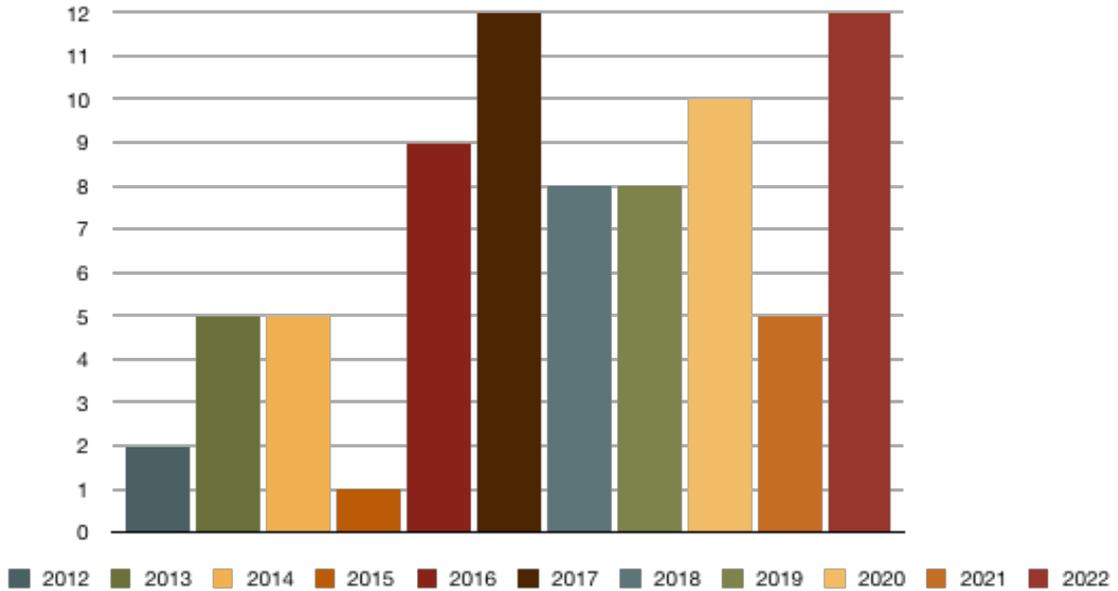
Fonte: A Autora, 2022.

Foram encontrados ao todo 391 documentos, somando as bases de dados *Scopus* e *Science Direct*, sendo somente 78 relevantes para a pesquisa. Dentre os artigos encontrados, apenas cinco focavam em cosméticos, um em fármacos e os restantes em biocombustíveis. Deste modo, é possível observar que há um crescimento de trabalhos sobre o reaproveitamento da borra de café com ênfase em biocombustíveis, o que não acontece com cosméticos e fármacos.

A Figura 22 mostra a evolução dos artigos ao longo do tempo. Percebe-se um crescimento de artigos publicados a partir de 2016 quando comparado aos anos anteriores, com redução no período da pandemia Covid 19. Em sequência, observa-

se um aumento em 2022. Esse aumento pode ser atribuído a maior preocupação com o meio ambiente.

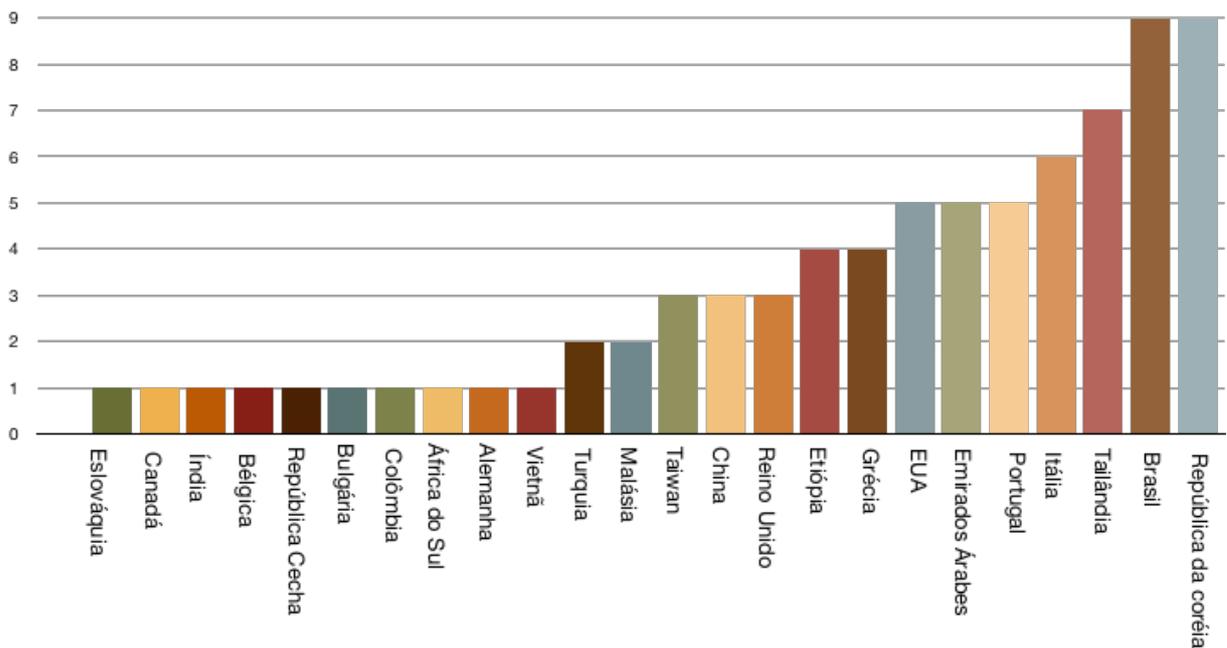
Figura 22 - Quantidade de artigo encontrado por ano



Fonte: A Autora, 2022.

A Figura 23 nos mostra o número de publicações por país.

Figura 23 - Número de publicações por país

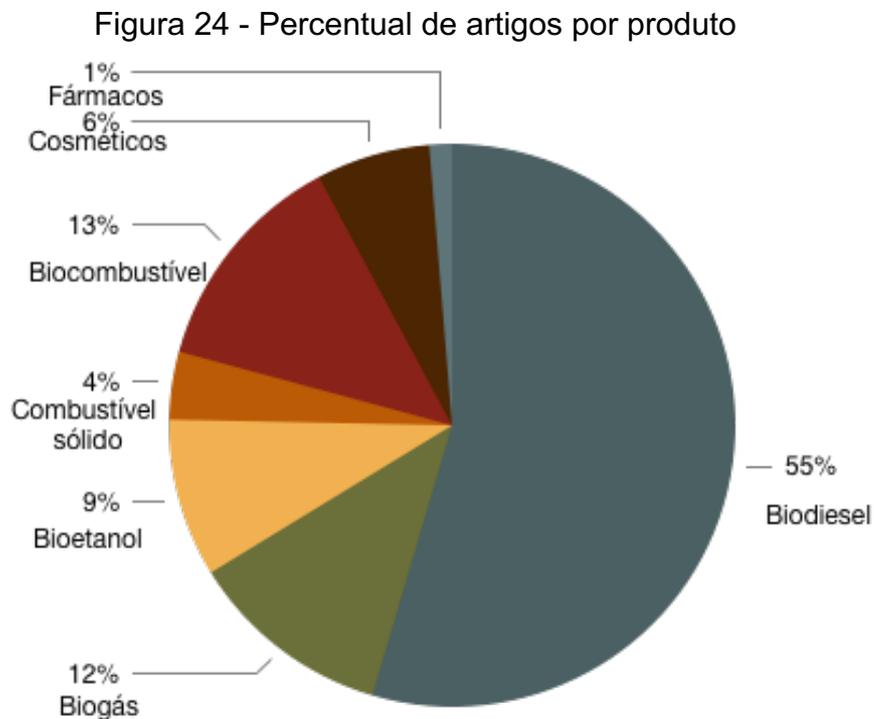


Fonte: A Autora, 2022.

Perceber-se que o Brasil e a Coreia são os países que mais publicam artigos sobre a utilização da borra de café com foco em biocombustíveis, cosméticos e fármacos. Em sequência estão a Tailândia e a Itália. Sendo assim, conclui-se que existe uma tendência maior em publicações com o foco em biocombustível quando comparado aos cosméticos e fármacos. Além disso, percebe-se um aumento gradativo ao longo dos anos nas publicações, bem como uma variedade de países que fazem artigos sobre os temas em questão.

4.3.3 Análise Meso

Após a definição das taxonomias, foi feita a análise das tendências dos setenta e oito artigos selecionados. A Figura 24 descreve as porcentagens dos artigos científicos encontrados relacionados com a taxonomia de produto.

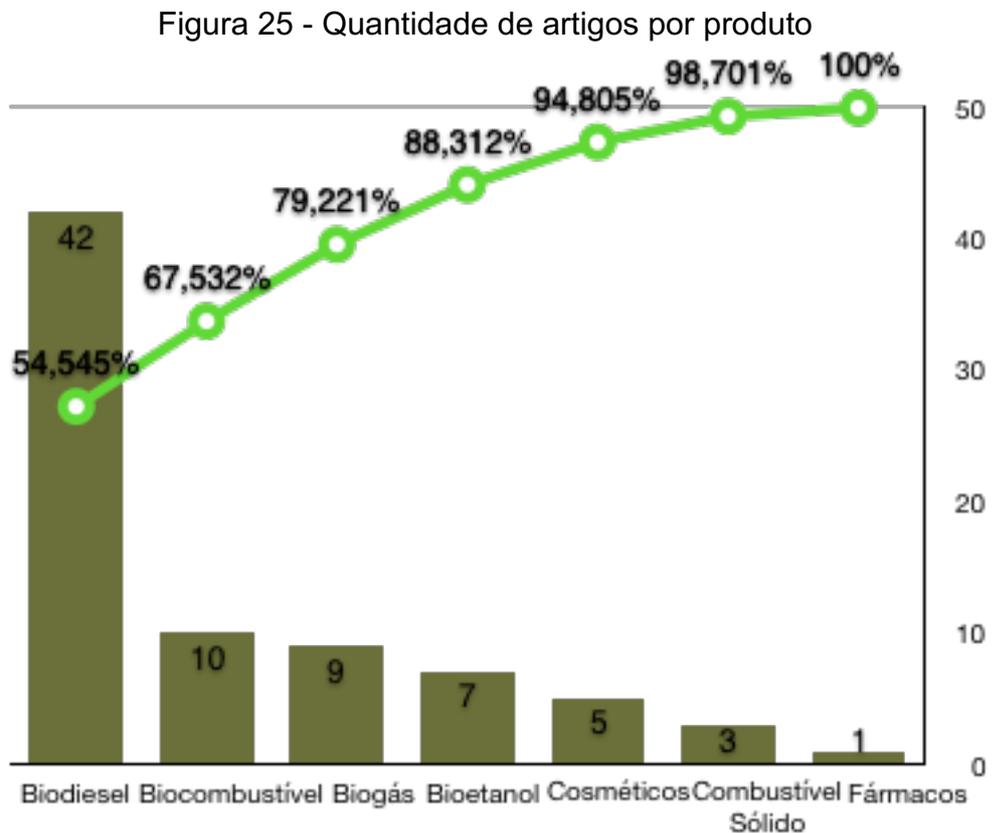


Fonte: A Autora, 2022.

É possível observar que a maioria dos trabalhos encontrados sobre a utilização da borra possuem ênfase na produção de biodiesel. Em sequência há o foco em biocombustíveis, biogás, bioetanol, cosméticos, combustível sólido e fármacos. Observa-se mais uma vez que os fármacos e cosméticos possuem poucas referências quando comparado aos biocombustíveis.

4.3.4 Análise Micro

A Figura 25 descreve a quantidade de artigos categorizados por produto.



Fonte: A Autora, 2022.

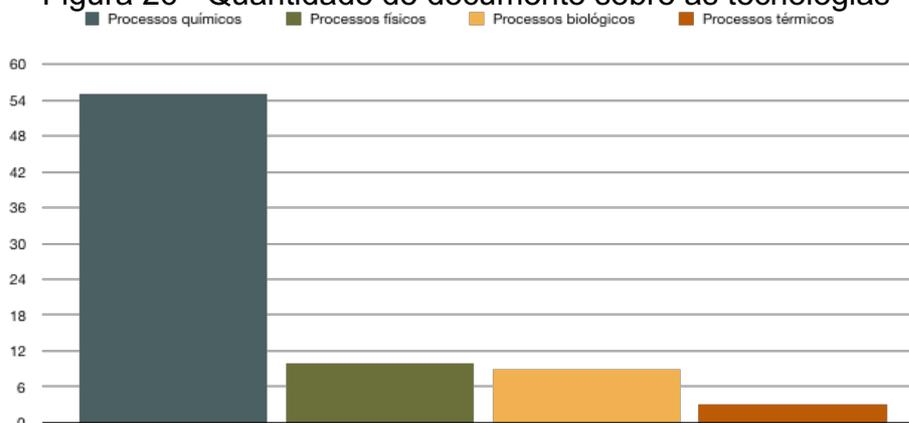
É possível observar que grande parte dos documentos encontrados foram sobre a utilização da borra para a produção de biodiesel. Em sequência têm-se biocombustíveis (10), biogás (9), bioetanol (7), cosméticos (5), combustível sólido

(3), e fármacos (1). Vale ressaltar que com relação aos cosméticos foi encontrado um artigo com foco na produção de um filtro UV que também está descrito na taxonomia.

