



**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO
PROCESSAMENTO DE CAFÉ NA INDÚSTRIA DE BELEZA E SAÚDE.**

Rute Oliveira do Bomfim

Projeto final em Química Industrial

Orientadores:
Suzana Borschiver, D.Sc.
Daniel Tinôco, M.Sc.
Taissa Ferreira de Oliveira Souza, M.Sc.

Julho de 2022

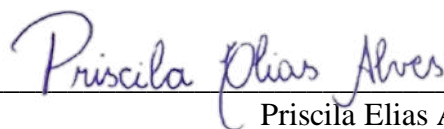
**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO
PROCESSAMENTO DE CAFÉ NA INDÚSTRIA DE BELEZA E SAÚDE.**

Rute Oliveira do Bomfim

Projeto Final em Química Industrial submetido ao Corpo Docente da Escola de Química,
como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Química Industrial.

Aprovado por:

Profa. Carla Reis de Araújo, D. Sc.



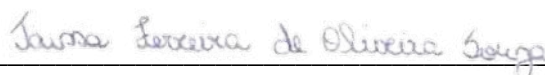
Priscila Elias Alves, M. Sc.

Orientado por:

Profa. Suzana Borschiver, D. Sc.



Prof. Daniel Tinôco, M. Sc.



Taissa Ferreira de Oliveira Souza, M. Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Julho de 2022

Ficha Catalográfica

do Bomfim, Rute Oliveira

Prospecção tecnológica do aproveitamento de resíduos do processamento de café na indústria de beleza e saúde./ Rute Oliveira do Bomfim, Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2021.

xi, 94 p.; il.

(Projeto Final) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2021.

Orientadores: Suzana Borschiver, Daniel Tinôco, Taissa Ferreira de Oliveira Souza.

1. Prospecção Tecnológica. 2. Resíduos de café. 3. Beleza. 4. Saúde.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à Deus, motivo da minha existência, aquele que tornou tudo possível, aquele que sempre me deu esperança e um futuro, mesmo que aos meus olhos tudo fosse impossível. Aquele que é fiel, que me sustenta diariamente, e que me ama. Obrigada, porque mesmo antes de eu pensar você projetou uma linda trajetória para mim.

Aos meus pais, Jorge e Loulair Bomfim, meus exemplos de humildade e superação na vida, vocês são as pessoas mais importantes que eu tenho na vida. Obrigada por me incentivarem a seguir os meus sonhos e nunca desistir diante as adversidades. Obrigada por todo o suporte, pelas noites em claro, pelo carinho, pelas orações, pelos choros e por todas as renúncias. As minhas conquistas não são apenas minhas, são nossas, nós conseguimos. Eu amo vocês com todo o meu coração.

Aos meus irmãos Raphael, Rodolpho, Rodrigo e Grazielle, que sempre acreditaram em mim, com toda certeza vocês deixaram a minha vida mais leve e divertida. Obrigada por todo apoio, torcida, risadas, caronas e parceria. Cada um de vocês é muito especial para mim. Eu amo muito vocês.

À minha melhor amiga, prima e irmã Raquel, obrigada por sempre estar comigo em todos os momentos, sejam eles bons ou ruins. Você é incrível, a chata que eu mais amo. Agradeço à todos meus familiares pelo apoio, amor, zelo, orações, confiança e torcida. Eu amo vocês.

A todos os meus amigos que torcem, comemoram e choram comigo. Vocês são essenciais.

Aos meus orientadores Daniel e Taissa, vocês são anjos que Deus colocou na minha vida. Obrigada por todos os ensinamentos, paciência, reuniões e suporte. Vocês e todo nosso grupo do café foram fundamentais nesse processo.

À minha professora e orientadora Suzana, por todas as oportunidades acadêmicas, pelos ensinamentos, suporte e compreensão.

Agradeço à Universidade Federal do Rio de Janeiro e todos os professores que tive durante a minha jornada acadêmica, pelos ensinamentos que enriqueceram a minha formação.

Rute Oliveira do Bomfim

Resumo do Projeto Final apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Química Industrial.

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE CAFÉ NA INDÚSTRIA DE BELEZA E SAÚDE

Rute Oliveira do Bomfim

Julho de 2022

Orientadores: Suzana Borschiver, D.Sc.

Daniel Tinôco, M.Sc.

Taissa Ferreira de Oliveira Souza, M.Sc.

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo, sendo o Brasil o maior produtor mundial. Para sua comercialização, diversas etapas de processamento devem ser realizadas como limpeza, cominuição, secagem, fermentação, torrefação e moagem, o que gera grandes quantidades de resíduos: cascas, polpa, película prateada, mucilagem e borra. A disposição desses resíduos no ambiente é um desafio para a indústria de café, ao mesmo tempo em que apresenta grande potencial de reutilização e geração de valor para diferentes segmentos industriais. Diante disso, este trabalho teve como objetivo investigar o potencial de utilização de resíduos do processamento de café nas áreas de beleza e saúde, buscando aliar o aproveitamento dessas biomassas a aplicações eficientes, inovadoras e úteis às indústrias desses segmentos, ao meio ambiente e à população de modo geral. Baseado nos princípios da economia circular e de biorrefinaria, uma prospecção técnico-científica de artigos e patentes foi realizada para mapear o cenário dos resíduos de café, de suas tecnologias de processamento, seus produtos e aplicações em indústrias de cosméticos e bem-estar. A pesquisa reuniu 69 artigos e 34 patentes, publicadas entre 2000 e dezembro de 2021, obtidos nas bases de dados *Web Of Science*, *Patenscope* e *Lens*, respectivamente. Os principais resultados indicaram um predomínio de autores portugueses nos artigos científicos, enquanto o escritório da Coréia do Sul foi a jurisdição que mais apresentou pedidos de patentes. A borra de café foi o resíduo de maior interesse tecnológico, cujas etapas de processamento foram o foco da maior parte dos artigos analisados. Já nas patentes, predominaram o interesse em produtos dermatológicos (patentes solicitadas) e as aplicações cosméticas (patentes concedidas). Por meio desse levantamento, foi possível identificar o potencial de utilização da biomassa residual de café nas áreas de beleza e cosméticos, o que sugere oportunidades de atuação para indústrias desses setores, aliando retorno econômico e produtivo e sustentabilidade ambiental, objetivos amplamente almejados e difundidos atualmente.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção mundial de café Arábica e Robusta	16
Figura 2: Produção nacional do café	20
Figura 3: Evolução histórica das exportações brasileiras (US\$ milhões)	22
Figura 4: Representação das estruturas constituintes do fruto de café	23
Figura 5: Vias de processamento do café e os resíduos gerados em cada etapa	24
Figura 6: Processo de fermentação láctica	31
Figura 7: Metodologia de prospecção tecnológica	37
Figura 8: Tipos de publicações resultantes da prospecção científica sobre o aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021	44
Figura 9: Evolução histórica das produções científicas relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde	45
Figura 10: Origem das publicações científicas relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021	46
Figura 11: Instituições responsáveis pelas publicações científicas relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021	48
Figura 12: Quantidade de publicações científicas relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde por universidades – período 2009 a 2021	49
Figura 13: Análise Meso dos artigos selecionados sobre o aproveitamento dos resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021	51
Figura 14: Tipos de resíduos resultantes do processamento do café e aplicados nos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021	53
Figura 15: Vias de processamento do café usadas e empregadas pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021	55
Figura 16: Tecnologias utilizadas no beneficiamento dos resíduos de café usados pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021	56
Figura 17: Tecnologias de conversão dos resíduos de café usados pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021	59
Figura 18: Principais produtos obtidos dos resíduos de café e aplicados nos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021	60
Figura 19: Aplicações industriais dos produtos obtidos a partir dos resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021	61

Figura 20: Aplicações dos produtos obtidos a partir dos resíduos de café no setor de Saúde – período 2009 a 2021	63
Figura 21: Classificação de patentes resultantes da prospecção científica sobre o aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021	65
Figura 22: Evolução histórica das patentes relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde	66
Figura 23: Relação de Escritórios de patentes por país, relacionados ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021	67
Figura 24: Instituições responsáveis pelas patentes relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021	68
Figura 25: Análise Meso das patentes selecionadas sobre o aproveitamento dos resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas	70
Figura 26: Tipos de resíduos resultantes do processamento de café e aplicados nos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas	72
Figura 27: Vias de processamento do café empregadas nos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas	73
Figura 28: Tecnologias utilizadas no beneficiamento dos resíduos de café usados pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas	75
Figura 29: Principais produtos obtidos dos resíduos de café e aplicados nos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas	77
Figura 30: Aplicações industriais dos produtos obtidos a partir dos resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Produção de café por país na safra 2020/2021	17
Quadro 2: Importação de café por país na safra 2020/2021	17
Quadro 3: Exportação de café por país na safra 2020/2021	18
Quadro 4: Consumo doméstico de café por país na safra 2020/2021	19
Quadro 5: Estados brasileiros produtores de café na safra 2020/2021	20
Quadro 6: Países importadores do café brasileiro na safra 2020/2021	21
Quadro 7: Estratégia de busca de artigos científicos sobre o aproveitamento dos resíduos do processamento do café pelas indústrias de Beleza e Saúde	39
Quadro 8: Estratégia de busca de patentes sobre o aproveitamento dos resíduos do processamento do café pelas indústrias de Beleza e Saúde	41
Quadro 9: Taxonomias Meso propostas para descrever as principais informações reportadas nas publicações científicas sobre o aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021	50
Quadro 10: Taxonomias Micro propostas para descrever as principais informações reportadas nas publicações científicas sobre o aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde - período 2009 a 2021	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de documentos retornados e selecionados na pesquisa	43
Tabela 2: Número de patentes retornadas e selecionadas na pesquisa	65

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Contextualização	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 Estruturação do trabalho	14
CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Histórico e variedades de café	15
2.2 Mercado do café	16
2.2.1 Cenário mundial	16
2.2.2 Cenário brasileiro	19
2.3 Fruto de café	22
2.4 Vias do processamento do café	23
2.4.1 Resíduos de café	23
2.4.2 Aplicações industriais dos resíduos de café	25
2.4.2.1 Casca	26
2.4.2.2 Polpa	26
2.4.2.3 Mucilagem	27
2.4.2.4 Película prateada (<i>Silverskin</i>)	27
2.4.2.5 Borra de café	28
2.5 Tecnologias de tratamento dos resíduos de café	28
2.5.1 Tecnologias de pré-tratamento	29
2.5.1.1 Extração convencional	29
2.5.1.2 Extração não-convencional	29
2.5.2 Tecnologias de conversão	31
2.5.2.1 Fermentação	31
2.5.2.2 Oxidação	32
2.6 Aproveitamento de resíduos de café nas indústrias de beleza e saúde	32
2.6.1 Indústria da beleza	32
2.6.2 Indústria da saúde	34
2.7 Prospecção tecnológica	35
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA	37

3.1 Levantamento de artigos	38
3.1.1 Etapa pré-prospectiva	38
3.1.2 Etapa prospectiva	38
3.1.2.1 Definição da estratégia de busca	38
3.1.2.2 Análise dos resultados	39
3.2 Levantamento de patentes	40
3.2.1 Etapa pré-prospectiva	40
3.1.2 Etapa prospectiva	40
3.1.2.1 Definição da estratégia de busca	40
3.1.2.2 Análise de resultados	42
CAPÍTULO 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Análise de artigos	43
4.1.1 Resultado da busca	43
4.1.2 Análise Macro	43
4.1.3 Análise Meso	50
4.1.4 Análise Micro	52
4.1.4.1 Resíduos de café	53
4.1.4.1.1 Vias de processamento do café	54
4.1.4.2 Tecnologias	56
4.1.4.2.1 Tecnologias de processamento	56
4.1.4.2.2 Tecnologias de caracterização	57
4.1.4.2.3 Tecnologias de recuperação	58
4.1.4.2.4 Tecnologias de conversão	58
4.1.4.3 Produtos de beleza e saúde	59
4.1.4.4 Aplicações industriais	61
4.2 Análise de patentes	64
4.2.1 Resultado da busca	64
4.2.2 Análise Macro	65
4.2.3 Análise Meso	70
4.2.4 Análise Micro	71
4.2.4.1 Resíduos de café	71
4.2.4.1.1 Vias de processamento do café	73
4.2.4.2 Tecnologias	75

4.2.4.3 Produtos de beleza e saúde	77
4.2.4.4 Aplicações industriais	79
CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES	82
CAPÍTULO 6 TRABALHOS FUTUROS	84
REFERÊNCIAS	85

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo, sendo constituído por diversos componentes como ácidos clorogênicos, cafeína, polifenóis e tocoferol (vitamina E), cujas propriedades físico-químicas podem ser aproveitadas em diferentes aplicações industriais, com destaque às indústrias de beleza e saúde. Durante o processamento do café, muitos resíduos de diferentes formas e composição são gerados: cascas, polpa, película prateada, mucilagem e borra. A maioria dessas biomassas não possui valor direto para comercialização, sendo geralmente incineradas, queimadas ou destinadas a aterros sanitários. No entanto, com o desenvolvimento da economia circular e dos conhecimentos de biorrefinaria, um novo destino pode ser dado aos resíduos de café, o que resulta em ganhos econômicos e produtivos à indústria cafeeira e a outros setores industriais de interesse mercadológico (GOTTELAND, DE PABLO V., 2007, HERMANN, MAGNAGO, *et al.*, 2019).

O setor de beleza é um exemplo de segmento industrial capaz de se beneficiar com o aproveitamento de resíduos de café, principalmente devido ao crescente interesse na formulação de produtos mais ecológicos. Na busca por alternativas atuais, insumos amazônicos, cuja tecnologia de processamento requer um cuidado ambiental maior, (LYRIO, FERREIRA, *et al.*, 2011) pode contribuir para a preservação dos recursos naturais existentes, e ainda gerar economia ao processo produtivo de cosméticos. A presença de polifenóis, cafeína, e de outros compostos bioativos com propriedades antioxidantes e hidratantes, como ácidos linoléico e palmítico, principalmente encontrados nos óleos extraídos da borra de café podem ser usados em aplicações dermatológicas de considerável interesse comercial (HERMANN, MAGNAGO, *et al.*, 2019).

Na área de saúde, os produtos com matérias-primas naturais também são amplamente requisitados, especialmente pelas indústrias farmacêuticas, que cada vez mais têm se preocupado em participar de programas e ações que priorizem a saúde humana, sem causar grandes impactos ao meio ambiente (PON YOUNG, DE MESTRADO, 2004). A película prateada, rica em ácido clorogênico e cafeína, é um exemplo de resíduo de café que tem sido empregada no tratamento de doenças como a diabetes. O seu poder de proteção das células pancreáticas é eficaz quando esses componentes são administrados pelo ser humano, através de medicamentos, devido à sua bioacessibilidade no organismo. Essa aplicação do resíduo na

saúde, além de comprovar o uso da película prateada como produto funcional para diabetes, também ressalta sua importância como produto de interesse industrial (FERNANDEZ-GOMEZ, LEZAMA, *et al.*, 2016).

Benefícios advindos de compostos bioativos, altamente antioxidantes, têm gerado uma contribuição positiva para as empresas e o meio ambiente. Em ambos os setores, o aproveitamento dos resíduos exige pesquisas e tecnologias adequadas no processo, desde a preparação da matéria até a formulação e aplicação do produto, auxiliando na criação de cosméticos mais naturais e no tratamento e prevenção de doenças. Portanto, este trabalho teve como objetivo realizar uma prospecção técnico-científica de artigos e patentes para avaliar o potencial aproveitamento dos resíduos do processamento de café nas indústrias de beleza e saúde, de modo a justificar seu uso em formulações ambientalmente amigáveis e economicamente rentáveis.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi realizar uma prospecção técnico-científica do aproveitamento de resíduos do processamento de café nas indústrias de beleza e saúde (cosméticos e farmacêutica), por meio da seleção de artigos e patentes relevantes ao assunto, que fosse capaz de elucidar o nível de maturidade dessa tecnologia.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atender ao objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Propor taxonomias que representem os principais aspectos tecnológicos investigados e/ou requeridos como propriedade intelectual relacionados ao aproveitamento dos resíduos de café pelos setores de beleza e saúde: tipos de resíduos utilizados; tecnologias de processamento do café; formulação de produtos; e aplicações industriais;
- Apresentar uma análise preliminar das taxonomias propostas para artigos científicos, patentes depositadas e patentes concedidas;

- Correlacionar as informações obtidas nos artigos e patentes com o desenvolvimento tecnológico do aproveitamento de resíduos de café nas indústrias de beleza e saúde, tendo como base os princípios da economia circular e da biorrefinaria.

1.3 Estruturação do trabalho

Este estudo foi estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1: Introdução ao tema, definição dos objetivos do trabalho, e estruturação do texto;
- Capítulo 2: Fundamentação teórica do café: histórico e variedades principais, cenário econômico, composição do fruto, etapas de processamento e seus principais resíduos, tecnologias empregadas no aproveitamento dos resíduos, relação com as indústrias de beleza e saúde, e descrição teórica do método de prospecção tecnológica;
- Capítulo 3: Metodologia usada na busca de artigos e patentes, e critérios de seleção dos documentos;
- Capítulo 4: Resultados e discussão da prospecção tecnológica de artigos e patentes;
- Capítulo 5: Conclusão do trabalho;
- Capítulo 6: Perspectiva e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico e variedades de café

O café foi originado de uma planta nativa de altas regiões da Etiópia, localizada no continente africano. A Turquia contribuiu na expansão do café pelo mundo em 1475, com a abertura da primeira cafeteria. A partir desse marco, a bebida se tornou conhecida em diversos grupos sociais, atraindo o interesse de comerciantes no Ocidente. Em 1615, o café foi levado a Europa, e em 1727, chegou ao Brasil. Desde então, sua produção se concentrou nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro (SHIE, 2018).

Atualmente, depois do petróleo, o café é a *commodity* (produto agrícola do tipo *soft* de grande importância no mercado) mais comercializada no mundo. O Brasil é o maior produtor mundial de café, essa atividade é de suma importância para o setor agrícola, pois colabora com o desenvolvimento social e econômico do país (FASSIO, DA SILVA, 2007).

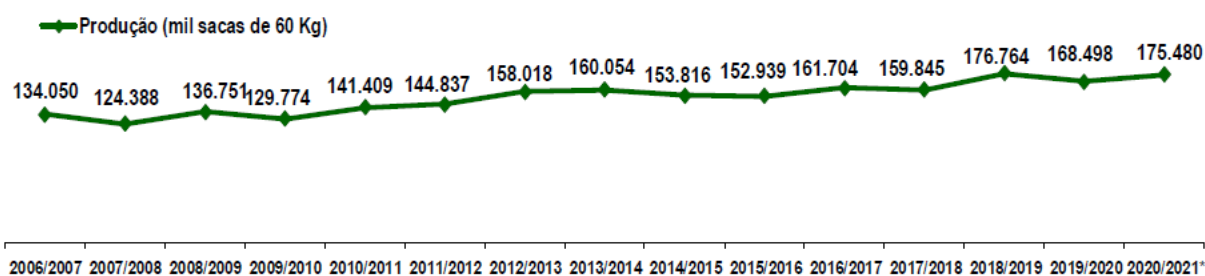
As espécies de café mais comercializadas no Brasil e no mundo são: café arábica e café robusta. O café arábica é responsável por aproximadamente 60 a 70% da produção mundial, enquanto o café robusta, também chamado de canéfora, e conhecido no Brasil como *conillon*, responde por cerca de 30 a 40% da produção mundial. O café arábica é mais sensível aos ataques de pragas e doenças, possuindo um bom aroma e sabor. Seu plantio é encontrado em países da América Central, América Latina, África Oriental, na Indonésia. Por sua vez, o café robusta possui menor sensibilidade aos ataques de pragas e doenças, uma vez que são originados de árvores de aproximadamente 10 metros de altura, com alto rendimento e resistência. No entanto, devido à maior concentração de cafeína em sua composição, o café robusta apresenta um gosto menos agradável, fazendo com que seja preferencialmente usado na forma solúvel e em café do tipo expresso. A produção do café robusta está localizada principalmente na África Central, Ásia e América Latina (CARVALHO, André Cutrim, CARVALHO, *et al.*, 2018).

2.2 Mercado do café

2.2.1 Cenário mundial

Na Figura 1, é exibida a quantidade de café Arábica e Robusta produzida no mundo entre 2006 e 2021. A produção de 2020/2021 foi definida a partir de projeções da safra 2019/2020 (AGRICULTURA, 2021).

Figura 1: Produção mundial de café Arábica e Robusta



*estimativa de produção baseada no período de 2020

Fonte: USDA (2021).

A produção mundial de café tem apresentado um crescimento tímido, mas constante, tendo passado de 134.050 mil sacas em 2006/2007 para 175.480 mil sacas em 2020/2021, o que representa um aumento de 30%. A maior produção de café foi registrada na safra 2018/2019, chegando a 176.764 mil sacas. Apesar da pandemia de COVID-19, a safra 2020/2021 parece não ter sofrido muito impacto, apresentando um aumento de pouco mais de 4% em relação à safra anterior (AGRICULTURA, 2021).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o Brasil ocupou na safra 2020/2021 a primeira posição no *ranking* dos maiores produtores de café do mundo, seguido do Vietnã e da Colômbia. Juntos, esses três países responderam por mais de 60% da produção mundial de café (Quadro 1). Somente nesse período, o Brasil apresentou participação de 38,7% na produção mundial de café, o que foi 2,6 vezes maior que a participação conjunta de cerca de 35 países, cuja participação foi de 14,6% (AGRICULTURA, 2021).

Quadro 1: Produção de café por país na safra 2020/2021.

Posição	País	Produção (mil sacas de 60 kg)	Participação (%)
1º	Brasil	67.900	38,7
2º	Vietnam	29.000	16,5
3º	Colômbia	14.100	8,0
4º	Indonésia	10.700	6,1
5º	Etiópia	7.500	4,3
6º	Honduras	6.125	3,5
7º	Índia	5.250	3,0
8º	Uganda	4.800	2,7
9º	Peru	4.450	2,5
Demais países 35		25.665	14,6
Produção total		175.480	100,0

Fonte: Adaptado USDA (2021) apud SEAPA-MG (2021).

Em relação às importações na safra 2020/2021 (Quadro 2), os países de maior destaque foram União Europeia e Estados Unidos, com respectivamente 36,8% e 20,4% de participação (AGRICULTURA, 2021).

Quadro 2: Importação de café por país na safra 2020/2021.

Posição	País	Importação (mil sacas de 60 kg)	Participação (%)
1º	União Européia	49.000	36,8
2º	Estados Unidos	27.150	20,4
3º	Japão	7.800	5,9
4º	Filipinas	5.700	4,3
5º	Canada	5.000	3,8
6º	Rússia	4.875	3,7
7º	Suíça	3.100	2,3
8º	Coréia do Sul	3.025	2,3
9º	China	2.850	2,1
Demais países 34		24.523	18,4
Importação total		133.023	100,0

Fonte: Adaptado USDA (2021) apud SEAPA-MG (2021).

As importações desses dois países se destacaram quando comparadas aos outros países, uma vez que juntos somam um total de 76.150 mil sacas de café, aproximadamente três vezes mais que a importação de 34 países juntos (AGRICULTURA, 2021).

Já as exportações desse período estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3: Exportação de café por país na safra 2020/2021.

Posição	País	Exportação (mil sacas de 60 kg)	Participação (%)
1º	Brasil	41.020	29,6
2º	Vietnam	26.650	19,3
3º	Colômbia	13.600	9,8
4º	Indonésia	7.085	5,1
5º	Honduras	5.575	4,0
6º	Índia	5.460	3,9
7º	Uganda	4.500	3,3
8º	Peru	4.265	3,1
9º	Etiópia	4.150	3,0
Demais países 34		26.116	18,9
Exportação total		138.421	100,0

Fonte: Adaptado USDA (2021) apud SEAPA-MG (2021).

O Brasil é o maior exportador de café, significativamente, 29,6% de participação na área de exportação, esse fato pode ser justificado pela primeira posição do país na produção de café. O Vietnam, localizado em segundo lugar no *ranking*, possui 19,3% de participação nessa safra de 2020/2021. Esses dois países exportam aproximadamente 2,5 vezes mais que 34 países juntos, suprindo grande parte do mercado cafeeiro e economia de outros países (AGRICULTURA, 2021).

Por fim, no Quadro 4, é apresentado também o consumo doméstico de café por país em relação à safra de 2020/2021 (AGRICULTURA, 2021).

Quadro 4: Consumo doméstico de café por país na safra 2020/2021.

Posição	País	Consumo (mil sacas de 60 kg)	Participação (%)
1º	União Européia	45.475	27,9
2º	Estados Unidos	26.030	16,0
3º	Brasil	23.530	14,4
4º	Japão	7.610	4,7
5º	Filipinas	6.120	3,8
6º	Canadá	4.830	3,0
7º	Rússia	4.625	2,8
8º	Indonésia	4.900	3,0
9º	Etiópia	3.140	1,9
Demais países 55		36.581	22,5
Consumo total		162.841	100,0

Fonte: Adaptado USDA (2021) apud SEAPA-MG (2021).

Novamente, União Europeia, Estados Unidos e Brasil se destacaram como os maiores consumidores domésticos de café, com participação conjunta de mais de 58%. Essa participação foi aproximadamente 2,6 vezes maior que a de outros 55 países, que responderam por cerca de 22,5% (AGRICULTURA, 2021).

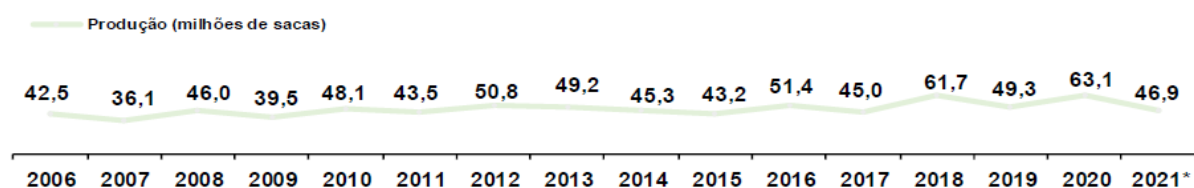
A alta importação, da União Europeia e dos Estados Unidos, pode ser justificado pelo alto consumo desses países, como não são países que aparecem no *ranking* de produção mundial, necessitam importar café suficiente para suprir a demanda da população. Já o Brasil, com sua alta produção mundial de café, tem o necessário para atender o consumo da população brasileira e para exportar mundialmente.

Todo esse aumento e investimento na produção e importação de café acompanha a demanda da população, tanto de consumo quanto de exportações. Com isso, quanto mais a demanda aumenta, mais a produção cresce para suprir o mercado. Essa movimentação em torno dessa *commodity* causa impactos significativos no meio ambiente, gerando muitos resíduos advindos do processamento do café (AGRICULTURA, 2021).

2.2.2 Cenário brasileiro

A Figura 2 mostra a produção nacional de café no período de 2006 a 2021, sendo este último ano uma projeção baseada em 2020 (AGRICULTURA, 2021).

Figura 2: Produção nacional do café



*estimativa de produção baseada no período de 2020

Fonte: Conab (2021).

A produção nacional se manteve praticamente constante em sua totalidade na faixa temporal, começando em 2006, com uma produção de 42,5 milhões de sacas e fechando em 2021 com 46,9 milhões de sacas de café. É possível observar algumas quedas, e alguns picos na produção em alguns anos, como em 2020 com a maior produção de 63,1 milhões de sacas de café (AGRICULTURA, 2021).

O Quadro 5 apresenta o *ranking* com os principais Estados produtores de café no Brasil.

Quadro 5: Estados brasileiros produtores de café na safra 2020/2021.

Posição	Estado	Produção (milhões de sacas)	Participação (%)
1º	Minas Gerais	21,4	45,7
2º	Espírito Santo	14,1	30,1
3º	São Paulo	4,0	8,6
4º	Bahia	3,5	7,4
5º	Rondônia	2,2	4,6
6º	Paraná	0,9	1,9
7º	Rio de Janeiro	0,2	0,5
8º	Goiás	0,2	0,5
9º	Mato Grosso	0,2	0,4
Demais Estados		0,1	0,3
Produção total		46,9	100,0

Fonte: Adaptado Conab (2021) apud SEAPA-MG (2021).

A produção de café no Brasil é mais abundante no estado de Minas Gerais, sendo este o primeiro no *ranking* dos estados brasileiros produtores. Com a produção em 2021 de 21,4 milhões de sacas de café, esse estado corresponde a 45,7% de participação na produção do

país. O segundo lugar foi ocupado pelo Espírito Santo, com participação de 30,1% da produção brasileira (AGRICULTURA, 2021).

