

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**RAFAELA TEIXEIRA DE BRITO
RENATA TRAMONTIN DA SILVEIRA**

***UPCYCLING* NA INDÚSTRIA COSMÉTICA: UMA ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO
DA LIGNINA COMO INGREDIENTE COSMÉTICO**

PONTA GROSSA

2022

RAFAELA TEIXEIRA DE BRITO
RENATA TRAMONTIN DA SILVEIRA

**UPCYCLING NA INDÚSTRIA COSMÉTICA: UMA ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO
DA LIGNINA COMO INGREDIENTE COSMÉTICO**

**Upcycling in the cosmetic industry: an analysis of the use of lignin as a
cosmetic ingredient**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientadora: Prof. Dra. Alessandra
Cristine Novak Sydney

PONTA GROSSA

2022



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

RAFAELA TEIXEIRA DE BRITO
RENATA TRAMONTIN DA SILVEIRA

**UPCYCLING NA INDÚSTRIA COSMÉTICA: UMA ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA LIGNINA
COMO INGREDIENTE COSMÉTICO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação/
Especialização apresentado como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Química da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 17/novembro/2022

Alessandra Cristine Novak Sydney
Doutorado em Processos Biotecnológicos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luis Alberto Chavez Ayala
Mestrado em Tecnologia de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Maria Carolina de Oliveira Ribeiro
Doutorado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PONTA GROSSA

2022

RESUMO

No setor cosmético há a crescente demanda para o desenvolvimento de produtos de maior durabilidade, mais eficientes e mais sustentáveis. Nesse contexto de inovação e sustentabilidade, encontra-se a prática de *upcycling*, que propõe uma nova forma de transformação e aproveitamento de materiais descartados ou subprodutos. Assim, esses materiais ganham um novo propósito, aumentando sua vida útil e trazendo uma nova utilização antes do fim do seu ciclo de vida. A indústria de papel e celulose, possui inúmeros resíduos, subprodutos e efluentes, e dentre eles, encontra-se a lignina, que já vem sendo utilizada como aditivo em cosméticos. Este trabalho visa abordar os aspectos teóricos utilizando do *Methodi Ordinatio* para efetuar uma revisão sistemática alinhados ao tema, foram selecionados 10 artigos relacionando a utilização da lignina em cosméticos, também foi realizada uma busca por patentes a fim de descobrir se já existia invenções onde a lignina fosse utilizada para a produção de cosméticos. Através dos estudos selecionados podemos ver que o tema se encontra em constante evolução, a lignina já é muito utilizada para a produção de antioxidantes e protetores solares, e apesar do termo *upcycling* ser relativamente novo, já se encontra inserido em áreas como a da cosmética, mostrando as grandes possibilidades de reutilização da lignina para produtos para cuidados da pele.

Palavras-chave: *Upcycling*; Lignina; Cosméticos; Reaproveitamento.

ABSTRACT

In the cosmetic sector, there is a growing trend towards the development of products that are more durable, more efficient and more sustainable. In this context of innovation and sustainability, there is the practice of upcycling, which proposes a new way of transforming and using discarded materials or by-products. Thus, these materials gain a new purpose, increasing their useful life and bringing a new use before the end of their life cycle. The pulp and paper industry has numerous residues, by-products and effluents, and among them is lignin, which has already been used as an additive in cosmetics. This work aims to address the theoretical aspects using the Methodi Ordinatio to carry out a systematic review aligned to the theme, 10 articles were selected relating the use of lignin in cosmetics, a search for patents was also carried out in order to find out if there were already inventions where lignin used for the production of cosmetics. Through the selected studies, we can see that the subject is constantly evolving, lignin is already widely used for the production of antioxidants and sunscreens, and despite the term upcycling being relatively new, it is already inserted in areas such as cosmetics, showing the great possibilities of reusing lignin for skin care products.

Keywords: Upcycling; Lignin; Cosmetics; Reuse.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo de parede celular secundária	16
Figura 2 – Esquema de uma estrutura química da lignina.....	17
Figura 3 – Tipos de radiação ultravioleta (UV) e penetração na pele	20
Gráfico 1 – Distribuição temporal de todas as publicações.....	28
Gráfico 2 – Distribuição temporal das publicações selecionadas.....	28
Quadro 1 – Perfil dos periódicos.....	29
Quadro 2 – Nuvens de palavras dos artigos selecionados.....	30
Quadro 3 – Definição das etapas de pesquisa de patentes.....	43
Quadro 4 – Resultados de patentes.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados iniciais.....	24
Tabela 2 – Primeira filtragem.....	24
Tabela 3 – Relação de artigos selecionados.....	26
Tabela 4 – Resultados nas bases de dados.....	44
Tabela 5 – Resultados nas bases de dados com filtro de 5 anos.....	44
Tabela 6 – Resultados nas bases de dados com filtro de títulos.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	JUSTIFICATIVA	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVOS GERAIS	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	<i>UPCYCLING</i>	13
3.2	INDUSTRIA PAPEL E CELULOSE	15
3.3	LIGNINA	16
3.4	POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DA LIGNINA EM COSMÉTICOS	17
3.4.1	<i>Atividade Antioxidante</i>	19
3.4.2	<i>Atividade Fotoprotetora</i>	19
4	MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1	DEFINIÇÃO DA INTENÇÃO DA PESQUISA	21
4.2	PESQUISA PRELIMINAR NAS BASES	21
4.3	DEFINIÇÃO TEMPORAL DAS PALAVRAS-CHAVE, BASES DE DADOS E DELIMITAÇÃO TEMPORAL	21
4.4	PESQUISA DEFINITIVA NAS BASES DE DADOS	21
4.5	PROCEDIMENTOS DE FILTRAGEM	22
4.6	IDENTIFICAÇÃO DO FATOR DE IMPACTO	22
4.7	APLICAÇÃO DO INORDINATIO	22
4.8	LOCALIZAÇÃO DOS TEXTOS EM FORMATO INTEGRAL	23
4.9	LEITURA SISTEMÁTICA E ANÁLISE DOS ARTIGOS	23
5	RESULTADOS	24
5.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	24
5.2	ASPECTOS METODOLÓGICOS	27
5.3	ANÁLISE DOS ARTIGOS	31
5.3.1	<i>Current advancement on the isolation, characterization and application of lignin</i>	31
5.3.2	<i>Lignin as a potential source of high-added value compounds: A review</i>	32
5.3.3	<i>Solubility of lignin and chitin in ionic liquids and their biomedical applications</i>	34
5.3.4	<i>Potential use of kraft and organosolv lignins as a natural additive for healthcare products</i>	35
5.3.5	<i>Lignin nanoparticles enter the scene: A promising versatile green tool for multiple applications</i>	36
5.3.6	<i>Lignin for white natural sunscreens</i>	37
5.3.7	<i>Lignins from agroindustrial by-products as natural ingredients for cosmetics: Chemical structure and in vitro sunscreen and cytotoxic activities</i>	38

5.3.8	<i>Characterization of a lignin from Crataeva tapia leaves and potential applications in medicinal and cosmetic formulations.</i>	40
5.3.9	<i>The potential use of kraft lignins as natural ingredients for cosmetics: Evaluating their photoprotective activity and skin irritation potential.</i>	41
5.3.10	<i>Upcycling of lignin waste to activated carbon for supercapacitor electrode and organic adsorbent.</i>	42
5.4	BUSCA SISTEMÁTICA DE PATENTES	43
5.5	UPCYCLING DE COSMÉTICOS NO MERCADO	47
6.	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de mercado cosmético, o Brasil se mostra muito forte, tendo subido de 6º para 3º lugar em valor de vendas no mundo de 2000 a 2006 (HIRATUCA et al, 2008). Em 2020, mesmo em meio a pandemia, foi o quarto maior mercado de beleza e cuidados pessoais do mundo, perdendo apenas para EUA, China e Japão (Forbes, 2020). Uma das grandes necessidades do setor é a da inovação, tanto relacionada a novos produtos, quanto a novos métodos de produção. Um exemplo disso é o fato de o setor ter sido o segundo que mais investiu em inovação e publicidade em 2017 (Almeida, 2017).