Após analisar o mercado em relação à taxonomia, que foi dividida em “borra de café” e “borra de café com outros resíduos da indústria do café”, observa-se que sessenta artigos tratavam sobre a utilização da borra de café em si, enquanto apenas dezoito tinham como foco reaproveitar outros resíduos da indústria do café além da borra.

Com relação à tecnologia, vale ressaltar que esta foi dividida em processos térmicos, físicos, químicos e biológicos e que esses processos englobam transesterificação, pirólise, catálise enzimáticas e outros (Figura 26). Vale ressaltar que os processos foram categorizados artigo por artigo em função do seu processo principal. Deste modo, alguns artigos podem ter outros processos que não foram abordados nesse trabalho, pois na produção do biocombustível, por exemplo, muitas vezes é necessário fazer uma separação (processo físico) e um transesterificação (processo químico) ou até mesmo combinar outros processos a depender do tipo de biocombustível que se pretende fazer.

Figura 26 - Quantidade de documento sobre as tecnologias



Fonte: A Autora, 2022.

Por fim, através de análises feitas nas bases de dados, verificou-se que o artigo de Vardon *et al.* (2013) é um dos mais relevantes pois foi citado 225 vezes por outros trabalhos. Foi possível observar também outros artigos que possuem uma certa relevância como o artigo de Kwon, Haakrho e Young (2013), com 153 citações, e o de Karmee (2018), com 152 citações.

5 ELABORAÇÃO E ANÁLISE DO ROADMAP

Neste capítulo será abordado a elaboração do *roadmap*, desde o seu princípio baseado nas informações citadas no capítulo anterior, bem como a análise dos resultados encontrados.

5.1. Elaboração *Roadmap*

A estrutura do *roadmap* caracteriza-se por um eixo horizontal contendo o espaço temporal e o eixo vertical com as taxonomias. As taxonomias são categorizadas em mercado, produto e tecnologia, enquanto o espaço temporal é dividido a curto prazo que engloba as patentes concedidas, médio prazo que contém informações sobre pedidos de patentes e longo prazo com informações sobre artigos científicos.

As informações referentes ao eixo vertical (mercado, produto e tecnologia) foram encontradas via análise de documento descritos no capítulo anterior. As taxonomias, por sua vez, foram selecionadas a fim de organizar da melhor forma possível as informações encontradas.

Para a montagem do *roadmap*, as taxonomias se encontram na vertical a esquerda com linhas guias tracejadas na horizontal, cuja finalidade é servir como ponto de intercessão para os círculos que indicam a respectiva taxonomia, como apresentado na Figura 27.

Figura 27 - Exemplo das linhas guia

TAXONOMIA	
MERCADO	Borra de café
	Borra de café + outros resíduos da indústria do café
PRODUTO	BIOCOMBUSTÍVEL
	Biodiesel
	Biogás
	Bioetanol
	Combustível sólido
	FÁRMACOS
	COSMÉTICOS
	Filtro UV
TECNOLOGIA	Processos químicos
	Processos físicos
	Processos térmicos
	Processos biológico

Fonte: A Autora, 2023.

Os documentos encontrados referentes a patentes concedidas, patentes solicitadas e artigos científicos são demonstrados no *roadmap* através de linhas verticais. Estes estão dispostos em cada espaço temporal (curto, médio e longo prazo) e estão em ordem cronológica em relação ao seu ano de publicação.

As características dos documentos são delimitadas através de círculos na linha vertical e interceptam as linhas horizontais. As setas se conectam com a taxonomia indicando que o documento tem relação com determinado mercado, produto ou com a tecnologia.

A fim de facilitar o entendimento do *roadmap* faz-se necessário cortes a níveis temporais (curto, médio e longo prazo) com as taxonomias repetidas em cada corte e análises separadas de cada estágio.

Para a montagem das taxonomias levou-se em consideração o trinômio mercado, produto e tecnologia. Em relação ao mercado, a taxonomia foi dividida em “Borra de café” e “Borra de café + outros resíduos da indústria do café” como pode ser visto na Figura 28.

Figura 28 - Taxonomia mercado

TAXONOMIA	
MERCADO	Borra de café
	Borra de café + outros resíduos da indústria do café

Fonte: A Autora, 2023.

Conforme mostra a Figura 28, na análise de produto, a taxonomia foi dividida em biocombustível, que por sua vez foi subdividido em biodiesel, biogás, bioetanol e combustível sólido. Fármacos e cosméticos teve sua subdivisão com filtro UV. A escolha dos subitens foi feita para especificar os assuntos tratados nos documentos encontrados anteriormente, bem como facilitar o entendimento do leitor.

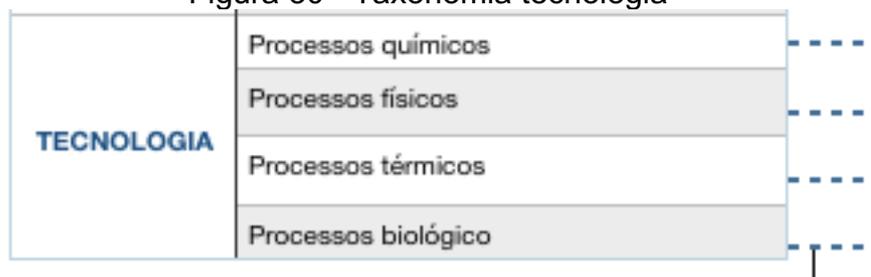
Figura 29 - Taxonomia produto

PRODUTO	BIOCOMBUSTÍVEL
	Biodiesel
	Biogás
	Bioetanol
	Combustível sólido
	FÁRMACOS
	COSMÉTICOS
	Filtro UV

Fonte: A Autora, 2023.

A subdivisão da taxonomia referente a tecnologia foi feita para simplificar o *roadmap*, uma vez que existem muitas tecnologias envolvidas nos processos produtivos de fármacos, cosméticos e biocombustíveis. Desta forma, a seção foi dividida em processos físicos, químicos, térmicos e biológicos.

Figura 30 - Taxonomia tecnologia



Fonte: A Autora, 2023.

5.2 Análise Roadmap

5.2.1 Curto Prazo

Foram realizadas pesquisas a fim de encontrar empresas que no âmbito atual aplicasse o tema em questão. Deste modo, identificou-se que atualmente existe uma empresa inglesa, fundada em 2013, que já trabalha com a transformação da borra em biocombustível. A Bio-bean é uma empresa que industrializou o processo de reciclagem da borra em biocombustíveis. A empresa possui uma fábrica em Cambridgeshire e um serviço de coleta através casas, cafeterias e outros pontos pelo Reino Unido. Vale ressaltar que a empresa sanou o problema da falta de borra de café trabalhando com sua própria coleta (BIO-BEAN, 2023).

Além disso, foi encontrado um profissional que atua na indústria do café onde ele nos informa que “a borra de café é usada principalmente como biomassa (combustível) na caldeira, mas como não é suficiente, tem de ser complementada com cavaco de madeira”. Ele também citou que antes de instalar a caldeira de biomassa, a borra era distribuída gratuitamente para pequenos produtores agrícolas da região para ser usada como ingrediente na composição de adubos (NUNES, 2022).

Através do corte temporal do *roadmap* a curto prazo foi possível identificar que ainda não existe um número grande de patentes. Isso pode ser atribuído a não existência de borra disponível em quantidade que justifique a implementação de um processo produtivo de biocombustíveis, por exemplo, o que não impede estudos

sobre o assunto. A ausência da borra de café em quantidade se dá em função da falta de uma coleta especializada e logística para que esta seja feita.

Ainda que com poucas patentes concedidas sobre o assunto, observou-se que existem estudos desde 1996 sobre o reaproveitamento dos resíduos do café para a produção de um filtro UV.

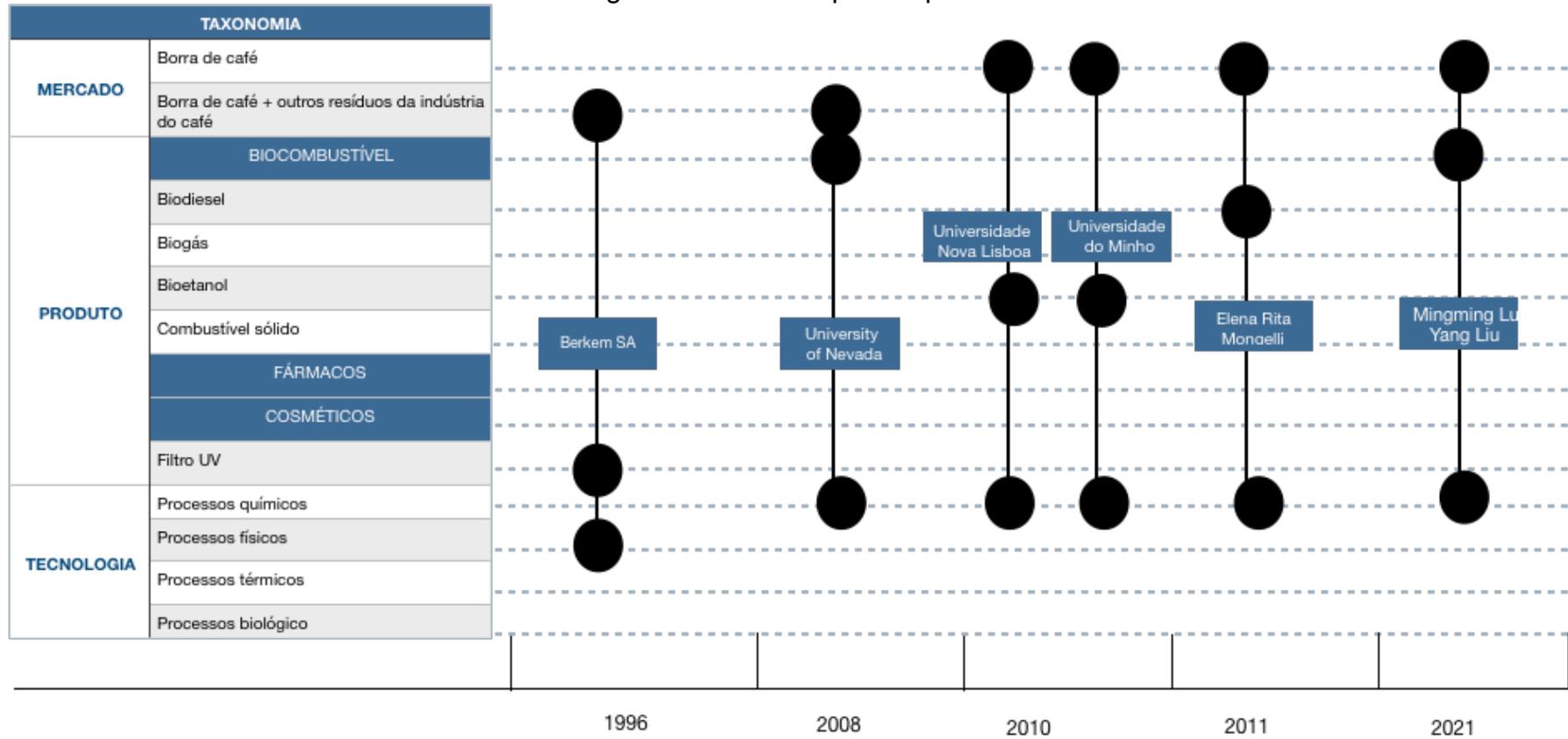
Há a presença de um detentor coreano, a Berken AS, e uma detentora Argentina, Elena Rita Mongelli. As Universidades do Minho e a Nova Lisboa possuem patentes na mesma linha de pesquisa, ou seja, a utilização da borra para a produção de bioetanol utilizando processos químicos. A patente de Elena Rita (2011) segue mesmo raciocínio das citadas anteriormente, porém se difere quanto ao produto, ela trata da produção de biodiesel. O trabalho de Mingming Lu e Yang Lu (2021) difere apenas quanto a taxonomia de mercado, pois utilizam resíduos da indústria do café (como polpa, casca, borra e outros) ao invés da borra de café somente.

A patente requerida pela Universidade de Nevada engloba os biocombustíveis produzidos por processos químicos por meio de resíduos da indústria do café. Por fim, a patente Coreana da Berken SA (1996) refere-se a um cosmético produzido por resíduos da indústria do café por meio de processo físico.