Toda a produção brasileira de café se encontra nas mãos desses dois estados, produzindo 35,5 milhões de sacas de café. Com essa movimentação, Minas Gerais e Espírito Santo são responsáveis por 75,6% da produção no país. Sendo uma contribuição muito importante para as exportações do Brasil (AGRICULTURA, 2021).

Em relação às exportações brasileiras, somente na safra de 2020/2021, mais de 41 mil sacas de café foram comercializadas, como visto no Quadro 3, sendo o Brasil o país que mais exporta (AGRICULTURA, 2021). No Quadro 6, são apresentados os principais destinos dessas exportações.

Quadro 6: Países importadores do café brasileiro na safra 2020/2021.

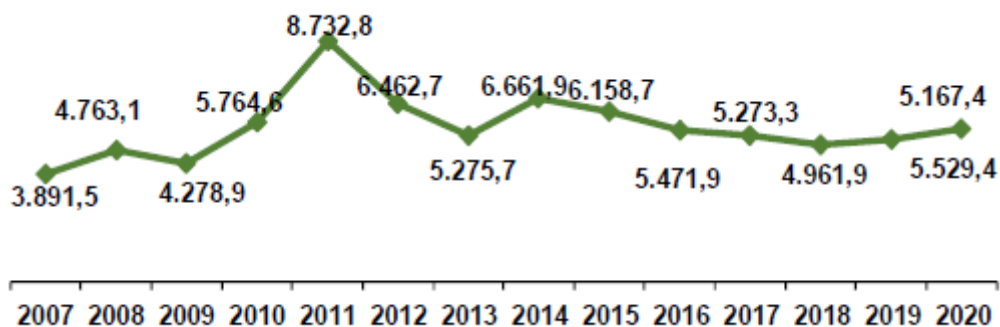
Posição	País	Participação (%)
1º	Estados Unidos	18,9
2º	Alemanha	18,9
3º	Bélgica	8,5
4º	Itália	7,6
5º	Japão	6,6
Demais países 122		39,6
Exportação total		100,0

Fonte: Adaptado Aliceweb - MDIC (2021) apud SEAPA-MG (2021).

Os Estados Unidos, um dos maiores importadores e consumidores de café, participando em 18,9% da economia brasileira em relação ao café. Também em primeiro lugar foi visto a Alemanha. A quantidade de 37,8% do destino da exportação brasileira é para esses dois países, esse valor quase atinge a participação de outros 122 países, com 39,6% (AGRICULTURA, 2021).

A Figura 3 apresenta o retorno financeiro, em US\$ milhões, das exportações realizadas pelo Brasil durante os anos de 2007-2020.

Figura 3: Evolução histórica das exportações brasileiras (US\$ milhões).



Fonte: Aliceweb - MDIC (2021).

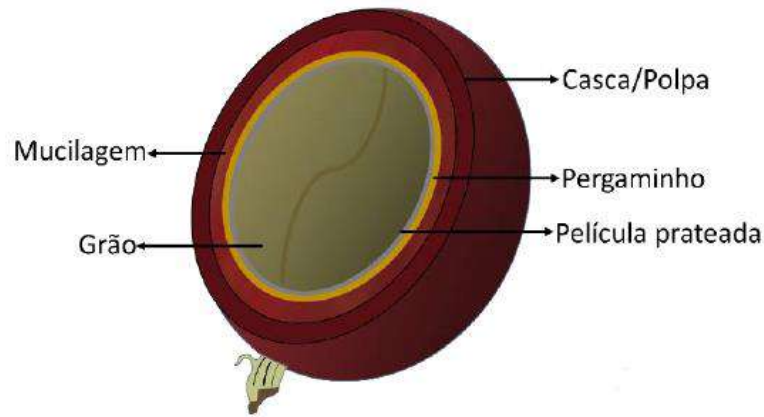
A evolução histórica das exportações no geral foi crescente, com oscilações nos valores no decorrer dos anos. O valor obtido com as exportações de café para mundo tem um impacto positivo na economia brasileira, principalmente no ano de 2011, onde foi visto um retorno de 8.732,8 milhões de dólares, o maior valor obtido nessa faixa temporal. Esse pico pode ser justificado pela variação do valor médio da saca de café nesses anos, já que a quantidade de café exportado durante esses anos variou de 1.574,2 a 2.314,6 mil toneladas. Em 2011, a safra atingiu o maior valor médio, custou em torno de 4.645,5 milhões de dólares por toneladas, e o Brasil exportou um total de 1.879,8 mil toneladas (AGRICULTURA, 2021).

Por fim, o Brasil exerce um papel importante no cenário mundial desse setor, sendo responsável pelo suprimento de café, e pela movimentação financeira no mercado cafeeiro. Por ser o maior produtor de café no mundo, além de providenciar o necessário para o alto consumo da sua população, também desempenha a função de abastecer a demanda de café em outros países através de exportações. Toda essa movimentação promove um impacto na economia do país e também no meio ambiente, pois os resíduos acompanham a alta produção do café (AGRICULTURA, 2021).

2.3 Fruto de café

Ao realizar uma seção transversal no fruto de café, observam-se quatro camadas: exocarpo, mesocarpo, endocarpo e endosperma. A Figura 4 apresenta um esquema das principais estruturas constituintes do café (DURÁN, TSUKUI, *et al.*, 2017).

Figura 4: Representação das estruturas constituintes do fruto de café



Fonte: Adaptado DURÁN et al (2017).

No exocarpo, camada mais externa, são encontradas a casca e a pele do café. O mesocarpo é composto pela polpa, camada envolvida pela casca, e a mucilagem do fruto. No endocarpo localiza-se o pergaminho, que cobre a película prateada (*Silverskin*) do fruto. E no endosperma, camada mais interna, tem-se o grão de café (DURÁN, TSUKUI, *et al.*, 2017, HOSEINI, COCCO, *et al.*, 2021).

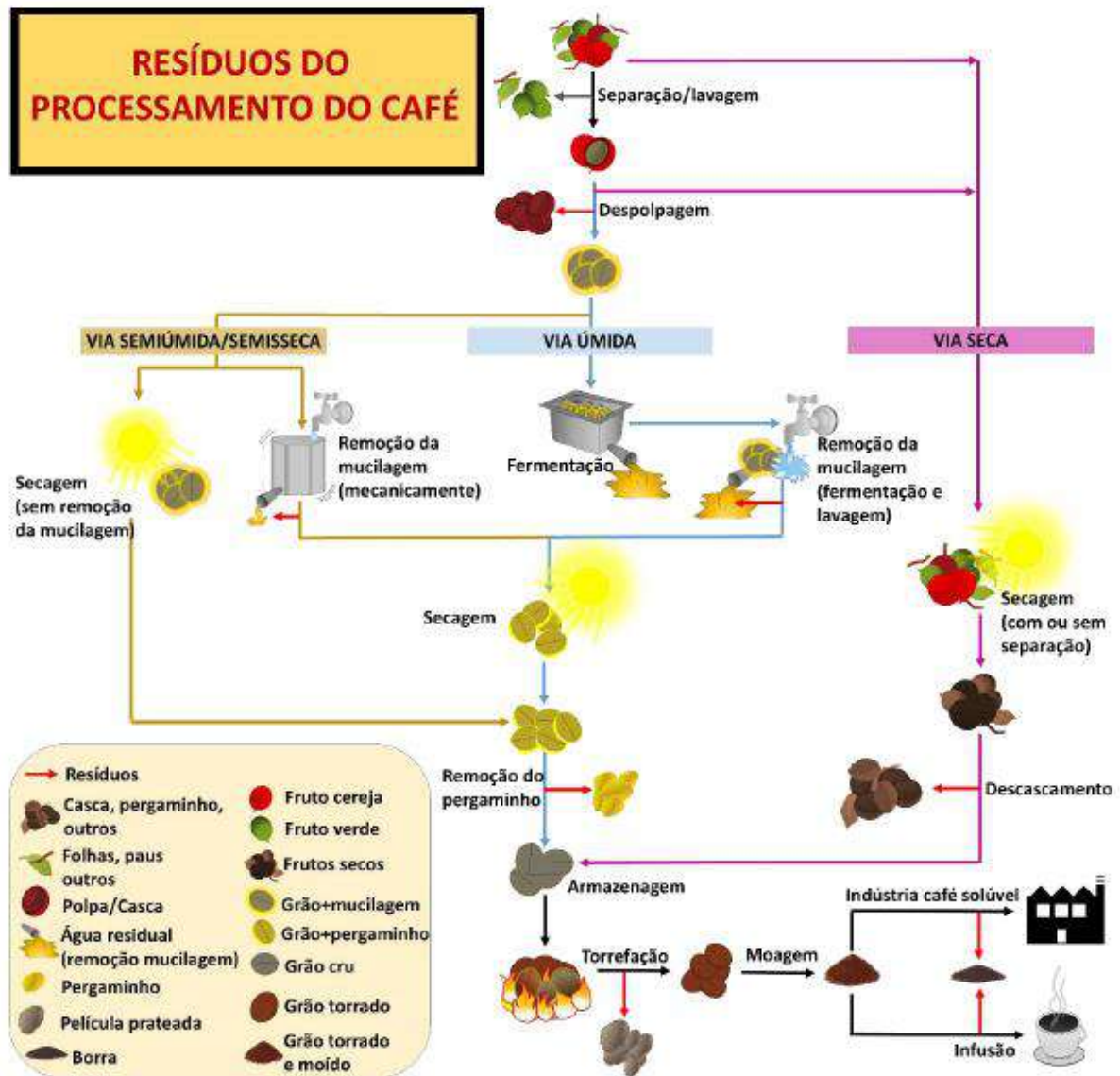
2.4 Vias do processamento do café

2.4.1 Resíduos de café

O processamento do café ocorre na fase pós-colheita, quando os grãos são submetidos a diferentes vias de tratamento com a finalidade de se obter um produto torrado. Esse material é então comercializado principalmente nas indústrias alimentícias (DURÁN, TSUKUI, *et al.*, 2017).

Três vias de processamento podem ser empregadas: úmida, seca, e semisseca/semiúmida. A Figura 5 apresenta um esquema das principais vias de processamento do café, bem como dos resíduos gerados em cada etapa (DURÁN, TSUKUI, *et al.*, 2017).

Figura 5: Vias de processamento do café e os resíduos gerados em cada etapa



Fonte: DURÁN et al (2017).

Na via seca, os grãos de café são separados em frutos maduros (cereja) e frutos verdes, e então lavados, para garantir uma etapa de secagem eficiente e uniforme. A secagem ocorre de forma natural em terreiros abertos ou em secadores mecânicos. Por isso, esse processo é utilizado em locais com grande frequência de radiação solar. Posteriormente, os grãos seguem para a etapa de descascamento, onde o principal resíduo dessa etapa é gerado: a casca de café. Frutos de diferentes fases de maturação podem ser tratados por via seca, não necessitando de uma seleção prévia, uma vez que a via seca promove o controle da degradação de todos os grãos de café por ação do clima e de micro-organismos. Como consequência, um melhor

sabor final para a bebida pode ser alcançado (HALAL, 2008, HEEGER, KOSINSKA-CAGNAZZO, *et al.*, 2016, SANTOS, MACEDO, *et al.*, 2021).

Assim como na via seca, na via úmida, os frutos de café são também lavados e separados. Ainda em contato com a água, é realizada a despulpagem, em que são removidas as cascas e a polpa do café, resultando em grãos cuja camada externa é a mucilagem. Nessa via, a remoção de mucilagem é feita por meio da fermentação, o que gera um produto de reduzido volume, devido à remoção completa do mesocarpo. Embora a via úmida exija um maior investimento, a fase de secagem exige uma menor área disponível e um menor tempo para ser realizado, compensando assim os custos com água (HALAL, 2008, HEEGER, KOSINSKA-CAGNAZZO, *et al.*, 2016, SANTOS, MACEDO, *et al.*, 2021).

Por fim, a via semiúmida/semisseca é semelhante à via úmida até a etapa de despulpagem. O fruto despulpado de café é encaminhado para a fase de secagem ou ainda para a remoção da mucilagem, que ocorre na ausência de fermentação. A remoção da mucilagem é mecânica e, após sua realização, o fruto é encaminhado à etapa de secagem. A via semiúmida/semisseca gera um café de alta qualidade, com melhor coloração e baixa acidez (DURÁN, TSUKUI, *et al.*, 2017, HALAL, 2008).

O pergaminho e a película de prata são também removidos nas três vias de processamento do café. Enquanto o pergaminho é removido na via úmida e semiúmida/semisseca a película prateada é retirada do fruto de café por meio das três vias. Após a remoção desses constituintes estruturais os grãos de café são submetidos à torrefação e moagem, para serem aplicados nas indústrias de café solúvel e de infusão (DURÁN, TSUKUI, *et al.*, 2017, SANTOS, MACEDO, *et al.*, 2021).

2.4.2 Aplicações industriais dos resíduos de café

A produção de resíduos do processamento do café é de aproximadamente 50% em massa do fruto, cuja disposição no ambiente é feita, muitas vezes, de forma inadequada e prejudicial. Sem o reaproveitamento dessas biomassas, mais da metade do fruto de café fica inexplorado o que representa uma perda considerável do potencial que esses materiais apresentam na geração de valor agregado para diferentes segmentos industriais, especialmente para as indústrias de beleza e saúde (SANTOS, MACEDO, *et al.*, 2021).

2.4.2.1 Casca

A quantidade de casca gerada no processamento dos grãos de café pode chegar a 50% do peso total da colheita, o que representa um importante resíduo do processo. Sua composição química consiste em 35% de carboidratos, 30,8% de fibras, 10,7% de minerais e 5,2% de proteínas. Os principais compostos encontrados na casca de café são: celulose, hemicelulose, taninos, ácidos clorogênicos e cafeína (ESQUIVEL, JIMÉNEZ, 2012, JANISSEN, HUYNH, 2018, VEGRO, CARVALHO, 1994).

O reaproveitamento da casca de café é bem diversificado. Na indústria de fertilizantes, é possível utilizá-la como adubo orgânico, juntamente com esterco e outros resíduos orgânicos, além do próprio adubo químico. Na indústria de alimentos a casca é usada para produção de fitoquímicos, agentes antioxidantes, responsáveis pela geração de cor em alimentos e pelo fortalecimento dos sistemas de defesa do corpo (BAENA, 2015, FERREIRA, ABREU, 2007). No entanto, o uso de cascas de café na alimentação de animais não é muito indicado e, caso seja realizado, necessita de alguns cuidados, devido à presença de taninos e cafeína em sua composição, que apresentam ação antifisiológica e antinutricional (ESQUIVEL, JIMÉNEZ, 2012, VEGRO, CARVALHO, 1994).

As cascas de café podem ainda ser usadas para geração de energia na forma de combustível ou transformadas em carvão. Como combustível, as cascas de café contribuem para a redução de custos com transportes. Por sua vez, como carvão, esse resíduo é capaz de viabilizar as etapas de secagem e acondicionamento do próprio processo industrial, tornando-as independentes e econômicas (DA COSTA, TORRES, *et al.*, 2019).

2.4.2.2 Polpa

A polpa de café corresponde a aproximadamente 39% do peso seco dos grãos de café, cuja composição química é semelhante à das cascas de café: 7,5-15,0% de proteínas, 2,0-7,0% de gorduras, e 21-32% de carboidratos. Os principais compostos constituintes são: cafeína, ácidos clorogênicos e taninos (DURÁN, TSUKUI, *et al.*, 2017, ESQUIVEL, JIMÉNEZ, 2012).

Devido à elevada quantidade de umidade presente na polpa de café, uma etapa adicional de desidratação é requerida na maior parte dos casos, para seu adequado

reaproveitamento. Assim como as cascas, a polpa de café pode ser usada para produção de fitoquímicos, e seu uso na alimentação de animais também exige cuidados, sendo aconselhável uma concentração máxima de 15-30%. Substâncias como cafeína, taninos, lignina e fibras são em grande parte consideradas tóxicas para os animais (VEGRO, CARVALHO, 1994)

A polpa do café pode ser aplicada também como adubo orgânico e condicionador de solos, devido à sua elevada quantidade de matéria orgânica de características nutricionais (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL O CAFÉ (OIC), 2005, VEGRO, CARVALHO, 1994).

2.4.2.3 Mucilagem

A mucilagem é um dos resíduos com maior composição em água, em torno de 84,2%, além de cerca de: 8,9% de proteína, 4,1% de açúcar, 0,91% de peptídeos e 0,7% de cinzas. No processo fermentativo, os micro-organismos são responsáveis por solubilizar a pectina presente na mucilagem, considerada o componente de maior valor agregado desse resíduo. Cerca de 30-35% do peso seco da mucilagem é composta de pectina (ESQUIVEL, JIMÉNEZ, 2012, VEGRO, CARVALHO, 1994).

A mucilagem é bastante empregada na indústria de alimentos como fonte de pectinas em substituição a maçãs e frutas cítricas, uma vez que apresentam, em média, o dobro de pectina em sua composição. Além disso, a alta concentração proteica da mucilagem favorece sua utilização em meios de culturas para crescimento de micro-organismos (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL O CAFÉ (OIC), 2005, VEGRO, CARVALHO, 1994)

2.4.2.4 Película prateada (*Silverskin*)

A película prateada (*Silverskin*) é composta em maior parte por fibras (60%), celulose (24%), hemicelulose (17%), cinzas e minerais (5%), e polifenóis (5%) (DURÁN, TSUKUI, *et al.*, 2017).

A película de prata é empregada principalmente como ingrediente funcional, devido à sua grande quantidade de fibras e à sua baixa quantidade de gorduras e carboidratos. Além

disso, possui alta atividade antioxidante, resultante de melanoidrinas obtidas após a torrefação dos grãos de café (MURTHY, NAIDU, 2012, SANTOS, MACEDO, *et al.*, 2021).

2.4.2.5 Borra de café

A borra é o resíduo final da indústria de café, gerada após a infusão do pó torrado durante a preparação da bebida. Os resíduos insolúveis dessa preparação compõem a borra de café, sendo quantificados na seguinte proporção: 37-38% de hemicelulose, 8,6-9% de celulose, 30-47% de fibras e 24-30% de lipídeos. Considerando as perdas e a eficiência do processamento dos grãos de café, cerca de 1 tonelada de café cru gera aproximadamente 480 kg de borra. Essa elevada disponibilidade da borra de café representa uma oportunidade produtiva e uma interessante solução ambiental à sua disposição final, uma vez que o seu aproveitamento em outros processos contribui não somente para o estabelecimento de indústrias multipropósito, como também para uma economia mais circular e mais sustentável (DURÁN, TSUKUI, *et al.*, 2017, VEGRO, CARVALHO, 1994).

A borra de café é normalmente usada para produção de combustíveis, como biodiesel e etanol (KIM, Jaai, KIM, *et al.*, 2017). Na indústria de alimentos, é usada para produção de pães, biscoitos e demais produtos fermentados. Já na indústria de beleza e saúde, a borra de café vem sendo investigada em aplicações médicas e dermatológicas, devido à sua alta atividade antioxidante e antitumoral, bem como à sua capacidade de eliminar radicais livres do corpo (ESQUIVEL, JIMÉNEZ, 2012, IRIONDO-DEHOND, MARTORELL, *et al.*, 2016).

2.5 Tecnologias de tratamento dos resíduos de café

Os resíduos de café devem ser tratados antes de serem aproveitados como matérias-primas em outros processos industriais. Diferentes tecnologias podem ser empregadas a fim de se obter os compostos químicos de interesse presentes nessas biomassas. Em especial, na indústria de saúde e beleza, o tratamento dos resíduos de café é realizado em duas etapas: pré-tratamento e conversão. No pré-tratamento, são empregadas as tecnologias de extração convencional e não convencional, enquanto na conversão, os processos fermentativo e oxidativo se destacam.

2.5.1 Tecnologias de pré-tratamento

2.5.1.1 Extração convencional

A extração convencional é baseada na associação entre solventes orgânicos, como álcool, ésteres e cetonas, e processos físicos como aquecimento e agitação. Essa combinação favorece a transferência de massa, apesar de causar a degradação de amostras e de consumir maiores quantidades de energia (CARVALHO, Marlon Thiago, BERMAMASCO, *et al.*, 2018).

Embora apresente pontos negativos, a extração convencional é ainda a tecnologia mais utilizada para obtenção de compostos químicos de interesse, especialmente presentes nos resíduos de café. GEREMU, TOLA, *et al.* (2016) investigaram os efeitos de três diferentes solventes orgânicos (metanol, acetona e etanol) na extração de polifenóis totais e outros antioxidantes presentes em polpas de café de diferentes variedades. De acordo com os autores, o metanol apresentou uma melhor ação extrativa sobre quase todas as variedades de polpa investigadas, o que permitiu a obtenção de ingredientes valiosos para uso como aditivos nas indústrias alimentícias e farmacêuticas.

2.5.1.2 Extração não-convencional

A extração não-convencional é caracterizada pelo uso de outros tipos de solventes, como a água, e de tecnologias baseadas em ondas eletromagnéticas e sonoras, que são capazes de aumentar a eficiência do processo extrativo, uma vez que degradam menos a biomassa residual. Além disso, apresenta um menor consumo de energia, devido ao menor tempo requerido em comparação à extração convencional (SOQUETTA, 2019). As principais tecnologias de extração não-convencional são: autohidrólise, extração assistida por micro-ondas, e extração assistida por ultrassom. A autohidrólise é uma tecnologia considerada altamente ecológica e ambientalmente correta, pois o solvente utilizado é a água, que em algumas condições de temperatura e pressão, possui propriedades semelhantes às dos solventes orgânicos (CARVALHO, Marlon Thiago, BERMAMASCO, *et al.*, 2018). BALLESTEROS, RAMIREZ, *et al.* (2017b) empregaram a autohidrólise para extração de compostos fenólicos antioxidantes presentes na borra de café. Sob condições ideais de tempo, relação líquido/sólido e temperatura, que resultaram em 50 min, 15ml/g e 200°C,

respectivamente. Como conclusão, constatou-se que a técnica é eficiente em condições otimizadas para remoção de compostos fenólicos da borra de café.

A extração assistida por micro-ondas conta com três etapas: separação entre os solutos e os sítios ativos na matriz da amostra com auxílio do aumento de pressões e temperaturas; adição do solvente na matriz; e liberação dos solutos presentes na amostra para o solvente. Essa tecnologia é bastante utilizada para obtenção de compostos bioativos em cascas de café, apresentando como vantagens: rápido aquecimento; maior rendimento do extrato; equipamentos de menor tamanho; e menor tempo de processo (THAIPHANIT, WEDPRASERT, *et al.*, 2020).

A extração assistida por ultrassom conta com a presença de um gerador ultrassônico, responsável pela ruptura celular e pelo surgimento de micro rachaduras nas biomassas residuais, o que facilita a extração de seus compostos bioativos. WEN, ZHANG, *et al.* (2019) empregaram a extração assistida por ultrassom em misturas de película prateada com solução contendo metanol e água, para obtenção de compostos bioativos. A técnica de extração assistida por ultrassom foi comparada com a técnica de extração convencional, e foi comprovada que essa técnica tem potencial para substituir as convencionais. Além disso, o uso de água promove uma extração mais sustentável.

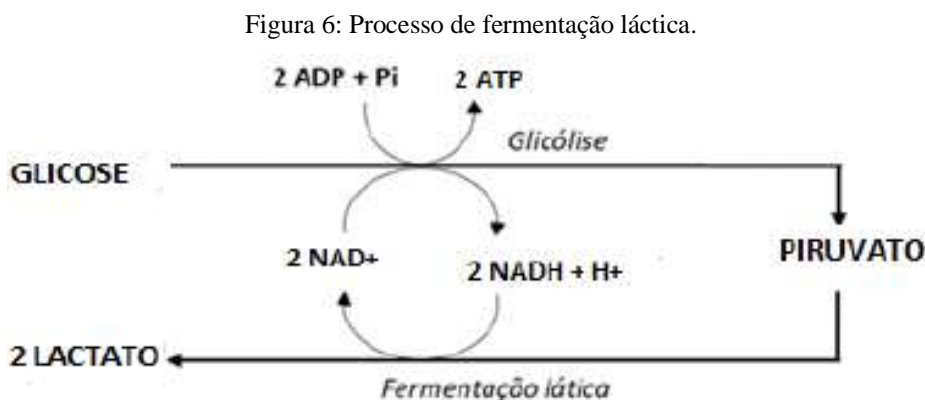
Além dessas três tecnologias, a extração líquida pressurizada a quente também tem sido usada com os resíduos do processamento de café. Nesse tipo de extração, solventes como etanol são usados a temperaturas e pressões elevadas, durante um curto período de tempo. As principais vantagens dessa tecnologia são: menor tempo de extração completa de compostos químicos de interesse, devido à manipulação do solvente em condições acima do seu ponto de ebulição; facilidade de rompimento da matriz, devido à boa solubilização do composto no solvente a elevadas temperaturas e pressões; e possibilidade de uso de água, tornando o processo mais sustentável (CARVALHO, Marlon Thiago, BERMAMASCO, *et al.*, 2018, MARIOTTI-CELIS, MARTÍNEZ-CIFUENTES, *et al.*, 2017).

2.5.2 Tecnologias de conversão

2.5.2.1 Fermentação

A fermentação é um processo de transformação do carbono em compostos macromoleculares de diferentes funções bioquímicas por ação de micro-organismos. A fermentação láctica, um dos tipos de fermentação, envolve substratos fermentáveis, como glicose e frutose, que contenham açúcares em sua composição. O processo consiste na reação desses substratos com bactérias lácticas (bactérias que possuem energia por meio da fermentação láctica, e são encontradas em animais, plantas, solo e alimentos), e micro-organismos específicos, como leveduras. As bactérias e as leveduras interagem entre si e retiram do meio com substrato, os nutrientes necessários. Aliados a reação catalítica de suas enzimas geram o ácido láctico (DA SILVEIRA, Sheila Mello, 2021).

A Figura 6 apresenta o esquema da fermentação láctica, na produção de ácido láctico (Lactato) por meio de glicose.



Fonte: SILVEIRA (2021).

Nessa transformação, a glicose é quebrada e transformada em piruvato (ácido pirúvico com a perda de um hidrogênio), e por meio da enzima lactato desidrogenase ocorre a redução em ácido láctico. O NADH formado perde elétrons, fornecendo a energia necessária para a produção final (DA SILVA, José Barros, 2014, DE SOUZA, 2021).

A produção do ácido láctico é anaeróbica (sem a presença de oxigênio), contendo perdas de energia e CO₂. Além disso, ocorre acidificação do meio, queda de pH e espessamento do meio a ser fermentado (DA SILVEIRA, Sheila Mello, 2021).

Esse tipo de fermentação pode ser realizada por diversos tipos de substratos, como frutas, vegetais e outros tipos de alimentos, desde que esses contenham açúcares fermentáveis em sua composição (DI CAGNO, CODA, *et al.*, 2013). Então, os resíduos do processamento de café, que se encaixam nessa condição, são utilizados na fermentação láctica com intuito de produzir ácido láctico.

A fermentação láctica é utilizada no aproveitamento de resíduos de café, como a borra de café. KIM, JANG, *et al.*, (2019) empregaram a produção de ácido láctico, monômero do ácido poliláctico, com levedura *Saccharomyces cerevisiae* por meio da borra de café. As bactérias lácticas, micro-organismo responsável nessa produção, têm uma tolerância baixa a compostos tóxicos existentes nesse tipo de resíduo, assim a levedura foi empregada, pois possui uma maior tolerância. Como resultado, foi comprovada a produção do ácido, por meio de sacarificação e fermentação do resíduo com a levedura proposta. Essa conversão acontece devido à hemicelulose presente na composição dos resíduos de café, e a sacarificação é um processo que pode ser acoplado à fermentação para que os micro-organismos alcancem a hemicelulose de maneira mais fácil (MACHADO, 2020).

2.5.2.2 Oxidação

A manose (tipo de açúcar) localiza-se em polissacarídeos presentes na borra de café, e assim como na fermentação, a manose é convertida em ácido láctico. KOPP, WILLOWS, *et al.*, (2019) empregaram um processo enzimático de conversão por meio de um metabolismo oxidativo de manose, contendo uma cascata de reações com enzimas como manonato desidratase. Ocorreu a transformação da manose em ácido láctico por meio de diversas etapas com compostos intermediários. Como resultado, foi comprovado que a cascata de reações livre de células é eficaz na produção de ácido láctico, mas que também pode ser melhorada pela engenharia enzimática.