Em contrapartida às inovações, outro desafio do setor é a sustentabilidade. Os consumidores buscam produtos mais duráveis, e ecologicamente corretos. Uma alternativa que já vem sendo usada por algumas empresas é a utilização de subprodutos ou até mesmo resíduos de outras empresas como matéria prima. Nesse contexto, essa reutilização se relaciona a um novo termo inserido em nossa sociedade: o *upcycling*.

Apresentado como uma ação dentro dessa nova realidade da economia circular, o movimento de *upcycling* é uma alternativa para transformar e reaproveitar materiais residuais (Franquilino, 2021). Embora seja um termo mais conhecido no campo da moda, o termo *upcycling* está cada vez mais abrangente e presente em diversos materiais, trazendo um novo valor para a indústria de cosméticos.

Para esse propósito, surge como opção a lignina. De acordo com Fengel (1984) “após a celulose, a lignina é o polímero orgânico mais abundante e importante no mundo vegetal”. Sendo uma macromolécula orgânica com múltiplos grupos funcionais, sua função é fornecer aos tecidos vegetais rigidez, impermeabilidade e resistência ao ataque microbiano. Embora a lignina seja essencial para a vida das plantas e alta aplicabilidade em diversos campos, como aditivos para concreto, indústrias de cerâmica e geração de energia, ela é considerada uma substância prejudicial em processos que utilizam biomassa vegetal como matéria-prima, como acontece na indústria de celulose e papel, por esse motivo a lignina é um resíduo desse processo.

Atualmente, o processo de produção de papel e celulose é constituído das etapas de corte, empilhamento, cozimento, lavagem, peneiramento, branqueamento, secagem e estocagem. É na etapa de branqueamento que se extrai um dos principais subprodutos do processo, o licor negro, que contém em sua composição cerca de 50% de lignina (SILVEIRA, 2010).

Levando em consideração que a produção de papel e celulose no Brasil é uma das referências mundiais, tendo em 2020 seu volume de produção o segundo maior volume da história do país (21 milhões de toneladas), a lignina passa a ser uma fonte extremamente válida no contexto proposto (FONTES, 2021).

Tendo em vista todo o cenário onde a lignina se encontra, quais são as possíveis formas de aplicação da lignina como ativo cosmético no contexto do *upcycling*?

1.1 Justificativa

Para as indústrias que desejam se manter competitivas no mercado, atuar de forma sustentável passa a ser um diferencial no desenvolvimento para aquelas que buscam responsabilidade, inovação tecnológica e a melhoria da eficiência dos processos.

Dentro desse contexto, a busca por produtos cosméticos com formulações naturais cresce mundialmente, incentivando estudos e desafios para formulações de novos produtos. Assim, resíduos como a lignina proveniente de resíduos industriais, se torna uma alternativa sustentável para ser utilizada como ativo em produções de cosméticos após suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e foto-protetoras ganharem destaques em pesquisas.

O presente trabalho surgiu para discutir o conceito de *upcycling*, que surge através da ideia de um modelo circular de produção onde “nada se cria, tudo se transforma”, bem como analisar e estimular a utilização da lignina como ativo para a indústria cosmética dentro do cenário do *upcycling*.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Avaliação do potencial da lignina como ativo cosmético compreendendo o conceito de *upcycling* através de uma análise teórica.

2.2 Objetivos específicos

- Realização de uma revisão da literatura sistemática atendendo os conceitos de *upcycling*, evidenciando sua importância no atual cenário de escassez de recursos;
- Avaliação a aplicação e vantagens do *upcycling* dentro do contexto cosmético;
- Busca sistematizada de patentes e produtos comercializados que utilizem da tecnologia do *upcycling*;
- Identificação aplicações da lignina em cosméticos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 *Upcycling*

A abordagem do desenvolvimento sustentável é apenas sinônimo de minimizar os impactos ambientais negativos que vem acontecendo há anos, desde a revolução industrial, quando era assumido que todos os recursos eram suficientes e abundantes, e que não havia necessidade de se preocupar com os resíduos gerados e nem com um cenário de esgotamento de recursos naturais (LEITÃO, 2015).

Esse modelo de economia linear não levava em consideração os limitados recursos materiais e energéticos que temos. Nele as matérias-primas são convertidas em produtos acabados para serem consumidos e, posteriormente, descartados sem o devido reaproveitamento, levando também para um cenário de degradação ambiental causado pelo descarte errado desses resíduos (GOLÇALVES; BARROSO, 2019).

Contradizendo a economia linear, o maior conhecimento sobre os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente estimula o desenvolvimento de novas tecnologias e a necessidade de desenvolvimento de produtos de formas sustentáveis, para que resíduos de processos tenham seus ciclos aumentados evitando descartes para uma proposta de utilização inteligente dos recursos existentes nos processos produtivos podendo passar por processo de *upcycling*, *recycling* ou *downcycling* (LEITÃO, 2015).

O termo *recycling* nada mais é que a reciclagem comum, onde um produto é recuperado e se torna matéria prima para o mesmo tipo de produto do qual era feito originalmente, sem perder as suas características técnicas. *Downcycling* é o processo de recuperação de um material, onde sua integridade é de certa forma comprometida durante o processo de recuperação, transformando-o em um produto de menor valor (PAULA; BARAUNA; LIRA, 2019, p. 3).

Podemos dizer que o *upcycling* é um processo no qual, materiais e produtos que estão prestes a serem descartados por não possuírem mais usos, são reaproveitados, atualizados e remanufaturados fazendo com que tenham

seu valor aumentado, trazendo um nítido contraste com a reciclagem, que demonstra parcialmente perda do seu valor (SINGH et al., 2019).

Dentro do setor da moda e têxtil, o termo *upcycling* possui um maior destaque (EARLEY, 2011) onde sobras de tecidos, roupas com defeitos ou em desuso passam pelo processo de *upcycling* e são transformadas para que assim possam ser reinseridas no mercado, aumentando seu “ciclo de vida” incentivando assim o consumo consciente (FARIAS, 2017).

Apesar de ser um termo relativamente recente, utilizado em 1994 pela primeira vez pelo ambientalista Reine Pilz e popularizado pelo arquiteto William McDonough com o químico Michael Braungart após a publicação do livro “*Cradle to cradle: rethinking the way we make things*” em 2002 (LUCIETTI, Et al., 2017) gradualmente o *upcycling* também vem alcançando setores além da moda e design, mostrando sua importância para a desaceleração e encerramentos de ciclos de materiais (SINGH et al., 2019) sobressaltando o modelo de economia linear.

Na indústria cosmética, segundo a Ecovia Intelligence (2020), em 2020 essa tendência ganhou impulso, já que o interesse por “cosméticos verdes” vem de uma geração preocupada com o meio ambiente e de um cenário de escassez de recursos. O que incentivou empresas na busca por alternativas para reduzir custos e gerar novos negócios, trazendo o conceito de transformar resíduos gerados pelas indústrias uma alternativa de matéria-prima necessária para as redes de suprimentos de ingredientes, desenvolvimento econômico e ambiental nessa área (SASAMORI, Et al., 2021).

Nesse contexto, grandes empresas como Unilever e P&G (*Procter & Gamble Company*) estão aderindo sistemas para desperdício zero. Visto que, a remoção de resíduos é um dos principais pontos da economia circular, o *upcycling* oferece grandes oportunidades para essas empresas à medida que estas reformulam seus produtos com ingredientes sustentáveis (ECOVIA INTELLIGENCE, 2020).