Desta forma, pode-se concluir que, mesmo não tendo borra de café em grande escala para justificar a implementação das patentes, é possível realizar esses estudos e comprovar a possível aplicação da borra para a produção de cosméticos, fármacos e biocombustíveis. Vale destacar que a ausência de borra de café em quantidade não impossibilita uma aplicação em escala laboratorial.

Na Figura 31 está retratado o *roadmap* a curto prazo com as patentes encontradas e comentadas anteriormente.

Figura 31 - Roadmap curto prazo



Fonte: A Autora, 2023.

5.2.2 Médio Prazo

A análise do corte temporal do technology roadmap a médio prazo contém os detentores das patentes solicitadas, bem como suas respectivas classificações de mercado, produto e tecnologia (Figuras 32 e 33). Nesta análise observa-se que alguns pedidos de patentes não especificam se é processo ou produto e desta forma não foi explicitado no *roadmap*. Foi observada uma maior quantidade de patentes solicitadas do que concedidas. Foi observado principalmente a presença de pedidos de patentes mais recentes como o de Mingming Lu e Yang Liu (2021) e as de Rohan MR Reddy, Mofijur e Aleksandra (2020).

A patente solicitada por Mingming Lu e Yang Liu (2021) trata-se de um sistema e processo para a produção de biocombustível através de borra de café. Já a patente requerida por Rohan MR Reddy, Mofijur e Aleksandra (2020) visa utilizar a borra de café de uma rede de lojas de conveniência denominada *7 eleven* para a produção de biogás.

Destacam-se as patentes solicitadas que utilizam como taxonomia de mercado a borra de café. Onze delas utilizam somente a borra, enquanto as outras utilizam resíduos da indústria do café de uma forma geral. Verificou-se também que apenas um detentor se repete. A empresa Bio Bean, citada anteriormente, está presente no *roadmap* de médio prazo com duas patentes solicitadas no ano de 2016 com a taxonomia de mercado referente aos resíduos da indústria do café e a taxonomia de produto referente aos biocombustíveis de uma maneira geral. Foi possível observar que a Coreia se destaca como o país com mais pedidos de patentes, com os seguintes detentores: Ami Cosmetic Co (2017), Kim Mee Kyung e Ryoo Jae Deok (2017), Ju Hae Mi, Seung Hoon e Kim Meyeong (2018), Young Se Kim (2009), Duk Gam Woo, Sang Hyeon Kim e Tae Han Kim (2021), Minjeong Lee (2019), Gwak Seong Gyu (2014) e Korea Advanced Institute of Science and Technology (2019).

A patente solicitada por Zaraisky Evgeny Ilyich (2002) trata sobre cosméticos utilizando a borra de café, porém não descreve se é processo ou produto. A patentes de Ami Cosmetic Co e Gwak Seong Gyu também abordam sobre

cosmético e não especificam nada sobre a taxonomia de tecnologia, porém utilizam os resíduos da indústria do café como produto.

A patente solicitada por Kim Mee Kyung e Ryoo Jae (2017) aborda uma composição cosmética compreendendo borra de café fermentada e tem como tecnologia processo biológico. A proposta é fermentar a borra de café em um microrganismo complexo a fim de melhorar significativamente a funcionalidade como antioxidante, clareamento, rugas e afins.

O pedido de patente de Ju Hae Mi, Seung Hoon e Kim Meyeong (2018) trata sobre um método de fabricação de composição cosmética contendo café moído usado para a descamação de pele da cabeça ou prevenção de caspa, utilizando resíduos do café e processo químico.

Foi possível observar somente um pedido de patente sobre combustível sólido, requerida por Duk Gam Woo, Sang Hyeon Kim e Tae Han Kim (2021). Está aborda as características do combustível sólido compreendendo borra de café e pó de madeira e não especifica sobre a taxonomia de tecnologia.

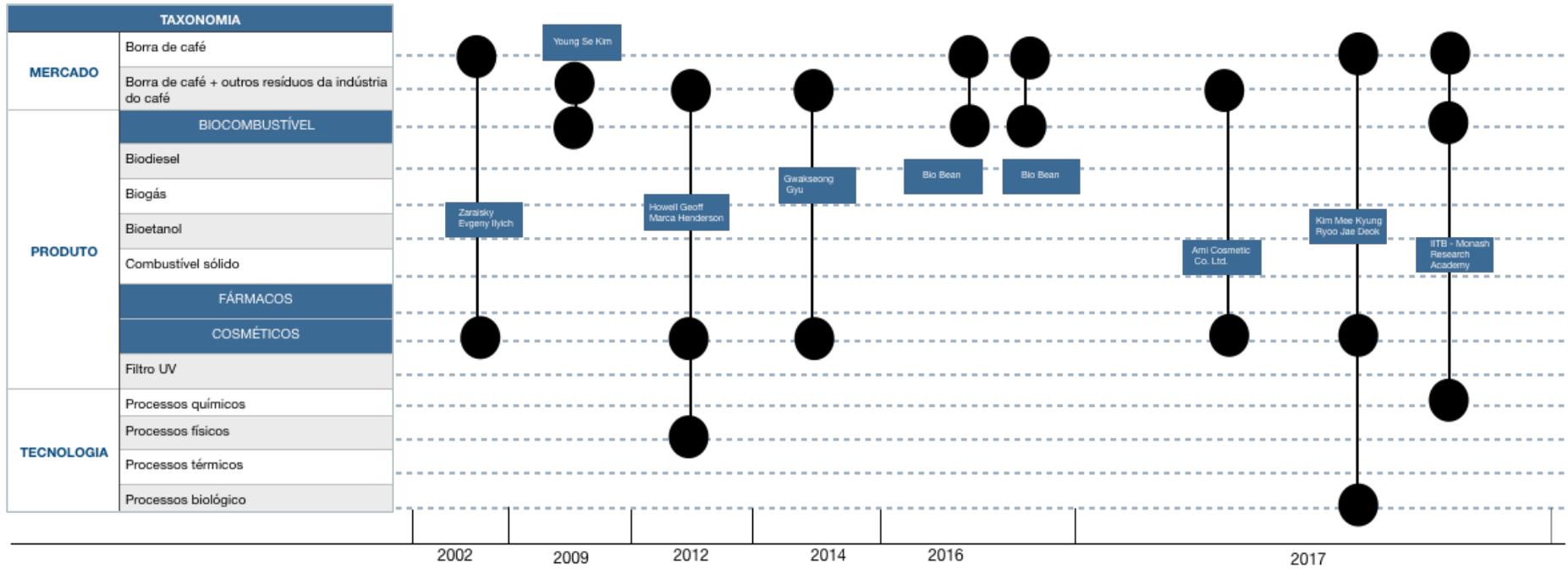
Após as análises foi verificado que existem apenas dois pedidos de patentes sobre biogás e ambos englobam a borra como taxonomia de mercado. A patente solicitada por Minjeong Lee (2019) trata de biogás com a taxonomia de mercado em borra e processo biológico. Já a solicitada por Rohan MR Reddy (2020) também usa a borra para a produção do biogás, mas não cita nada sobre sua tecnologia.

Duas patentes solicitadas, enquadradas nas mesmas taxonomias, por *Monash Research Academy* (2017) e Mofijur (2020) tratam sobre biocombustíveis através de processo químico com borra. Outro caso de biocombustíveis é a de Young Se Kim (2009), que utiliza resíduos da indústria do café a fim de produzir combustível sólido de biomassa e não reporta nada sobre a tecnologia. Observou-se ainda a presença o pedido feito por Alaksandra (2020) que trata sobre biodiesel produzido por borra de café através de processo químico e o da *Korea Advanced Institute of Science and Technology* (2019) que também cita sobre a produção de biodiesel via borra mas através de processo térmico. Foi encontrado o documento que fala sobre um método para a produção de bioetanol a partir de borra de café através de processos químicos requerida pela Universidade do Minho (2010).

Deste modo, para o corte temporal de médio prazo, pode-se concluir que em relação ao mercado existe uma tendência na utilização da borra de café quando

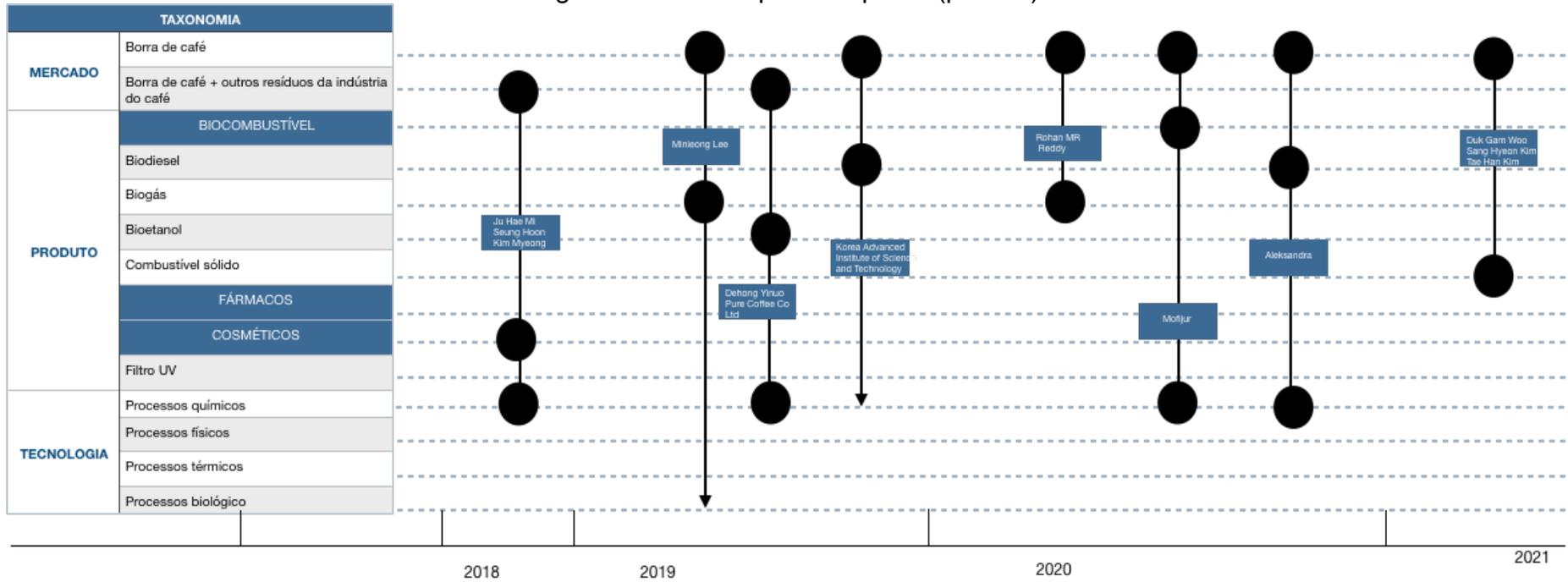
comparado aos resíduos da indústria do café. Quanto ao produto, destaca-se o uso dos biocombustíveis quando comparados aos cosméticos e fármacos como observamos no *roadmap*. Já sobre a tecnologia foi observado uma tendência no uso de processos químicos.

Figura 32 - Roadmap médio prazo (parte 1)



Fonte: A Autora, 2023.

Figura 33 - Rodmap médio prazo (parte 2)



Fonte: A Autora, 2023.

5.2.3 Longo prazo

Por fim, para o corte temporal de longo prazo do *technology roadmap*, pode-se observar os autores dos artigos publicados (Figuras 33 a 39). Foi necessário dividir o mapa em sete partes em função da quantidade de documentos encontrados.

Observa-se no corte a longo prazo a presença em peso de instituições coreanas como a *Gangneung-Wonju National University*, *Chonnam National University*, *Shanghai Jiao Tong University* e outras contando com nove publicações ao total. Das nove publicações uma foi feita em parceria entre duas universidades, três em parceria com o *Department of Chemical and Biomolecular Engineering, KAIST*, uma em parceria com o *Research Institute of Industrial Science and Technology* e as quatro restantes feita por somente uma universidade.

Foi observado uma grande presença de países asiáticos como Vietnã, Taiwan, República da Coreia, Tailândia e outros, sendo a República da Coreia com o maior número de publicações, quando comparada aos outros países asiáticos.

Dentre as detentoras dos artigos, identificou-se grandes universidades do Brasil como a Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de São Paulo, Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade do Vale do Rio do Sinos, Universidade de Lavras, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de Minas Gerais entre outras.

Através do corte temporal do *roadmap* a longo prazo observou-se a presença de somente um artigo sobre fármacos escrito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria, ambas no Brasil. Também foi possível encontrar outro trabalho da Universidade Federal de Santa Maria, o qual fala sobre a produção de biodiesel através de processo químico por meio de borra de café.