2.6 Aproveitamento de resíduos de café nas indústrias de beleza e saúde

2.6.1 Indústria da beleza

A indústria da beleza no Brasil é formada por grandes empresas internacionais, assim como as nacionais, médias e pequenas, que têm sido criadas a partir de iniciativas de incentivo ao seu desenvolvimento. Independentemente do tamanho, as empresas de beleza

devem estar em constante movimento a fim de incrementarem e acompanharem as novidades do mercado, buscando atender às expectativas de seus consumidores, cada vez mais exigentes (CAPANEMA, Luciana xavier de Lemos, DE VALASCO, *et al.*, 2007).

O segmento industrial se destaca pela fabricação de produtos cosméticos destinados à limpeza do corpo humano, realce da beleza, e alteração da aparência, sem que modificações estruturais e funcionais sejam observadas no local de sua aplicação. Dentre os produtos dessa indústria, destacam-se: cremes, maquiagens, tinturas, xampu, sabonetes, e bloqueadores solares (GARCIA, 2005).

Analisando o cenário econômico dessa indústria, tem-se que em 2005 as vendas mundiais de produtos de beleza somaram um valor de 253 bilhões de dólares. Somente em 2020, o Brasil movimentou mais de 122 bilhões de reais com a venda de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (HPPC). No primeiro trimestre de 2022, as vendas nesse setor tiveram um crescimento de 6,5% em relação ao ano anterior. O segmento de *Skincare*, produtos para cuidado da pele, tem crescido nos últimos anos, chegando a quase 141 bilhões de dólares em 2021. Portanto, é perceptível que o ramo da beleza apresenta grande importância para a economia mundial, cujo crescimento ocorre paralelamente com o aumento da demanda da população (ABIHPEC, 2021, 2022, CAPANEMA, Luciana xavier de Lemos, DE VALASCO, *et al.*, 2007, INNOVATION/COSMETIC, 2022).

Os Estados Unidos é o país mais consumista dentro do mercado de HPPC, e o Brasil ocupa o quarto lugar, esses países consomem em torno de 92,853 e 29,615 bilhões de dólares, respectivamente. Em 2005, depois dos Estados Unidos, países como Japão e França tinham em sua cultura uma tendência elevada de consumir mais cosméticos. Em 2019, os Estados Unidos permaneceu na posição de país que mais consome produtos cosméticos, a China assumiu o 2º lugar, seguida do Japão (3º lugar) e Brasil (4º lugar) (CAPANEMA, Luciana xavier de Lemos, DE VALASCO, *et al.*, 2007, INNOVATION/COSMETIC, 2020).

Recentemente, o uso de matérias-primas naturais em produtos vem despertando o interesse da população. A cada ano, o interesse em produtos naturais para o cuidado pessoal cresce na faixa de 8-25% no mundo, enquanto os produtos que não se enquadram nesse rótulo crescem apenas cerca de 3-10%. O consumo verde, como conhecido no mercado de produtos naturais, vem crescendo devido às mudanças de mentalidade entre os consumidores, em que a

busca da beleza aliada ao bem estar tem sido priorizada, juntamente com a preocupação com a saúde física e mental (MIGUEL, 2011).

A utilização do café em produtos cosméticos já é bem recorrente nesse setor. O uso de seus resíduos tem crescido nos últimos anos, sendo considerado uma forma alternativa de obtenção de produtos ambientalmente mais sustentáveis e menos nocivos ao ser humano. Resíduos como a borra de café e a película de prateada por apresentarem compostos de ação antioxidante, como cafeína, são bastante empregados em produtos destinados à beleza (RODRIGUES, MATIAS, *et al.*, 2016). Outro composto de grande interesse é o ácido láctico, obtido pela fermentação desses resíduos. O ácido láctico auxilia no cuidado da pele, reduzindo poros, combatendo acnes, e promovendo sua hidratação (DA SILVA, Rosangela Maria Santini Ferreira, CARDOSO, 2013, KOO, PARK, *et al.*, 2019).

2.6.2 Indústria da saúde

A indústria de saúde humana é um dos segmentos que mais investem em pesquisa, desenvolvimento e inovação. A busca por novas matérias-primas, tecnologias e formulações farmacêuticas são determinantes para o lançamento de novos produtos que sejam capazes de atender as demanda do mercado. Neste contexto, é comum a aplicação de patentes para resguardar propriedade intelectual e exclusividade de produtos, processos e preparos descobertos (GADELHA, QUENTAL, *et al.*, 2003).

A indústria da saúde é responsável pela fabricação de medicamentos destinados ao tratamento de doenças e outras complicações de saúde, e está relacionada com a indústria de beleza quanto ao estímulo em pesquisa e desenvolvimento de princípios ativos de interesse mercadológico. Ambos os seguimentos industriais se relacionam também com a produção de produtos fitoterápicos, obtidos a partir de extratos de plantas e frutas (CAPANEMA, Luciana xavier de Lemos, DE VALASCO, *et al.*, 2007, GADELHA, QUENTAL, *et al.*, 2003).

Em 2005, o Brasil ocupava a 10^a posição no *ranking* mundial dos países do setor farmacêutico com um maior montante em torno de 1,61 bilhões de unidades de produtos, somando um faturamento de 22,2 bilhões de reais. Em 2019, o país avançou na lista, passando para a 6^a posição, atrás apenas dos Estados Unidos, China, Japão, Alemanha e França. Projeções para 2023 mostram uma movimentação de 175 bilhões de reais, o que deverá elevar o Brasil à 5^a posição, sobretudo se uma inserção mais eficiente for realizada junto aos

tratamentos de câncer e doenças neurológicas (CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos, 2006, QUINTANS, 2021, RIBEIRO, 2019).

Os produtos naturais marcam a história do setor farmacêutico. Há séculos, plantas e ervas têm sido utilizadas na medicina para tratamento de doenças. Com o avanço da tecnologia, novos processos deram origem a produtos químicos e novas matérias-primas foram adicionadas aos medicamentos (VIEGAS JR, BOLZANI, *et al.*, 2006).

Diversos resíduos do café são atualmente usados na área da saúde, desde a casca até a borra, passando pela polpa de café. A composição dessas novas matérias-primas, incluindo cafeína, compostos bioativos como ácidos clorogênicos, e outros biocompostos com atividade antioxidante, tem beneficiado a produção de medicamentos e contribuído para a melhoria dos tratamentos médicos. Doenças gastrointestinais e dermatológicas, processos de reparação da pele e melhoria na qualidade do sono têm sido tratadas com produtos oriundos do aproveitamento dessas biomassas residuais, mostrando resultados satisfatórios (CASTALDO, NARVÁEZ, *et al.*, 2020). Por fim, o uso dos resíduos de café contribui para um futuro farmacêutico mais sustentável.

2.7 Prospecção tecnológica

A prospecção tecnológica é uma técnica para mapear futuros desenvolvimentos, tecnológicos e científicos, que impactam a indústria, economia e a sociedade (TEIXEIRA, 2013). Essa ferramenta auxilia a tomada de decisão de muitas empresas, pois por meio dela é possível realizar projeções de cenários em determinadas áreas de interesse, o que ajuda a estabelecer planos estratégicos e investimentos em tecnologias e processos. A prospecção tecnológica provoca uma atitude pró-ativa, em que as empresas buscam informações futuras, se preparando para organizar seus planos de mercado com antecedência (MAYERHOFF, 2008).

As etapas da prospecção tecnológica perpassam o monitoramento tecnológico de artigos e patentes, análise de dados e exposição de informações na forma de mapas tecnológicos por exemplo. Na etapa de levantamento de documentos técnico-científicos, o maior número de informações com relevância dentro do assunto de interesse é selecionado de maneira minuciosa, de modo que as análises posteriores sejam realizadas de maneira eficiente. Com isso, é possível determinar tendências como: evolução história, principais

países que dominam o conhecimento tecnológico, processos de produção e recuperação de, além de outras informações relevantes a cada segmento industrial (BORSCHIVER, ALMEIDA, *et al.*, 2008).

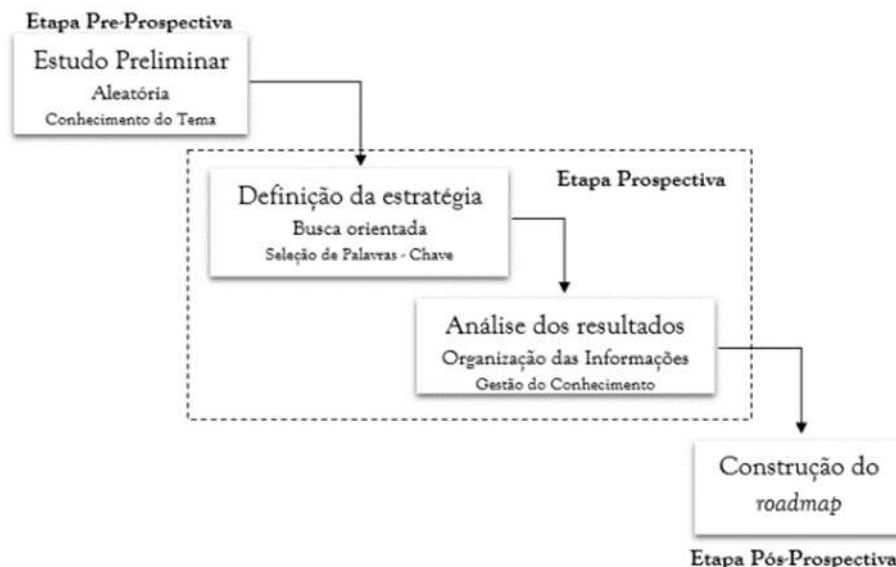
Os artigos são trabalhos de caráter majoritariamente científico, usados para divulgação de estudos, experimentos e resultados de pesquisas conduzidas por autores individuais, empresas e universidades, em que a acadêmica apresenta grande relevância. Por estarem relacionados a pesquisas de longo prazo, os artigos são considerados documentos em fases de desenvolvimento tecnológico, porém muito importantes na questão de inovação e direcionamento de novas oportunidades de atuação. Já as patentes são documentos que garantem a proteção da propriedade intelectual, sendo de caráter mais técnico. Normalmente, criações de processos de produção, tecnologias e composição de produtos são protegidas para que outras empresas não as reproduzam. As patentes abordam pontos que se deseja proteger, sendo também uma forma de divulgação do conhecimento técnico-científico (RIBEIRO, Márcia França, ARAUJO, 2019). Esses dois tipos de documentos retornam muitas informações, agregando valor à prospecção tecnológica.

Portanto, a prospecção tecnológica é uma ferramenta eficiente para a tomada de decisão, que auxilia as empresas nos processos de inovação e conhecimento global de uma tecnologia. Por meio dela, as empresas são capazes de alcançar maturidade tecnológica, retorno financeiro satisfatório e segurança na aplicação de processos (QUINTELLA, MEIRA, *et al.*, 2011).

3 METODOLOGIA

O levantamento prospectivo realizado neste estudo foi baseado na metodologia proposta por BORSCHIVER et al. (2016), caracterizada por três etapas: pré-prospectiva, prospectiva e pós-prospectiva, como ilustrado na Figura 7.

Figura 7: Metodologia de prospecção tecnológica.



Fonte: BORSCHIVER e SILVA (2016).

A etapa pré-prospectiva consiste na busca de informações e aprofundamento do tema de estudo, com o intuito de se definir a estratégia de prospecção da etapa posterior. Por meio de um estudo preliminar, as mais adequadas palavras-chave são definidas, bem como os principais critérios de busca, como banco de dados, faixa temporal, e seção do documento a ser analisada (título, resumo, palavras-chave, reivindicações). Em seguida, o levantamento de artigos e patentes é realizado, juntamente com a análise dos documentos selecionados. Por fim, tem-se a etapa pós-prospectiva que consiste na apresentação dos resultados, podendo ser feita por meio de mapas tecnológicos (*roadmaps*), em que é possível visualizar os principais *players* (atores do processo), bem como a evolução tecnológica do assunto investigado (TAVARES, BORSCHIVER, 2021).

Neste estudo, a etapa pós-prospectiva de construção do *roadmap* tecnológico não foi realizada. No entanto, as informações coletadas na etapa prospectiva foram apresentadas na forma gráfica.

3.1 Levantamento de artigos

3.1.1 Etapa pré-prospectiva

Inicialmente, foram analisados artigos de revisão sobre o aproveitamento dos resíduos do processamento da indústria do café, a fim de se aprofundar os conhecimentos sobre o assunto e, então, selecionar as palavras-chave mais adequadas para a etapa prospectiva.

Além disso, conhecimentos prévios obtidos da leitura de reportagens e demais fontes de informações remotas foram utilizados para a definição de palavras-chave específicas, capazes de reportar resultados considerados relevantes (dentro do escopo de interesse) para este estudo (BESSADA, ALVES, *et al.*, 2018, BORSCHIVER, VASCONCELOS, *et al.*, 2019, MUSSATTO, MACHADO, *et al.*, 2011, RIBEIRO, Helena, MARTO, *et al.*, 2013, SOUSA, GABRIEL, *et al.*, 2015, ZABANIOTOU, KAMATEROU, 2019).

3.1.2 Etapa prospectiva

3.1.2.1 Definição da estratégia de busca

A base de dados usada neste estudo foi a *Web of Science (WoS)*, um conceituado indexador de artigos pertencente à empresa *Clarivate Analytics*. Essa plataforma conta com mais de 34000 documentos que abrangem diversos assuntos como ciências, ciências sociais, artes, humanidades de periódicos, livros e anais de conferências. (CLARIVATE, 2021, TINÔCO, BORSCHIVER, *et al.*, 2021).

A base *WoS* foi escolhida por utilizar critérios de indexação baseados no *Journal Citation Reports (JCR)*, que está relacionado ao fator de impacto de um periódico, normalmente de abrangência internacional. O JCR é calculado a partir do número de citações que um determinado artigo recebeu dividido pelo número de publicações da revista científica nos últimos dois anos. Quanto maior é o fator de impacto, mais relevante para o meio científico é um determinado periódico. Portanto, esse indexador é bem criterioso para a seleção de artigos considerados confiáveis pela comunidade científica mundial (UT HEALTH SAN ANTONIO, 2021).

As palavras-chave foram definidas e correlacionadas por meio de operadores Booleanos, como *AND* (e) e *OR* (ou), e inseridas na base *WoS* para a prospecção dos artigos de interesse. Caracteres especiais foram também empregados a fim de direcionar e ampliar a

busca, como o cifrão (\$) e as aspas (“ ”). As palavras-chave usadas nesta busca, juntamente com seus respectivos operadores Booleanos correlacionados, foram separadas em três grupos temáticos, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7: Estratégia de busca de artigos científicos sobre o aproveitamento dos resíduos do processamento do café pelas indústrias de Beleza e Saúde.

Tema	Palavras-chave + Booleanos
Resíduos de Café	<i>(residue\$ coffee OR Spent coffee OR husk\$ coffee OR waste\$ coffee OR coffee silverskin OR coffee by-product OR coffee pulp OR coffee mucilage OR coffee parchment OR coffee ground\$)</i>
Beleza	<i>(Cosmetic\$ OR "AntiAging" OR "Skin Aging" OR "make up\$" OR hair\$ OR "skin care\$" OR skin OR "skin friendly" OR "hyaluronic acid" OR "Lactic acid" OR "animal testing" OR "linoleic acid" OR caffeine OR cellulitis)</i>
Saúde	<i>(antioxidant OR health OR antibacterial OR antimicrobial OR bioavailable OR medicine OR "pharmaceutical product\$" OR drug\$ OR cancer OR "natural treatment\$")</i>

Fonte: Autoria própria.

A faixa temporal da busca foi definida de 1945 (Primeiro ano de indexação do WoS) a 2021. Os campos de busca utilizados foram “Títulos e Resumo” e o tipo de documento selecionado foi “Artigos”, “Artigos de Anais de Congressos” e “Resumos de Congressos”.

3.1.2.2 Análise dos resultados

Com as devidas definições e cortes realizados, os documentos que resultaram dessa pesquisa foram examinados e separados de acordo com suas informações. Os documentos que não estavam dentro do escopo investigado neste estudo foram descartados.

Para os documentos selecionados, foram definidos três níveis de detalhamento de informações:

1) Análise Macro: Aspectos mais abrangentes de cada documento, como tipo de publicação, ano de publicação (evolução histórica), países de origem dos autores, e natureza das instituições dos autores (universidades, empresas e parcerias entre organizações);

2) Análise Meso: Aspectos mais específicos definidos a partir da leitura dos documentos. Diferentes taxonomias foram propostas com base na ocorrência e relevância das informações presentes nos documentos;

3) Análise Micro: Aspectos ainda mais específicos, visando um maior nível de detalhamento das informações. Um quarto nível pode ser necessário para uma melhor compreensão da taxonomia Micro. Nesse caso, a análise Micro passa a ser denominada de Micro I e Micro II.

3.2 Levantamento de patentes

3.2.1 Etapa pré-prospectiva

As informações obtidas na leitura dos artigos de revisão, reportagens e demais fontes remotas, além dos próprios artigos anteriormente selecionados, foram usadas para se definir as palavras-chave mais adequadas para a busca de patentes (BESSADA, ALVES, *et al.*, 2018, BORSCHIVER, VASCONCELOS, *et al.*, 2019, MUSSATTO, MACHADO, *et al.*, 2011, RIBEIRO, Helena, MARTO, *et al.*, 2013, SOUSA, GABRIEL, *et al.*, 2015, ZABANIOTOU, KAMATEROU, 2019).

3.1.2 Etapa prospectiva

3.1.2.1 Definição da estratégia de busca

Foram utilizadas duas bases de dados no levantamento de patentes. A primeira foi o “*Patentscope*”, um sistema de pesquisa iniciado em 2008, com patentes depositadas a partir de 1976, contendo mais de 3,2 milhões de documentos de acordo com o Tratado de Cooperação em termos de Patentes – *Patent Cooperation Treaty* (PCT), e mais de 64 milhões de publicações individuais, disponibilizados de uma forma gratuita pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (*WIPO*) (www.wipo.int).

A segunda base usada foi o *Lens*, organizado pela Cambia, uma organização não governamental em parceria com a *Queensland University of Technology*, criado nos anos 2000 (www.lens.org). Essa base conta com mais de 58 milhões de famílias de patentes e aproximadamente 107 milhões de publicações individuais, também disponibilizadas gratuitamente, com origem a partir de 1907, conforme Tratado de cooperação em termos de patentes da *WIPO*, e de escritórios Australiano de Patentes, Europeu de Patentes, e Americano de Patentes (PIRES, RIBEIRO, *et al.*, 2020).

Os bancos de dados da *WIPO* e do *Lens* foram usados em conjunto a fim de se complementarem em termos da busca e levantamento de informações relevantes para o escopo deste estudo.

A primeira pesquisa foi feita no *Patentscope* utilizando as palavras-chave do Quadro 8. Um sistema de busca e análise das patentes semelhante ao de artigos foi utilizado, porém com algumas alterações de acordo com a base utilizada na busca. Assim, algumas palavras-chave foram retiradas uma vez que não geravam retorno nas pesquisas. O critério de busca foi baseado na leitura das seguintes seções: título, resumo, reivindicações e exemplos de aplicações. Também se utilizou agrupamento por famílias para evitar patentes repetidas, especialmente quando publicadas em mais de uma jurisprudência.

A segunda pesquisa, feita no *Lens*, seguiu os mesmos critérios utilizados com no *Patentscope*, tendo sido alinhados a filtros de família única, patentes solicitadas, patentes concedidas e tempo.

Em ambas as bases, o período de 2000 a 2021 foi definido, uma vez que os documentos considerados relevantes para este estudo se encontravam dentro dessa faixa de tempo.

Quadro 8: Estratégia de busca de patentes sobre o aproveitamento dos resíduos do processamento do café pelas indústrias de Beleza e Saúde.

Tema	Palavras-chave + Booleanos
Resíduo de café + Beleza + Saúde	<p>((<i>residue? Coffee</i>) OR (<i>spent coffee</i>) OR (<i>husk? coffee</i>) OR (<i>waste? coffee</i>) OR (<i>coffee silverskin</i>) OR ("<i>coffee by-product</i>") OR (<i>coffee pulp</i>) OR (<i>coffee mucilage</i>) OR (<i>coffee parchment</i>) OR (<i>coffee ground?</i>)) AND ((<i>antioxidant</i>) OR (<i>health</i>) OR (<i>antibacterial</i>) OR (<i>antimicrobial</i>) OR (<i>medicine</i>) OR ("<i>pharmaceutical product?</i>") OR (<i>drug</i>) OR (<i>cancer</i>) OR ("<i>natural treatment</i>") OR (<i>Cosmetic</i>) OR ("<i>skin aging</i>") OR ("<i>make up</i>") OR (<i>hair</i>) OR ("<i>skin care</i>") OR (<i>skin</i>) OR ("<i>skin friendly</i>") OR ("<i>hyaluronic acid</i>") OR ("<i>Lactic acid</i>") OR ("<i>animal testing</i>") OR (<i>caffeine</i>) OR (<i>cellulitis</i>))</p>

Fonte: Autoria própria.

É possível perceber que nessa pesquisa foram utilizados truncamentos diferentes da pesquisa de artigos, porém ambos possuem o mesmo objetivo. Essa diferença de truncamentos existiu, pois cada base de dados apresenta sua própria linguagem de pesquisa.

3.1.2.2 Análise de resultados

As patentes resultantes das pesquisas foram analisadas e selecionadas de acordo com o foco da utilização dos resíduos de café nas indústrias de beleza e saúde. As patentes fora desse escopo foram desconsideradas. As patentes foram também classificadas e separadas em patentes concedidas e solicitadas. Taxonomias correspondentes aos níveis de detalhamento de informações Macro, Meso e Micro foram propostas, sendo semelhantes às taxonomias usadas na prospecção científica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de artigos

4.1.1 Resultado da Busca

A quantidade de documentos retornados na prospecção científica foi igual a 181. Após a leitura pormenorizada de todos os artigos, foram selecionados 69 documentos, cujas pesquisas estavam relacionadas diretamente com o aproveitamento de resíduos de café pelas indústrias de beleza e saúde. A Tabela 1 apresenta o número de documentos encontrados para cada uma das temáticas investigadas.

Tabela 1: Número de documentos retornados e selecionados na pesquisa.

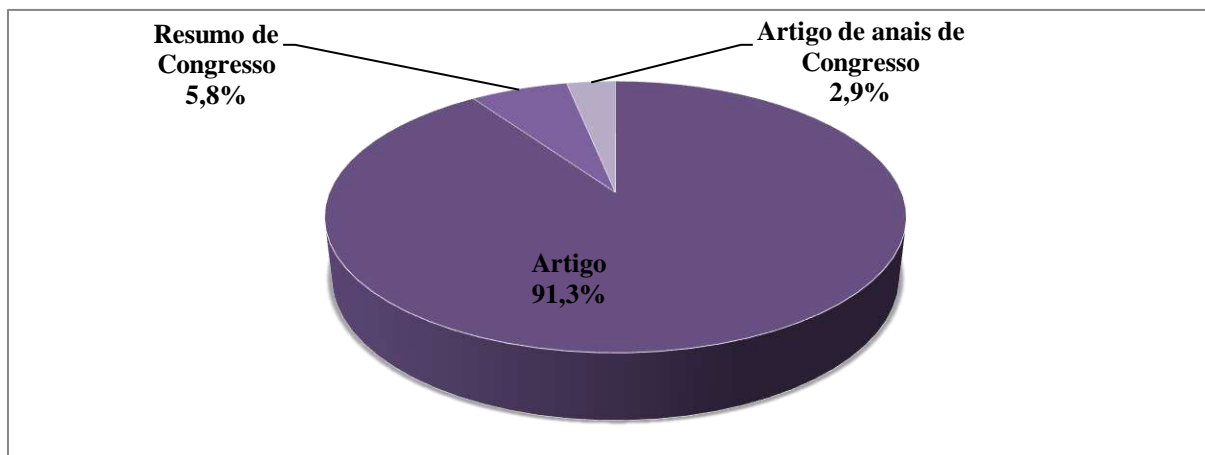
Tema	Palavras-chave + Booleanos	Número de documentos encontrados	Número de documentos relevantes
Resíduos de Café + Beleza	<i>(residue\$ coffee OR Spent coffee OR husk\$ coffee OR waste\$ coffee OR coffee silverskin OR coffee by-product OR coffee pulp OR coffee mucilage OR coffee parchment OR coffee ground\$) AND (Cosmetic\$ OR "AntiAging" OR "Skin Aging" OR "make up\$" OR hair\$ OR "skin care\$" OR skin OR "skin friendly" OR "hyaluronic acid" OR "Lactic acid" OR "animal testing" OR "linoleic acid" OR caffeine OR cellulitis)</i>	47	23
Resíduos de Café + Saúde	<i>(Cosmetic\$ OR "AntiAging" OR "Skin Aging" OR "make up\$" OR hair\$ OR "skin care\$" OR skin OR "skin friendly" OR "hyaluronic acid" OR "Lactic acid" OR "animal testing" OR "linoleic acid" OR caffeine OR cellulitis) AND (antioxidant OR health OR antibacterial OR antimicrobial OR bioavailable OR medicine OR "pharmaceutical product\$" OR drug\$ OR cancer OR "natural treatment\$")</i>	134	46
Total de documentos		181	69

Fonte: Autoria própria.

4.1.2 Análise Macro

A Figura 8 apresenta os tipos de publicação dos documentos selecionados e analisados. Dentre esses documentos, 91,3% correspondem a artigos científicos, seguido de resumo de congresso e artigos de anais de congresso, com 5,8% e 2,9% das publicações, respectivamente.

Figura 8: Tipos de publicações resultantes da prospecção científica sobre o aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021.

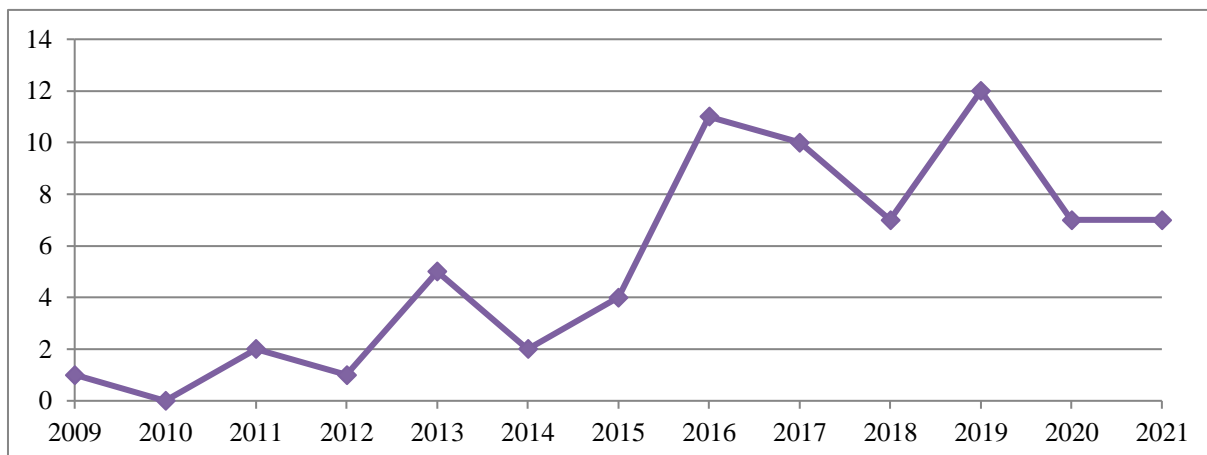


Fonte: Autoria própria.

De acordo com a Norma Brasileira (NBR) 6022 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): “*Artigo científico é parte de uma publicação com autoria declarada, que apresenta e discute ideias, métodos, técnicas, processos e resultados nas diversas áreas do conhecimento*” (ABNT, 2003). Assim, esse tipo de publicação tem como objetivo divulgar os resultados obtidos em uma pesquisa, sendo a principal forma de divulgação científica adotada pela comunidade internacional. Já os artigos de anais de eventos científicos são os trabalhos completos ou resumos expandidos publicados em congressos, simpósios, conferências e seminários. Os resumos de congresso também são publicados em eventos científicos diversos, se diferenciando dos artigos de anais de congresso apenas pelo seu tamanho reduzido, cujo conteúdo abordado é mais compacto (EVEN3, 2021).

A Figura 9 apresenta a evolução temporal dos documentos selecionados, que se encontram entre o período de 2009 a 2021. Nos anos anteriores a 2009 não foram encontrados documentos relevantes ao tema. Na Figura 9, é possível notar uma crescente no número de documentos publicados, o que indica um aumento no interesse científico sobre o tema de aproveitamento de resíduos de café nos setores de beleza e saúde. Com exceção do ano de 2021, que se manteve constante em relação ao ano anterior, e o ano de 2010, que não apresentou publicações relevantes ao escopo deste estudo, todos os outros anos contaram com pesquisas na área.