Outra iniciativa de destaque é do Grupo Dierberger, a empresa cultiva macadâmia e produz nozes e óleos para a indústria alimentícia e cosmética. A

empresa notou que a torta da macadâmia subproduto da extração do óleo de macadâmia também poderia ser utilizada na indústria cosmética pela grande presença de nutrientes que beneficiam nossa pele e cabelo. Isso fez com que a empresa organizasse todo o seu processo de forma a utilizar toda a macadâmia de maneira sustentável, o que resultou em uma linha completa de tratamento utilizando esse subproduto (COSMETIC INNOVATION, 2021).

3.2 Indústria papel e celulose

A produção de papel e celulose no Brasil é uma das referências mundiais, tendo em 2019 alcançado o posto de segundo maior produtor do planeta e, representando ao país, quase 1% de toda a arrecadação de impostos (Migalhas, 2020). Em 2020 ainda teve seu volume de produção aumentado em relação ao ano anterior, sendo o segundo maior volume da história do país (21 milhões de toneladas). Esses valores apresentam um setor solidificado, que mesmo com a pandemia de covid-19 apresentando um impacto negativo no ramo, se manteve (Fontes, 2021).

Um dos motivos do ramo se manter forte, é o fato de a fabricação de papel ser uma das práticas mais antigas que a humanidade desenvolveu e a importância que o material passou a ter em nossas rotinas. Apesar de já existirem registros do uso de papel em meados de 23 d.C., a produção da forma como conhecemos iniciou-se apenas em 108 d.C. sendo creditada pela maioria dos historiadores a Ts'ai Lun (KLOCK, 2014).

O processo de produção do papel e celulose inicia com o preparo da madeira (descascamento). Em seguida, as toras são picadas em cavacos com tamanhos iguais e segue para a polpação, etapa essa que facilita a separação das fibras. Nessas fibras está presente a celulose, principal insumo para a produção de papel. Além da celulose, encontra-se também a lignina. Esta fornece a propriedade de rigidez na madeira. Quanto mais lignina possuir, maior será a necessidade de reagentes usados nas etapas cozimento e branqueamento da celulose. Atualmente, o processo Kraft é o mais utilizado na indústria de papel e celulose, devido a sua maior eficiência na recuperação dos produtos químicos usados na digestão da matéria-prima. Esse processo resulta

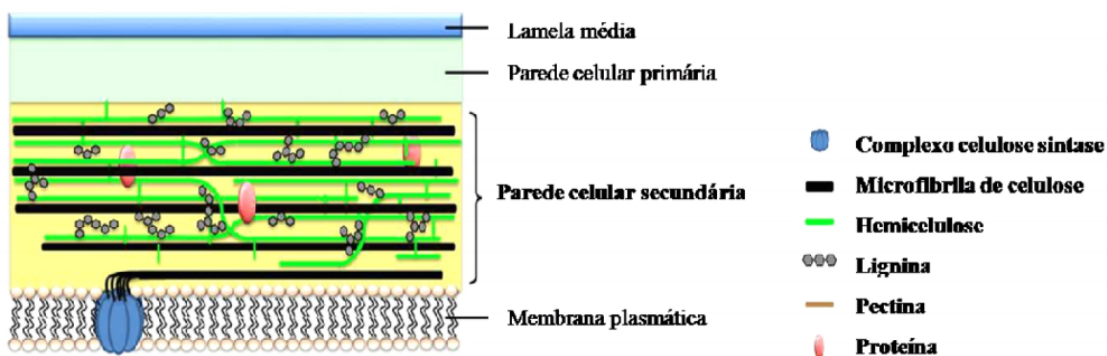
em uma pasta celulósica de coloração marrom devido à presença de lignina residual. Para obter polpas brancas, é necessário remover a lignina (MIRANDA et al., 2008).

3.3 Lignina

A lignina é um dos componentes presentes em maior quantidade na madeira. Sua função biológica é evitar a oxidação do tecido vegetal, bem como a ação de micro-organismos. Sem uma estrutura única ou definida, ela é encontrada em muitas espécies vegetais. Pode ser encontrada ainda em várias proporções, variando de 15 a 36%, de acordo com a espécie vegetal. Devido a sua variabilidade, a lignina deve ser considerada como uma classe de materiais correlatos, constituída de carbono, hidrogênio e oxigênio, o que a torna uma importante fonte desses elementos. (Wolfgang, 1989)

A palavra lignina tem origem no latim, *lignum*, e significa madeira. O composto integra as paredes celulares secundárias das plantas, fornecendo resistência mecânica à celulose, hemicelulose e pectina, devido a estar presente nas lacunas existentes entre essas estruturas, como ilustrado na figura 1 (QIN, 2009).

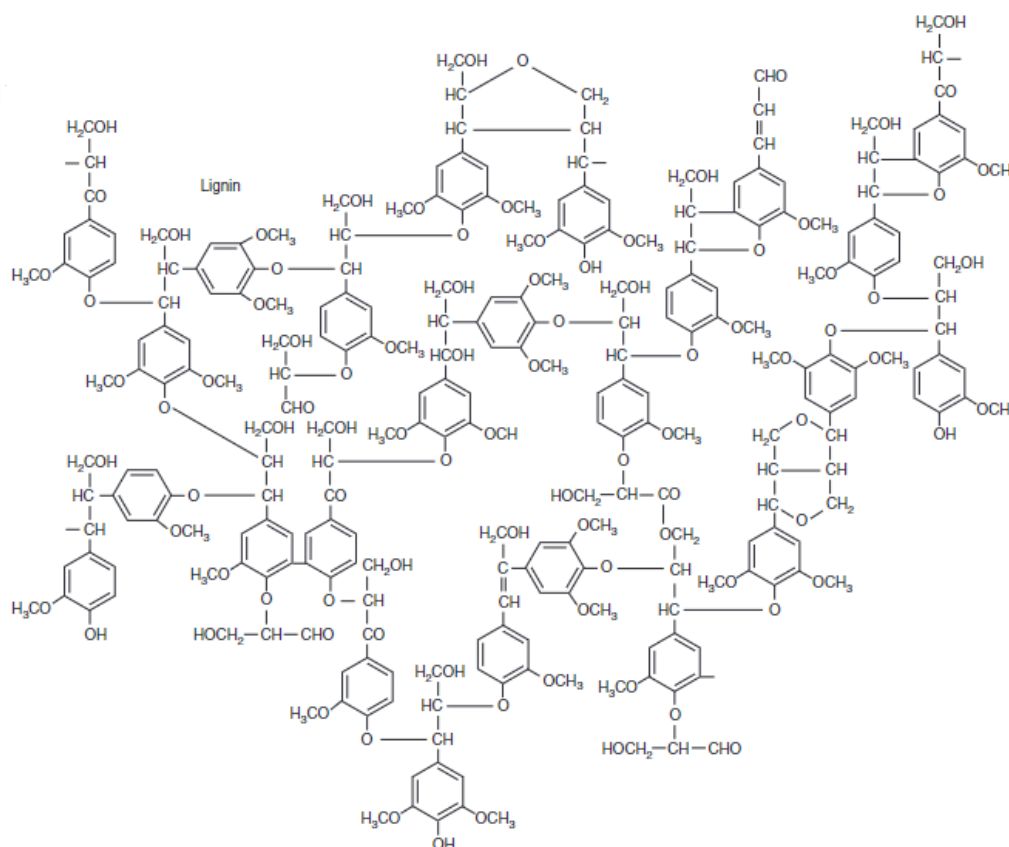
Figura 1: Modelo da parede celular secundária



Fonte: GONÇALVES, 2016

Mesmo que parte da lignina obtida industrialmente seja descartada, atualmente já é feito aproveitamento desse material, principalmente como fonte de energia através da queima. Para que seu aproveitamento seja feito da melhor forma, bem como a proteção ambiental, é muito importante o conhecimento dos componentes presentes na estrutura química da lignina (figura 2).