Ainda no Brasil, além dos dois trabalhos citados anteriormente, há outros sete diferentes trabalhos. Dentre eles, destaca-se somente um na área de cosméticos, que utiliza resíduos do café por meio de processo químico sobre posse das Universidades Federal de São Paulo, Federal de Juiz de Fora e Federal de Lavras. Ainda sobre o Brasil, constatou-se uma tendência maior em relação aos

biocombustíveis, com sete artigos, uma vez que com relação aos fármacos e cosméticos, foram encontrados somente dois. O Brasil se encontra com nove artigos publicados bem como a República da Coreia.

Alguns artigos abordam o tema biocombustível na totalidade, sem segmentar em biodiesel, bioetanol, biogás ou combustível sólido. Isso ocorreu em dez artigos onde não é segmentado, e por isso foi tratado como biocombustível de uma maneira geral. Dentre eles, destaca-se a Universidade Federal de Minas Gerais, com dois artigos e a Ton Duc Thang University, também com dois artigos.

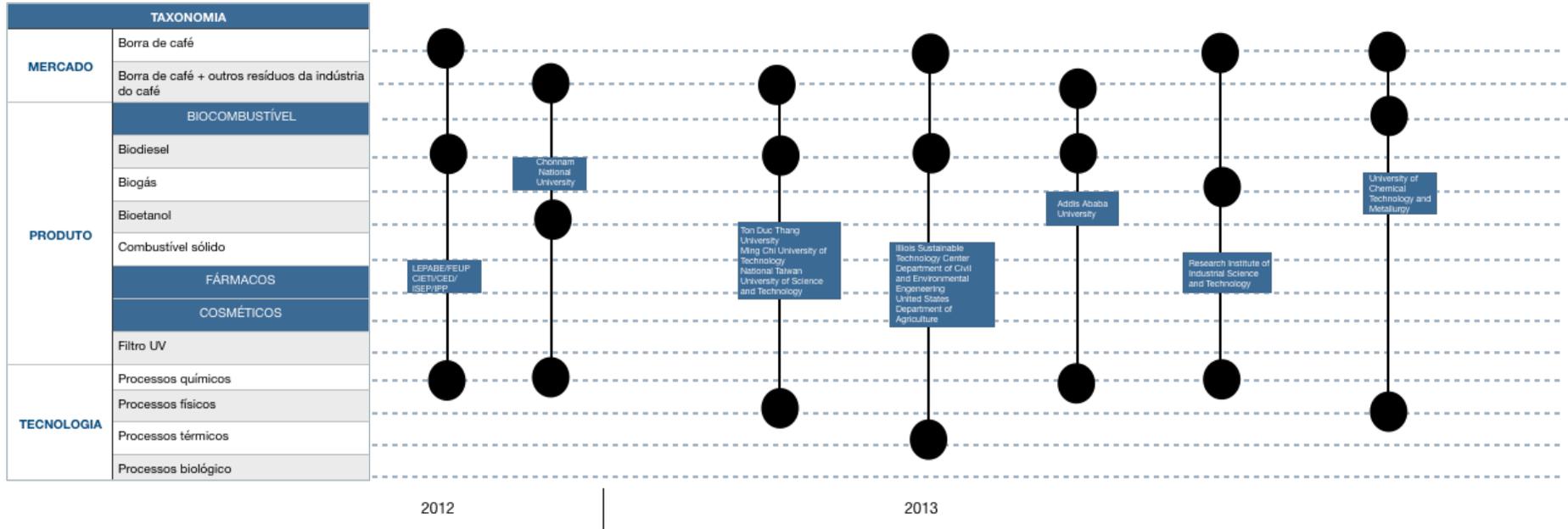
Com o auxílio do roadmap verificou-se uma tendência quanto ao uso da borra de café, quando comparado ao uso dos resíduos da indústria do café. Foram encontradas sessenta publicações englobando o uso da borra, contra dezoito com a taxonomia de mercado em resíduos do café. Vale ressaltar que a indústria do café produz outros resíduos além da borra e por isso foi estabelecido a utilização de duas taxonomias de mercado.

Em relação à taxonomia de tecnologia, foi possível verificar que cinquenta e seis abordaram processos químicos, dez abordaram processos físicos, nove tiveram abordagem em processos biológicos e três sobre processos térmicos, o que mostra uma tendência maior no uso de processos químicos.

Já em relação à taxonomia de produto, observa-se que existe uma tendência na publicação de artigos sobre biodiesel. Verificou-se a presença de quarenta e dois trabalhos abordando biodiesel, dez abordando biocombustíveis, sete sobre bioetanol e nove sobre biogás.

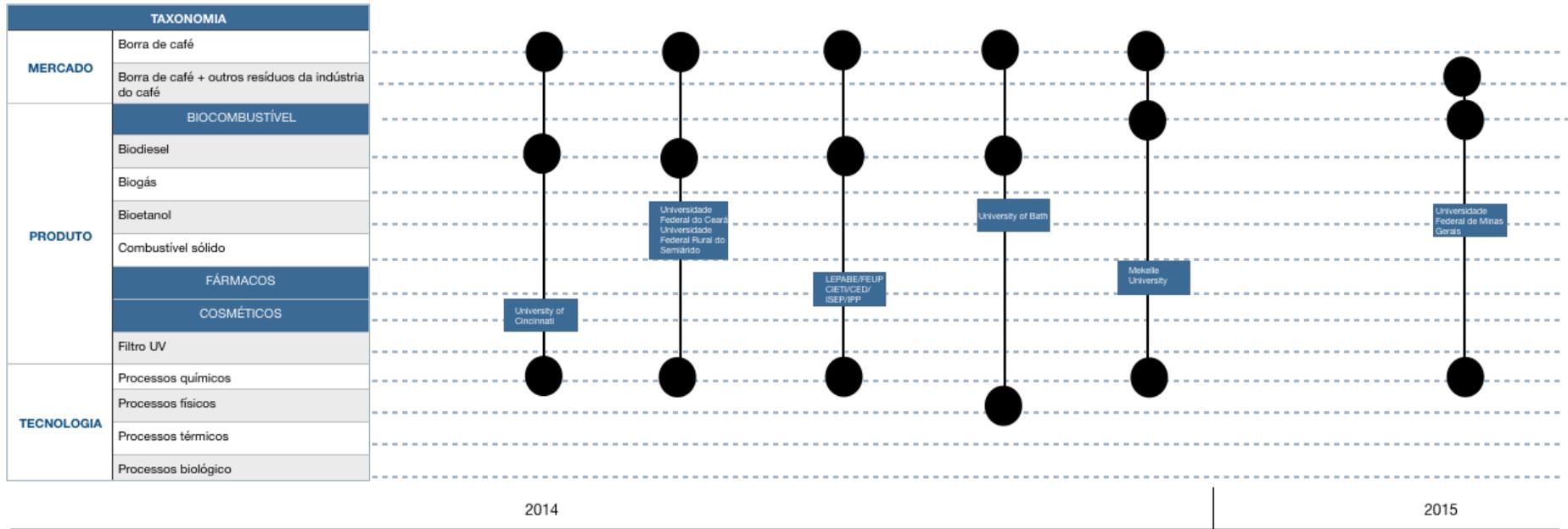
Após a análise do *roadmap* a curto, médio e longo prazo foi concluído que existe a possibilidade de aplicação da borra para produção de biocombustíveis, fármacos e cosméticos.

Figura 34 - Roadmap longo prazo (parte 1)



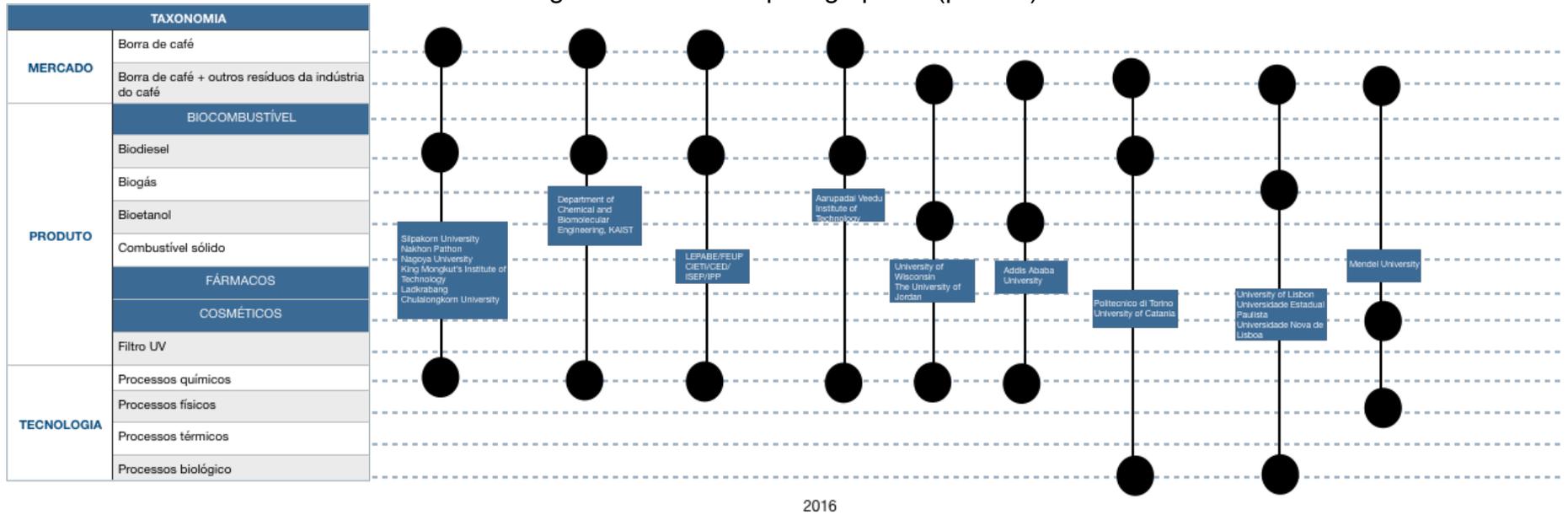
Fonte: A Autora, 2023.

Figura 35 - Roadmap longo prazo (parte 2)



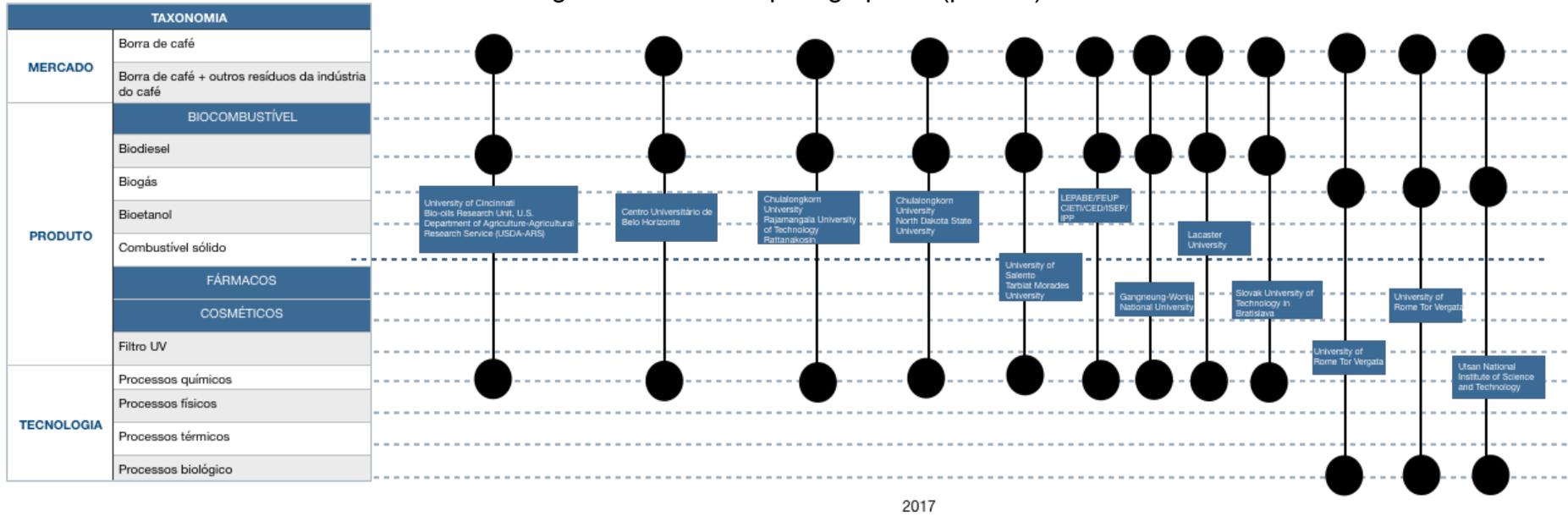
Fonte: A Autora, 2023.

Figura 36 - Roadmap longo prazo (parte 3)



Fonte: A Autora, 2023.