Figura 9: Evolução histórica das produções científicas relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde.



Fonte: Autoria própria.

O ano de 2019 apresentou o maior número de artigos, com um total de 12 publicações, seguido dos anos de 2016 e 2017, com 11 e 10 publicações, respectivamente. Nos anos de 2009 e 2012, foi encontrada apenas uma publicação relevante em cada ano.

O salto de 2015 para 2016 pode ser explicado por dois acontecimentos ocorridos nesse período: o Acordo de Paris e a promulgação dos 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU). O Acordo de Paris, aprovado em dezembro de 2015, entrou em vigor em novembro de 2016 e tinha como objetivo reduzir o aquecimento global. Esse acordo estava focado em promover um crescimento demográfico e econômico sem agredir a natureza, de maneira a garantir um desenvolvimento considerado sustentável. Entre suas principais metas, se encontrava a promoção do “*desenvolvimento tecnológico e a transferência de tecnologia e capacitação para adaptação às mudanças climáticas*” (CEBDS, 2019). Já os 17 objetivos da agenda 2030, propostos pela ONU em 2015, visavam à garantia das questões socioambientais por parte dos países que adotassem os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). Dentre esses objetivos, se destacam os de “*Indústria, Inovação e Infraestrutura*” e “*Consumo e produção sustentáveis*”, que se relacionam diretamente com a utilização dos resíduos do processamento de café em diferentes setores da economia (PLAN, 2021, POLEN, 2022).

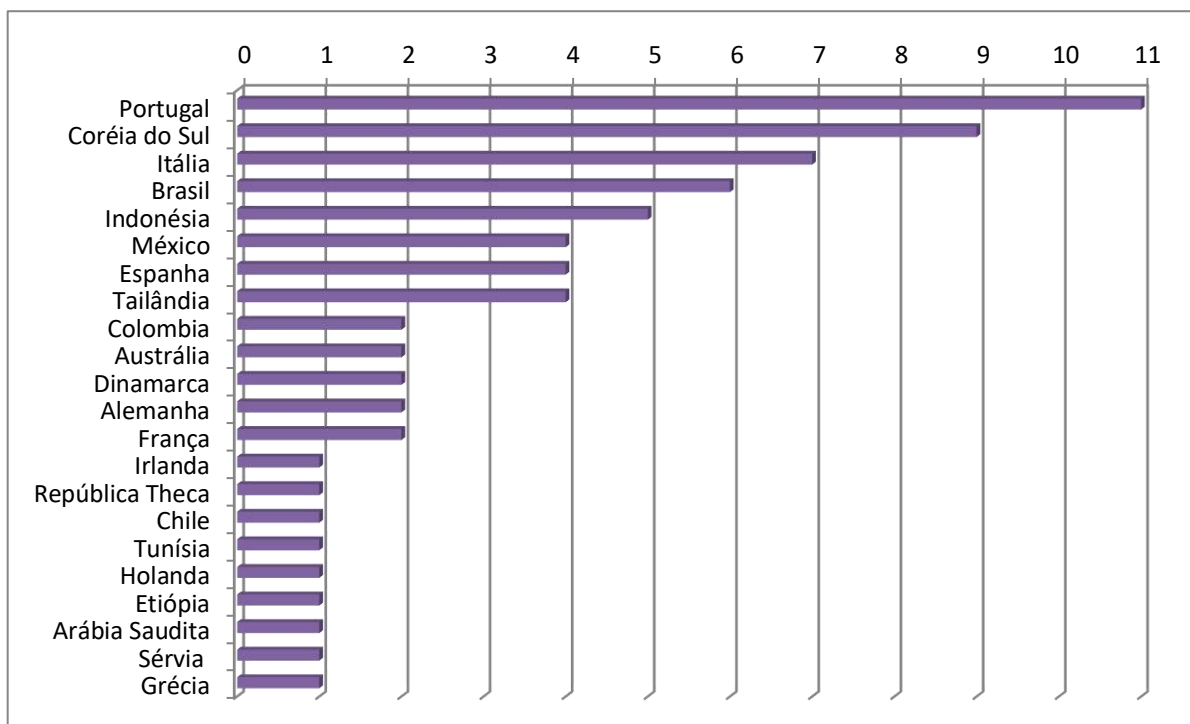
Dessa forma, houve um estímulo para que os profissionais da área da pesquisa investigassem o desenvolvimento de tecnologias capazes de reduzir os impactos gerados pela indústria do café, especialmente por meio do aproveitamento dos resíduos gerados em

tecnologias de produção de novos produtos e beneficiamento de matérias-primas úteis para o mercado de cosméticos e de saúde.

Outra possível justificativa para o aumento da produção científica envolvendo o aproveitamento dos resíduos de café é a produção mundial das variedades Arábica e Robusta no período de 2006-2021 (Figura 1). Somente no intervalo de 2009-2020, a produção de café no mundo saltou de 129.774 para 175.480, uma diferença de aproximadamente 46 mil sacas. Essa grande produção possivelmente tem estimulado às indústrias e os pesquisadores a obterem um destino sustentável para os resíduos do processamento do café justificando, assim, os estudos e investigações científicas observadas nesse período (AGRICULTURA, 2021).

Após verificar a evolução crescente de publicações nessa temática, é importante analisar em que locais estão acontecendo essas pesquisas e inovações. Foram identificados 22 países, destacados na Figura 10, de acordo com a quantidade de documentos publicados por cada um. Como destaque, Portugal teve o maior número de publicações, 11 no total, seguido da Coreia do Sul, Itália e Brasil com 9, 7 e 6 documentos, respectivamente.

Figura 10: Origem das publicações científicas relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

Portugal não se configura entre os maiores produtores de café do mundo, porém tem contribuído significativamente para a economia desse produto, devido ao hábito, por parte de sua população, de consumir a bebida. O português consome cerca de 4 Kg de café per capita por ano, e 76% da população é habituada a consumir café em locais públicos. Além disso, o consumo doméstico vem aumentando devido à popularização das máquinas de café em cápsulas. Em termos econômicos, o país detém 16 fabricantes relevantes, que possuem 40 marcas de café em comercialização, e que respondem por 85% do mercado português (QUINTÃO, [S.d.]).

Coréia do Sul é outro país que se destaca pelo consumo de café, sendo o maior consumidor do continente asiático. Em 2016, a média de consumo de um adulto no país foi de aproximadamente 3,7 Kg de café, com tendência de crescimento. O país não produz café devido às condições climáticas inadequadas, o que acaba tornando-o dependente de importações de países como Brasil, Vietnã e Colômbia (EMBAIXADA/BRASIL, 2017, EMBRAPA, 2016).

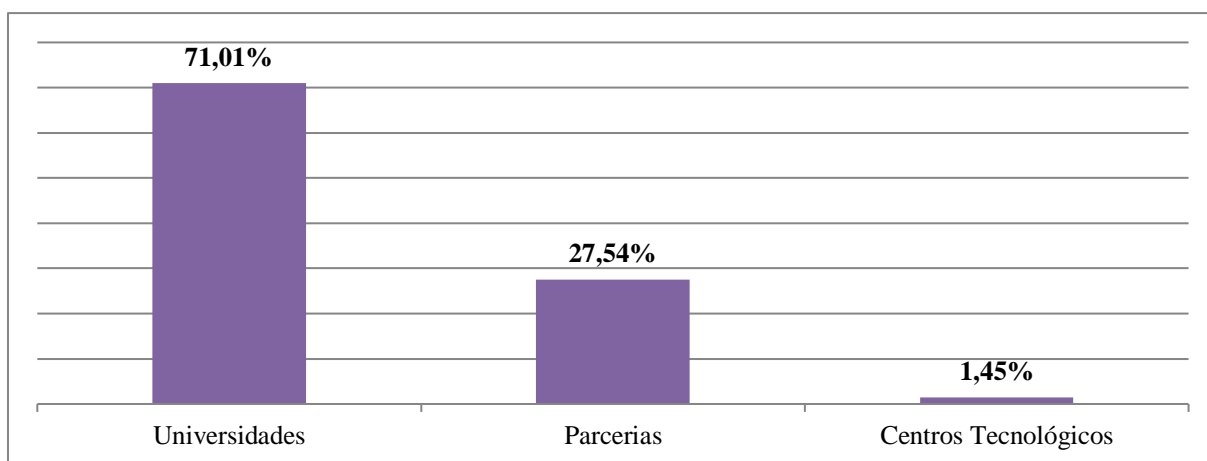
Um país que possuiu uma grande participação no mercado de exportação do café brasileiro é a Itália. Ocupando o quarto lugar no ranking do destino de exportações do café no Brasil, no ano de 2021, com uma participação de 7,6% (AGRICULTURA, 2021). No cenário mundial, dentre os países europeus, a Itália importou, em 2015, o maior volume de café do tipo verde, e em 2016, sua importação total atingiu 10,2 milhões de sacas de café. Esse país conta com um efetivo consumo e venda do café. O volume de café torrado vendido em restaurantes, hotéis e bares é de mais de 6 bilhões de xícaras de café por ano, fornecendo um faturamento de aproximadamente 6 bilhões de euros. O café corresponde a 84% das bebidas quentes oriundas de máquinas de vendas. Aproximadamente 87% da população consome café, e entre esse grupo, 87% consome café em casa. Em 2016 o consumo per capita na Itália atingiu 5,8 kg de café (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL O CAFÉ (OIC), 2017).

Por sua vez, o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de café do mundo. O país exporta para Coréia do Sul, Estados Unidos, Alemanha, Bélgica e Itália, dentre outros países. Em 2020, a produção do país chegou a 63,08 milhões de sacas de café, com destaque para o Estado de Minas Gerais, com estimativa de crescimento de 36,3%, o que deverá resultar em cerca de 33,5 milhões de sacas de café de 60 Kg adicionais para o próximo período de produção. Em relação aos produtores brasileiros de café, 78% correspondem a

agricultores familiares, divididos entre pequenos e microempreendedores. Já o consumo de café no país cresce a cada ano, tendo chegado a 826 xícaras para cada indivíduo, somente em 2020. Esse consumo representou um aumento de 2,1% em relação a 2019 e 15% em relação a 2015, período em que ocorreu o aumento no número de publicações científicas (BASTOS, 2021, EMBRAPA, 2020). Além do café para comercialização, o Brasil produz, aproximadamente, 30 milhões de sacas de cascas de café por ano, o que torna ainda mais relevante os estudos envolvendo o aproveitamento de resíduos por diferentes setores da economia nacional (SOCCOL, [S.d.]).

Ao verificar as instituições responsáveis pelas publicações, apresentadas na Figura 11, cerca de 71,01% corresponderam a universidades. Essas instituições, além do ensino superior, têm foco na área de pesquisa. Por essa razão, era esperado um grande número de trabalhos de autoria desse tipo de instituição. Além disso, uma mesma publicação pode ter sido de responsabilidade de diversas universidades em parceria. Em seguida, 27,54% das publicações foram realizadas por diferentes instituições, também em parceria, envolvendo, assim, os setores público e privado. Em menor quantidade, os Centros Tecnológicos, responderam por 1,45% dos documentos.

Figura 11: Instituições responsáveis pelas publicações científicas relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021.



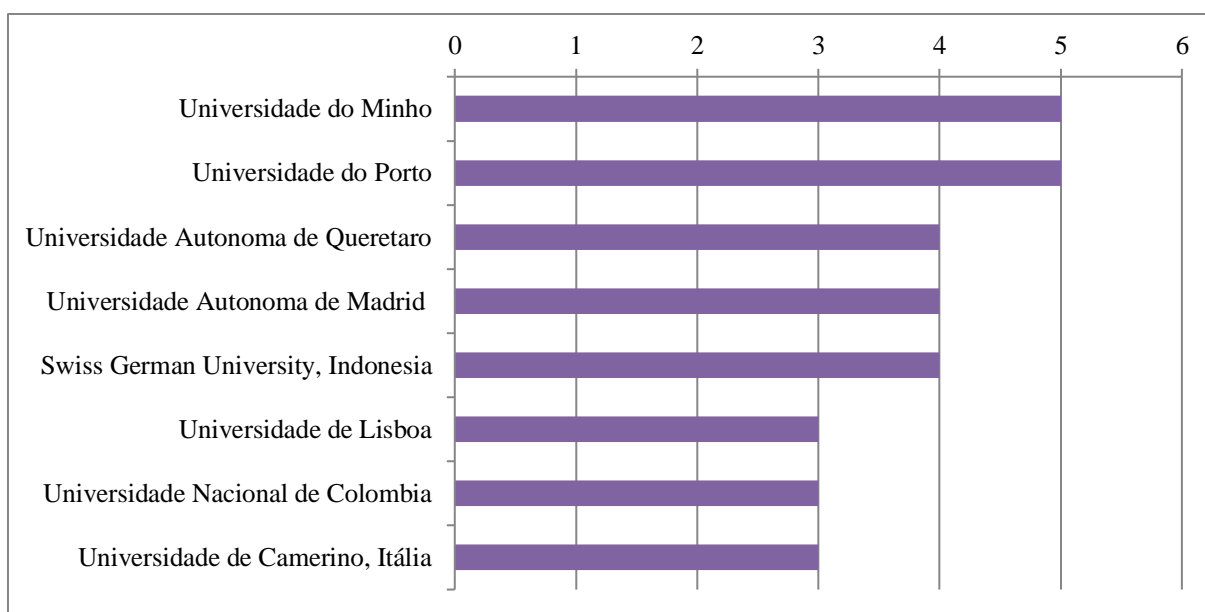
Fonte: Autoria própria.

Com relação aos tipos de parcerias mencionadas anteriormente, 42,11% foram estabelecidas entre universidades e empresas. Esse tipo de parceria se dá muitas vezes pelo suporte financeiro à universidade para que esta desenvolva uma pesquisa específica que seja de interesse da empresa. Como exemplo desse tipo de parceria, tem-se a empresa *Fourmag*,

produtora e distribuidora de produtos químicos na Europa, atuando principalmente no setor de cosméticos e higiene (www.fourmag.pt/empresa), e as Universidades do Porto e Beira Interior, ambas de Portugal, país com o maior número de publicações no tema. O segundo tipo de parceria encontrado nos documentos consistiu-se em universidades com outras instituições, que contabilizou 57,89% das parcerias. Essas outras instituições foram: associações privadas sem fins lucrativos, centros de pesquisas, institutos de pesquisas, conselhos de pesquisas, ONGs (Organizações Não Governamentais) e órgãos do governo.

A Figura 12 apresenta o número de publicações por universidade. As universidades que mais se destacaram foram as de Portugal, sendo a Universidade do Minho e a Universidade do Porto as que apresentaram o maior número de documentos, totalizando 5 publicações cada.

Figura 12: Quantidade de publicações científicas relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde por universidades – período 2009 a 2021.



Fonte: A autoria própria.

A Universidade do Minho se destacou com pesquisas de extração de componentes de interesse presentes nos resíduos de café, como abordado no artigo *“Selection of the Solvent and Extraction Conditions for Maximum Recovery of Antioxidant Phenolic Compounds from Coffee Silverskin”* (BALLESTEROS, TEIXEIRA, *et al.*, 2013), e a Universidade do Porto por trabalhos relacionados à aplicação dos resíduos de café em formulações cosméticas, como verificado no artigo *“Application of Coffee Silverskin in cosmetic formulations:*

physical/antioxidant stability studies and cytotoxicity effects” (RODRIGUES, GASPAR, *et al.*, 2015). Essas universidades de Portugal costumam realizar parcerias com outras universidades, centros de pesquisas e empresas portuguesas, conforme verificado na leitura dos artigos científicos selecionados neste estudo.

Analisando o ranking de publicações de instituições diferentes de universidades, a empresa *Fourmag* foi autora de quatro documentos, enquanto o Instituto Superior de Ciências de Saúde do Norte de três documentos, ambas organizações portuguesas, o que ratifica a relevância desse país no contexto das pesquisas envolvendo o aproveitamento de resíduos de café nos setores de saúde e beleza.

4.1.3 Análise Meso

Diferentes taxonomias foram propostas a partir da leitura e análise das publicações científicas relevantes sobre o aproveitamento de resíduos de café pelas indústrias de beleza e saúde, como apresentado no Quadro 9.

Quadro 9: Taxonomias Meso propostas para descrever as principais informações reportadas nas publicações científicas sobre o aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021.

Taxonomias	Descrição
Resíduo do processamento de café	Tipos de materiais residuais do cultivo e processamento de café usados nas indústrias de Cosméticos e Saúde.
Tecnologia	Principais tecnologias relacionadas ao aproveitamento dos resíduos de café nas indústrias de Cosméticos e Saúde.
Produto	Descrição de um determinado produto cosmético e/ou de saúde, obtido a partir do resíduo de café.
Aplicação	Aplicações do resíduo de café em diferentes áreas específicas relacionadas às indústrias de Cosméticos e Saúde.

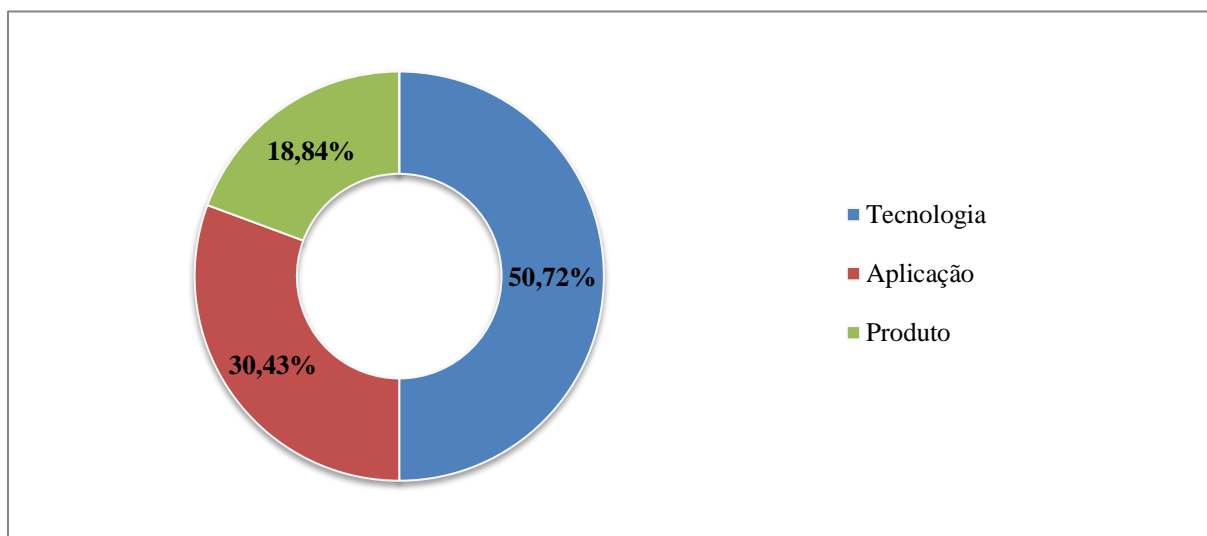
Fonte: Autoria própria.

A classificação dos documentos segundo as taxonomias propostas foi baseada nos conceitos de economia circular, ciclo de vida de biomassa residual, e biorrefinaria. Assim, foram inicialmente identificados os principais tipos de resíduos do processamento de café (matéria-prima de interesse), as principais tecnologias empregadas pelo setor de Cosméticos e Saúde para o aproveitamento dos resíduos de café (etapas *upstream*, *mainstream* e *downstream* de bioprocessos), os produtos de maior interesse dos estudos científicos

(bioprodutos relacionados a cosméticos e saúde), e as principais aplicações realizadas por cada setor de interesse (aplicações relacionadas à beleza e à saúde).

A quantidade de artigos com foco em cada uma das taxonomias Meso propostas foi apresentada na Figura 13.

Figura 13: Análise Meso dos artigos selecionados sobre o aproveitamento dos resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

A taxonomia de resíduo de processamento do café não foi representada na Figura 13, uma vez que se trata da matéria-prima de interesse deste estudo, estando, portanto, presente em todos os artigos analisados. A taxonomia tecnologia foi identificada em 50,72% dos artigos avaliados, seguida pelas taxonomias aplicação e produto, com 30,43% e 18,84%, respectivamente. O predomínio da taxonomia tecnologia pode ser explicado pela necessidade de se extrair componentes de interesse, agregando valor e melhorando o desempenho dessa biomassa residual, de forma a garantir novas e eficientes aplicações em Beleza e Saúde. Essa observação ajuda a entender a razão do baixo interesse na fabricação de novos produtos, uma vez que aumentar o desempenho da tecnologia vigente e ampliar a aplicação dos atuais produtos parecem ser ações prioritárias para garantir uma eficiência tecnológica dos processos já consolidados e utilizados nas indústrias de Beleza e Saúde. Além disso, a preocupação com pesquisas que gerem um impacto positivo e tragam benefícios para o mundo científico e industrial pode ajudar a entender o interesse majoritário por tecnologias mais sustentáveis e eficientes ao mercado da beleza e saúde.

4.1.4 Análise Micro

A partir da análise Meso, foi possível aprofundar as taxonomias e assim criar a análise Micro, dividida em taxonomias Micro I e Micro II, como visto no Quadro 10. Por meio dessa análise mais detalhada das informações, foi possível identificar os resíduos mais utilizados, as técnicas mais empregadas para o aproveitamento dos resíduos de café, os produtos que estão sendo estudados e desenvolvidos, e o setor onde estas pesquisas melhor se aplicam.

Quadro 10: Taxonomias Micro propostas para descrever as principais informações reportadas nas publicações científicas sobre o aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde - período 2009 a 2021.

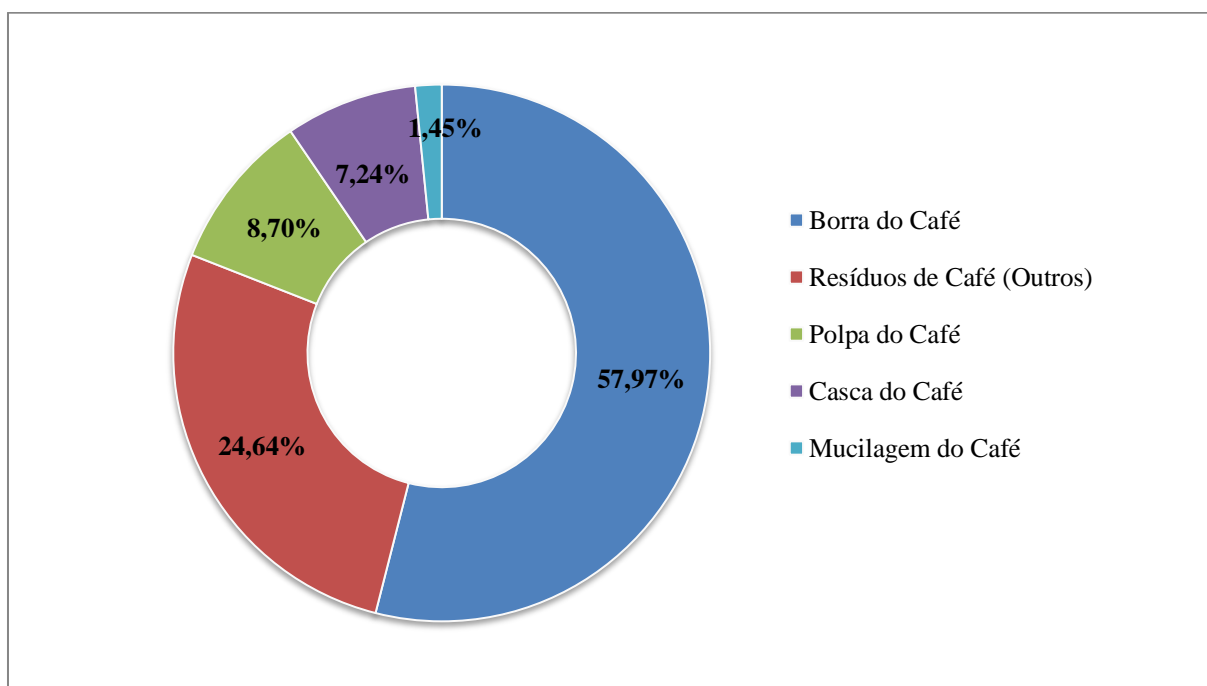
Meso	Micro I	Micro II	Descrição
Resíduo do processamento de café	Seca	Casca de café	Resíduos gerados a partir da via seca de processamento do café (descascamento)
	Úmida	Polpa de café	Resíduos gerados a partir da via úmida de processamento do café (despolpamento)
		Mucilagem de café	
	Facultativa	Borra de café	Resíduo gerado após o preparo caseiro de café, independentemente do tipo de via de processamento
Resíduos de café (Outros)		Outros tipos de resíduos de café, como a Película prateada (Silverskin)	
Tecnologia	Processamento	Extração	Métodos físicos, químicos e físico-químicos com o intuito de extrair componentes de interesse dos resíduos de café
	Caracterização	Compostos bioativos	Metodologia de identificação de compostos bioativos presentes nos resíduos de café
	Conversão	Fermentação	Utilização de processos fermentativos, oxidativos, entre outros visando transformar/melhorar o resíduo de café
		Oxidação	
		Outras tecnologias	
	Recuperação	Purificação	Técnicas de purificação e clarificação dos resíduos de café para aplicações posteriores diversas
Clarificação			
Produto	Dermatológico		Produtos utilizados na pele
	Capilar		Produtos utilizados nos cabelos
	Ácido láctico		Ácido orgânico, com propriedades de esfoliação
	Carotenoide		Composto pigmentado, com propriedades antioxidantes
	Tensoativo/Surfactante		Agente responsável pela mistura de uma fase oleosa e uma aquosa
	Emulsão		Sistema composto pela união de uma fase oleosa e uma fase aquosa
	Carvão ativado		Material poroso, com capacidade adsorvente
	Óleo de café		Matéria-prima oriunda do resíduo de café, com ação antioxidante e hidratante
Aplicação	Saúde	Circadiana	Relógio biológico
		Gastrointestinal	Medicina focada no trato de estômago e intestino
		Antioxidante	Atuação da ação antioxidante na medicina
		Comorbidades	Relação com doenças
	Farmacêutica	Pesquisas voltadas para medicamentos	
Cosmética		Utilização de produtos de beleza e bem-estar	

Fonte: Autoria própria.

4.1.4.1 Resíduos de café

A primeira análise realizada foi em relação aos resíduos do processamento de café, apresentada na Figura 14. Esse dado é de grande importância para conhecer os tipos de resíduos mais utilizados, assim como seus benefícios, disponibilidade de uso e obtenção por meio dos diferentes tipos de vias.

Figura 14: Tipos de resíduos resultantes do processamento do café e aplicados nos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

Pela análise da Figura 14, pode-se visualizar que o resíduo mais utilizado nas pesquisas foi a borra de café com 57,97%, seguido de outros resíduos de café (24,64%), polpa do café (8,70%), casca do café (7,24%) e a mucilagem do café (1,45%). Dentro do grupo de outros se encontram resíduos como *Coffee Silverskin* (Pele de prata ou Película prateada), respondendo pela grande maioria dos documentos, além de tipos de resíduos não explicitados no decorrer dos documentos.

A maior utilização da borra de café pode ser explicada pelo alto consumo mundial de café, ocasionando um elevado volume descartado na natureza pela população. Outro motivo seria a facilidade em coletar esse tipo de resíduo (VILAR, 2021).

A coleta da borra de café foi reportada no artigo “*A Superior All-Natural Antioxidant Biomaterial from Spent Coffee Grounds for Polymer Stabilization, Cell Protection, and Food Lipid Preservation*” (PANZELLA, CERRUTI, *et al.*, 2016), realizada em cafeterias locais, devido ao alto consumo nesses estabelecimentos, e a atuação do resíduo como biomaterial antioxidante foi investigada. Nesse estudo, a borra de café foi seca ao ar e tratada com ácido clorídrico para aumentar sua potência antioxidante. Como conclusão, foi verificado o uso eficaz do resíduo como biomaterial em aplicações biomédicas, industriais e tecnológicas.