Figura 2: - Esquema de uma estrutura química da lignina



Fonte: Watkins, 2014

É na etapa de polpação que a lignina é extraída. Os cavacos que são utilizados no processo kraft são introduzidos em digestores com uma mistura de hidróxido de sódio (*NaOH*) e sulfeto de sódio (*Na₂S*) (licor branco). Essa mistura então é aquecida entre 150 e 180°. O pH deve ser ajustado entre 13 e 14, e, gradualmente, será diminuído no decorrer da digestão devido a liberação de ácidos orgânicos da hemicelulose e da lignina. Por fim, a lignina é despolimerizada, e, para ser isolada é através da acidificação do licor negro e precipitação. A combinação dessas etapas resulta na dissolução da lignina (SALVE, 2020).

3.4 Possibilidade de utilização da lignina em cosméticos

Anualmente são produzidos mais de 50 milhões de toneladas de lignina pela indústria de papel e celulose (YOUNESI-KORDKHEILI, 2020) apesar de compor cerca de 30% da biosfera (SOUTO; CALADO; PEREIRA JR, 2015),

nosso conhecimento desse polímero aromático natural ainda é limitado por conta de sua estrutura complexa (LUO, 2010).

De acordo com Saliba (2001, p. 917):

A lignina é um polímero de constituição difícil de ser estabelecida, por causa não somente da complexidade de sua formação, baseada em unidades fenilpropanóides interligadas por diferentes tipos de ligações, como também porque sofre modificações estruturais durante seu isolamento das paredes celulares (SALIBA, Et al., 2001, p. 917)

Nos últimos anos os estudos sobre a lignina vêm progredindo, trazendo o entendimento sobre sua estrutura e aplicações (LUO, 2010). Saliba (2001, p.917) ainda diz que “em estudos realizados há aproximadamente 150 anos, foi possível verificar o interesse científico e econômico sobre a lignina”. Esses estudos mostram seu potencial em várias áreas, além de ser considerada um ótimo biocombustível pela grande quantidade de carbonos presentes na sua estrutura (JORGE, 2018) e também em materiais de reforços em compósitos, aumentando a resistência de materiais como termoplásticos, termofixos, bioplásticos e fibras de carbono de baixo custo (BRUNOW, 2001).

Os estudos sobre o uso da lignina como ingrediente cosmético são mais recentes, chamando atenção por conta da sua estrutura única e aplicações de alto valor, a presença dos grupos de hidroxilas fenólicas e alifáticas, carbonilas e carboxilas trazem propriedades benéficas para a pele, podendo ser utilizadas como agentes antioxidantes, fotoprotetoras e clareadoras (RATANASUMARN; CHITPRASERT, 2020).

No Brasil, empresas populares também estão de olho no potencial da lignina. O Grupo Boticário referência no setor da beleza e a Suzano uma das maiores produtoras de celulose recentemente divulgaram uma parceria para o desenvolvimento de uma linha de cosméticos com previsão de lançamento em 2022, feitos especialmente para peles negra utilizando a lignina como um aditivo para potencializar fatores de proteção solar, ação antioxidante e redução de acinzentamento da pele, além disso, essa iniciativa também chama atenção por

mostrar um jeito de aderir práticas sustentáveis para atender o mercado de cosméticos (SUZANO, 2021).

3.4.1 Atividade Antioxidante

Existem inúmeros fatores que podem acelerar o envelhecimento da pele, a exposição excessiva a radiação UV, poluição, alcoolismo e tabagismo podem influenciar no aparecimento de rugas e manchas na pele (FRIES; FRASSON, 2010). Apesar de ser um processo natural, provocado por alteração molecular e declínio das funções fisiológicas existem produtos para ajudar na desaceleração desse processo.

Os cosméticos antioxidantes são produtos que ajudam a prevenir o envelhecimento prematuro da pele, eles atuam protegendo o sistema biológico reduzindo a velocidade de oxidação e conseqüentemente, inibindo radicais livres responsáveis por acelerar o processo de envelhecimento da pele (COSMETICS ONLINE, 2021).

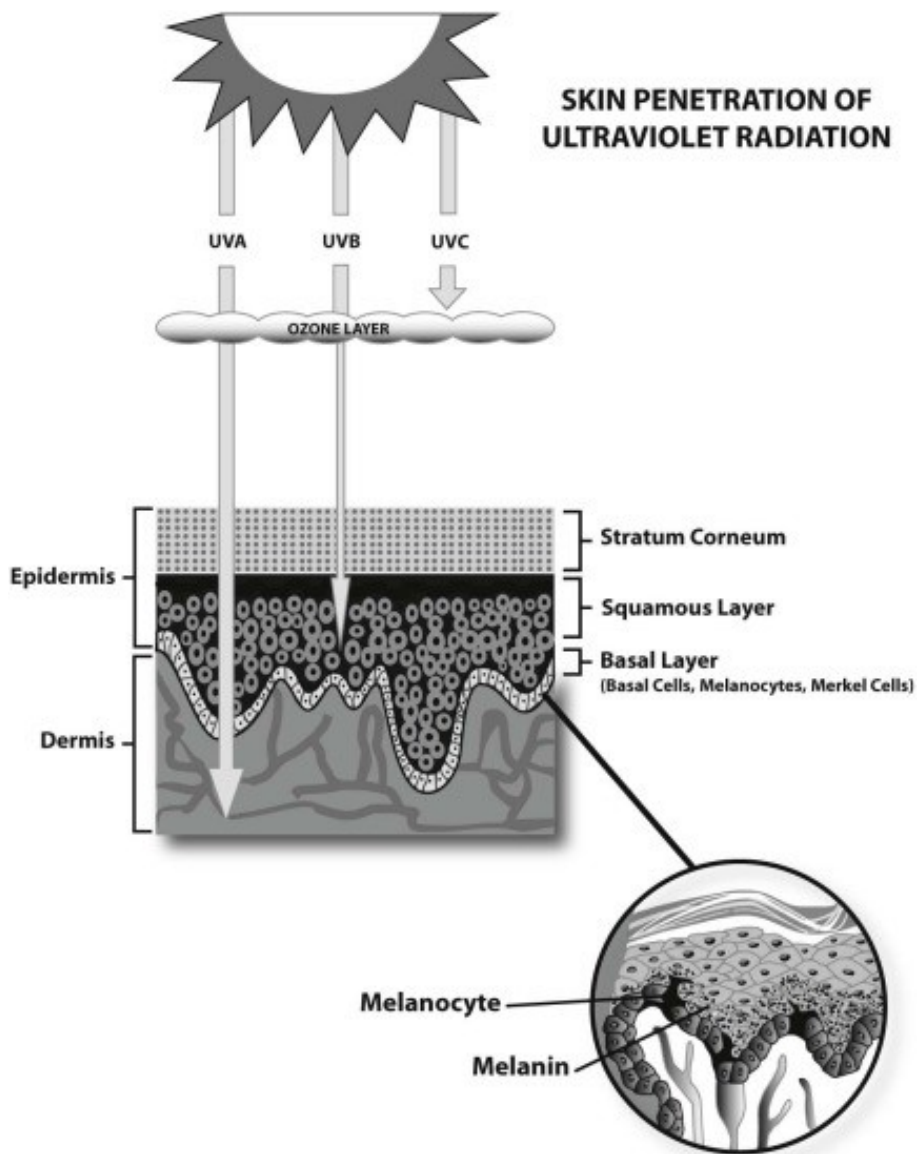
3.4.2 Atividade Fotoprotetora

Para um protetor solar ser comercializado, é essencial que ele cumpra com algumas determinações estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 30, de 1 de junho de 2012, dispõe especificações que vão desde informações de rótulos até sobre a necessidade de testes comprovados sobre a eficiência do protetor. Essas exigências são de extrema importância pois é imprescindível a utilização de protetores solares, já que a exposição prolongada aos raios solares sem proteção pode provocar uma série de danos à saúde, desde vermelhidão e queimaduras até problemas mais graves como câncer de pele (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

Os raios ultravioletas (UV) são subdivididos em três partes UVA raios mais longos com comprimento de 315 a 400 nanômetros, são na sua maioria os responsáveis pelo envelhecimento precoce da pele, os UVB de comprimento de 280 a 320 nanômetros aumentam a produção de melanina fazendo com que a

criando bronzeado na pele e o UVC de 100 a 280 nanômetros que são absorvidos pela camada de ozônio, como demonstrado na figura 3.