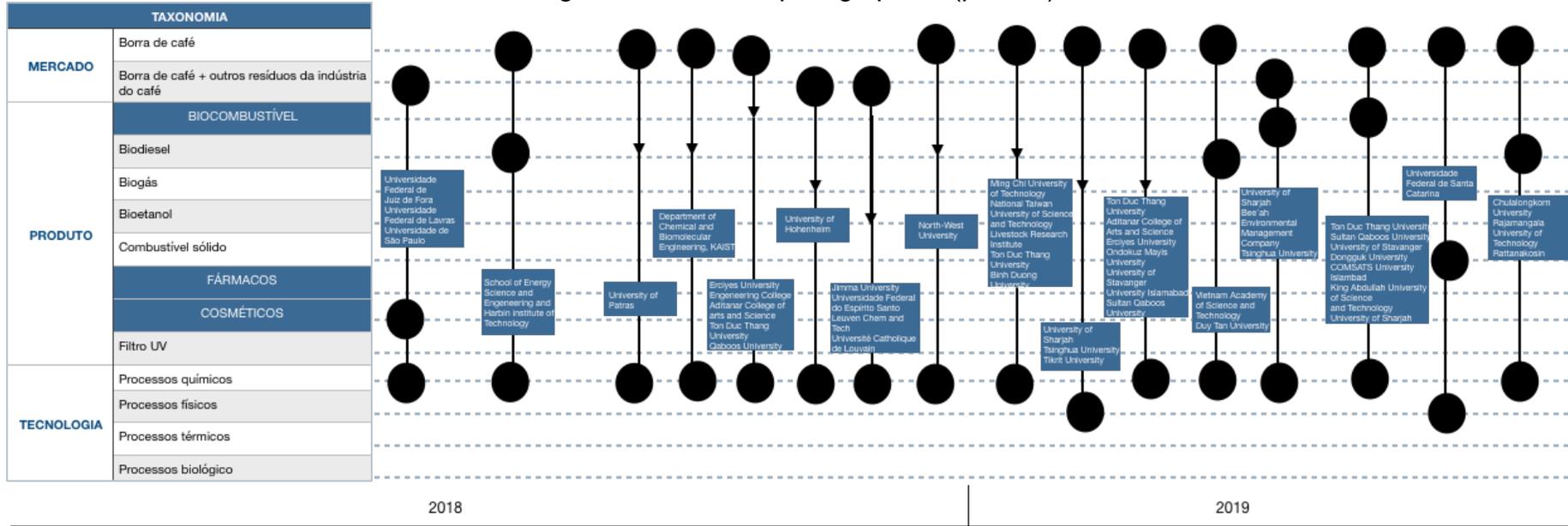
Figura 37 - Roadmap longo prazo (parte 4)



2017

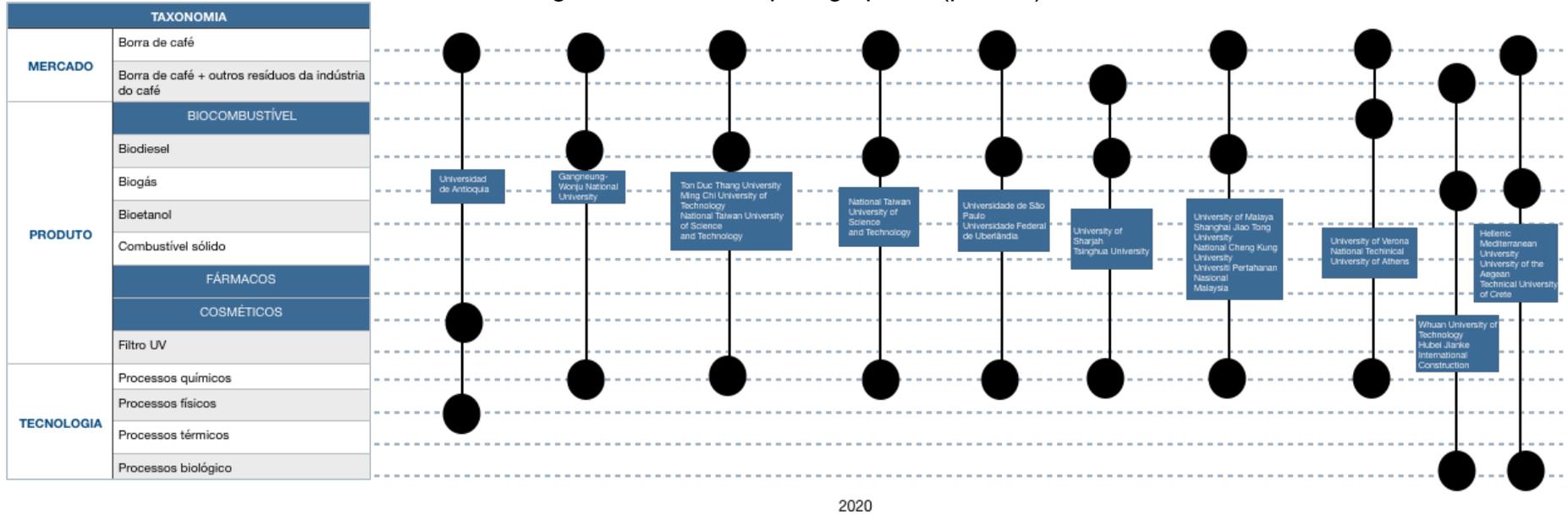
Fonte: A Autora, 2023.

Figura 38 - Roadmap longo prazo (parte 5)



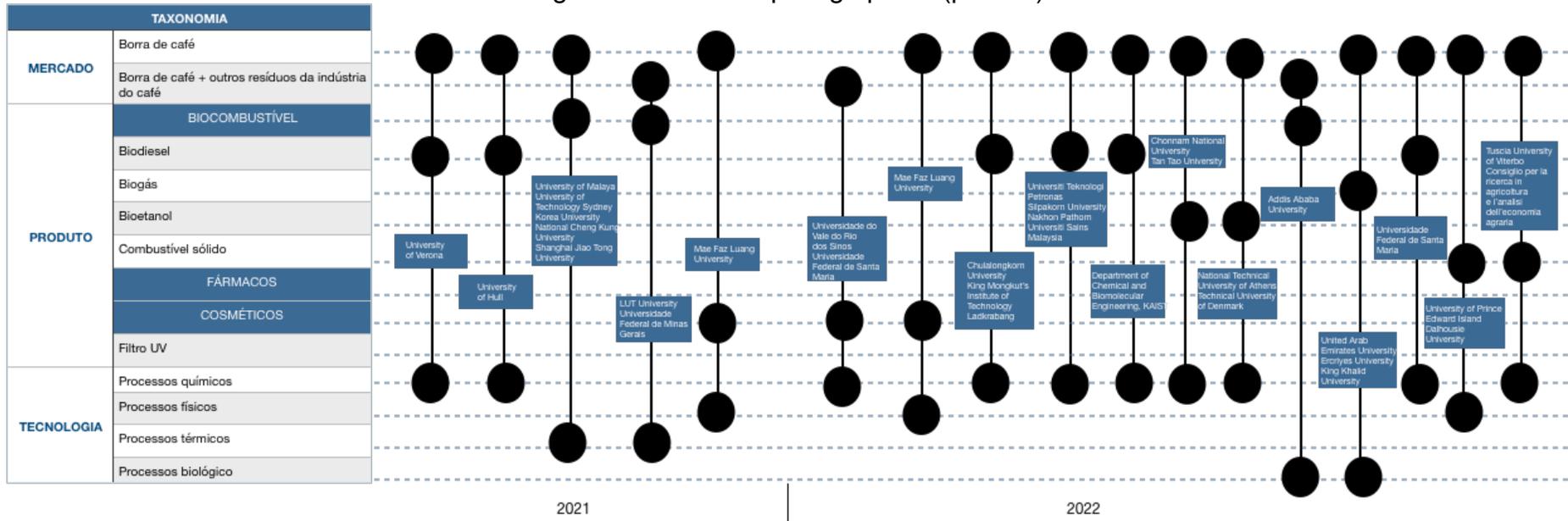
Fonte: A Autora, 2023.

Figura 39 - Roadmap longo prazo (parte 6)



Fonte: A Autora, 2023.

Figura 40 - Roadmap longo prazo (parte 7)



Fonte: A Autora, 2023.

6 CONCLUSÕES

Nesse estudo foi aplicado o método do technology roadmapping a fim de verificar as tendências relacionadas ao uso da borra de café para a produção de biocombustíveis, fármacos e cosméticos para compreender o estado da arte ao longo do tempo (1996-2022).

Foi possível verificar por meio de pesquisas que atualmente existe uma empresa do Reino Unido denominada Bio-bean que já utiliza da borra de café para a produção de biocombustível mostrando previamente que é possível colocar em prática tudo o que foi descrito, estudado e discutido nesse trabalho mesmo com todas as limitações sobre o assunto.

No que diz respeito ao roadmap de curto prazo constituídos de patentes, foi observado uma tendência no uso da borra de café, bem como uma tendência no uso de processos químicos. Observa-se também uma tendência em estudos sobre biocombustíveis, uma vez que temos somente uma patente sobre cosméticos e nenhuma sobre fármacos.

Em relação ao roadmap de médio prazo, foi possível verificar que existe uma tendência maior em pedidos de patentes sobre borra de café especificamente. Além disso, verificou-se uma tendência de uso dos biocombustíveis comparando a fármacos e cosméticos. Neste caso também existe uma tendência em processos químicos quando se trata de tecnologia.

Já a longo prazo foi possível ver uma tendência nos trabalhos sobre biocombustíveis, mais especificamente o biodiesel. Assim como nos casos anteriores em relação à tecnologia existe a tendência acerca dos processos químicos e em relação ao mercado também há tendência de uso da borra de café.

Vale ressaltar que tecnicamente existe a possibilidade de se produzir biocombustíveis, fármacos e cosméticos, porém existem uma série de fatores, como, por exemplo, a viabilidade econômica, que faz com o que essa produção não seja muito interessante. Vale também ressaltar que uma das maiores limitações encontradas foi em relação coleta seletiva de borra de café, uma vez que atualmente não é empregado no Brasil esse tipo de coleta e nem o reaproveitamento da borra em larga escala.

Por fim, pode-se concluir que existe aplicação da borra de café em larga escala para a produção de biocombustíveis, bem como existem artigos e patentes que comprovam a utilização da borra de café. É possível também concluir, de uma maneira geral, que existe uma tendência na produção de biocombustíveis, mais especificamente biodiesel, com a borra de café por meio de processos químicos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRAILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ. Indicadores da indústria de café. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/>. Acesso em: 14 abr. 2022.

_____. O café brasileiro na atualidade, 2021. Disponível em: <https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/o-cafe-brasileiro-na-atualidade/#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20maior,h%C3%A1%20mais%20de%20150%20anos.> . Acesso em: 14 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ SOLÚVEL. **Relatório do Café Solúvel no Brasil**. [S. l.], 2020. Disponível em: www.abics.com.br. Acesso em: 6 fev. 2020.

A BORRA do seu café pode ajudar o meio ambiente!. Disponível em: <https://akatu.org.br/dica/a-borra-do-seu-cafe-pode-ajudar-o-meio-ambiente/>. Acesso em: 6 abr. 2022.

AGNOLETTI, B. Z. *et al.* Discriminação de Café Arábica e Conilon Utilizando Propriedades Físico-Químicas Aliadas à Quimiometria. **Revista Virtual de Química**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 000, 21 jun. 2019. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/BarbaraZNoPrelo.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2023.

AGUILLAR-RAYMUNDO, Victoria Guadalupe *et al.* Spent coffee grounds cookies: Sensory and texture characteristics, proximate composition, antioxidant activity, and total phenolic content. **Journal Of Food Processing And Preservation**. Pénjamo, p. 1-8. 14 fev. 2019

ATABANI, A.E. *et al.* Valorization of spent coffee grounds into biofuels and value-added products: pathway towards integrated bio-refinery. **Fuel**, Ho Chi Minh City, v. 254, n. 115640, p. 1-20, out. 2019. Elsevier BV

AVALIAÇÃO do uso da borra de café para utilização em produtos cosméticos. **Revista Virtual de Química**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 1810-1822, 2 jan. 2020.

AZIZI, K; MORAVEJI, M. K.; NAJAFABADI, H.A. A review on bio-fuel production from microalgal biomass by using pyrolysis method. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 82(3), p. 3046-3059, 2017.

BARRETO, Geraldo André Rosseto *et al.* Compostagem em pequena escala utilizando borra de café como alternativa para valorização de resíduos sólidos orgânicos em instituições de ensino superior. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 17, p. 26-26, 2020.

BIO-BEAN. Disponível em: <https://www.bio-bean.com/about/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da safra do café**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe>. Acesso em: 31 jul. 2023.