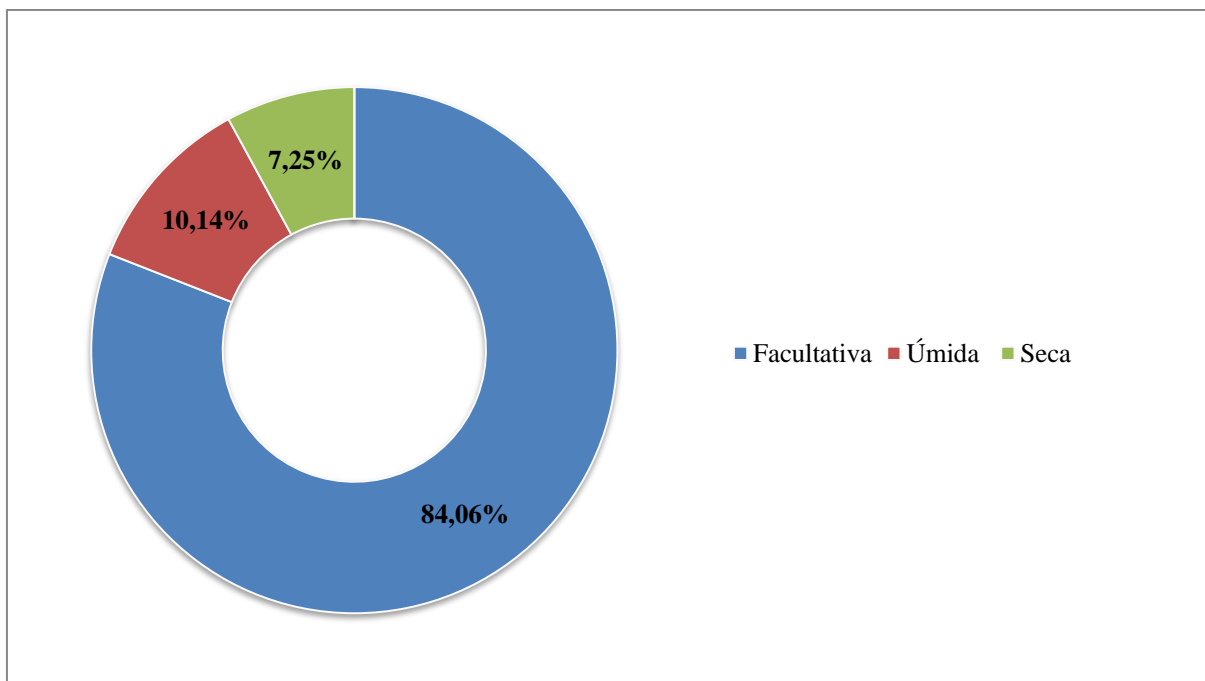
Outro exemplo é o artigo “*Encapsulation of antioxidant phenolic compounds extracted from spent coffee grounds by freeze-drying and spray-drying using different coating materials*” (BALLESTEROS, RAMIREZ, *et al.*, 2017a), em que o resíduo utilizado foi fornecido pela Indústria de café portuguesa Nova Delta-Comércio. Esses resíduos foram expostos a secagem de 60°C em estufa para retirada de umidade, com o objetivo de avaliar a eficiência de diferentes matérias de parede aliados a técnica de liofilização, na preservação de compostos oriundos dos resíduos obtidos. Como conclusão, foi comprovada a eficiência de Maltodextrina (carboidrato resultante da hidrólise de amido de milho), como material de parede no encapsulamento de compostos fenólicos, extraídos da borra de café, devido a resultados satisfatórios na retenção desses componentes e na preservação da atividade antioxidante.

Em alguns casos como no artigo “*Antioxidant and prooxidant activity of spent coffee extracts by isothermal calorimetry*” (HAMAN, FERRENTINO, *et al.*, 2018), a produção do resíduo de café foi vista na seção de preparação dos materiais da pesquisa. Uma máquina de café expresso com cápsulas foi utilizada. Após a infusão, essas cápsulas foram abertas e a borra de café foi coletada e secada em um forno para a devida utilização.

4.1.4.1.1 Vias de processamento do café

Na Figura 15, foram apresentados os tipos de vias de processamento para obtenção dos resíduos de café em estudo.

Figura 15: Vias de processamento do café usadas e empregadas pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

Em aproximadamente 84% dos documentos, os resíduos de café resultaram da via facultativa, enquanto as vias, úmida e seca, responderam por 10,14% e 7,25%, respectivamente.

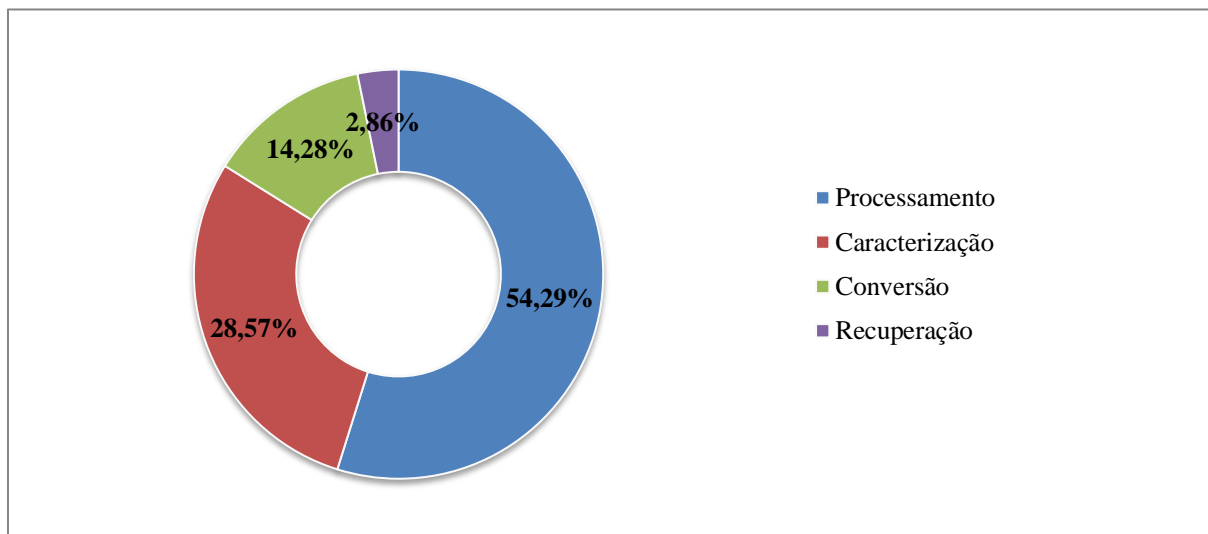
Na via facultativa, os resíduos são originados tanto por via seca quanto por via úmida. Logo, a maior porcentagem do processo facultativo pode ser justificada pela junção das vias tradicionais de processamento do café. Lembrando que a via facultativa foi proposta neste trabalho como taxonomia referente à combinação das vias seca e úmida.

Entre os resíduos de obtenção pela via facultativa, a borra de café foi reportada em 70,69% dos documentos, enquanto outros resíduos de café em 29,31%. Dentre os resíduos obtidos por via úmida, 85,71% corresponderam à polpa de café e 14,29% à mucilagem do café. O artigo *“Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds”* é um exemplo da via facultativa, com extração de compostos fenólicos da borra de café, para aplicação na área farmacêutica (MUSSATTO, BALLESTEROS, *et al.*, 2011).

4.1.4.2 Tecnologias

Após a escolha do resíduo a ser utilizado, também é importante a determinação das tecnologias que serão aplicadas nesses materiais. Na Figura 16, foram mapeados os tipos de técnicas mais empregadas de acordo com os documentos selecionados.

Figura 16: Tecnologias utilizadas no beneficiamento dos resíduos de café usados pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

É notável que em mais da metade dos documentos, as tecnologias mais utilizadas foram as de processamento, correspondendo a 54,29%. As pesquisas reportaram principalmente métodos de extração de compostos de interesse encontrados nos resíduos de café. Em seguida, metodologias de caracterização foram investigadas em 28,57% dos documentos. Em menores quantidades, a conversão e a recuperação foram avaliadas, correspondendo a 14,28% e 2,86% dos documentos, respectivamente.

4.1.4.2.1 Tecnologias de processamento

O resultado majoritário de tecnologias de processamento já era previsto, visto que os processos de retirada desses componentes são etapas críticas para obtenção do resultado desejado. Sendo assim, os tipos de extrações utilizadas variaram entre diversas técnicas, como a auto-hidrólise, por exemplo. No artigo “*Extraction of polysaccharides by autohydrolysis of spent coffee grounds and evaluation of their antioxidant activity*” (BALLESTEROS, TEIXEIRA, *et al.*, 2017), a extração de polissacarídeos presentes na borra de café foi

investigada. Nesse estudo, água ultrapura foi empregada a diferentes temperaturas e tempo de processo a fim de se determinar a melhor condição de autohidrólise. Como conclusão, foi verificada a eficiência dessa tecnologia para extração de compostos de interesse.

Outro exemplo é o artigo *“Optimization of autohydrolysis conditions to extract antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds”* (BALLESTEROS, RAMIREZ, *et al.*, 2017b), em que a autohidrólise é considerada uma tecnologia sustentável, uma vez que o único solvente utilizado é a água. Assim o estudo coopera ainda mais para o meio ambiente e os objetivos da ONU já citados neste estudo, unindo o aproveitamento de resíduos à técnica de extração sustentável. Como conclusão, foi comprovada a eficiência da autohidrólise na extração de compostos fenólicos da borra de café, também avaliada a diferentes temperaturas e tempos de extração, objetivando determinar as condições de máxima remoção desses componentes.

Em uma vasta quantidade de artigos foram investigadas extrações por solventes bem variadas. O documento *“Extraction and determination of total polyphenols and antioxidant capacity of red coffee (Coffea arabica L.) pulp of wet processing plants”* (GEREMU, TOLA, *et al.*, 2016), comparou os resultados de diferentes solventes para extrair polifenóis totais e outros componentes antioxidantes da polpa de café, por meio da análise de seu rendimento e de sua capacidade antioxidante, tendo como resultado um melhor desempenho do metanol aquoso.

Outros dois dos métodos físicos de extração reportados foram a extração assistida por ultrassom e extração assistida por micro-ondas, como verificado no artigo *“Optimisation of ultrasound and microwave-assisted extraction of caffeoylquinic acids and caffeine from coffee silverskin using response surface methodology”* (A. GUGLIELMETTI, V. D’IGNOTI, D. GHIRARDELLO, 2017), que foram empregadas para obtenção do ácido cafeoilquínico e da cafeína presente no resíduo *coffe silverskin* (CS).

4.1.4.2.2 Tecnologias de caracterização

Quando foram avaliados os processos de caracterização, foi verificado que o meio científico tem um grande interesse na descoberta dos componentes benéficos existentes nos resíduos de café. Em muitos documentos constatou-se a significativa atividade antioxidante dos resíduos de café, como observado no artigo *“Spent espresso coffee grounds as a source of*

anti-proliferative and antioxidant compounds” (BALZANO, LOIZZO, *et al.*, 2020). Nesse estudo, os autores investigaram a composição e bioatividade da borra de café de diferentes tipos de café resultantes de extrações etanólicas. Como resultado, foi comprovada uma alta proporção de compostos antioxidantes de alto valor agregado, incluindo os α - e β -tocoferóis, ácido clorogênico (CQA), ácido 4-hidroxibenzoico, vanilina e tirosol. Além disso, foi verificada atividade anti-proliferativa para células de carcinoma de pulmão humano.

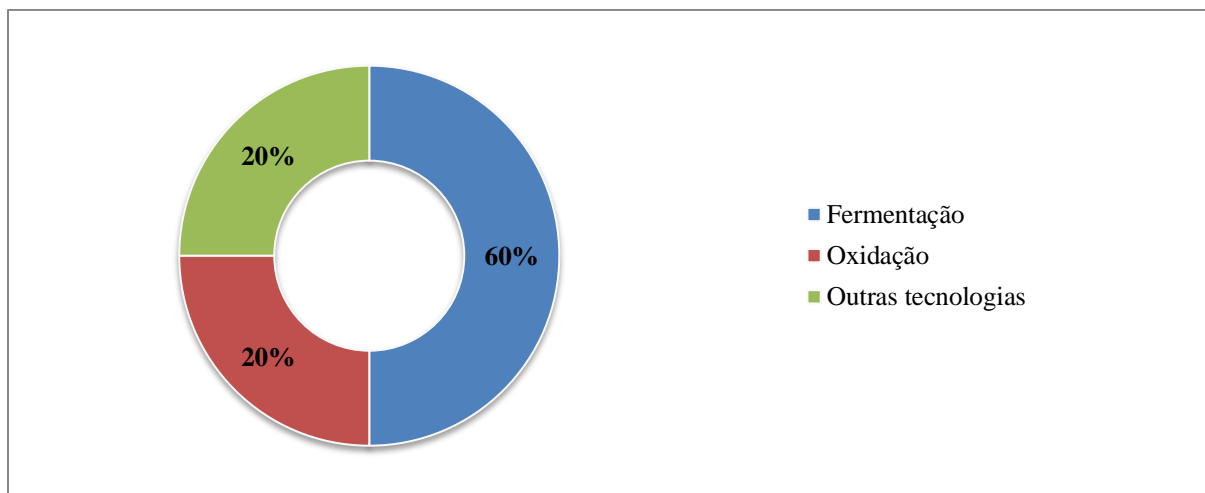
4.1.4.2.3 *Tecnologias de recuperação*

A recuperação de compostos extraídos dos resíduos foi reportada em um menor número de publicações científicas. Esse resultado pode ser justificado pelo fato dos componentes de interesse presentes nos resíduos de café já serem obtidos com elevada eficiência por meio dos documentos nas taxonomias de caracterização e de técnicas de extração, embora seja sempre benéfico aprimorar algum aspecto de uma técnica já executada para obter resultados ainda melhores. No artigo “*The Antioxidant and Safety Properties of Spent Coffee Ground Extracts Impacted by the Combined Hot Pressurized Liquid Extraction-Resin Purification Process*” (MARIOTTI-CELIS, MARTÍNEZ-CIFUENTES, *et al.*, 2017), um sistema de processos para reduzir a quantidade de hidroximetilfurfural, um cancerígeno humano, obtido pela tecnologia de extração de polifenóis com líquido pressurizado a quente através de borra de café foi desenvolvido. Acrescentando uma etapa de purificação com etanol, posterior à extração com algumas alterações, esse processo combinado foi capaz de reduzir a substância cancerígena, ao mesmo tempo que promoveu uma boa extração de polifenóis de elevada qualidade.

4.1.4.2.4 *Tecnologias de conversão*

Na Figura 17, os principais métodos de conversão dos resíduos de café encontrados nos documentos analisados foram apresentados.

Figura 17: Tecnologias de conversão dos resíduos de café usados pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

A taxonomia de conversão embora não seja a mais aplicada, tem uma importância significativa, pois é responsável por agregar mais valor a uma matéria-prima ou mesmo transformá-la para torná-la mais adequada em um determinado processo ou aplicação. De acordo com a Figura 17, a tecnologia mais aplicada em questões de conversão foi a fermentação, em 60% dos documentos, seguido da oxidação e outras tecnologias (novas técnicas empregadas), ambas com 20%. Entre as outras tecnologias, está a biologia sintética sem células, com a projeção de uma via sintética para utilizar manose sem a utilização de células (KOPP, BERGQUIST, *et al.*, 2018).

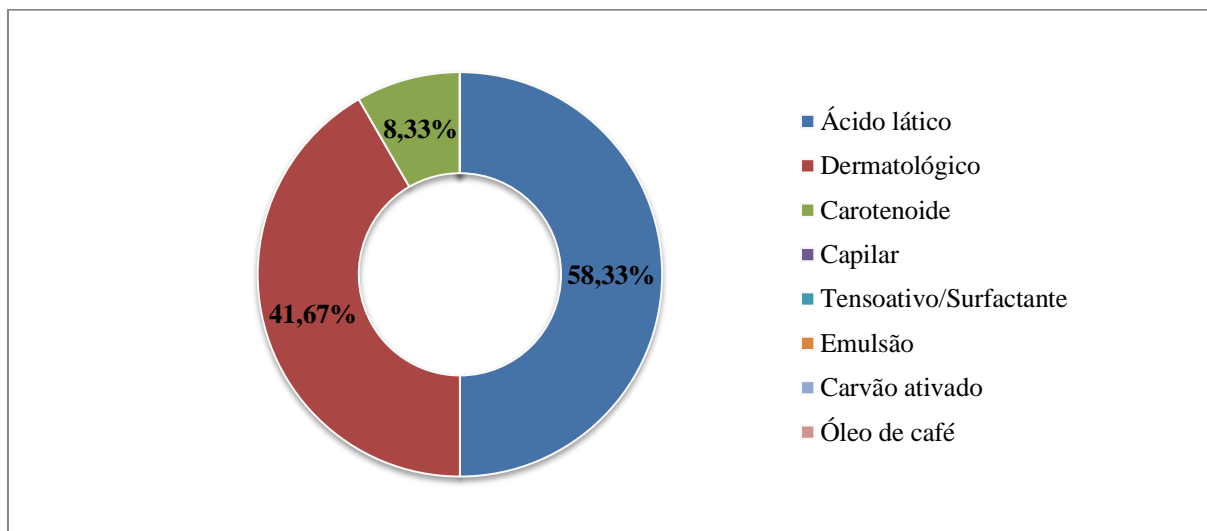
Como exemplo de fermentação, pode-se citar o artigo “*Alcoholic fermentation as a potential tool for coffee pulp detoxification and reuse: Analysis of phenolic composition and caffeine content by HPLC-DAD-MS/MS*” (DA SILVEIRA, Jessica Santos, MERTZ, *et al.*, 2020), em que a fermentação alcoólica com a polpa de café foi utilizada para analisar a composição fenólica e o teor de cafeína presentes nos resíduos de café. Os resultados do resíduo puro e fermentado foram comparados, demonstrando que o resíduo após o processo fermentativo pode fornecer moléculas de alto valor agregado para a indústria.

4.1.4.3 Produtos de beleza e saúde

Com as devidas tecnologias definidas e empregadas de acordo com os tipos de resíduos de café selecionados, foi atribuída uma finalidade para as matérias-primas, por meio

do desenvolvimento de possíveis produtos a serem lançados no mercado. A tendência desses produtos pode ser vista na Figura 18.

Figura 18: Principais produtos obtidos dos resíduos de café e aplicados nos setores de Beleza e Saúde – período de 2009 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

Mais da metade dos documentos reportaram o ácido láctico como principal produto de interesse dos setores de Beleza e Saúde (58,33%), seguido de produtos dermatológicos (41,67%) e carotenóides (8,33%). A primeira posição do ácido láctico entre os produtos pode ser justificada pelo fato da principal via de obtenção desse ácido ser dada por fermentação de açúcares por bactérias, e como visto na taxonomia de caracterização, um dos componentes presentes nos resíduos são diversos sacarídeos como manose, que podem ser utilizados para essa produção. Um exemplo de artigo investigando o ácido láctico é o “*Lactic Acid Production from a Whole Slurry of Acid-Pre-treated Spent Coffee Grounds by Engineered Saccharomyces cerevisiae*” (KIM, Jeong won, JANG, *et al.*, 2019). Nesse estudo, a viabilidade da produção de ácido láctico a partir da borra de café por sacarificação e fermentação por *Saccharomyces cerevisiae*, suplementado com xilose (monossacarídeo), foi investigada.

Já os produtos dermatológicos se encontram em segunda posição dentre os produtos obtidos a partir dos resíduos de café. Uma possível explicação é a presença de compostos antioxidantes nos resíduos, como vitamina E (tocoferóis) e cafeína, que são aproveitados na indústria de Beleza. Em geral, os produtos dermatológicos são destinados à aplicação na pele, com a finalidade de tratamentos faciais e corporais, sendo encontrados na forma de cremes,

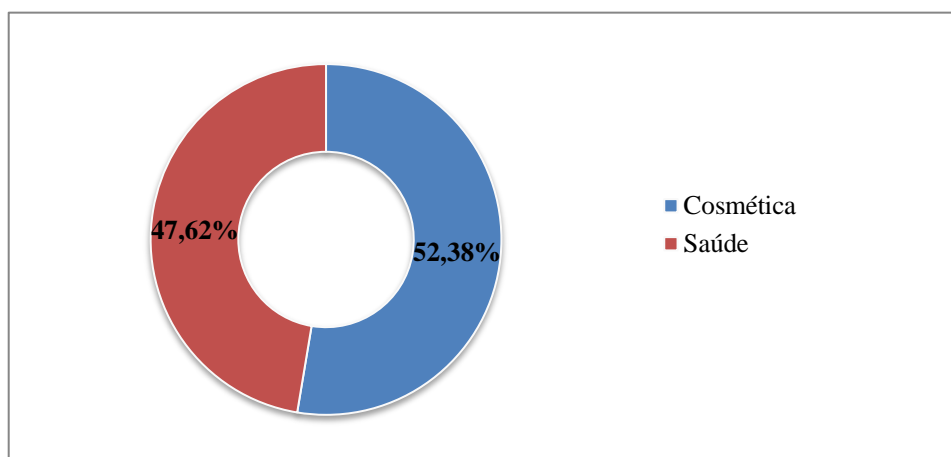
géis e hidrogéis. No artigo *“Utilization of Coffee Silverskin By-Product from Coffee Roasting Industry through Extraction Process for the Development of Antioxidant Skin Gel”*, um extrato de alta atividade antioxidante foi investigado. Como resultado, um gel antioxidante pra pele obtido a partir do resíduo de café foi produzido (KUSUMOCAHYO, TANGGUH, *et al.*, 2019). Como exemplo de creme, o artigo *“Evaluation of the antioxidant and physical properties of an exfoliating cream developed from coffee grounds”* teve como objetivo desenvolver um creme com ação esfoliante corporal a partir da borra de café. Como resultado, uma formulação com poderes não só antioxidantes mais também esfoliantes foi obtida (DELGADO-ARIAS, ZAPATA-VALENCIA, *et al.*, 2020).

Embora a formulação de carotenóides esteja bem reduzida em relação aos demais produtos, seu estudo é de grande interesse do meio científico. De acordo com o artigo *“Solid coffee waste as alternative to produce carotenoids with antioxidant and antimicrobial activities”* (MOREIRA, MELO, *et al.*, 2018), carotenóides podem ser obtidos da casca e da polpa de café, cujas propriedades antioxidante e antimicrobiana são importantes características, capazes de justificar a substituição dos pigmentos sintéticos pelos naturais.

4.1.4.4 Aplicações industriais

Com o desenvolvimento de diferentes formulações, é imprescindível analisar em que setores cada produto pode e deve ser utilizado, para que as aplicações possam corresponder ao que foi esperado nas pesquisas. Dessa forma, foram analisadas as aplicações mais recorrentes, conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19: Aplicações industriais dos produtos obtidos a partir dos resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2009 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

É observado que 52,38% dos documentos foram aplicados no setor de cosméticos (beleza), enquanto 47,62% no setor de saúde. Esse resultado pode ser justificado pelo interesse da população em produtos cosméticos com ação anti-idade, responsáveis por combater o envelhecimento provocado por raios solares ou poluições do ar. Em 2007, o Brasil teve um crescimento, de aproximadamente 70%, em consumo de cosméticos anti-idade, e o consumo mundial cresceu por volta de 63%. No ranking dos maiores mercados mundiais, o Brasil encontra-se em sétimo lugar, ficando abaixo de países como França, Alemanha, Japão, Estados Unidos e China, que são países com um alto consumo de produtos nesse setor (HABERKAMP, 2013).

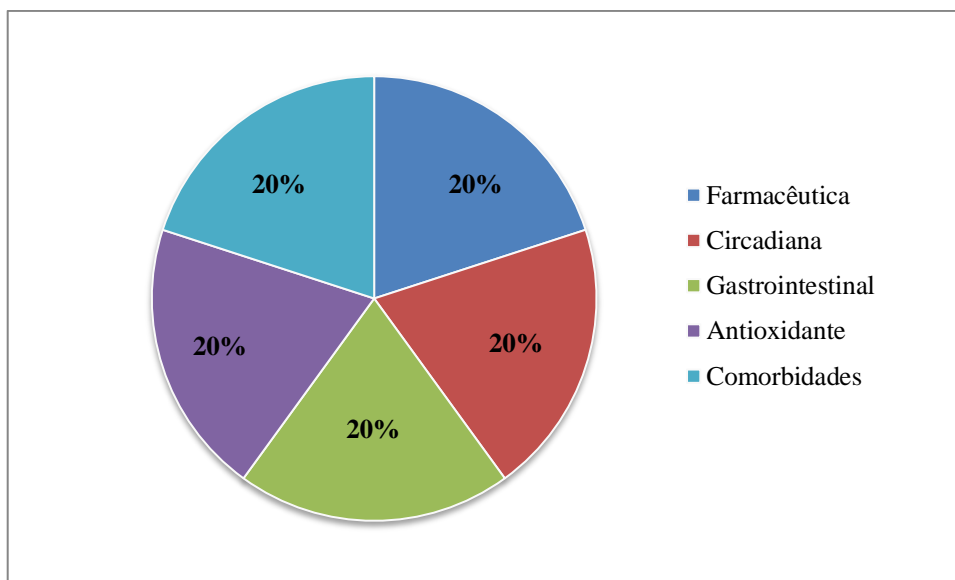
Esse benefício de amenizar os danos na pele é obtido com o uso de substâncias antioxidantes (presentes nos resíduos de café) em composições cosméticas, pois são capazes de neutralizar os radicais livres (moléculas que causam oxidação e danos nas células, além de estimular rugas e linhas de expressão). Além disso, a cafeína presente nos resíduos também é muito utilizada em cosméticos faciais e corporais, promovendo, por exemplo, ação anticelulite e proteção contra raios ultravioleta (JASKI, LOTÉRIO, *et al.*, 2014, KRUPEK, DA COSTA, 2012).

No artigo “*Coffee Silverskin Extract Protects against Accelerated Aging Caused by Oxidative Agents*” (IRIONDO-DEHOND, MARTORELL, *et al.*, 2016), uma célula foi submetida a um processo de envelhecimento acelerado por raios ultravioleta C (UV-C) e hidroperóxido de terc-butila (t-BOOH). Os resultados do experimento demonstraram que os extratos de café não foram citotóxicos, e que as amostras tratadas com o resíduo de café *Coffee Silverskin* geraram uma resistência nas células da pele perante os danos oxidativos induzidos, aumentando, como consequência, a duração de vida da célula. Esses benefícios resultaram do caráter antioxidante associado a fenóis e compostos bioativos.

A alta aplicação cosmética pode ser ainda relacionada à alta porcentagem de estudos acerca do ácido láctico na taxonomia de produtos, visto que se utiliza este ácido em cosméticos com a finalidade de descamação (*peeling*) por meio da esfoliação, e emoliência da pele. Com isso, há a remoção de pele morta e renovação celular, o que leva ao rejuvenescimento, hidratação e uniformidade da pele (NARDIN, GUTERRES, 1999).

Embora não seja a maior porcentagem, a aplicação na saúde tem sido significativa e inovadora. Na Figura 20 é possível visualizar as principais aplicações dos resíduos de café no setor da Saúde.

Figura 20: Aplicações dos produtos obtidos a partir dos resíduos de café no setor de Saúde – período 2009 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

Na área da saúde, a porcentagem de 20% foi observada na parte farmacêutica, circadiana, gastrointestinal, antioxidante, e comorbidades.

A seção farmacêutica tem explorado a união dos benefícios dos resíduos de café na aplicação em medicamentos, como verificado em “*Caffeic acid derivatives in spent coffee ground as potential crude material for drug Discovery*” (MENDES, MENDES, *et al.*, 2015), em que a extração de ácido cafeico (CAD) da borra de café foi realizada com o intuito de avaliar a atividade sequestrante de radicais livres. Como conclusão, constatou-se a eficiência do resíduo na aplicação futura de medicamentos biológicos.

O termo circadiano, conhecido popularmente como relógio biológico, é responsável, por exemplo, pela indicação do horário de dormir, realizar refeições e entre outros aspectos rotineiros que muitas vezes estão desregulados. No artigo “*Antioxidant dietary fiber isolated from spent coffee (Coffea arabica L.) grounds improves chronotype and circadian locomotor activity in young adults*” (OSEGUERA-CASTRO, MADRID, *et al.*, 2019), o uso da fibra dietética antioxidante isolada da borra de café foi investigada na alimentação de adultos

jovens durante 21 dias. Foi observada uma redução na produção de ácidos graxos de cadeia curta do cólon, o que levou à melhoria da qualidade e duração do sono.

A prevenção de comorbidades (junção de duas ou mais doenças em uma pessoa) foi avaliada no artigo “*Insights on the health benefits of the bioactive compounds of coffee silverskin extract*” (FERNANDEZ-GOMEZ, LEZAMA, *et al.*, 2016), em que o comportamento da cafeína extraída do resíduo *coffee silverskin* (CSE) no pâncreas de ratos tratados com nicotinamida estreptozotocina (modelo de diabetes tipo 2) foi avaliado. Os resultados evidenciam a proteção das células pancreáticas contra a diabetes, resultante da capacidade antioxidante dos resíduos de café.