Figura 3 - Tipos de radiação ultravioleta (UV) e penetração na pele.



Fonte: WATSON; HOLMAN.; MAGUIRE-EISEN, 2016.

Os cosméticos fotoprotetores podem ser naturais e sintéticos, mas em ambos possuem propriedades para absorção, dispersão e reflexão da radiação solar, protegendo a pele da incidência dos UVA e UVB (MOURA, 2020).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A partir do objetivo de realizar uma revisão sistemática da literatura sobre o *upcycling* no meio cosmético, optou-se pela utilização do *Methodi Ordinati* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015). Essa metodologia é composta em seu total por nove etapas. São elas:

4.1 Definição da intenção da pesquisa

Nesse passo deve-se delimitar o objetivo ou problema da pesquisa a ser realizada.

4.2 Pesquisa preliminar nas bases

Essa etapa dá início às delimitações de pesquisa. Utilizaremos palavras-chaves pré-definidas: *upcycling*, cosméticos, lignina. Assim, serão avaliadas combinações dessas palavras-chaves a fim de garantir uma busca coerente.

Ainda é necessário considerar todas as possíveis variações e combinações a fim de não haver falta ou excesso de material. Também se torna interessante a utilização de operadores *booleanos* (*and*, *or* e *not*).

4.3 Definição temporal das palavras-chave, bases de dados e delimitação temporal

Definição das palavras-chave, bases de dados e delimitação temporal: Após as pesquisas da etapa dois, define-se as combinações de palavras-chaves, as bases de dados e o recorte temporal ideais para o objetivo proposto. Pode-se definir também nessa etapa a necessidade de filtro para título, resumo ou tipo de documentos

4.4 Pesquisa definitiva nas bases de dados

Pesquisa definitiva nas bases de dados: Tendo todas as delimitações de busca definidas, começa-se a pesquisa propriamente dita. Os artigos que se encaixam nos critérios definidos são exportados para um gerenciador de referências.

4.5 Procedimentos de filtragem

Nessa etapa exclui-se artigos que não tenham relação ou não se encaixem no objetivo ou no tema da pesquisa.

4.6 Identificação do fator de impacto

Identificação do fator de impacto, ano de publicação e número de citações: Inicia-se o processo identificação da relevância do artigo. É necessário identificar o fator de impacto, ano de publicação e o número de citações de cada um dos artigos que foram selecionados até essa etapa.

O Fator de Impacto é um método utilizado para qualificação dos periódicos científicos de acordo com as citações que recebem. Ele é calculado através do somatório do número de citações recebidas pelo artigo no ano em que o fator de impacto foi calculado e dividindo esse número pelo número de artigos publicados nos últimos dois anos. É possível descobrir essa classificação utilizando o Journal Citation Reports (JCR), uma plataforma de bases estatísticas. Já o número de citações pode ser encontrado de maneira simples através da plataforma do Google Acadêmico.

4.7 Aplicação do InOrdinatio

É nessa etapa onde é indicada de fato a relevância do artigo através da equação abaixo:

Equação 1 - Equação *InOrdinatio*

$$\text{InOrdinatio} = \frac{Fi}{1000} + (\alpha * (10 - (\text{AnoPesq} - \text{AnoPub}))) + (\sum Ci)$$

Onde:

Fi = Fator de impacto da revista;

α = Coeficiente atribuído pelo pesquisador à relevância do ano de publicação (Pode variar de 0 a 10)

AnoPesq = Ano de realização da busca nas bases de dados

AnoPub = Ano de publicação do artigo

ΣCi = Número de citações do artigo

4.8 Localização dos textos em formato integral

Localização dos textos em formato integral: É feita a busca do documento integral.

4.9 Leitura sistemática e análise dos artigos

Finaliza-se realizando a leitura sistemática juntamente com a análise dos artigos.

Ao final da aplicação do método, chegaremos a um portfólio que irá conter toda a informação base para a revisão. Inicialmente foram selecionadas 3 bases de dados. São elas: *Oxford Journals*, *ScienceDirect* e *Scopus*. E algumas das combinações de palavras-chaves pré-definidas são: cosméticos lignina e *upcycling* cosméticos. Por fim, a delimitação temporal foi escolhida baseada na consideração de o processo do *upcycling* ser relativamente novo, bem como as pesquisas relacionadas à lignina e sua aplicação cosmética também terem início recente. Dessa forma, a pesquisa será limitada aos últimos 5 anos.

5 RESULTADOS

5.1 Classificação da pesquisa

Para aplicação do método, iniciou-se com a busca sistematizada dos dados. Esse início é bastante importante, pois ditará o caminho de toda a pesquisa. A primeira etapa se trata da definição das palavras, que serão utilizadas nas bases de pesquisa. Dessa forma, foi realizada a busca com as combinações “*upcycling cosmetics*”, “*lignin cosmetics*” e “*upcycling lignin*”. Após, é necessário definir quais bases de pesquisas serão utilizadas. Foi optado pelas bases *Oxford Journals*, *ScienceDirect* e *Scopus*. Dessa forma, tivemos como resultado 9525 artigos, como apresentado no quadro abaixo:

Tabela 1 – Resultados iniciais

	"Upcycling cosmetics"	"Lignin cosmetics"	"Upcycling lignin"
Base de dados
<i>Oxford Journals</i>	5	228	2
<i>ScienceDirect</i>	182	8513	256
<i>Scopus</i>	14	302	23

Fonte: Autoria própria (2022)

O próximo passo estabelecido pelo método é definir a combinação dos atributos de pesquisa. Nessa pesquisa, estabelecemos a utilização de artigos nas línguas inglês e português e que foram publicados nos últimos 5 anos (2018 a 2022). Tivemos uma redução número de artigos utilizáveis, como mostra o quadro abaixo:

Tabela 2 – Primeira filtragem

	"Upcycling cosmetics"	"Lignin cosmetics"	"Upcycling lignin"
Base de dados
<i>Oxford Journals</i>	5	75	2
<i>ScienceDirect</i>	143	1570	202
<i>Scopus</i>	13	176	21

Fonte: Autoria própria (2022)

Na etapa 4 desse processo, inicia-se as etapas de filtragem para refinamento dos dados obtidos anteriormente. Foram unificados todos os resultados em um único grupo e retirados os artigos que tivessem seu título em desacordo com o objetivo da pesquisa ou fossem irrelevantes. O número de resultados para essa etapa foi de 319. E, como podemos obter um mesmo artigo em diferentes bases de dados, retiram-se as duplicatas encontradas (etapa 5), obtendo um total de 274 artigos restantes.

Para a aplicação da etapa 6, foi necessário identificar três informações primordiais para aplicação do método *InOrdinatio*, sendo elas o fator de impacto, quantidade de citações e o ano da publicação.