_____. **Boletim de café** [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe/item/17512-1-levantamento-de-cafe-safra-2022>. Acesso em: 20 de abr. 2022.

_____. **Safra brasileira de café**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Acesso em: 14 abr. 2022.

BOND A. J; MORRISON-SAUNDERS, A. Re-evaluating Sustainability Assessment: Aligning the vision and the practice. **Environmental Impact Assessment Review**, 3(11), 2011, pp. 1-7.

BORÉM, F. M. **Handbook of Coffee PostHarvest Technology**. Ufla: Lavras, 2014.

BORSCHIVER, S.; SILVA, A. L. R. **Technology Roadmap – Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia**. [S.n.]: Rio de Janeiro, 2016.

BORRA, pó de café e suas mil e uma utilidades. Disponível em: <https://www.graogourmet.com/blog/borra-de-cafe/>. Acesso em: 26 de abr. 2022.

BRASIL. Instrução normativa nº 81, de 19 de dezembro de 2018. **Estabelece critérios para para uso na alimentação animal de coprodutos da indústria da alimentação humana e a animal**. Seção 1, p. 17.

CAMPOS-VEGA, Rocio *et al.* Spent coffee grounds: a review on current research and future prospects. **Trends In Food Science & Technology**, v. 45, n. 1, p. 24-36, set. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.012>. Acesso em: 20 de abr. 2022.

CARLOS, O.; RD FINZER, J.; A PEREIRA, T. **Loção Hidratante contendo óleo de borra de café**. 2019. Disponível em: <http://dspace.uniube.br:8080/jspui/handle/123456789/1117>. Acesso em: 9 maio 2022.

CARVALHO, M. M. DE; FLEURY, A. L.; LOPES, A. P. V. B. V. Literatura de technology roadmapping (TRM): contribuições e tendências. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 33 ., 2012, p. 1–12.

COELHO, G. M. *et al.* Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: Technology Roadmapping—um olhar sobre formatos e processos. **Parcerias Estratégicas**, v. 10, n. 21, p. 199–234, 2005.

COELHO, J. A. F.; BOTELHO JUNIOR, S.; TAHIM, E. F. Roadmap tecnológico: um estudo preliminar. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v. 11, n. 2, p. 168–177, 2012.

DURÁN, Carlos AA *et al.* Café: Aspectos Gerais e seu aproveitamento para além da Bebida. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 107-134, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Café é a segunda bebida mais consumida no Brasil**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2574254/cafe-e-a-segunda-bebida-mais-consumida-no-brasil>. Acesso em: 5 maio 2022.

_____. **Produção dos Cafés do Brasil ocupa área de 1,82 milhão de hectares dos quais 1,45 milhão são de café arábica e 375,99 mil de conilon**, 2022. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/64630822/producao-dos-cafes-do-brasil-ocupa-area-de-182-milhao-de-hectares-dos-quais-145-milhao-sao-de-cafe-arabica-e-37599-mil-de-conilon>. Acesso em: 14 abr. 2022.

FARIA, *et al.* **Desenvolvimento de sabonete gliceriano com adição do óleo extraído da borra de café**. Vassouras, RJ: Universidade Federal de Vassouras, 2018.

FARIAS, Luciana A.; FÁVARO, Déborah I. T. Vinte anos de Química Verde: conquistas e desafios. **Química verde**, Química nova, 2 mar. 2011.

FERREIRA, Jennifer. **Seeking Sustainability in the Coffee Shop: Innovations in the Circular Economy**. [S. l.: s. n.], 2019.

FRANCO, Heider Alves; CASTRO ROCHA, Marcus Vinicius; THODE FILHO, Sergio. **Impacto Ambiental do Extrato Solubilizado de Borra de Café sobre Organismo Terrestre**. [S.l: sn]: 2019.

GARCIA, Maria L.; BRAY, Olin H. **Fundamentos do roadmapping tecnológico**. Sandia National Lab.(SNL-NM), Albuquerque, NM (Estados Unidos), 1997.

HISTÓRIA do café. São Paulo: Conselho dos exportadores de café no Brasil (CECAFÉ), 2022. Disponível em: <https://www.cecafe.com.br/sobre-o-cafe/historia-do-cafe/>. Acesso em: 9 maio 2022.

HERMANN, K. A. C. *et al.* Avaliação do Uso da Borra de Café para Utilização em Produtos Cosméticos. **Revista Virtual de Química**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 1810-1822, 2 jan. 2020.

KARMEE, Sanjib Kumar *et al.* A spent coffee grounds based biorefinery for the production of biofuels, biopolymers, antioxidants and biocomposites. **Waste Management**, v. 72, p. 240-254, fev. 2018. Elsevier BV.

KWON, Eilhann E.; YI, Haakrho; JEON, Young Jae. Coprodução sequencial de biodiesel e bioetanol com borra de café. **Tecnologia de biorrecursos**, v. 136, p. 475-480, 2013.

KOURMENTZA, C. *et al.* Spent coffee grounds make much more than waste: exploring recent advances and future exploitation strategies for the valorization of an emerging food waste stream. **Journal Of Cleaner Production**, v. 172, n. 172, p. 980-992, jan. 2018.

KOVALCIK, Adriana *et al.* Valorization of spent coffee grounds: a review. **Food And Bioproducts Processing**, v. 110, p. 104-119, jul. 2018.

MAJOLO, Luciano; COSTA, Deibson Teixeira; AZEVEDO, Camila Firmino de. Influência da borra de café fresca na germinação de sementes de rúcula como alternativa de fertilizante na agricultura urbana. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

MARQUET, Rejane Danieli Leal; NICHELE, Aline Grunewald. Reaproveitamento da Borra do Café: possibilidades de vincular a temática ao Ensino de Química. **ScientiaTec**, v. 7, n. 1, 2020.

MARTINEZ-SAEZ, Nuria *et al.* Use of spent coffee grounds as food ingredient in bakery products. **Food Chemistry**, v. 216, p. 114-122, fev. 2017. Elsevier BV.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **O café no Brasil**, 30 jan. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 14 abr. 2022.

MOITINHO, Adriana Cerqueira; KRAUSE, Maurício Canelas; SCHNEIDER, Jaderson Kleveston. **Caracterização do óleo extraído da borra de café industrial para aplicação como biodiesel**. [S.l.: s.n.], 2018.

NUNES, Thales D. Entrevista concedida a Maria Julia Siqueira. Online, 23 out. 2022.

OBRUCA, Stanislav *et al.* Biotechnological conversion of spent coffee grounds into polyhydroxyalkanoates and carotenoids. **New Biotechnology**, Brno, v. 3, n. 76, p. 1-19, 14 fev. 2015.

OLIVEIRA, Maicon Gouvêa *et al.* **Roadmapping**. Alta Books Editora, 2019.

PANDEMIA mudou consumo de café, dizem especialistas do setor. [S. l.]: Agência Brasil, 10 nov. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-11/pandemia-mudou-consumo-de-cafe-dizem-especialistas-do-setor#:~:text=qualidade%22%2C%20avalia.-,Maior%20do%20mundo,e%20um%20pouquinho%20por%20dia>. Acesso em: 14 abr. 2022.

PATENTES: O que é patente?. [S. I.]: INPI, 29 jul. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/perguntas-frequentes/patentes#:~:text=Patente%20%C3%A9%20um%20t%C3%ADtulo%20de,de%20direitos%20sobre%20a%20cria%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 26 set. 2022.

PORQUE reciclar é importante?. [S. I.], 2023. Disponível em: <https://www.nespresso.com/br/pt/como-reciclar>. Acesso em: 17 jul. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, 2.ed. Novo Hamburgo: Unversidade Feevale, 2013.

PRODUÇÃO de café deve atingir 55,7 milhões de sacas na safra de 2022. [S. I.]: CONAB, 18 jan. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4473-producao-de-cafe-deve-atingir-55-7-milhoes-de-sacas-na-safra-de-2022>. Acesso em: 14 abr. 2022.

RABBANI, E.R.K. *et al.* **Indicadores de sustentabilidade para avaliação e monitoramento da gestão de resíduos sólidos em Instituição de Ensino Superior de Pernambuco**. [Sl.: s.n.], 2021.

VAN ELK, Ana Ghislane Henriques Pereira. **Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicando resíduos sólidos: redução de emissões na disposição final**. Rio de Janeiro: Ibam, 2007. 40 p.

VARDON, Derek R. *et al.* Aproveitamento completo da borra de café para produzir biodiesel, bio-óleo e biocarvão. **ACS Química e Engenharia Sustentável**, v. 1, n. 10, pág. 1286-1294, 2013.

ZABANIOTOU, Anastasia; KAMATEROU, Paraskevi. Food waste valorization advocating Circular Bioeconomy - A critical review of potentialities and perspectives of spent coffee grounds biorefinery. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 211, p. 1553-1566, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.230>.

SILVA, Michelle Cristina da *et al.* Mapeamento de Informações Tecnológicas em Documentos de Patente: uso da borra de café na produção de biocombustíveis. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 12, n. 5, p. 1.402-1.420, dez. 2019. Quadrimestral. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/32839/20677>. Acesso em: 31 jun. 2023.

SHANG, Y.-f. *et al.* Antioxidative polyphenolics obtained from spent coffee grounds by pressurized liquid extraction. **South African Journal Of Botany**, v. 109, p. 75-80, mar. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2016.12.011>.

APÊNDICE A – Documentos de patentes solicitadas e concedidas consultados referente ao tema da pesquisa

Título	Requerente	Pais	Ano	Status	Produto	Tecnologia	Merchdo
Biocombustível	Bio Bean	Reino Unido	2016	Pedido	Biocombustível	Não informada	Borra
Combustível renovável com base de café e um método para fabricá-lo	Young Se Kim	Coréia	2009	Pedido	Biocombustível	Não informada	Resíduos do café
Características do combustível sólido de pelotas compreendendo borra de café e pó de madeira	Duk Gam Woo Sang Hyeon Kim Tae Han Kim	Coréia	2021	Pedido	Combustível sólido	Não informada	Borra
Produção sequencial de lignina, ésteres metílicos de ácidos graxos e biogás a partir de borra de café por meio de um processo físico químico e biológico integrado	Minjeong Lee	Coréia	2019	Pedido	Biogás	processo biológico	Borra

Processo de valorização de biomassa lignocelulósica e produção de biocombustível usando solventes verdes destiláveis	IITB - Monash Research Academy	Índia	2017	Pedido	Biocombustível	processo químico	Borra
Biofuel	Instituto Europeu de Patentes (IEP) - Bio Bean	França	2016	Pedido	Biocombustível	Não informada	Borra
Gestão de resíduos - um passo em direção ao meio ambiente	Rohan MR Reddy	Austrália	2020	Pedido	Biogás	Não informada	Borra
Recuperação de recursos de borra de café usando tecnologia assistida por ultrassom para a produção de bioenergia	Mofijur	Austrália	2020	Pedido	Biocombustível	processo químico	Borra
Do café ao biodiesel - solventes eutéticos profundos para purificação de matéria prima e biodiesel	Aleksandra	Croácia	2020	Pedido	Biodiesel	processo químico	Borra

Método para produção de bioetanol a partir de resíduos de café	DEHONG YINUO PURE COFFEE CO LTD; CAFÉ DE ENGENHARIA DE CAFÉ DA CHINA	China	2019	Pedido	Bioetanol	processo químico	Resíduos do café
Método de preparação de biodiesel a partir da borra de café por hidrólise térmica de solventes orgânicos clorados	Korea Advanced Institute of Science and Technology	Coréia	2019	Pedido	Biodiesel	processo térmico	Borra
Therapeutic and Cosmetic composition for skin flaking-off with rejuvenating and bleaching effect	Zaraisky Evgeny Ilyich	Rússia	2002	Pedido	Cosmético	Não informado	Borra
Prepn. Of undroasted coffee extracts for use as uv filter in cosmetic and pharmaceuticals	Berkem SA	França	1996	Patente	Cosmético – Filtro Uv	Processo físico	Resíduo do café
Uma composição cosmética compreendendo extrato de pele de café prata e	Ami Cosmetic Co, Ltd.	Coréia	2017	Pedido	Cosmético	Não informado	Resíduo do café

grão de café							
Uma composição cosmética compreendendo borra de café fermentada	Kim Mee Kyubg e Ryoo Jae Deok	Coréia	2017	Pedido	Cosmético	Processo biológico	Borra
Café reciclado usado para produtos cosméticos	Howell Geoff e Marca Henderson	Austrália	2012	Pedido	Cosmético	Processo físico	Resíduo do café
Método de fabricação de composição cosmética contendo café moído usado para descamação de pele da cabeça ou prevenção de caspa	Ju Hae Mi, Seung Hoon, Kim Myeong Jin, Bong Sun Jong e Kim Sang Young		2018	Pedido	Cosmético	Processo químico	Resíduo do café
Composição cosmética para comprar os resíduos de café e o método de fabricação	Gwak Seong Gyu		2014	Pedido	Cosmético	Não informado	Resíduo do café