A atividade antioxidante foi aplicada na medicina no artigo “*Antioxidant and genoprotective effects of spent coffee extracts in human cells*”, onde foi investigada a capacidade de ácidos cafeoilquínicos e cafeína, extraídos da borra de café, em proteger o DNA de células humanas contra a oxidação. Como resultado, foi comprovada a eficiência das substâncias, que devido sua capacidade antioxidante, reduziram o dano oxidativo ao DNA após 24h de exposição a um fotossensibilizador (BRAVO, ARBILLAGA, *et al.*, 2013).

Por fim, a taxonomia gastrointestinal foi vista no resumo de congresso “*effect of antioxidant dietary fiber from spent coffee (coffea arabica l.) grounds on gastrointestinal health of adults*”, onde uma fibra dietética (porção de plantas que provoca uma fermentação no intestino grosso) oriunda da borra de café foi utilizada em humanos, com o objetivo de beneficiar a saúde gastrointestinal (CASTREJON, VEGA, 2017)

4.2 Análise de patentes

4.2.1 Resultado da busca

O volume de patentes retornado na pesquisa foi igual a um total de 280 no *Patentscope* e no *Lens*. As patentes retornadas foram submetidas à leitura e avaliação prévia da sua compatibilidade com o tema proposto neste trabalho, com isso foram selecionadas 34 patentes, estas foram conduzidas para as análises macro, meso e micro. A Tabela 2 apresenta a quantidade de patentes encontradas com as temáticas definidas.

Tabela 2: Número de patentes retornadas e selecionadas na pesquisa.

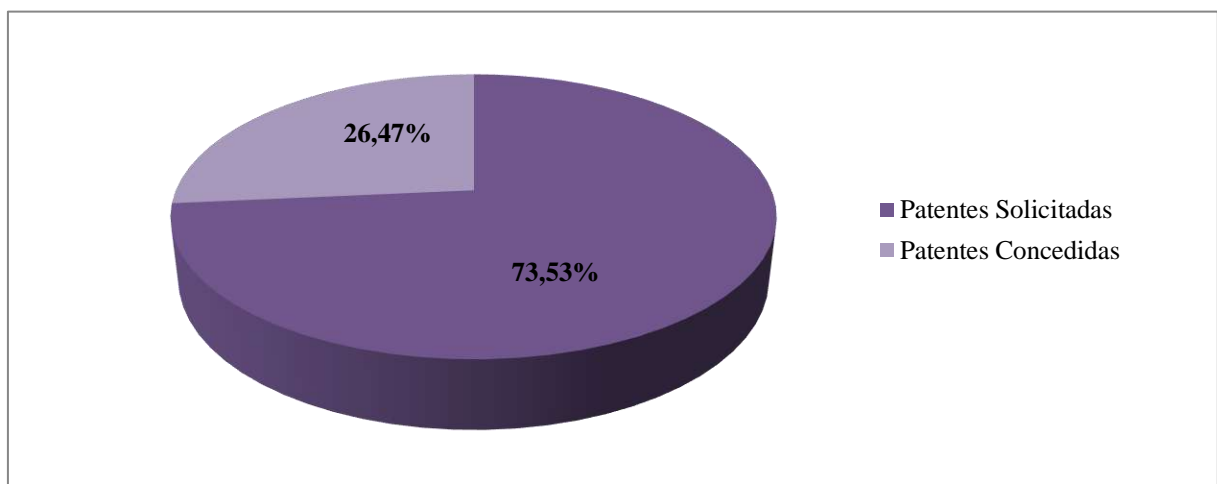
Tema	Palavras-chave + Booleanos	Número de documentos encontrados	Número de documentos relevantes
Resíduos de Café + Beleza	((<i>residue? Coffee</i>) OR (<i>spent coffee</i>) OR (<i>husk? coffee</i>) OR (<i>waste? coffee</i>) OR (<i>coffee silverskin</i>) OR (" <i>coffee by-product</i> ") OR (<i>coffee pulp</i>) OR (<i>coffee mucilage</i>) OR (<i>coffee parchment</i>) OR (<i>coffee ground?</i>)) AND ((<i>Cosmetic</i>) OR (" <i>skin aging</i> ") OR (" <i>make up</i> ") OR (<i>hair</i>) OR (" <i>skin care</i> ") OR (<i>skin</i>) OR (" <i>skin friendly</i> ") OR (" <i>hyaluronic acid</i> ") OR (" <i>Lactic acid</i> ") OR (" <i>animal testing</i> ") OR (<i>caffeine</i>) OR (<i>cellulitis</i>))	205	24
Resíduos de Café + Saúde	((<i>residue? Coffee</i>) OR (<i>spent coffee</i>) OR (<i>husk? coffee</i>) OR (<i>waste? coffee</i>) OR (<i>coffee silverskin</i>) OR (" <i>coffee by-product</i> ") OR (<i>coffee pulp</i>) OR (<i>coffee mucilage</i>) OR (<i>coffee parchment</i>) OR (<i>coffee ground?</i>)) AND ((<i>antioxidant</i>) OR (<i>health</i>) OR (<i>antibacterial</i>) OR (<i>antimicrobial</i>) OR (<i>medicine</i>) OR (" <i>pharmaceutical product?</i> ") OR (<i>drug</i>) OR (<i>cancer</i>) OR (" <i>natural treatment</i> ")	75	10
Total de documentos		280	34

Fonte: Autoria própria.

4.2.2 Análise Macro

Dentre as patentes selecionadas, dois tipos de patentes se diferenciam em: Solicitadas e concedidas. A Figura 21 mostra que as patentes solicitadas são as mais abundantes, com 73,53%, e as patentes concedidas aparecem em uma menor proporção, com apenas 26,47%.

Figura 21: Classificação de patentes resultantes da prospecção científica sobre o aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021.

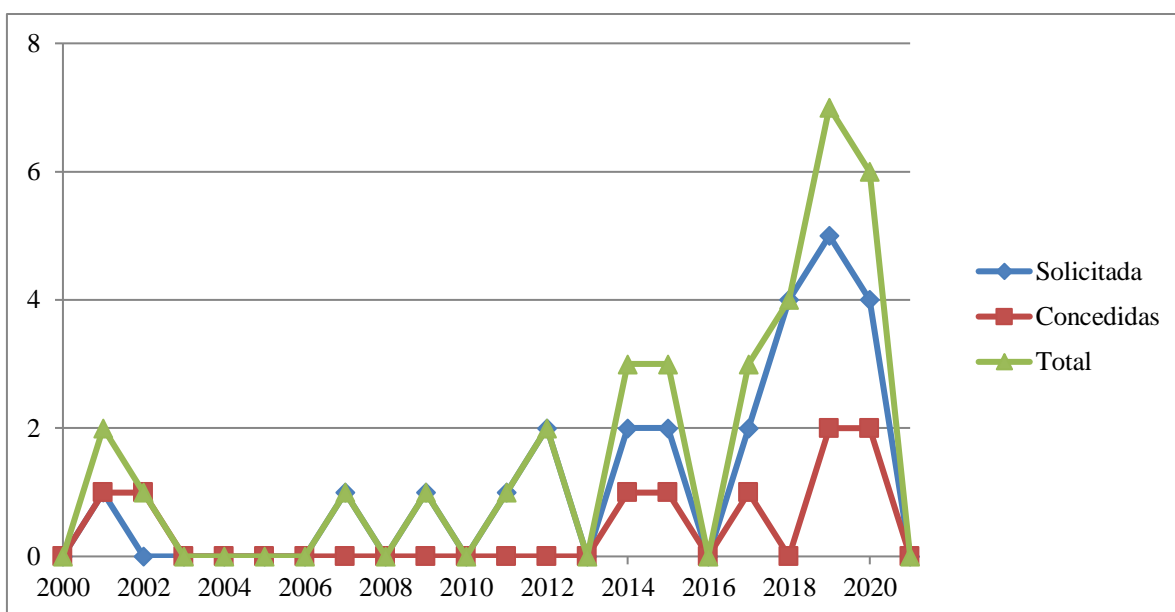


Fonte: Autoria própria.

Durante as etapas de reconhecimento de uma patente, é considerada a criação, registro do conteúdo a ser patenteado e o envio da documentação para os escritórios de patentes, que são órgãos responsáveis pela análise e autorização das patentes em questão. Dessa forma, foi considerada uma patente solicitada as que foram submetidas ao escritório de patentes e estão em análise aguardando um posicionamento, e as patentes concedidas foram as que já passaram por todo o processo dos órgãos responsáveis, sendo aceitos e possuindo sua produção protegida contra comercialização não autorizada.

A Figura 22 apresenta a evolução temporal das patentes selecionadas, entre o período de 2000 até 2021, não foram retornadas patentes relevantes ao tema nos anos anteriores ao ano 2000, e nos anos de 2003, 2004, 2005, 2006, 2008, 2010, 2013, 2016 e 2021.

Figura 22: Evolução histórica das patentes relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde.



Fonte: Autoria própria.

Embora seja visto, de maneira geral, uma tendência crescente em relação ao desenvolvimento de patentes nesses setores, como o intenso pico de 7 patentes no ano de 2019, também foi obtido uma totalidade de patentes bem reduzida dentro do assunto estudado. Em diversos anos, é possível observar um total de zero patente, evidenciando uma deficiência em estrutura, processos e tecnologias mundiais necessárias para atender o

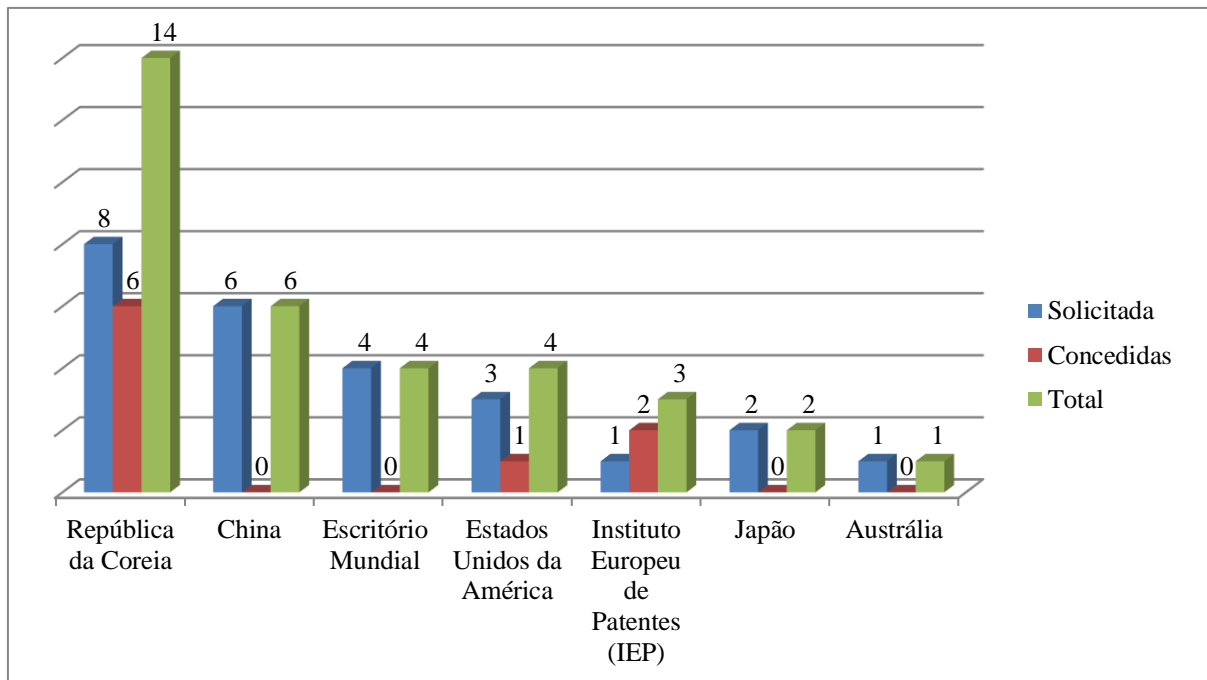
crecente interesse e necessidade mundial na reutilização de resíduos de café na área da beleza a da saúde.

Em relação a patentes solicitadas, tem-se o ano de 2019 com a maior quantidade de patentes, um total de 5. Esse fato mostra que algumas criações estão apenas aguardando autorização para serem aplicadas ao mercado.

Em contrapartida, as patentes concedidas apareceram em menor quantidade quando comparadas com as solicitadas, os anos de 2019 e 2020, ambos apresentaram 2 patentes, sendo esses os melhores anos deste tipo de patente. Percebe-se que poucas soluções estão sendo aplicadas no mercado em questão.

Essas patentes foram concentradas e sob a responsabilidade de escritórios em sete países diferentes. Afigura 23 apresenta relação das quantidades de patentes solicitadas e concedidas em casa país.

Figura 23: Relação de Escritórios de patentes por país, relacionados ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2000 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

O maior volume de patentes foi solicitado e concedido no escritório da República da Coreia (Coreia do Sul), com 14 patentes no total, sendo 8 patentes solicitadas e 6 patentes

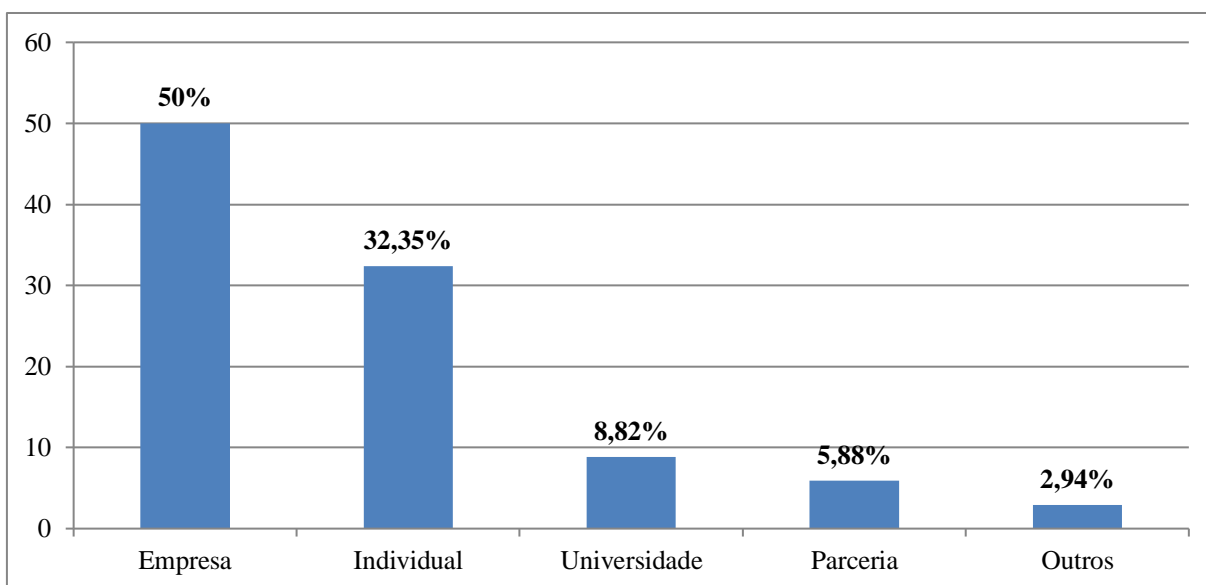
concedidas. Como já mencionado, esse é o país de maior consumo de café da Ásia, dessa forma, esse resultado foi dentro do esperado, pois a Coreia do Sul também foi um dos países com o maior número de artigos publicados. Esse fato evidencia o interesse do país em não somente se aprofundar no assunto, mas também em colocar em prática os estudos realizados.

Em seguida, foi visto o escritório da china em segundo lugar, com 6 patentes solicitadas. Esse país teve um aumento no consumo de café nos últimos anos, pois a população jovem tem apreciado mais o café, e aos poucos alterando a tradição majoritária da China em consumir chá por café. Mesmo com o aumento o país não é um dos maiores consumidores de café no mundo, o consumo dos chineses é por volta de apenas seis xícaras de café por ano (AGRO (ESTADÃO), 2020). As patentes depositadas nesse escritório foram de produção de composições cosméticas, aplicação no setor da saúde e tecnologia de processamento.

E em terceiro lugar, com 4 patentes solicitadas, o escritório mundial, com sua sede na Suíça, consiste em uma organização à nível mundial de propriedade intelectual.

Em relação aos requerentes das patentes selecionadas, é possível observar na Figura 24 a natureza e abundância desses requerentes nas patentes em geral.

Figura 24: Instituições responsáveis pelas patentes relacionadas ao aproveitamento de resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2000 a 2021.



Fonte: Autoria própria.

Ao verificar todas as patentes, é observado que a metade (50%) foi depositada por empresas, seguida de 32,35% das patentes requeridas de maneira individual, onde um ou mais profissionais desenvolveram de uma forma particular suas criações. Em terceiro lugar encontram-se as universidades, com 8,82%. Logo após, as parcerias com 5,88%, essas parcerias representam empresas que se uniram para elaboração de uma patente, ou diferentes tipos de requerentes em uma mesma patente. E por fim, com 2,94%, encontram-se outros tipos de requerentes como o Conselho Superior de Investigação Científica (CSIC), “...uma Agência Estatal de Investigação Científica e Desenvolvimento Tecnológico, com personalidade jurídica distinta, patrimônio e tesouraria próprios, autonomia funcional e de gestão, capacidade jurídica plena para agir e duração indeterminada (art.º 1.º). Estatuto.” (CSIC, 2022).

A maior parte das patentes concedidas, 44,45%, foi depositada por empresas, 33,33% por universidades e 11,11% por parcerias e individual. Já as patentes solicitadas, 52% foram depositadas por empresas, 40% por individual e 4% por parcerias e outros.

É perceptível que as patentes foram elaboradas e depositadas mais por empresas, esse resultado pode ser justificado pela maior condição financeira de uma empresa em relação aos outros requerentes, podendo assim investir em pesquisas e tecnologias necessárias para seu objetivo.

Três empresas destacam-se e se repetem como depositantes de patentes no assunto estudado. São elas: Nestlé de Sá, Hnb9 e TCI Co., Ltd.

A Nestlé de Sá, maior empresa mundial no ramo de alimentos e de bebidas, obteve suas patentes focadas no desenvolvimento de novas tecnologias, tanto na parte de caracterização dos compostos, quanto na parte de extração dos resíduos (NESTLÉ, 2021).

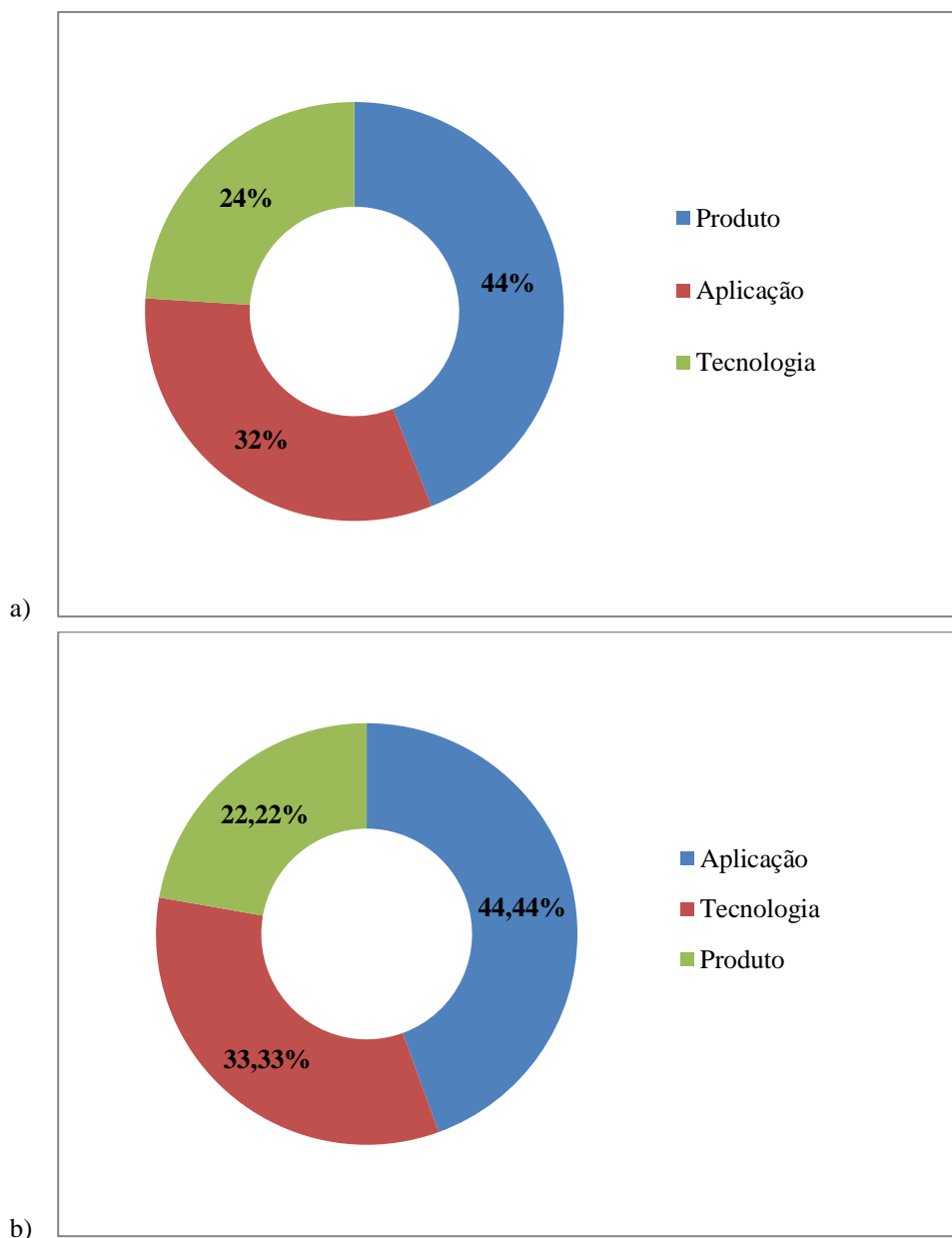
A Hnb9, empresa totalmente bio atuando na fabricação e venda de cosméticos, em pesquisa e desenvolvimento de biomateriais para a produção de medicamentos, dispositivos e produtos médicos, inseriu suas patentes apenas em aplicação cosmética (HNB9, 2021).

Por fim, a TCI Co, Ltd., empresa que lidera o mercado de biotecnologia em Taiwan (País da Ásia), fabrica produtos para cuidados de pele e alimentos nutritivos, suas patentes abordaram assuntos voltados para aplicação na área de saúde (TCI BIO, 2022).

4.2.3 Análise Meso

As patentes foram avaliadas com as mesmas taxonomias definidas para a classificação dos artigos. A Figura 25 mostra a tendência das patentes solicitadas e concedidas nas taxonomias Meso. A taxonomia de Resíduos do processamento do café não está listada abaixo porque está contida em todas as patentes.

Figura 25: Análise Meso das patentes selecionadas sobre o aproveitamento dos resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas.



Fonte: Autoria própria.

Ao analisar os resultados, é observada a diferença entre as porcentagens nos diferentes tipos de patentes. Enquanto nas patentes solicitadas houve predominância da taxonomia Produto, com 44%, seguida das taxonomias Aplicação (32%) e Tecnologia (24%), nas patentes concedidas tem-se a taxonomia de Aplicação na liderança com 44,44%, e em menores quantidades a Tecnologia (33,33%) e o Produto (22,22%).

O resultado das patentes pode ser justificado como uma movimentação das empresas (50% dos depositantes) em colocar, nas aplicações e nos produtos, o resultado e a validação dos estudos em tecnologias, visto como predominante nos resultados dos artigos. Os requerentes buscam nas patentes soluções para atingir diretamente o mercado de atuação nos setores de beleza e saúde, dessa forma, tem-se a aplicação e o produto em destaque. Porém, mesmo que em menor quantidade, as patentes incorporaram também tecnologias, buscando inovações de domínio próprio em seus processos, modernizando-se cada vez mais.

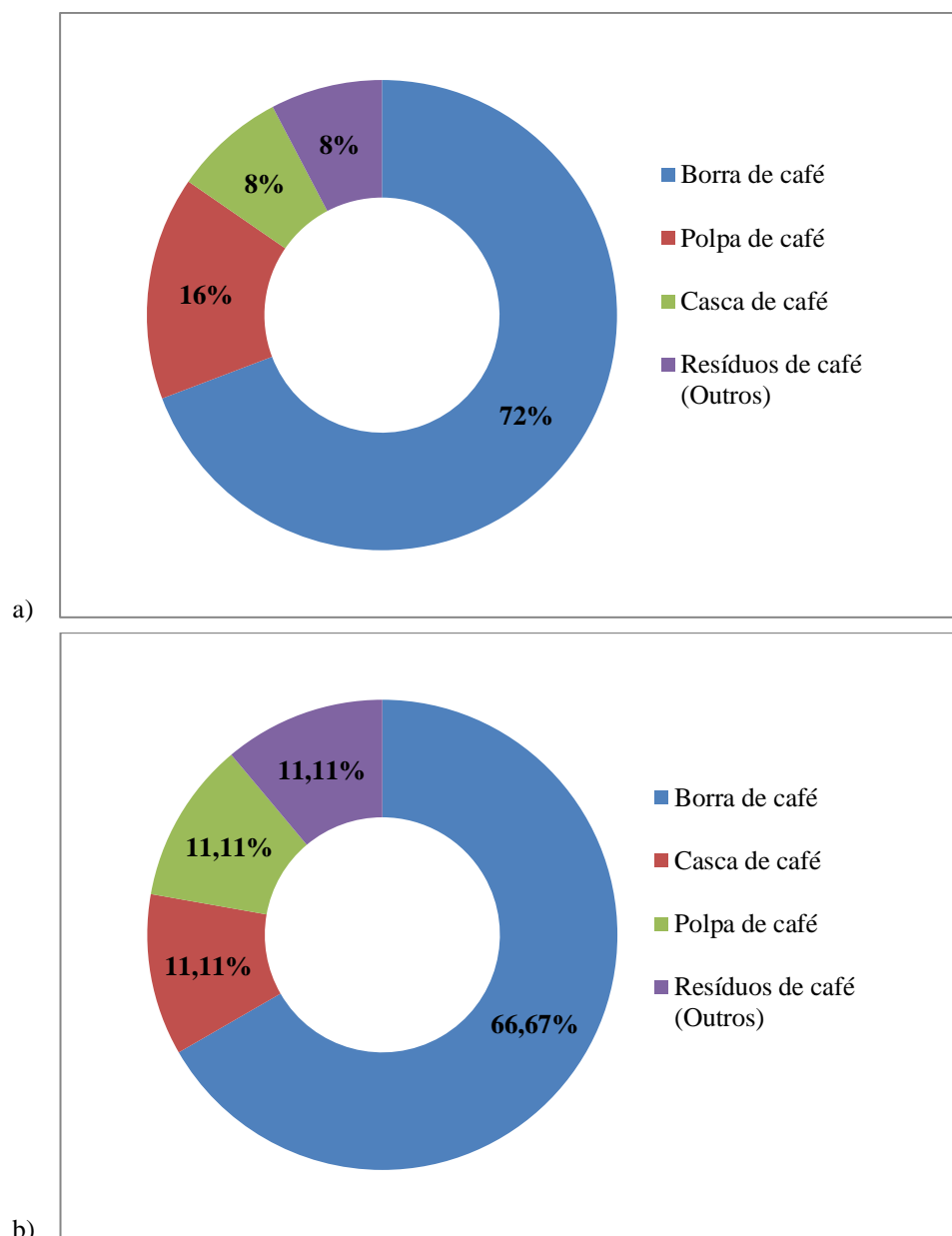
4.2.4 Análise Micro

Ao aprofundar-se nas patentes selecionadas, é possível distinguir as diferentes taxonomias micro que cada uma apresenta, assim como a tendência das patentes solicitadas e concedidas.

4.2.4.1 Resíduos de café

Os diferentes tipos de resíduos de processamento do café foram apresentados na Figura 26, de acordo com os dois tipos de patente.

Figura 26: Tipos de resíduos resultantes do processamento de café e aplicados nos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas.



Fonte: Autoria própria.

Pela análise da Figura 26, os dois tipos de patente apresentaram a borra de café, como o resíduo mais utilizado, com 72% nas patentes solicitadas e 66,67% nas patentes concedidas. Esse padrão pode ser justificado pela facilidade e disponibilidade da borra de café, além de seus eficazes componentes encontrados após a sua extração, como visto na análise dos artigos.