O fator de impacto é designado pelo *Journal Citation Reportes* (JCR), ele permite verificar os periódicos mais citados em uma determinada área e a relevância das publicações no âmbito das pesquisas científicas, dessa forma, é possível avaliar e comparar através dos dados de citações extraídos dos periódicos. Já a quantidade de citações pôde ser extraída através do Google Scholar, por se tratar de uma plataforma que engloba informações de todas as bases de dados.

Através dessas informações, podemos então partir para a etapa 7, e aplicar então a equação do método *InOrdinatio* (equação 1), e dessa forma ordenar a relevância de cada um dos artigos, dentro de um banco bibliográfico considerando os valores encontrados na etapa 6 para o fator de impacto, quantidade de citações e ano de publicação.

Já para o valor de alfa, refere-se a relevância do ano de publicação para a pesquisa, esse valor pode variar de 1 a 10, sendo atribuído pelo pesquisador, de acordo com sua necessidade. Para a nossa pesquisa, atribuímos o valor de 7 para alfa.

Dessa etapa, podemos então ordenar e classificar os 10 artigos mais bem avaliados conforme a etapa 8. Para um melhor resultado, e conclusão do método, realizamos uma breve revisão dos artigos para descartar aqueles que ainda não estivessem alinhados ao tema e não evidenciasse principalmente “lignina cosmética” em seu título e então substituí-los pelo próximo artigo da lista.

O critério da quantidade de artigos a serem selecionados para leitura é definido pelo pesquisador. Enfim, chegamos a última etapa do *Methodi Ordinatio*, e podemos assim concluir com a seguinte lista de artigos que serão analisados posteriormente.

Tabela 3 – Relação de artigos selecionados

(continua)

Ranking	Artigo	Revista	Ano	Fator de Impacto	Citações	InOrdinatio
1	<i>Current advancement on the isolation, characterization and application of lignin</i>	<i>International Journal of Biological Macromolecules</i>	2020	8,025	137	193,008
2	<i>Lignin as a potential source of high-added value compounds: A review</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	2020	11,072	118	174,011
3	<i>Solubility of lignin and chitin in ionic liquids and their biomedical applications</i>	<i>International Journal of Biological Macromolecules</i>	2019	8,025	69	118,008
4	<i>Potential use of kraft and organosolv lignins as a natural additive for healthcare products</i> Open Access	<i>RSC Advances</i>	2018	4,036	76	118,004
5	<i>Lignin nanoparticles enter the scene: A promising versatile green tool for multiple applications</i>	<i>Biotechnology Advances</i>	2020	17,681	61	117,018
6	<i>Lignin for white natural sunscreens</i>	<i>International Journal of Biological Macromolecules</i>	2018	8,025	67	109,008

Tabela 3 – Relação de artigos selecionados

(conclusão)

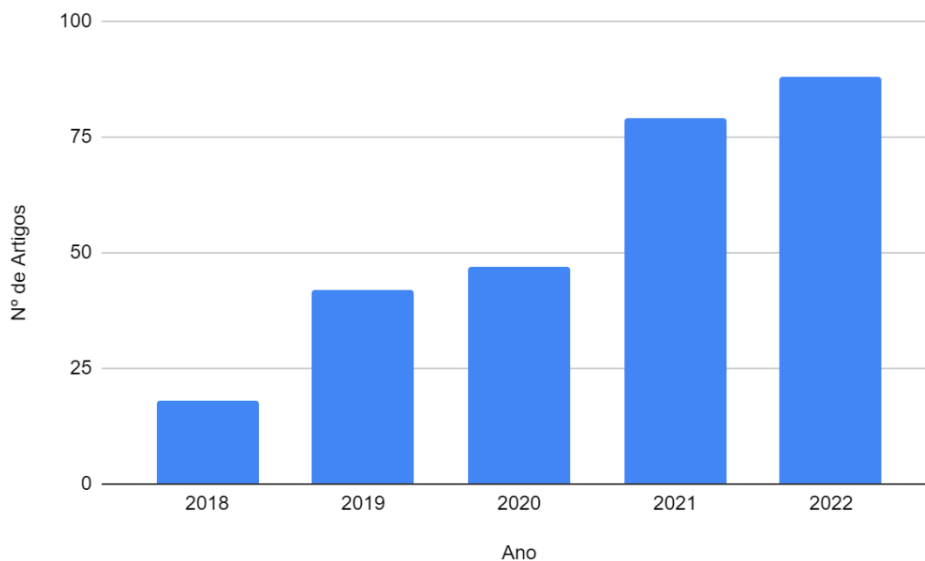
Ranking	Artigo	Revista	Ano	Fator de Impacto	Citações	InOrdinatio
7	<i>Lignins from agroindustrial by-products as natural ingredients for cosmetics: Chemical structure and in vitro sunscreen and cytotoxic activities</i> Open Access	<i>Molecules</i>	2020	4,927	29	85,005
8	<i>Characterization of a lignin from Crataeva tapia leaves and potential applications in medicinal and cosmetic formulations</i>	<i>International Journal of Biological Macromolecules</i>	2021	8,025	10	73,008
9.	<i>The potential use of kraft lignins as natural ingredients for cosmetics: Evaluating their photoprotective activity and skin irritation potential</i>	<i>International Journal of Biological Macromolecules</i>	2022	8,025	0	70,008
10	<i>Upcycling of lignin waste to activated carbon for supercapacitor electrode and organic adsorbent</i>	<i>Korean Journal of Chemical Engineering</i>	2019	3,146	14	63,003

Fonte: Autoria própria (2022)

5.2 Aspectos metodológicos

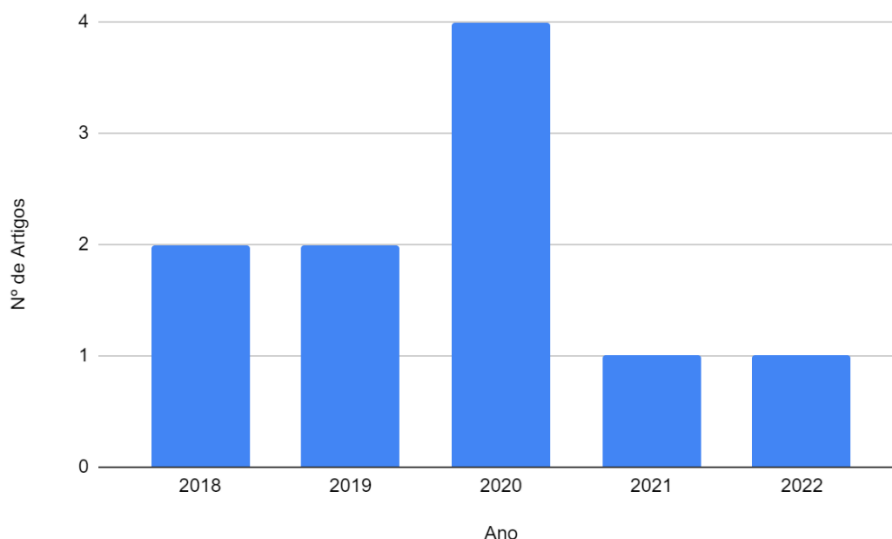
A partir das buscas realizadas para a metodologia, podemos conduzir diversas análises além do tema e a revisão dos artigos classificados, nessas análises podemos incluir informações como características da distribuição temporal e perfil dos periódicos. Esse tipo de análise é interessante para observar tendências relacionadas ao tema de pesquisa.

Logo, partimos para a análise temporal dos 274 artigos classificados.

Gráfico 2 – Distribuição temporal de todas as publicações.

Fonte: Autoria própria (2022)

Podemos notar um crescimento exponencial na publicação de artigos com as palavras-chave buscadas, essa tendência deve-se ao engajamento na busca de soluções mais sustentáveis.