APÊNDICE B – Documentos de artigos científicos consultados referentes ao tema da pesquisa

Título	Autor	Pais	Ano	Universidade	Produto	Tecnologia	Mercado
Repeated Biodiesel Production from Waste Coffee Grounds via a One-step Direct Process with a Cartridge Containing Solid Catalysts Manufactured from Waste Eggshells	Im G., Yeom S.H.	Coréia do Sul	2020	Gangneung-Wonju National University	Biodiesel	Processo químico	Borra
Biodiesel production by direct transesterification of wet spent coffee grounds using switchable solvent as a catalyst and solvent	Hoang Chinh Nguyen My Linh Nguyen Fu-Ming Wang Horng-Y Juan Chia-HungSub	Taiwan	2020	Ton Duc Thang University Ming Chi University of Technology National Taiwan University of Science and Technology	Biodiesel	Processo químico	Borra

Extraction of lipids from post-hydrolysis spent coffee grounds for biodiesel production with hexane as solvent: Kinetic and equilibrium data	Alchris Woo Go Thi Yen Nhu Pham Yi-Hsu Ju Ramelito C. Agapay Artik Elisa Angkawijaya Kristelle L. Quijote	Taiwan	2020	National Taiwan University of Science and Technology	Biodiesel	Processo Químico	Borra
Study on the biogas potential of anaerobic digestion of coffee husks wastes in Ethiopia	Ning Du Meng Li Qian Zhang Mihret Dananto Ulsido Ruyi Xu Wasong Huang	China	2020	Whuan University of Technology Hu bei Jianke International Construction	Biogás	Processo Bioóligo	Resíduo do café
Potential biodiesel production from Brazilian plant oils and spent coffee grounds by <i>Beauveria bassiana</i> lipase 1 expressed in <i>Aspergillus nidulans</i> A773 using different agroindustry inputs	Malena M. Pérez Ana C. Vici Jose C. S. Salgado Mariana S. Rocha Paula Z. Almeida Juliana C. Infante Ana S. A. Scarella Rosimar C. Lucas Andress T. Vieira Anízio M. Faria Antônio C. F. Batista Maria L. M.	Brasil	2020	Universidade de São Paulo Universidade Federal de Uberlândia	Biodiesel	Processo químico	Bora

	Polizeli						
Added-value molecules recovery and biofuels production from spent coffee grounds	Federico Battista Elli Maria Barampouti Sofia Mai David Bolzonella Dimitris Malamis Konstantinos Moustakas Maria Loizidou	Grécia	2020	University of Verona National Technical University of Athens	Biocombustível	Processo químico	Borra
Anaerobic Co-digestion of Pig Manure and Spent Coffee Grounds for Enhanced Biogas Production	A. Orfanoudaki G. Makridakis A. Maragkaki M. S. Fountoulakis N. G. Kallithrakas-Kontos T. Manios	Grécia	2020	Hellenic Mediterranean University University of the Aegean Technical University of Crete	Biogás	Processo biológico	Borra

Economic, technical, and environmental viability of biodiesel blends derived from coffee waste	Mohammed Kamil Khalid Mustafa Ramadan Abduk Ghani Olabi Eman I. Al-Ali Xiao Ma Omae I. Awad	Emirados Árabes	2020	University of Sharjah Tsinghua University	Biodiesel	Processo químico	Resíduo de café
Ultrasonic assisted oil extraction and biodiesel synthesis of Spent Coffee Ground	Brandon Han Hoe Goh Hwai Chyuan Ong Cheng Tung Chong Wei-Hsin Chen Kin Yuen Leong Shiou Xuan Tan Xin JiatLee	Malásia	2020	University of Malaya Shanghai Jiao Tong University National Cheng Kung University Universiti Pertahanan Nasional Malaysia	Biodiesel	Processo químico	Borra
Statistical analysis and optimization of biodiesel production from waste coffee grounds by a two-step process	Young Wook Go Sung Ho Yeom	República da Coréia	2017	Gangneung-Wonju National University	Biodiesel	Processo químico	Borra

Direct transesterification of spent coffee grounds for biodiesel production	Yang Liu Qingshi Tu Gerhard Knothe Mingming Lu	Estados Unidos	2017	University of Cincinnati Bio-oils Research Unit, U.S. Department of Agriculture-Agricultural Research Service (USDA-ARS)	Biodiesel	Processo químico	Borra
Reaproveitamento da Borra de Café na Obtenção de Biodiesel e de Carvão Ativado Para Tratamento de Rejeitos Industriais Têxteis	Lais Figueredo Xavier Tatiane dos Santos Lisboa Ivana Lula	Brasil	2017	Centro Universitário de Belo Horizonte	Biodiesel	Processo químico	Borra
The energy usage and environmental impact assessment of spent coffee grounds biodiesel production by an in-situ transesterification process	Nattapong Tuntiwiwattanapun Parnuwat Usapein ChantraTongcumpou	Tailândia	2017	Chulalongkorn University Rajamangala University of Technology Rattanakosin	Biodiesel	Processo químico	Borra

<i>In-situ</i> transesterification process for biodiesel production using spent coffee grounds from the instant coffee industry	Nattapong Tantiwattanapun Ewumbua Monono Dennis Wiesenborn Chantra Tongcumpu	Tailândia	2017	Chulalongkorn University North Dakota State University	Biodiesel	Processo químico	Borra
<i>Cynara cardunculus</i> and coffee grounds as promising biodiesel sources for internal combustion engines	A. Paolo Carlucci A. Ficarella F. Jalilian Tabar A.Santino L.Strafella	Itália	2017	University of Salento Tarbiat Morades University	Biodiesel	Processo químico	Borra
Anaerobic digestion of coffee grounds soluble fraction at laboratory scale: Evaluation of the biomethane potential	Fábio Codignoli Luz Stefano Cordiner Alessandro Manni Vincenzo Mulone Vittorino Rocco	Itália	2017	University of Rome Tor Vergata	Biogás	Processo biológico	Borra

Anaerobic co-digestion of spent coffee grounds with different waste feedstocks for biogas production	Jaai Kim Hakchan Kim Gahyun Baek Changsoo Lee	República da Coréia	2017	Ulsan National Institute of Science and Technology	Biogás	Processo Biológico	Borra
Valorisation of Spent Coffee Grounds: Production of Biodiesel via Enzymatic Catalysis with Ethanol and a Co-solvent	N. S. Caetano D. Caldeira A.A Martins T. M. Mata	Portugal	2017	LEPABE/FEUP CIETI/CED/ISEP/IPP	Biodiesel	Processo químico	Borra
Kinetics of extraction and in situ transesterification of oils from spent coffee grounds	Najdanovic-Visak, V., Lee, F.Y.-L., Tavares, M.T., Armstrong, A.	Reino Unido	2017	Lacaster University	Biodiesel	Processo químico	Borra

Biodiesel Production from Spent Coffee Grounds	Lenka Blinová Alica Bartošová Maroš Sirotiak	Eslováquia	2017	Slovak University of Technology in Bratislava	Biodiesel	Processo químico	Borra
Anaerobic Digestion of Liquid Fraction Coffee Grounds at Laboratory Scale: Evaluation of the Biogas Yield	Fábio Codignole Luz Stefano Cordiner Alessandro Manni Vincenzo Mulone Vittorio Rocco	Itália	2017	University of Rome Tor Vergata	Biogás	Processo químico	Borra
Temperature-swing transesterification for the coproduction of biodiesel and ethyl levulinate from spent coffee grounds	Rizquallah, Hafizh Yang Jeongwoo Lee, Jae W.	República da Coreia	2022	Department of Chemical and Biomolecular Engineering, KAIST	Biodiesel	Processo químico	Borra

An integrated process for conversion of spent coffee grounds into value-added materials	Jin Cho, Eun Gyo Lee, Yoon Song, Young Nguyen, Dihn-Truong	República da Coréia	2022	Chonnam National University Tan Tao University	Bioetanol	Processo químico	Borra
A review on enhanced biofuel production from coffee by-products using different enhancement techniques	Sugebo, Berhanu	Etiópia	2022	Addis Ababa University	Biocombustível	Processo biológico	Resíduo do café
Spent Coffee Grounds for Energy Generation	Klusener, A. K. Cunha, E.S.L. Silva J.F Morais J. R. Souza, V. L. Tres, M, V, Zobot G.L.	Brasil	2022	Universidade Federal de Santa Maria	Biodiesel	Processo químico	Borra

Ethyl acetate as extracting solvent and reactant for producing biodiesel from spent coffee grounds: A catalyst- and glycerol-free process	Wirasinee Supang Somkiat Ngampasertshih Winatta Sakdasri Ruengwit Sawangkeaw	Tailândia	2022	Chulalongkorn University King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang	Biodiesel	Processo químico	Borra
Emerging Synergies on the Co-treatment of Spent Coffee Grounds and Brewer's Spent Grains for Ethanol Production	Barampouti, Eli Maria Grammatikos, Christos Stoumpou Vasileia Malamis Dimitris Mai, Sofia	Grécia	2022	National Technical University of Athens Technical University of Denmark	Bioetanol	Processo químico	Borra
Valorization of spent coffee grounds for biogas production: A circular bioeconomy approach for a biorefinery	Mahamoud, Eyas Atabani, A.E Badruddin, Ifran Anjum	Emirados Árabes	2022	United Arab Emirates University Erciyes University King Khalid University	Biogás	Processo Biológico	Borra

Environmental life cycle assessment of spent coffee ground pellet	Sara Rajabi Hamedani Andrea Calatoni Leonardo Bianchini Monica Carnavale Enrico Paris Mauro Villarini Francesco Gallucci	Itália	2022	Tuscia University of Viterbo Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria	Combustív el sólido	Processo químico	Borra
Attached microalgae converting spent coffee ground into lipid for biodiesel production and sequestering atmospheric CO ₂ simultaneously	Yi Ying Wong Hemamalini Rawindran Jun We iLim Zhi Wei Tiong Chin Seng Liew Man Kee Lam Worapon Kiatkittipong Eman Alaaeldin Abdelfattah Wen-DaOh Yeek ChiaHo	Malásia	2022	Universiti Teknologi Petronas Silpakorn University Nakhon Pathom Universiti Sains Malaysia	Biodiesel	Processo químico	Borra
Hydrothermal Carbonization of Spent Coffee Grounds for Producing Solid Fuel	Hiu, Yulin Salaudeen, Shakiruddeen He, Sophia Gallant Rhea Faeooque, Aitazaz A.	Canadá	2022	University of Prince Edward Island Dalhousie University	Combustív el sólido	Processo físico	Borra

Sequential co-production of biodiesel and bioethanol with spent coffee grounds	Kwon, Eilhann E. Yi, Haarkho Jeon, Young Lee	República da Coréia	2013	Research Institute of Industrial Science and Technology	Bioetanol	Processo químico	Borra
Potential reuse of waste coffee grounds in the biodiesel industry	Tu Q., Lu M., Chai M.	Estados Unidos	2013	Ton Duc Thang University Ming Chi University of Technology National Taiwan University of Science and Technology	Biodiesel	Processo físico	Resíduo do café
Complete utilization of spent coffee grounds to produce biodiesel, bio-oil, and biochar	Vardon, D.R. Moser, B.R. Zheng, W. Witkin, K. Evangelista, R.L. Strathmann, T.J. Rajagopalan, K. Sharma, B.K.	Estados Unidos	2013	Illiois Sustainable Technology Center Department of Civil and Environmental Engeneering U nited States Department of Agriculture	Biodiesel	Processo térmico	Borra

Investigation of waste coffee ground as a potential raw material for biodiesel production	Haile, M. Asfaw, A. Asfaw, N.	Etiópia	2013	Addis Ababa University	Biodiesel	Processo químico	Resíduo do café
Extracts from coffee by-products as potential raw materials for fuel additives and carbon adsorbents	Cholakov, G. Toteva, V. Nikolov, R. Uzunova, S. Yanev, S.	Bulgária	2013	University of Chemical Technology and Metallurgy	Biocombustível	Processo físico	Borra
Conversion of coffee residue waste into bioethanol with using popping pretreatment	Choi, I.S. Wi, S.G. Kim S.-B. Bae, H.-J.	República da Coréia	2012	Chonnam National University	Bioetanol	Processo químico	Resíduo do café

Valorization of coffee grounds for biodiesel production	Caetano, N.S., Silvaa, V.F.M., Mata, T.M.	Portugal	2012	LEPABE/FEUP CIETI/CED/IS EP/IPP	Biodiesel	Processo químico	Borra
Study on capacity of coffee grounds to be extracted oil, produce biodiesel and combust	Liang Jin Haochun Zhang Zhuang Ma	China	2018	Harbin Institute of Technology	Biodiesel	Processo químico	Borra
Technoeconomic and environmental assessment of a process for biodiesel production from spent coffee grounds (SCGs)	Ik Kookos	Grécia	2018	University of Patras	Biodiesel	Processo químico	Borra