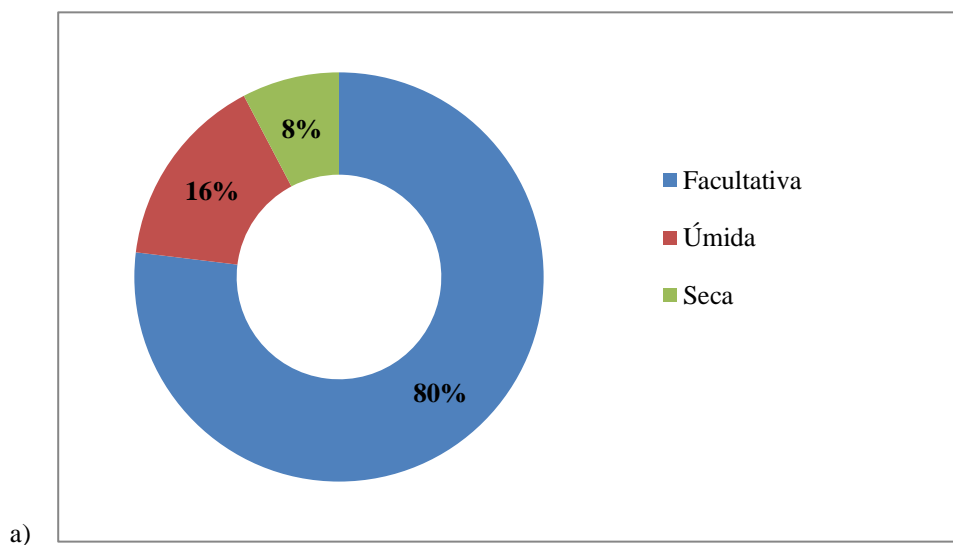
Na patente *“Method for making perfumed soap by utilizing coffee grounds to recycle fermentation material”* (CN111304025) de 2020, da *“Shenzhen zhongyi environmental management co., ltd.”*, foi visto um exemplo de produção de sabão perfumado, com a utilização de borra de café, diversos óleos, manteigas, azeites, entre outros. O método foi considerado ecológico e com proteção ambiental, devido à alta produção desse resíduo em cafeterias, de acordo com o consumo da população. O processo englobou desde o pré-tratamento da borra de café até o produto finalizado, com função antioxidante para remoção de pele morta.

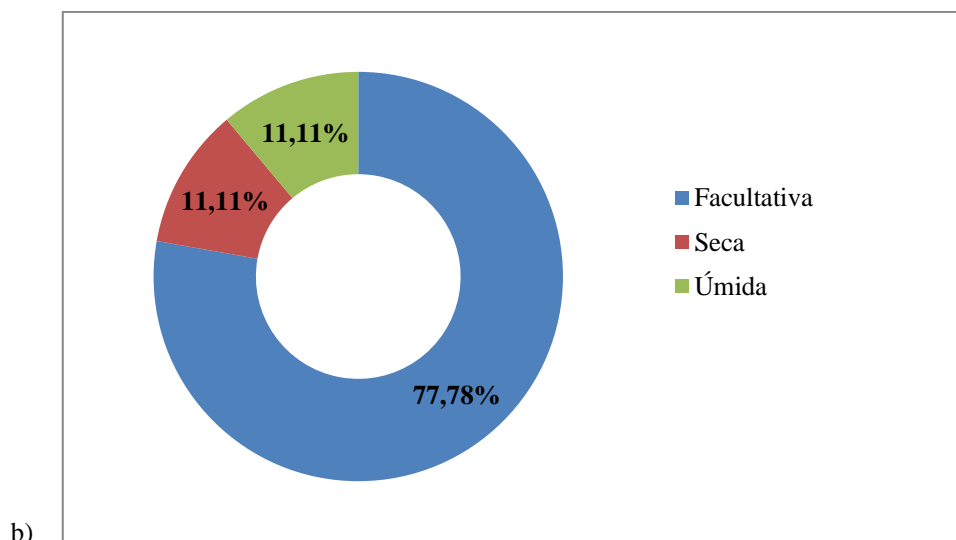
O interesse pelos componentes dos resíduos de café foi verificado na patente *“production method of cosmetic composition for exfoliating scalp or suppressing dandruff, containing coffee grounds”* (KR1020200050545) de 2020, com a produção de um creme esfoliante capilar contendo a borra de café, devido aos seus ingredientes benéficos a saúde, juntamente com um caldo de fermentação com microorganismos. O produto auxilia na esfoliação do couro cabeludo e na eliminação de caspas.

4.2.4.1.1 Vias de processamento do café

Na Figura 27, foram exibidos os diferentes tipos de via de processamento do café, para obtenção dos resíduos utilizados nas patentes selecionadas.

Figura 27: Vias de processamento do café empregadas nos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas.





Fonte: Autoria própria.

A via mais empregada nas patentes foi a facultativa, como ilustrado na Figura 27, essa tendência era esperada, devido ao resíduo mais abundante, borra de café, estar localizado nesse tipo de via.

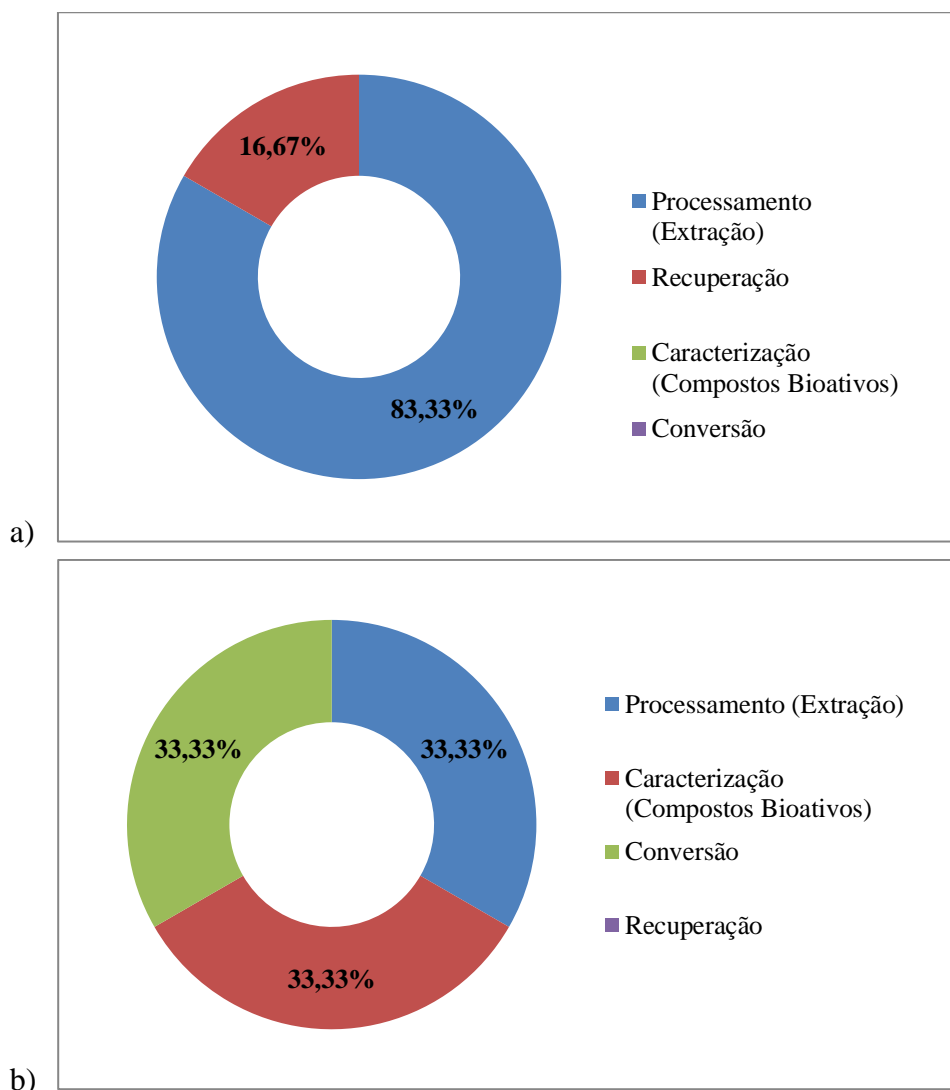
Entre as patentes solicitadas, uma porcentagem de 80% foi obtida para via facultativa, 16% via úmida e 8% via seca. Dentro da via facultativa, obteve-se 90% de borra de café e 10% de outros resíduos de café. A patente “*application of products of coffee silverskin in anti-ageing cosmetics and functional food*” (EP2730171) de 2014, do “*consejo superior investigacion*”, foi um exemplo nesse tipo de via com a utilização de outros resíduos como a película prateada do café (*Coffee Silverskin*), onde foi reivindicada uma extração do resíduo com água subcrítica, para aplicação em cosméticos na prevenção de processos causadores de envelhecimento da pele.

Já nas patentes concedidas, foi reportada a porcentagem de 77,78% para via facultativa e 11,11% para as vias secas e úmidas. Na via facultativa, 85,71% foram representadas pela borra de café e 14,29% por outros resíduos de café. A patente “*high-functional cosmetic composition comprising coffee fermented products and extracts thereof*” (KR1020140016764) de 2014, de uma parceria entre “*knu-industry cooperation foundation*”, “*seowon university institute of industry-academy collaboration*” e “*shebahbiotech inc.*”, possui proteção no uso de subprodutos de processamentos do café, para aplicação em composições cosméticas, após sua devida extração e fermentação. Essa composição pode ser utilizada em diversos estados físicos na fabricação de alguns produtos como rímel, creme de massagem, batom, óleo de corpo e muito mais.

4.2.4.2 Tecnologias

A Figura 28 representa os tipos de tecnologias empregadas nos resíduos de café, de acordo com as patentes solicitadas e concedidas.

Figura 28: Tecnologias utilizadas no beneficiamento dos resíduos de café usados pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas.



Fonte: Autoria própria.

Percebe-se na Figura 28, que nas patentes solicitadas a predominância de apenas dois tipos de tecnologia nos setores de Beleza e Saúde, em maior abundância tem-se a taxonomia de processamento com 83,33%, onde se podem encontrar diversos tipos de extração. Como na patente “*method for extracting fat and oil from coffee sludge*” (KR1020140103465) de 2014, que reivindicou a extração de gorduras e óleos da borra de café, com um método sem as despesas de adições de materiais, além disso, o resíduo foi

mergulhado hidrotermicamente para remoção completa de cafeína. É um método de boa viabilidade econômica, incluindo mais etapas no processo, para retirar o produto final com o maior valor agregado.

E em menor porcentagem tem-se a taxonomia recuperação com 16,67%, onde dentro dela todas as patentes encontram-se na taxonomia micro II de clarificação. Esse caso foi visto na patente *“method for producing clarified oil from coffee grounds and from whole and/or damaged beans”* (WO2018234914) de 2018, que reivindicou a inoculação de fungos de podridão branca, como macromicetos, juntamente com borra de café, acoplado a secagem e extração por solvente. Com a finalidade de obtenção um óleo de café clarificado com coloração incolor ou amarelo pálido, para produção de produtos cosméticos e alimentícios.

No caso das patentes concedidas ocorreu um empate das taxonomias de processamento, caracterização e conversão com 33,33% cada. A Taxonomia conversão foi predominantemente composta por patentes no assunto de fermentação (Micro II), na patente concedida *“method for producing lactic acid using coffee grounds”* (KR102088764) de 2020, encontra-se a proteção de um processo de sacarificação juntamente com uma fermentação simultânea da borra de café para melhorar a produtividade do ácido láctico, e todo o processo foi realizado sob condição ótima.

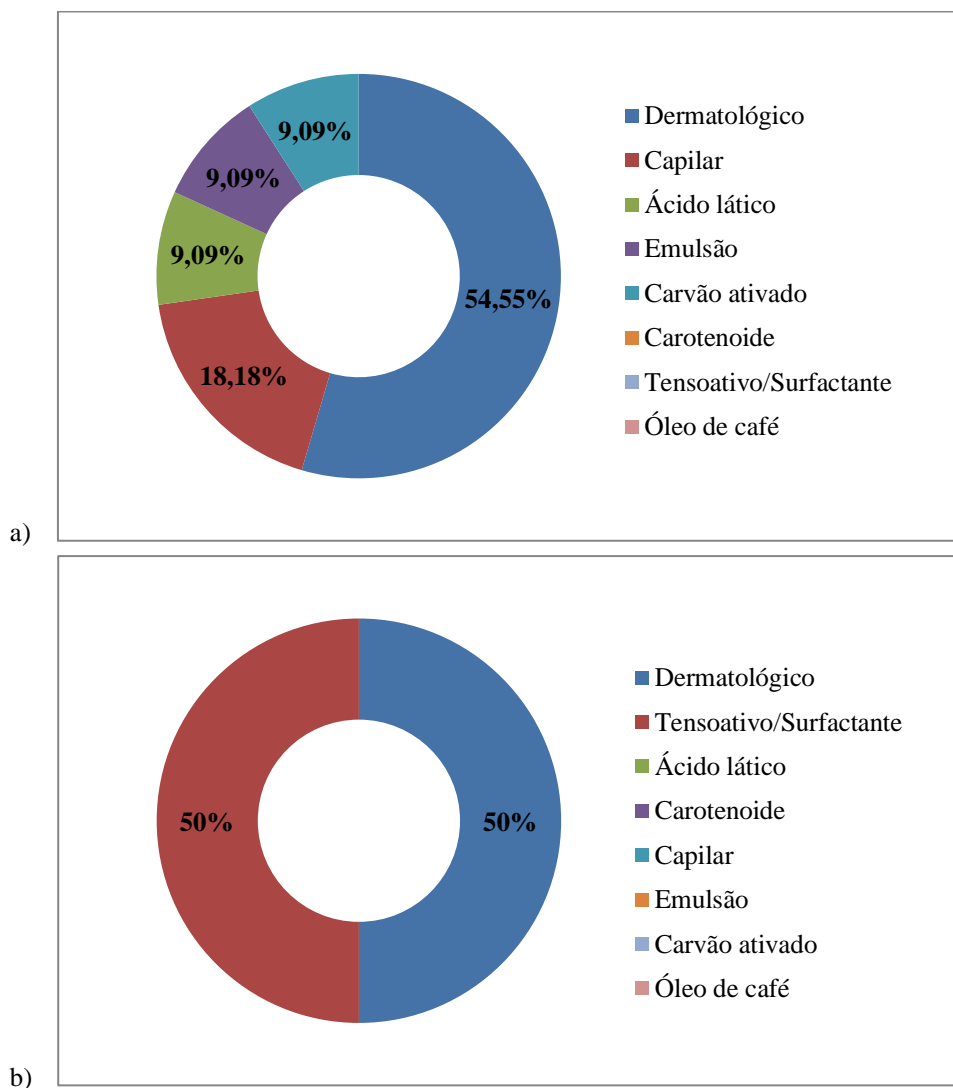
Na patente *“Antioxidant composition and process for the preparation thereof”* (EP 0693547 B1) de 2001, pertencente à taxonomia de caracterização, encontra-se o domínio de uma composição antioxidante, contendo o hidroxitriptamidas de ácido carboxílico (5-ht), extraído do óleo da borra de café devido a sua grande contribuição antioxidante.

E dentro da taxonomia de processamento, é possível observar a extração de terpenos (ativo vegetal responsável pelo cheiro e sabor das plantas) da borra de café na patente *“Process for extracting terpenes from spent coffee grounds”* (EP 0819385 B1) de 2002, onde os resíduos foram tratados com ácido fosfórico, secos e tratados em condições específicas.

4.2.4.3 Produtos de beleza e saúde

Com o uso dos devidos resíduos e tecnologias necessárias para o seu aproveitamento, foi apresentado na Figura 29 a seguir os principais produtos, e especificações elaborados pelos requerentes.

Figura 29: Principais produtos obtidos dos resíduos de café e aplicados nos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas.



Fonte: Autoria própria.

É observado a predominância de produtos dermatológicos em ambos os gráficos apresentados na Figura 29. Uma grande diferença nas porcentagens restantes foi analisada entre os tipos de patentes, pois existe uma maior diversidade de produtos nas patentes solicitadas em comparação ao grupo de patentes concedidas.

As patentes solicitadas comportaram 54,55% de produtos dermatológicos, 18,18% de produtos na área capilar, e 9,09% de produção de ácido láctico, emulsão e carvão ativado. Para a área dermatológica, a patente *“self-made coffee scrub cream”* (CN107773478) de 2018, da *“wuxi qibao detergent co., ltd.”*, solicitou uma formulação de um creme esfoliante de café, contendo borra de café, suco de limão, açúcar granulado branco e óleo. O produto não irrita a pele, acelera a função metabólica da pele, evita a perda de água e promove um efeito de embelezamento na pele.

Dentre os produtos capilares, foi visto na patente *“method for manufacturing hair dyeing composition containing coffee ground extracts”* (KR1020180092528) de 2018, uma composição para tintura de cabelos, sendo um shampoo ou condicionador, utilizando extrato da borra de café em seu processo.

A produção de ácido láctico foi encontrada na patente *“Coffee grounds polylactic acid and preparation method thereof”* (CN 110229486 A) de 2019, da *“kafa technology (shanghai) co., ltd.”*, que requer o domínio da preparação de ácido polilático por meio de borra de café, endurecedor, lubrificante e compatibilizante. Com a finalidade de obtenção de um ácido com vantagens como alta resistência, não toxicidade, degradação completa, segurança e boa tenacidade.

Uma emulsão de mistura criopreservada (conservação em baixas temperaturas usando um criopreservante com ácido graxo) para tratamento de pele, contendo borra de café, como parte esfoliante, juntamente com outros materiais naturais a base de plantas como manteiga de karité, cacau em pó, farinha de arroz, diversos óleos e entre outros componentes, foi solicitado na patente *“cryogenic natural skin care compositions and corresponding methods”* (US20200375885) de 2020.

Como exemplo da produção de carvão ativado advindo da borra de café, foi verificado na patente *“Activated carbon and method for producing the same”* (JP 2001287905 A) de 2001, da *“tokyo gas co ltd”*, o foco na produção simplificada do carvão ativado, diminuindo os custos e melhorando sua eficiência.

Quando se fala de patentes concedidas o cenário sofreu uma mudança, com a aparição de apenas dois tipos de produtos: 50% de produtos dermatológicos e 50% de tensoativos/surfactantes. A patente *“cationic surfactant prepared by using coffee oil and*

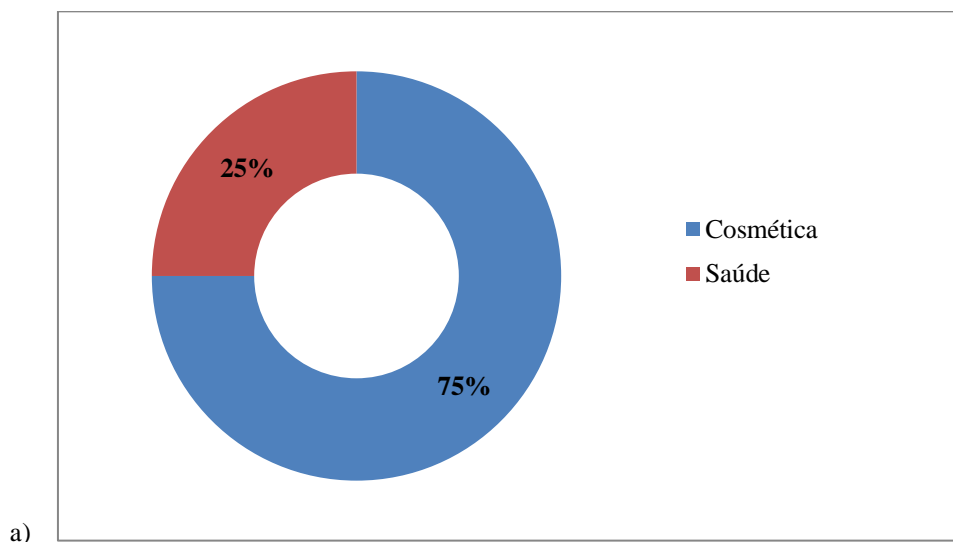
composition containing same” (KR1020170114812) de 2017, da parceria entre “*bjbiochem co., ltd.*” e “*jeong, gug in*”, focada na produção de surfactantes catiônicos eficientes e de maneira mais econômica ao mesmo tempo. Para isso, foi utilizado óleo de café extraído da borra de café, com um éster mono ou dialquílico. Por fim, o surfactante promove sensação de maciez e possui propriedades anti-inflamatórias e antibacterianas.

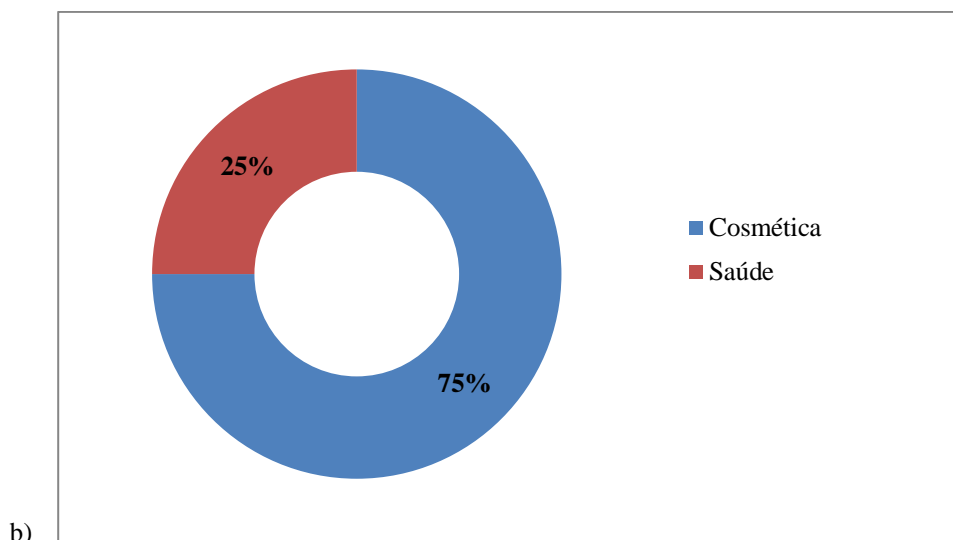
Na taxonomia de dermatológico, a patente “*method to manufacture soap for washing human body*” (KR1020150056165) de 2015, possui como domínio a utilização de um método para produção de um sabão para lavar o corpo humano. Unindo uma base de sabão contendo óleo vegetal e glicerina com outros compostos, como borra de café, tocoferol, própolis e aditivos funcionais, como extrato de frutas. As matérias-primas passaram por processos de aquecimento, derretimento e coagulação.

4.2.4.4 Aplicações industriais

Foi apresentada na Figura 30 a tendência da aplicação industrial das patentes solicitadas e concedidas, nos setores de Beleza e Saúde.

Figura 30: Aplicações industriais dos produtos obtidos a partir dos resíduos de café pelos setores de Beleza e Saúde – período de 2000 a 2021: a) Referente a patentes solicitadas; b) Referente a patentes concedidas.





Fonte: Autoria própria.

A taxonomia meso aplicação resultou os mesmos valores de taxonomia micro para ambas as patentes, sendo 75% aplicados no setor de cosméticos, e 25% no setor da saúde. A única diferença a ser ressaltada ocorreu na aplicação dentro da taxonomia saúde, enquanto nas patentes solicitadas 50% foram focadas em comorbidades e 50% em farmacêutica, nas patentes concedidas 100% da aplicação na saúde foram destinadas ao setor farmacêutico.

Como exemplo de aplicação cosmética nas patentes solicitadas, foi destacada a patente *“recycled coffee used for cosmetic products”* (AU2012101015) de 2012, que solicitou o uso da borra de café reciclada como ingrediente principal para produzir de forma natural cosméticos para a indústria. A composição final pode ser utilizada na produção de máscaras, hidratantes, cremes e tônicos.

Na saúde, representando a taxonomia micro comorbidades, a patente solicitada *“application of coffee pulp extract”* (CN110037950) de 2019, da empresa *“tci co., ltd.”*, reivindicou a aplicação da polpa do café no preparo de uma composição médica que promove o tratamento e prevenção de doenças de pele, assim como repara o tecido da pele. E também foi visto na patente solicitada *“ash of coffee husks after roasting and separation from the coffee kernel for use as topical medicine”* (WO2011104415) de 2011, a taxonomia micro farmacêutica no uso de cascas de café, com cálcio, potássio, magnésio, enxofre e fósforo, para produção de medicamentos tópicos, contribuindo no tratamento de doenças de pele.

Em relação a patentes concedidas, a aplicação cosmética foi observada na patente “*A cosmetic composition for anti-aging comprising extract of coffee grounds*” (KR 102068736 B1) de 2020, que obtém o uso do extrato da borra de café como ingrediente ativo em uma composição cosmética com a função de antienvelhecimento.

Por fim, a patente concedida “*Uses of coffee pulp extract*” (US20190216719) de 2019, da empresa “*tci co., ltd.*”, inserida na taxonomia micro farmacêutica, foi focada na reparação de tecidos de pele, e diminuição dos danos induzidos por estresse oxidativo nas células da pele, por meio de uma composição de administração oral contendo polpa de café e um carreador.

5 CONCLUSÃO

A prospecção tecnológica realizada neste estudo permitiu obter as informações mais relevantes sobre o aproveitamento de resíduos de café nas indústrias de beleza e saúde, como: principais vias de processamento do café e os resíduos gerados, principais tecnologias de tratamento dos resíduos e principais aplicações. Além disso, análises macro, meso e micro foram realizadas para compreender o nível de desenvolvimento tecnológico desse processo.

A evolução temporal dos artigos e patentes se manteve crescente no decorrer dos anos, embora tenham sido identificadas algumas oscilações, como a ausência de patentes em determinados períodos. A diferença entre a quantidade de artigos e de patentes encontradas pode ser explicada pelo atual nível de maturidade tecnológica, em que as pesquisas científicas a longo prazo se destacam em relação à implementação técnica nos processos produtivos.

As universidades foram as instituições com o maior número de artigos, destacando-se as universidades do Minho e do Porto, ambas de Portugal. Esse resultado pode ser explicado pelo alto consumo de café pela população portuguesa, sugerindo a relevância dessa *commodity* nos estudos científicos. O Brasil, maior produtor de café do mundo, foi o quarto maior detentor de publicações. Ao contrário, as empresas foram as instituições que mais desse valeram de propriedade intelectual tanto pelo depósito de patentes, quanto por sua concessão. Possivelmente, pelo maior poder aquisitivo das empresas frente às outras instituições, e pelo objetivo de consolidarem um processo produtivo mais otimizado, e com maior retorno. As principais jurisdições de patentes envolvendo o aproveitamento de resíduos de café nas indústrias de beleza e saúde foi a Coréia do Sul, país com o maior consumo de café da Ásia. A jurisprudência brasileira não apresentou patentes nessa área de interesse.

A borra de café foi o resíduo mais utilizado tanto em pesquisas científicas quanto em tecnologias patenteadas, possivelmente devido à sua elevada disponibilidade, abundância e fácil manuseio. Na análise meso dos artigos, a taxonomia de maior relevância foi a de tecnologia, com destaque às tecnologias de processamento, como as extrações que foram reportadas em um maior número de artigos. Dentre elas, destacou-se a técnica de auto-hidrólise, considerada eficiente na extração de compostos bioativos dos resíduos, e um método mais sustentável que as extrações com outros solventes, devido a utilização apenas de água como solvente.

Já na análise meso das patentes solicitadas, a taxonomia produtos foi a mais relevante. Os produtos dermatológicos foram amplamente estudados, como cremes esfoliantes focados na redução de perda de água da pele. Nas patentes concedidas, o foco principal foram as aplicações, especialmente voltadas à área de cosméticos com formulações de antienvelhecimento.

Na análise micro de artigos, a produção de ácido láctico, bem como suas aplicações no setor de cosméticos foi bastante reportada, justificado pela preferência da população por produtos rejuvenecedores, que são conquistados com a utilização de ácido láctico em produtos de beleza. Nas patentes solicitadas, as tecnologias de processamento com foco na extração de compostos químicos de interesse foram objeto de proteção intelectual, objetivando um componente final com um maior valor agregado e menores despesas. Já nas patentes concedidas, as tecnologias de processamento do tipo extração, caracterização e conversão se destacaram na mesma proporção. Foi observada nessas técnicas uma preocupação na melhoria da produtividade do ácido láctico, e na obtenção e estudo de compostos antioxidantes presentes nos resíduos. Novamente produtos dermatológicos e aplicações cosméticas apresentam relevante incidência nas patentes solicitadas e concedidas.

Embora não tenha sido em maior proporção, a aplicação na área da saúde mostrou um grande potencial para o aproveitamento de resíduos, na melhoria da qualidade e duração do sono, e também no tratamento e prevenção de doenças, com a formulação de medicamentos.