Gráfico 2 – Distribuição temporal das publicações selecionadas.

Fonte: Autoria própria (2022)

Ao analisarmos os artigos que selecionamos, podemos notar uma maior concentração ao ano de 2020, com 4 artigos publicados nesse ano, seguidos por 2018 e 2019 empatados, com 2 artigos publicados cada, e 2021 e 2022 com 1 artigo.

A respeito do perfil dos periódicos podemos observar a principal área dos periódicos, dando destaque a área da bioquímica e química multidisciplinar, apresentados no idioma inglês e fator de impacto com alta influência, como podemos ver no quadro abaixo.

Quadro 1 – Perfil dos periódicos.

Periódico	Área	Idioma	Fator de Impacto	Região
<i>Biotechnology Advances</i>	Biotecnologia e microbiologia aplicada	Inglês	17,681	Inglaterra
<i>International Journal of Biological Macromolecules</i>	Bioquímica e biologia molecular	Inglês	8,025	Países Baixos
<i>Journal of Cleaner Production</i>	Ciência e tecnologia verde e sustentável	Inglês	11,072	EUA
<i>Korean Journal of Chemical Engineering</i>	Química multidisciplinar	Inglês	3,146	Coréia do Sul
<i>Molecules</i>	Bioquímica e biologia molecular	Inglês	4,927	Suíça
<i>RSC Advances</i>	Química multidisciplinar	Inglês	4,036	Inglaterra

Fonte: Autoria própria (2022)

Cinco dos artigos selecionados foram publicados pelo *International Journal of Biological*, se mostrando um periódico muito importante para nossa pesquisa, já os outros periódicos apresentaram apenas um cada, dos artigos selecionados.

Outra análise interessante a se fazer, dos 10 artigos selecionados, o termo que mais se repete entre as palavras-chave é “*lignin*”, aparecendo 7 vezes, seguido por “*antioxidant*” e “*natural cosmetic*” que aparecem 2 vezes. Através da plataforma *WordCloud* é possível fazer uma nuvem de palavras para analisar a frequência em que cada uma das palavras-chave aparece nos artigos analisados. Obtivemos os seguintes resultados.

Através dessas buscas, podemos então analisar de forma visual as correlações entre artigos, e perceber que ambos artigos trazem a lignina como principal assunto em cada um dos artigos selecionados, e subsequente ter uma ideia do assunto que recebeu mais atenção no artigo.

5.3 Análise dos artigos

Podemos então partir para a análise sistemática de conteúdo dos artigos, onde será realizada a leitura de cada um dos artigos da tabela 3 para então concluir nossos objetivos.

5.3.1 Current advancement on the isolation, characterization and application of lignin

O primeiro artigo analisado “Avanço atual no isolamento, caracterização e aplicação de lignina” tem como foco principal a caracterização da lignina e suas aplicações. Os autores destacam as vantagens de se trabalhar com a lignina, como seu baixo custo, alta disponibilidade por ser encontrada em diversos tipos de biomassas, seu fator sustentável e suas propriedades atreladas. Além disso, discute sobre as dificuldades atuais para sua utilização, como sua estrutura complexa e sua característica imiscível.

Entre os benefícios do material, Liao et al. apresentam:

Reforço estrutural: devido a sua estrutura aromática e rigidez, a lignina pode ser utilizada em compósitos poliméricos com um componente de reforço estrutural. Entre suas desvantagens, temos a sua baixa resistência à tração e alongamento, que se devem a sua baixa adesão interfacial.

Função antioxidante: a lignina tem sua capacidade antioxidante apresentada em grupos hidroxila e metoxi que capturam radicais livres pela doação de hidrogênio. A desvantagem dessa característica está no consumo de energia e produtos químicos necessários nas reações utilizadas para encontrá-la. Entretanto, busca-se novas alternativas que reduzam esses impactos, como por exemplo, a extração assistida por micro-ondas ou tratamento enzimático.

Absorção na região UV: essa característica é a de maior interesse no presente trabalho, pois temos espaço para utilização em cosméticos. De acordo

com Liao et al., a lignina vem ganhando atenção na área quando se trata de sua aplicação em bloqueadores solares, principalmente para competir com atuais bloqueadores UV de alto custo no mercado. Isso se deve a sua função antioxidante, seu preço reduzido, sua propriedade fotoprotetora e sua não toxicidade para as células do consumidor.

A desvantagem apresentada para essa característica é a cor escura do composto, que na maioria dos casos é indesejável no mercado de cosméticos. Alternativas como a remoção de sua estrutura de condensação ou o bloqueio de suas hidroxilas livre auxiliam na redução da cor. Dentre elas, a sulfonação e acetilação. Ambas tiveram um resultado insatisfatório, sendo separação de fase, desmulsificando o filtro solar e dispersão do filtro, respectivamente. Além disso, sua capacidade de absorção de UV também se mostrou inferior.

Agente antimicrobiano: a lignina é um composto que apresenta atividade antimicrobiana. Porém, sua capacidade antimicrobiana depende de alguns fatores, como as condições de extração, a polaridade do solvente e sua fonte de biomassa, por exemplo. Liao et al. citam o crescente aumento de pesquisas dentro desse assunto devido a sua menor toxicidade quando comparada a outros agentes antimicrobianos que são utilizados nos dias de hoje.

Retardante de fogo: o artigo nos traz diversas referências de pesquisas realizadas avaliando o potencial da lignina como retardante de chama.

Aplicabilidade em impressões 3D: por fim, Liao et al. apresentam os resultados obtidos por Domínguez-Robles et al. ao avaliar algumas variações de aplicação da lignina em impressões 3D.

Esse artigo contribui com esse trabalho ao apontar pontos de atenção na aplicação da lignina em bloqueadores. Entende-se que sua aplicação tem potencial, mas possui alguns empecilhos. Ao contornar o obstáculo da cor com a remoção da estrutura de condensação, nos deparamos com outras perdas de performance para o objetivo final. Sendo assim, torna-se necessário desenvolver novos métodos para essas correções.

5.3.2 *Lignin as a potential source of high-added value compounds: A review*

A revisão de Torres et al (2020) “A lignina como fonte potencial de compostos de alto valor agregado: uma revisão” contribui para um panorama sobre as mais diversas tecnologias para obtenção da lignina, suas propriedades e oportunidades.

Existem muitos tipos de ligninas, elas possuem diferentes propriedades que dependem tanto do seu processo de extração, quanto de sua fonte vegetal, existem as ligninas que possuem enxofre (lignina kraft e lignosulfonatos), as sem enxofre (lignina soda, lignina organosolv e lignina de explosão de vapor) , a nova geração de ligninas de solventes verdes (lignina de líquidos iônicos e lignina de solventes eutéticos profundos) e outros tipos de lignina (lignina de madeira moída, lignina de pirólise e hidrólise de lignina). A lignosulfonatos é lignina que possui maior produção, e logo após a lignina kraft, a lignina de solventes eutéticos profundos representam uma alternativa “mais verde” aos processos tradicionais de extração de lignina, porém ainda existem certas dificuldades para sua aplicação em escala industrial, mas tais dificuldades já estão sendo estudadas.

As diferentes ligninas disponíveis podem ser convertidas em combustíveis biorrenováveis ou outros produtos de valor agregado, como vanilina, fibras de carbono, poliuretanos e biocompósitos, além de nanomateriais para aplicações que vão desde a biomédica até o setor automobilístico. Até o momento, a vanilina é o único produto derivado da lignina que concorre diretamente com a vanilina obtida de fontes petroquímicas, com preço de mercado de US\$ 10/kg. O bio-óleo é outro produto atrativo obtido da despolimerização da lignina, com custos de produção estimados em US\$ 0,62 e US\$ 1,40 por galão. Além disso, devido ao seu preço de mercado, a fibra de carbono parece ser o produto mais atrativo obtido a partir da lignina. Supera o bio-óleo e a vanilina, o que significa que eles são capazes de competir com os precursores derivados do petróleo.