Valorization of spent coffee grounds recycling as a potential alternative fuel resource in Turkey: An experimental study	AE Atabani SM Mercimek Sundaram Arvindnarayan Sutha Shobana Gopalakrishnan Kumar Mehmet Cadir Ala'a H. Al-Muhateb	Turquia	2018	Erciyes University Eng neering College Aditan ar College of arts and Science Ton Duc Thang University Qab oos University	Biocombu stível	Processo químico	Borra
Wet in situ transesterification of spent coffee grounds with supercritical methanol for the production of biodiesel	Jeesung Son Bora Kim Jeongseok Park Jeongwoo Yang Jae W.Lee	Repúbli ca da Coréia	2018	Department of Chemical and Biomolecular Engineering, KAIST	Biodiesel	Processo químico	Borra
Biogas Potential of Coffee Processing Waste in Ethiopia	Bilhate Chala Hans Oechsner Sajid Latif Joachim Müller	Aleman ha	2018	University of Hohenheim	Biogás	Processo químico	Resíduo do café

Valorization of coffee byproducts for bioethanol production using lignocellulosic yeast fermentation and pervaporation	D. Dadi, A. Beyene, K. Simoens, J. Soares, M. M. Demeke, J. M. Thevelein, K. Bernaerts, P. Luis B. Van der Bruggen	Bélgica	2018	Jimma University Universidade Federal do Espírito Santo Leuven Chem and Tech Université Catholique de Louvain	Bioetanol	Processo químico	Resíduo do café
A spent coffee grounds based biorefinery for the production of biofuels, biopolymers, antioxidants and biocomposites	Sanjib Kumar Karmee	África do Sul	2018	North-West University	Biodiesel	Processo químico	Borra
Reuse of spent coffee grounds to produce biodiesel and activated carbons	Liu Y., Lu M., Tu Q.	Estados Unidos	2014	University of Cincinnati	Biodiesel	Processo químico	Borra

Integrated valorization of spent coffee grounds to biofuels	Mebrahtu Haile	Etiópia	2014	Mekelle University	Biocombustível	Processo químico	Borra
Ultrasound-assisted production of biodiesel and ethanol from spent coffee grounds	Maria Valderez Ponte Rocha Leonardo José Brandão Lima de Matos Larissa Pinto de Lima Pablo Marciano da Silva Figueiredo Izabelly Larissa Lucena Fabiano André Narciso Fernandes Luciana Rocha Barros Gonçalves	Brasil	2014	Universidade Federal do Ceará Universidade Federal Rural do Semiárido	Biodiesel	Processo químico	Borra
Spent coffee grounds for biodiesel production and other applications	Caetano, N.S. Silva, V.F.M. Melo, A.C. Martins, A.A. Mata, T.M.	Portugal	2014	LEPABE/FEUP CIETI/CED/ISEP/IPP	Biodiesel	Processo químico	Borra

Effect of the type of bean, processing, and geographical location on the biodiesel produced from waste coffee grounds	Jenkins, R. W. Stageman, N. E. Fortune, C. M. Chuck, C. J.	Reino Unido	2014	University of Bath	Biodiesel	Processo físico	Borra
Technical possibilities of bioethanol production from coffee pulp: a renewable feedstock	Raghu Gurram Mohammad Al-Shannag Samuel Knapp Tapas Das Eric Singaas Malek Alkasrawi	Estados Unidos	2016	University of Wisconsin The University of Jordan	Bioetanol	Processo químico	Resíduo do café
Bio-ethanol production from wet coffee processing waste in Ethiopia	Asrat Gebremariam Woldesenbet Belay Woldeyes Bhagwan Singh Chandravanshi	Etiópia	2016	Addis Ababa University	Biodiesel	Processo químico	Resíduo do café

Oil extracted from spent coffee grounds for bi-hydrotreated diesel production	Phimsen S. Kiatkittipong W. Yamada H. Tagawa T. Kiatkittipong K. Laosiripojana N Assabumrungrat S	Tailândia	2016	Silpakorn University Nakhon Pathon Nagoya University King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Chulalongkorn University	Biodiesel	Processo químico	Borra
Optimization of biogas production from coffee production waste	Federico Battista Debora Fino Giuseppe Mancini	Itália	2016	Politecnico di Torino University of Catania	Biogás	Processo Biológico	Resíduo do café
In-situ transesterification of wet spent coffee grounds for sustainable biodiesel production	Jeosong Park Bora Kim Jae W. Lee	República da Coreia	2016	Department of Chemical and Biomolecular Engineering, KAIST	Biodiesel	Processo químico	Borra

Valorization of spent coffee grounds oil through biodiesel production by enzymatic catalysis	Nídia Caetano Diana Caldeira Teresa Mata	Portugal	2016	LEPABE/FEUP CIETI/CED/ISEP/IPP	Biodiesel	Processo químico	Borra
Production of biodiesel from spent coffee grounds by transesterification and its byproducts as fuel additives	Patra, C.J. Kumaran, P. Praveen, R Senthil Kumar, A.	Índia	2016	Aarupadai Veedu Institute of Technology	Biodiesel	Processo químico	Borra
On the spent coffee grounds biogas production	Tomáš Vítěz Tomáš Koutný Martin Šotnar Jan Chovanec	República checa	2016	Mendel University	Biogás	Processo Biológico	Borra

Using switchable solvent as a solvent and catalyst for in situ transesterification of spent coffee grounds for biodiesel synthesis	Hoang Chinh Nguyen My Linh Nguyen Fu-Ming Wang Shih-Hsiang Liang Thi Loan Bui Hoang Hieu Ha Chia-Hung Su	Taiwan	2019	Ming Chi University of Technology National Taiwan University of Science and Technology Livestock Research Institute Ton Duc Thang University Binh Duong University	Biodiesel	Processo químico	Borra
Solid Fuel from residual biomass of coffee grounds, rice hulls and yellow potato pee	Rachel Faverzani Magnago Guilherme Domingos Garcia Diego Valdevino Marques Izoé Daysi Pedroso Kênia Alexandra Costa Hermann Nathan Roberto Lohn Pereira Simone Perroni Mazon Susana Claudete Costa	Brasil	2019	Universidade Federal de Santa Catarina	Combustív el Sólido	Processo físico	Borra

Complete utilization of wet spent coffee grounds waste as a novel feedstock for antioxidant, biodiesel, and bio-char production	Chantra Tongcumpou Parnuwat Usapein Nattapong Tuntiwiwattanapun	Tailândia	2019	Chulalongkorn University Raja mangala University of Technology Rattanakosin	Biodiesel	Processo químico	Borra
Environmental impacts of biodiesel production from waste spent coffee grounds and its implementation in a compression ignition engine	Mohammed Kamil Khalid Mustafa Ramadan Omar I.Awad Thamir K.Ibrahim Abrar Inayat Xiao Ma	Emirados Árabes	2019	University of Sharjah Tsinghua University Tikrit University	Biodiesel	Processo físico	Borra
Comprehensive evaluation of the life cycle of liquid and solid fuels derived from recycled coffee waste	Mohammed Kamil Khalid M.Ramadan Abdul Ghani Olabi Abdallah Shanableh Chaouki Ghenai Amna K.Al Naqbi Omar I. Awad XiaoMa	Emirados Árabes	2019	University of Sharjah Bee'ah Environmental Management Company Tsinghua University	Biocombustível	Processo químico	Resíduo do café

Valorization of spent coffee grounds into biofuels and value-added products: Pathway towards integrated bio-refinery	A.E. Atabani Ala'a H Al-Mahtaseb Gopalakrishnan Kumar Ganesh Dattatraya Saeatale Mahammad Aslam Hassnain Abbas Khan Zafar Sais Eyas Mahmoud	Emirados Árabes	2019	Ton Duc Thang University Sultan Qaboos University University of Stavanger Dongguk University COMSATS University Islamabad King Abdullah University of Science and Technology University of Sharjah	Biocombustível	Processo químico	Borra
Integrated valorization of waste cooking oil and spent coffee grounds for biodiesel production: Blending with higher alcohols, FT-IR, TGA, DSC and NMR characterizations	A.E. Atabani Sutha Shobana M.N. Mohammed Gediz Uğuz Gopalakrishnan Kumar Sundaram Arvindnarayan Muhammad Aslam Ala'a H. Al-Muhtaseb	Turquia	2019	Ton Duc Thang University Adinar College of Arts and Science Erciyes University Ondokuz Mayıs University University of Stavanger University	Biodiesel	Processo químico	Borra

				Islamabad Sultan Qaboos University			
Physicochemical Characterization of <i>Robusta</i> Spent Coffee Ground Oil for Biodiesel Manufacturing	Chi-Hien Dang Thanh-Dahn Nguyen	Vietinã	2019	Vietnam Academy of Science and Technology Duy Tan University	Biodiesel	Processo químico	Borra
Solid biofuel production from spent coffee ground wastes: Process optimisation, characterisation and kinetic studies	Xin Jiat Lee Hwai Chyuan Ong Wei Gao Yong Sik Ok Wei-Hsin Chen Brandon Han Hoe Goh Cheng Tung Chong	China	2021	University of Malaya University of Technology Sydney Korea University National Cheng Kung University Shanghai Jiao Tong University	Biocombustível	Processo termico	Borra

Evaluation of thermochemical routes for the valorization of solid coffee residues to produce biofuels: A Brazilian case	Clara Lisseth Mendoza Martinez Jussi Saari Yara Melo Marcelo Cardoso Gustavo Matheus de Almeida Esa Vakkilainen	Brasil	2021	LUT University Universidade Federal de Minas Gerais	Biocombustível	Processo térmico	Resíduo
Biodiesel, biogas and fermentable sugars production from Spent coffee Grounds: A cascade biorefinery approach	Frederico Battista Luca Zuliani Fabio Rizzioli Salvatore Fusco David Bolzonella	Itália	2021	University of Verona	Biodiesel	Processo químico	Borra
Techno-economic analysis and feasibility of industrial-scale biodiesel production from spent coffee grounds	Yamuna Thoppil Sharif H. Zein	Reino Unido	2021	University of Hull	Biodiesel	Processo químico	Borra

Chapter 31 - An Overview of the Potential Uses for Coffee Husks	Leandro S.Oliveira Adriana S.Franca	Brasil	2015	Universidade Federal de Minas Gerais	Biocombustível	Processo químico	Resíduo do café
Spent coffee waste: A sustainable source of cleansing agent for a high-performance makeup remover	Lourith N., Xivivadh K., Boonkong P., Kanlayavattanakul M.	Tailândia	2022	Mae Faz Luang University	Cosméticos	Processo físico	Borra
Valorization of spent coffee grounds as the specialty material for dullness and aging of skin treatments	Kanlayavattanakul M., Lourith N., Chaikul P.	Tailândia	2021	Mae Faz Luang University	Cosmético	Processo físico	Borra

Evaluation of the antioxidant and physical properties of an exfoliating cream developed from coffee grounds	Delgado-Arias S., Zapata-Valencia S., Cano-Agudelo Y., Osorio-Arias J., Vega-Castro O.	Colômbia	2020	Universidad de Antioquia	Cosméticos	Proceso físico	Borra
The green generation of sunscreens: Using coffee industrial sub-products	Marto J., Gouveia L.F., Chiari B.G., Paiva A., Isaac V., Pinto P., Simões P., Almeida A.J., Ribeiro H.M.	Portugal	2016	University of Lisbon Universidade Estadual Paulista Universidade Nova de Lisboa	Cosméticos	Proceso físico	Resíduo do café
Phenolic compounds from coffee by-products: Extraction and application in the food and pharmaceutical industries	Aline Felten Bondam Daiele Diolinda da Silveira Jaqueline Pozzada dos Santos Jessica Fernanda Hoffmann	Brasil	2022	Universidade do Vale do Rio dos Sinos Universidade Federal de Santa Maria	Fármacos	Proceso químico	Resíduo do café

Enhancement of antioxidant properties from green coffee as promising ingredient for food and cosmetic industries	Miguel Gontijo Siqueira Palmieri Lucas Taffarel Cruz Filipe Soare Bertges Humberto Moreira Hungaro Luis Roberto Batista Silvio Silvério da Sllva Maria José Vieira Fonseca Mirian Pereira Rodarte Fernanda Maria Pinto Vilela Maria da Penha Henriques Amaral	Brasil	2018	Universidade do Vale do Rio dos Sinos Universidade Federal de Santa Maria	Cosmético	Processo químico	Resíduo do café
--	---	--------	------	--	-----------	------------------	-----------------

Fonte: A autora, 2023.