Portanto, os resultados evidenciaram o interesse de empresas e universidades no aproveitamento de resíduos de café para geração de novos produtos nas áreas de beleza e saúde. Ainda que tímida, toda a movimentação do mundo científico e tecnológico para o uso de produtos naturais e processos sustentáveis deverá levar a mudanças de paradigmas, em que aqueles *players* que se anteciparem no domínio desse conhecimento apresentarão vantagens econômicas e produtivas sobre os concorrentes.

6 TRABALHOS FUTUROS

A partir do levantamento preliminar de informações sobre o aproveitamento de resíduos de café nas indústrias de beleza e saúde, sugere-se a construção de mapas tecnológicos (*roadmap* tecnológico), para determinação das principais tendências de mercado ao longo do tempo. Por meio dessas ferramentas, principais *players* do mercado e o segmento industrial de maior relevância podem ser conhecidos, contribuindo para a tomada de decisão e planejamento estratégico de indústrias das áreas de beleza e saúde.

REFERÊNCIAS

BORSCHIVER, S.; SILVA, A. L. R. **Technology Roadmap: Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Interciência, 2016. ISBN:9788571933866.

CASTREJON, KLC.; VEGA, RC. "effect of antioxidant dietary fiber from spent coffee (*coffea arabica l.*) grounds on gastrointestinal health of adults", **Annals of nutrition and metabolism**, v. 71, p. 1204-1205, 2017.

A. GUGLIELMETTI, V. D'IGNOTI, D. GHIRARDELLO, S. B. and G. Z. "Optimisation of ultrasound and microwave-assisted extraction of caffeoylquinic acids and caffeine from coffee silverskin using response surface methodology", 2017. Disponível em: [https://www-webofscience.ez29.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/full-record/WOS:000405830600003](https://www.webofscience.ez29.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/full-record/WOS:000405830600003). Acesso em: 23 set. 2021.

ABIHPEC. **Vendas de HPPC crescem 4,7% em 2020 e totalizam R\$ 122,4 bilhões**. 2021. Disponível em: <https://abihpec.org.br/vendas-de-hppc-crescem-47-em-2020-e-totalizam-r-1224-bilhoes/>. Acesso em: 3 abr. 2022.

ABIHPEC. **Vendas do setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos fecham 1º trimestre com crescimento de 6,5%**. 2022. Disponível em: <https://abihpec.org.br/comunicado/vendas-do-setor-de-higiene-pessoal-perfumaria-e-cosmeticos-fecham-1o-trimestre-com-crescimento-de-65-diz-abihpec/>.

ABNT. "NBR 6022 Informação e documentação - Artigo em publicação periódica científica impressa - Apresentação", **Rio de Janeiro**, p. 5, 2003. Disponível em: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Informa??o+e+documenta??o+-+Artigo+em+publica??o+peri?dica+cient?fica+impressa+-+Apresenta??o#0>.

AGRICULTURA, S. D. E. E. D. E. "Novembro2021 Belo Horizonte - MG", 2021. .

AGRO (ESTADÃO), C. **Café: crescimento do consumo na China abre portas para exportação**. 2020. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/tendencias-e-tecnologia/cafe-crescimento-do-consumo-na-china-abre-portas-para-exportacao/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

BAENA, R. C. "Muito além dos nutrientes: o papel dos fitoquímicos nos alimentos integrais", **Diagn Tratamento**, v. 20, n. 1, p. 17–21, 2015. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027153170000138X.

BALLESTEROS, L. F., RAMIREZ, M. J., ORREGO, C. E., *et al.* "Encapsulation of antioxidant phenolic compounds extracted from spent coffee grounds by freeze-drying and spray-drying using different coating materials", **Food Chemistry**, v. 237, p. 623–631, 15 dez. 2017a. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2017.05.142. .

BALLESTEROS, L. F., RAMIREZ, M. J., ORREGO, C. E., *et al.* "Optimization of autohydrolysis conditions to extract antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds", **Journal of Food Engineering**, v. 199, p. 1–8, 1 abr. 2017b. DOI:

10.1016/J.JFOODENG.2016.11.014. .

BALLESTEROS, L. F., TEIXEIRA, J. A., MUSSATTO, S. I. "Extraction of polysaccharides by autohydrolysis of spent coffee grounds and evaluation of their antioxidant activity", **Carbohydrate Polymers**, v. 157, p. 258–266, fev. 2017. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.09.054. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.09.054>. Acesso em: 23 set. 2021.

BALLESTEROS, L. F., TEIXEIRA, J. A., MUSSATTO, S. I. "Selection of the Solvent and Extraction Conditions for Maximum Recovery of Antioxidant Phenolic Compounds from Coffee Silverskin", **Food and Bioprocess Technology** 2013 7:5, v. 7, n. 5, p. 1322–1332, 28 abr. 2013. DOI: 10.1007/S11947-013-1115-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-013-1115-7>. Acesso em: 21 set. 2021.

BALZANO, M., LOIZZO, M. R., TUNDIS, R., *et al.* "Spent espresso coffee grounds as a source of anti-proliferative and antioxidant compounds", **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 59, p. 102254, 1 jan. 2020. DOI: 10.1016/J.IFSET.2019.102254.

BASTOS, G. **Raio-X do Café no Brasil: produção, indústria, consumo, informações relevantes sobre o mercado do país.** 2021. Disponível em: <https://perfectdailygrind.com/pt/2021/05/24/raio-x-do-cafe-no-brasil-producao-industria-consumo-informacoes-relevantes-sobre-o-mercado-do-pais/>. Acesso em: 12 set. 2021.

BESSADA, S. M. F., ALVES, R. C., OLIVEIRA, M. B. P. P. "Coffee silverskin: A review on potential cosmetic applications", **Cosmetics**, v. 5, n. 1, 2018. DOI: 10.3390/cosmetics5010005. .

BORSCHIVER, S., ALMEIDA, L. F. M., ROITMAN, T. "Monitoramento tecnológico e mercadológico de biopolímeros", **Polímeros**, v. 18, n. 3, p. 256–261, 2008. DOI: 10.1590/s0104-14282008000300012. .

BORSCHIVER, S., VASCONCELOS, R. C., SILVA, F. C., *et al.* "Technology roadmap for hyaluronic acid and its derivatives market", **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 13, n. 3, p. 435–444, 2019. DOI: 10.1002/bbb.1936. .

BRAVO, J., ARBILLAGA, L., DE PEÑA, M. P., *et al.* "Antioxidant and genoprotective effects of spent coffee extracts in human cells", **Food and Chemical Toxicology**, v. 60, p. 397–403, 2013. DOI: 10.1016/j.fct.2013.08.002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2013.08.002>.

CAPANEMA, L. X. de L. "A indústria farmacêutica brasileira e a atuação do BNDES", 2006. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em: 4 abr. 2022.

CAPANEMA, L. xavier de L., DE VALASCO, L. O. M., FILHO, P. L. P., *et al.* "Panorama da indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos", 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em: 3 abr. 2022.

CARVALHO, A. C., CARVALHO, D. F., FILGUEIRAS, G. C., *et al.* "Panorama E Importância Econômica Do Café No Mercado Internacional De Commodities Agrícolas: Uma Análise Espectral", **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 223, 2018. DOI:

10.18542/ragros.v9i2.5003. .

CARVALHO, M. T., BERMAMASCO, R., GOMES, R. G. "Métodos de extração de compostos bioativos: aproveitamento de subprodutos na agroindústria", **Revista UNINGÁ Review**, v. 33, n. 1, p. 66–84, 2018. .

CASTALDO, L., NARVÁEZ, A., IZZO, L., *et al.* "In Vitro Bioaccessibility and Antioxidant Activity of Coffee Silverskin Polyphenolic Extract and Characterization of Bioactive Compounds Using UHPLC-Q-Orbitrap HRMS", 2020. .

CEBDS. **O que é o Acordo de Paris?** 2019. Disponível em: <https://cebds.org/o-que-e-o-acordo-de-paris/#.YTuxfNJKi1t>. Acesso em: 10 set. 2021.

CLARIVATE. **Banco de dados de citações independente de editor de confiança.** 2021. Disponível em: <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>. Acesso em: 21 set. 2021.

CSIC. **O CSIC | Conselho Superior de Investigações Científicas.** 2022. Disponível em: <https://www.csic.es/es/el-csic>. Acesso em: 1 fev. 2022.

DA COSTA, R. A. B., TORRES, C. da S., LEAL, K. N. da S. "Estudo da geração de energia utilizando biomassa da casca do café", 2019. .

DA SILVA, J. B. "Caracterização físico-química e química do fruto do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart) e avaliação da sua conservação por fermentação láctica", **Dissertação**, 2014. .

DA SILVA, R. M. S. F., CARDOSO, G. F. "Uso do ácido poli-L-láctico como restaurador de volume facial", **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 28, n. 2, p. 223–226, 2013. DOI: 10.1590/s1983-51752013000200009. .

DA SILVEIRA, J. S., MERTZ, C., MOREL, G., *et al.* "Alcoholic fermentation as a potential tool for coffee pulp detoxification and reuse: Analysis of phenolic composition and caffeine content by HPLC-DAD-MS/MS", **Food Chemistry**, v. 319, p. 126600, 30 jul. 2020. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2020.126600. .

DA SILVEIRA, S. M. "Fermentação láctica: características do processo, microorganismos e produtos da fermentação", 2021. .

DE SOUZA, A. S. "Fermentação do café em diferentes tempos e processos", 2021. .

DELGADO-ARIAS, S., ZAPATA-VALENCIA, S., CANO-AGUDELO, Y., *et al.* "Evaluation of the antioxidant and physical properties of an exfoliating cream developed from coffee grounds", **Journal of Food Process Engineering**, v. 43, n. 5, p. e13067, 1 maio 2020. DOI: 10.1111/JFPE.13067. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley.ez29.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1111/jfpe.13067>. Acesso em: 27 set. 2021.

DI CAGNO, R., CODA, R., DE ANGELIS, M., *et al.* "Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation", **Food Microbiology**, v. 33, n. 1, p. 1–10, 2013. DOI: 10.1016/j.fm.2012.09.003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.003>.

DURÁN, C. A. A., TSUKUI, A., SANTOS, F. K. F., *et al.* "Coffee: General aspects and its use beyond drink", **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 107–134, 2017. DOI: 10.21577/1984-6835.20170010. .

EMBAIXADA/BRASIL. "O Mercado de Café na Coreia do Sul", 2017. .

EMBRAPA. **Consumo de café na Coreia do Sul atingiu US\$ 5,5 bilhões em 2015**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17064237/consumo-de-cafe-na-coreia-do-sul-atingiu-us-55-bilhoes-em-2015>. Acesso em: 12 set. 2021.

EMBRAPA. **Produção dos Cafés do Brasil atinge 61,62 milhões de sacas de 60kg em 2020, volume 25% maior que 2019**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56084554/producao-dos-cafes-do-brasil-atinge-6162-milhoes-de-sacas-de-60kg-em-2020-volume-25-maior-que-2019>. Acesso em: 12 set. 2021.

ESQUIVEL, P., JIMÉNEZ, V. M. "Functional properties of coffee and coffee by-products", **Food Research International**, v. 46, n. 2, p. 488–495, 2012. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.05.028. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>.

EVEN3. **Anais de Congresso: O que é, conceito e tudo que você precisa saber**. 2021. Disponível em: <https://publicacoes.even3.com.br/o-que-sao-anais-de-congressos>. Acesso em: 10 set. 2021.

FASSIO, Levy H., DA SILVA, A. E. S. "Importância Econômica e Social do Café Conilon", 2007. .

FERNANDEZ-GOMEZ, B., LEZAMA, A., AMIGO-BENAVENT, M., *et al.* "Insights on the health benefits of the bioactive compounds of coffee silverskin extract", **Journal of Functional Foods**, v. 25, p. 197–207, 1 ago. 2016. DOI: 10.1016/J.JFF.2016.06.001. .

FERREIRA, I. C., ABREU, R. M. "Stress Oxidativo, Antioxidantes e Fitoquímicos", p. 32–39, 2007. .

GADELHA, C. A. G., QUENTAL, C., FIALHO, B. de C. "Saúde e inovação: uma abordagem sistêmica das indústrias da saúde Health and innovation: a systemic approach in health industries", v. 19, n. 1, p. 47–59, 2003. .

GARCIA, R. "Renato Garcia Commercialization and productive internacionalization in the cosmetic industry: competitive challenges for brazilian firms", n. 2, p. 158–171, 2005. .

GEREMU, M., TOLA, Y. B., SUALEH, A. "Extraction and determination of total polyphenols and antioxidant capacity of red coffee (*Coffea arabica* L.) pulp of wet processing plants", **Chemical and Biological Technologies in Agriculture** 2016 **3:1**, v. 3, n. 1, p. 1–6, 26 set. 2016. DOI: 10.1186/S40538-016-0077-1. Disponível em: <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-016-0077-1>. Acesso em: 23 set. 2021.

GOTTELAND, M., DE PABLO V., S. "Algunas verdades sobre el café", **Revista chilena de nutrición**, v. 34, n. 2, p. 105–115, jun. 2007. DOI: 10.4067/S0717-75182007000200002.

Disponível em: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 6 abr. 2022.

HABERKAMP, C. da S. "PUBLICIDADE E CONSUMO: A articulação entre recepção e consumo dos cosméticos anti-idade", 2013. .

HALAL, S. L. M. El. "Composição , Processamento E Qualidade Do Café", **Universidade Federal de Pelotas**, p. 46, 2008. .

HAMAN, N., FERRENTINO, G., IMPERIALE, S., *et al.* "Antioxidant and prooxidant activity of spent coffee extracts by isothermal calorimetry", **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 132, n. 2, p. 1065–1075, 1 maio 2018. DOI: 10.1007/S10973-018-6995-3/FIGURES/6. Disponível em: <https://link-springer-com.ez29.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s10973-018-6995-3>. Acesso em: 30 nov. 2021.

HEEGER, A., KOSINSKA-CAGNAZZO, A., CANTERGIANI, E., *et al.* **Bioactives of coffee cherry pulp and its utilisation for production of Cascara beverage.** . [S.l: s.n.]. , 2016

HERMANN, K. A. C., MAGNAGO, R. F., BIANCHET, R. T., *et al.* "Evaluation of the use of coffee grounds for use in cosmetic products", **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 6, p. 1810–1822, 2019. DOI: 10.21577/1984-6835.20190126. .

HNB9. **Ninebiopharm**. 2021. Disponível em: <http://hnb9.co.kr/eng/main.php>. Acesso em: 23 jun. 2022.

HOSEINI, M., COCCO, S., CASUCCI, C., *et al.* "Coffee by-products derived resources. A review", **Biomass and Bioenergy**, v. 148, n. February, p. 106009, 2021. DOI: 10.1016/j.biombioe.2021.106009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106009>.

INNOVATION/COSMETIC. **Mulheres em tech: a nova dinâmica do mercado global de skincare**. 2022. Disponível em: <https://cosmeticinnovation.com.br/mulheres-em-tech-a-nova-dinamica-do-mercado-global-de-skincare/>. Acesso em: 3 abr. 2022.

INNOVATION/COSMETIC. **Setor de HPPC cresce 3,9% e atinge R\$ 116,8 bilhões em 2019**. 2020. Disponível em: <https://cosmeticinnovation.com.br/setor-de-hppc-cresce-39-e-atinge-r-1168-bilhoes-em-2019/>. Acesso em: 3 abr. 2022.

IRIONDO-DEHOND, A., MARTORELL, P., GENOVÉS, S., *et al.* "Coffee silverskin extract protects against accelerated aging caused by oxidative agents", **Molecules**, v. 21, n. 6, 1 jun. 2016. DOI: 10.3390/MOLECULES21060721. .

JANISSEN, B., HUYNH, T. "Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review", **Resources, Conservation and Recycling**, v. 128, n. July 2017, p. 110–117, 2018. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.001. .

JASKI, M., LOTÉRIO, N., DA SILVA, D. "A ação de alguns antioxidantes no processo do envelhecimento cutâneo", p. 1–16, 2014. .

KIM, Jaai, KIM, H., BAEK, G., *et al.* "Anaerobic co-digestion of spent coffee grounds with different waste feedstocks for biogas production", **Waste Management**, v. 60, p. 322–328, 2017. DOI: 10.1016/j.wasman.2016.10.015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.015>.

KIM, Jeong won, JANG, J. H., YEO, H. J., *et al.* "Lactic Acid Production from a Whole Slurry of Acid-Pretreated Spent Coffee Grounds by Engineered *Saccharomyces cerevisiae*", **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 189, n. 1, p. 206–216, 15 set. 2019. DOI: 10.1007/S12010-019-03000-6. .

KOO, J. R., PARK, H. M., KIM, S. K., *et al.* "Lactic acid fermentation from coffee ground waste hydrolysate by *Lactobacillus rhamnosus*", **Journal of Renewable Materials**, v. 7, n. 4, p. 365–372, 2019. DOI: 10.32604/jrm.2019.04170. .

KOPP, D., BERGQUIST, P. L., WILLOWS, R., *et al.* "Construction of a cell-free synthetic pathway for the production of lactic acid from spent coffee grounds", **New Biotechnology**, v. 44, n. 2018, p. S69–S70, 2018. DOI: 10.1016/j.nbt.2018.05.872. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbt.2018.05.872>.

KRUPEK, T., DA COSTA, C. E. M. "Mecanismo de Ação de Compostos Utilizados na Cosmética para o Tratamento da Gordura Localizada e da Celulite", **Saúde e Pesquisa**, v. 5, n. 3, p. 555–566, 2012. Disponível em: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/2444>.

KUSUMOCAHYO, S., TANGGUH, P., ANNELIES, C., *et al.* "Utilization of Coffee Silverskin By-Product from Coffee Roasting Industry through Extraction Process for the Development of Antioxidant Skin Gel.", **undefined**, 2019. .

LYRIO, E. S., FERREIRA, G. G., ZUQUI, S. N., *et al.* "Plant resources in biocosmetic : a new concept on beauty , health , and sustainability", **Natureza on line**, v. 9, p. 47–51, 2011. .

MACHADO, J. "Otimização da produção de ácido láctico em biorreatores por *Lactobacillus plantarum* BL011 em hidrolisados de casca de soja", 2020. .

MARIOTTI-CELIS, M. S., MARTÍNEZ-CIFUENTES, M., HUAMÁN-CASTILLA, N., *et al.* "The Antioxidant and Safety Properties of Spent Coffee Ground Extracts Impacted by the Combined Hot Pressurized Liquid Extraction–Resin Purification Process", **Molecules** **2018**, Vol. **23**, Page **21**, v. 23, n. 1, p. 21, 22 dez. 2017. DOI: 10.3390/MOLECULES23010021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/1/21/htm>. Acesso em: 26 set. 2021.

MAYERHOFF, Z. D. V. L. "Uma Análise Sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica", **Cadernos de Prospecção**, v. 1, n. 1, p. 7–9, 2008. Disponível em: http://www.portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/3538/2637%0Ahttp://ic.ufal.br/evento/cbie_laclo2015/eventos.html%0Ahttps://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/23039

MENDES, V., MENDES, S., GOMES, B., *et al.* "Caffeic acid derivatives in spent coffee ground as potential crude material for drug discovery", **Planta Medica**, v. 81, n. 16, p. PM_172, 25 nov. 2015. DOI: 10.1055/S-0035-1565549. Disponível em: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0035-1565549>. Acesso em: 30 nov. 2021.

MIGUEL, L. M. "Tendências do uso de produtos naturais nas indústrias de cosméticos da França", 2011.

MOREIRA, M. D., MELO, M. M., COIMBRA, J. M., *et al.* "Solid coffee waste as alternative to produce carotenoids with antioxidant and antimicrobial activities", **Waste Management**, v. 82, p. 93–99, 1 dez. 2018. DOI: 10.1016/J.WASMAN.2018.10.017. .

MURTHY, P. S., NAIDU, M. M. "Sustainable management of coffee industry by-products and value addition - A review", **Resources, Conservation and Recycling**, v. 66, p. 45–58, 2012. DOI: 10.1016/j.resconrec.2012.06.005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>.

MUSSATTO, S. I., BALLESTEROS, L. F., MARTINS, S., *et al.* "Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds", **Separation and Purification Technology**, v. 83, n. 1, p. 173–179, 2011. DOI: 10.1016/j.seppur.2011.09.036. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2011.09.036>.

MUSSATTO, S. I., MACHADO, E. M. S., MARTINS, S., *et al.* "Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues", **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 5, p. 661–672, 2011. DOI: 10.1007/s11947-011-0565-z. .

NARDIN, P., GUTERRES, S. S. "Alfa-hidroxiácidos: aplicação e cosméticas e dermatológicas", v. 15, n. 1, p. 7–14, 1999. .

NESTLÉ. **Nossas Metas e Ações no Mundo | Nestlé**. 2021. Disponível em: <https://www.nestle.com.br/anestle/nestlenomundo>. Acesso em: 22 jun. 2022.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL O CAFÉ (OIC). "Perfil Cafeeiro Itália", 2017. .

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL O CAFÉ (OIC). "Usos alternativos potenciais dos detritos e subprodutos do café", n. 942, 2005. .

OSEGUERA-CASTRO, K. Y., MADRID, J. A., MARTÍNEZ MADRID, M. J., *et al.* "Antioxidant dietary fiber isolated from spent coffee (*Coffea arabica* L.) grounds improves chronotype and circadian locomotor activity in young adults", **Food & Function**, v. 10, n. 8, p. 4546–4556, 14 ago. 2019. DOI: 10.1039/C9FO01021A. Disponível em: <https://pubs-rsc-org.ez29.periodicos.capes.gov.br/en/content/articlehtml/2019/fo/c9fo01021a>. Acesso em: 29 nov. 2021.

PANZELLA, L., CERRUTI, P., AMBROGI, V., *et al.* "A Superior All-Natural Antioxidant Biomaterial from Spent Coffee Grounds for Polymer Stabilization, Cell Protection, and Food Lipid Preservation", **ACS Sustainable Chemistry and Engineering**, v. 4, n. 3, p. 1169–1179, 7 mar. 2016. DOI: 10.1021/ACSSUSCHEMENG.5B01234. Disponível em: <https://pubs-acs-org.ez29.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1021/acssuschemeng.5b01234>. Acesso em: 30 nov. 2021.

PIRES, E. A., RIBEIRO, N. M., QUINTELLA, C. M. "Sistemas de Busca de Patentes: análise comparativa entre Espacenet, Patentscope, Google Patents, Lens, Derwent Innovation Index e Orbit Intelligence", **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 1, p. 13–29, 2020.

PLAN. **Conheça os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2021. Disponível em: <https://plan.org.br/conheca-os-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 10 set. 2021.

POLEN. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU: tudo o que você precisa saber**. 2022. Disponível em: <https://www.creditodelogisticareversa.com.br/post/t-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods-da-onu-tudo-o-que-voce-precisa-saber>. Acesso em: 10 set. 2021.

PON YOUNG, H., DE MESTRADO, D. "Risco de ecossistema: uma proposta de avaliação da sustentabilidade ambiental da indústria farmacêutica", 2004. .

QUINTANS, R. **Mercado farma mundial: em que posição o Brasil está? - Revista da Farmácia**. 2021. Disponível em: <https://revistadafarmacia.com.br/mercado/mercado-farma-mundial-em-que-posicao-o-brasil-esta/>. Acesso em: 4 abr. 2022.

QUINTÃO, A. S. "Implementação de um Laboratório de Análises e de um Sistema de Cápsulas numa Empresa da Indústria do Café", [S.d.]. .

QUINTELLA, C. M., MEIRA, M., GUIMARÃES, A. K., *et al.* "Technology assessment as a tool applied in science and technology to achieve innovation: Optical methods for fuels quality assessment", **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 5, p. 406–415, 2011. DOI: 10.5935/1984-6835.20110044. .

RIBEIRO, H., MARTO, J., RAPOSO, S., *et al.* "From coffee industry waste materials to skin-friendly products with improved skin fat levels", **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 115, n. 3, p. 330–336, 2013. DOI: 10.1002/ejlt.201200239. .

RIBEIRO, M. F., ARAUJO, R. M. de. "Technology Roadmap (TRM) e suas aplicações em Sistemas de Informação", **Tópicos em Sistemas de Informação: Minicursos SBSI 2019**, p. 1–28, 2019. DOI: 10.5753/sbc.480.9.01. .

RIBEIRO, W. **Brasil é o 6º mercado farmacêutico do mundo**. 2019. Disponível em: <https://ictq.com.br/industria-farmaceutica/1060-brasil-e-o-6-mercado-farmaceutico-do-mundo>. Acesso em: 4 abr. 2022.

RODRIGUES, F., GASPAR, C., PALMEIRA-DE-OLIVEIRA, A., *et al.* "Application of Coffee Silverskin in cosmetic formulations: physical/antioxidant stability studies and cytotoxicity effects", <http://dx.doi.org/10.3109/03639045.2015.1035279>, v. 42, n. 1, p. 99–106, 1 jan. 2015. DOI: 10.3109/03639045.2015.1035279. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/03639045.2015.1035279>. Acesso em: 21 set. 2021.

RODRIGUES, F., MATIAS, R., FERREIRA, M., *et al.* "In vitro and in vivo comparative study of cosmetic ingredients Coffee silverskin and hyaluronic acid", **Experimental Dermatology**, v. 25, n. 7, p. 572–574, 2016. DOI: 10.1111/exd.13010. .

SANTOS, É. M. dos, MACEDO, L. M. de, TUNDISI, L. L., *et al.* "Coffee by-products in topical formulations: A review", **Trends in Food Science and Technology**, v. 111, n. February, p. 280–291, 2021. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.02.064. .

SHIE, T. **História do Café: A Origem e Trajetória da Bebida no Mundo**. 2018. Disponível em: <https://www.graogourmet.com/blog/historia-do-cafe/>. Acesso em: 17 fev. 2022.

SOCOL, C. R. "Resíduo de café um substrato promissor para a produção industrial de bioprodutos com alto valor agregado", [S.d.] .

SOQUETTA, M. B. "Metodologias não convencionais na extração de compostos bioativos de casca de bergamota", 2019. .

SOUSA, C., GABRIEL, C., CERQUEIRA, F., *et al.* "Coffee industrial waste as a natural source of bioactive compounds with antibacterial and antifungal activities", **The Battle Against Microbial Pathogens: Basic Science, Technological Advances and Educational Programs** (A. Méndez-Vilas, Ed.), n. May 2016, p. 131–136, 2015. .

TAVARES, A. S., BORSCHIVER, S. "Elaboração de Roadmap Tecnológico e de Modelo de Negócios de Economia Circular", **Cadernos de Prospecção**, v. 14, n. 3, p. 810, 2021. DOI: 10.9771/cp.v14i3.39052. .

TCI BIO. **Best Global Private Label Dietary Supplement & Skincare Manufacturer**. 2022. Disponível em: <https://www.tci-bio.com/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

TEIXEIRA, L. P. "Prospecção Tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados", 2013. Disponível em: http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2013/doc/doc_317.shtml. Acesso em: 8 abr. 2022.

THAIPHANIT, S., WEDPRASERT, W., SRABUA, A. "Conventional and microwave-assisted extraction for bioactive compounds from dried coffee cherry peel by-products and antioxidant activity of the aqueous extracts", 2020. DOI: 10.2306/scienceasia1513-1874.2020.S002. Disponível em: www.scienceasia.org. Acesso em: 7 abr. 2022.

TINÔCO, D., BORSCHIVER, S., COUTINHO, P. L., *et al.* "Technological development of the bio-based 2,3-butanediol process", **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 15, n. 2, p. 357–376, 1 mar. 2021. DOI: 10.1002/BBB.2173. .

UT HEALTH SAN ANTONIO. **Impact Factor vs SJR - Impact Factors and Other Metrics**. 2021. Disponível em: <https://libguides.uthscsa.edu/c.php?g=818511&p=6022728>. Acesso em: 21 set. 2021.

VEGRO, C. L. R., CARVALHO, F. C. "Disponibilidade e utilização de resíduos gerados no processamento agroindustrial do café", **Informações Econômicas**, v. 24, n. 1, p. 9–16, 1994. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/ie.html>.

VIEGAS JR, C., BOLZANI, V. da S., BARREIRO, E. J. "Os produtos naturais e a química medicinal moderna", **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 326–337, 2006. DOI: 10.1590/s0100-40422006000200025. .

VILAR, M. de A. "Valorização da Borra de Café Recuperação de Taninos", 2021. .

ZABANIOTOU, A., KAMATEROU, P. "Food waste valorization advocating Circular

Bioeconomy - A critical review of potentialities and perspectives of spent coffee grounds biorefinery", **Journal of Cleaner Production**, v. 211, p. 1553–1566, 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.11.230. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.230>.