Por fim, se a lignina pudesse ser produzida com mais estabilidade dimensional e estrutural, seria possível substituir mais ingredientes à base de petróleo em diferentes produtos com baixa pegada de carbono, redução das emissões de gases de efeito estufa e impacto mínimo na oferta de alimentos.

Dessa forma, podemos ver que a lignina é atrativa não só para a indústria de cosméticos como estamos buscando. Seu alto potencial de aplicação é atrativo para diversas áreas e traz diversos benefícios a natureza, destacando-se pela sua abundância e facilidade de obtenção, considerando que ela pode ser obtida através de resíduos da indústria de papel e celulose e também etanol.

5.3.3 *Solubility of lignin and chitin in ionic liquids and their biomedical applications*

SINGH (2019) traz em seu estudo “Solubilidade de lignina e quitina em líquidos iônicos e suas aplicações biomédicas” os principais avanços da lignina e quitina, derivados não comestíveis de plantas e animais respectivamente solubilizadas em biorrefinaria. O autor destaca desde o princípio a grande busca por alternativas ecologicamente corretas para substituir a utilização de matérias-primas de origem fóssil, dessa forma a utilização de solventes orgânicos também ganham destaque.

Os líquidos iônicos podem ser utilizados como solventes no processo de extração tanto da lignina quanto da quitina, se mostrando eficazes quando utilizados sozinhos ou em misturas, isso ocorreu porque eles quebram todas as ligações entre as moléculas, tornando-as mais dispersas e menos cristalinas. Sua síntese pode ser realizada em duas etapas, a primeira se refere a preparação dos cátions/íons dipolar, e na segunda temos a adição de ânions, porém uma das dificuldades desse tipo de solvente está na sua purificação, esse problema se deve a baixa pressão de vapor dos íons, dessa forma podendo impedir a destilação de impurezas.

Nos líquidos iônicos testados, estão os solventes eutéticos profundos, constituídos por uma combinação de ácidos de Lewis ou Bronsted e bases, como cloreto de colina e ácido fórmico, prolina e ácido láctico, entre outros, mostrando eficácia na solubilização da lignina para valores de 1:2 e 1:3 de razão em solvente, devido ao efeito sinérgico dos doadores e aceitadores de ligações de hidrogênio, por meio de interações inter e intramoleculares. O cloreto de colina com o resorcinol produziu um solvente altamente eficaz para a

solubilização da lignina. Essa combinação continha grupos hidroxila e fenila, que atuam como solventes para máxima solubilização.

Já as aplicações biomédicas da lignina e quitina não apresentam tanto reconhecimento, porém suas consideráveis características como rigidez, fornecimento de resistência mecânica, atividade antioxidante e proteção UV chamam atenção para esse ramo. Dessa forma, chamam atenção por ser uma opção renovável e sustentável para aplicações em biossensores, tratamentos de câncer, nanopartículas de entrega de medicamentos, engenharia de tecidos, tratamentos de diabetes, controle de obesidade, antivirais e muito mais.

Apesar de contrapor nosso tema, este estudo também é muito interessante para mostrar outras aplicações da lignina, dessa vez, destacando a área da biomedicina, e assim como no artigo anterior mostra a alta aplicabilidade e o grande potencial da lignina.

5.3.4 Potential use of kraft and organosolv lignins as a natural additive for healthcare products.

Gordobil et al (2018) direcionam seu estudo “Uso potencial de ligninas kraft e organosolv como aditivo natural para produtos de saúde” para avaliação do potencial da lignina como antioxidante, antimicrobiano e proteção solar estabelecendo um comparativo entre lignina kraft que é isolada da indústria e a organosolv extraídas de abeto e eucalipto. Em seus experimentos, para a determinação de capacidade antioxidante, os autores utilizaram do método indireto de, onde os radicais de lignina são reduzidos, podendo ser observado mudança de cor e analisado por espectrofotometria, dessa forma mostraram a eficácia da lignina quando comparado com antioxidantes comerciais, como hidroxitolueno butilado. A respeito do estudo para atividade antifúngica, foi possível demonstrar que a lignina kraft aponta grande destaque contra vários microrganismos patogênicos, abrindo uma nova perspectiva para mercados da indústria alimentícia e farmacêutica. Por fim, para determinação do fator de proteção solar da lignina, por um teste quantitativo, em que foram adicionadas diferentes concentrações de lignina em um creme comercial padrão, para assim provar sua propriedade e eficiência na absorção da radiação UV, concluindo ser uma ótima alternativa para substituir a utilização de protetores solares típicos.

Dessa forma, com esse estudo, podemos notar mais uma vez o valor da lignina, se mostrando altamente eficiente nas mais diversas aplicações e se tornando uma opção inovadora para a indústria química, cosmética e farmacêutica. Trazendo em seu estudo a oportunidade da utilização da lignina industrial, e mostrando que não há desvantagem quando comparada com as outras ligninas, demonstrando seu valor e potencial de inovação quando é utilizado um resíduo industrial para a produção de cosméticos com formulações naturais.

5.3.5 Lignin nanoparticles enter the scene: A promising versatile green tool for multiple applications.

O quinto artigo “As nanopartículas de lignina entram em cena: uma promissora ferramenta verde versátil para múltiplas aplicações”, traz em forma de revisão, os recentes desenvolvimentos no estudo de nanopartículas de lignina (NLPs). Schneider et al citam que as formas das nanopartículas podem variar desde esferas bem definidas até mesmo formatos irregulares e sua formação ainda é debatida. Porém, sabe-se que a lignina se organiza em nanopartículas devido às movimentações de sua parte hidrofóbica e hidrofílica e a forma se dará de acordo com o método de extração utilizado.

A composição química dessas nanopartículas de lignina terá variações em seu tamanho, carga superficial, forma, hidrofobicidade e a presença de produtos químicos ou grupos funcionais. Todas essas características serão fundamentais para suas aplicabilidades.

Schneider et al apresentam algumas aplicabilidades das nanopartículas. Temos:

Atividade antioxidante: Estudos apontaram que, quando há a transformação da lignina em nanopartículas, sua atividade antioxidante é aumentada, principalmente devido ao número de grupos fenólicos reagindo com o radical DPPH na superfície. Todos os compostos do estudo apresentado tiveram resultados superiores de atividade antioxidante em comparação a antioxidantes de alimentos padrão.

Proteção UV: Schneider et al. trazem resultados de algumas nanopartículas de lignina. Em toda, houve uma melhora de efetividade na absorção das regiões UV. Apontaram ainda a possibilidade de aumento de 115% do valor do FPS com a adição das nanopartículas em creme puro, aumentando ainda mais com o acréscimo da concentração de NLPs.

Atividade antimicrobiana: Testes apontaram que as nanopartículas têm uma eficiência satisfatória em uma grande variedade de bactérias. Ela ainda se intensifica de acordo com sua concentração.

Sistema de entrega: O artigo traz como maior potencial de aplicabilidade a utilização das NPLs para liberação de compostos. Um dos exemplos apresentados se trata da entrega de drogas que combatem a proliferação de células cancerígenas.

Encapsulamento: Alguns trabalhos já vêm sendo realizados para o estudo de nanopartículas de lignina em encapsulamentos, principalmente em aplicações agrícolas.

Nanocompósitos híbridos: Se tratam de combinações entre dois compósitos, nesse caso, incorporação de nanopartículas de lignina em outros compósitos. Dessa forma, o material forma um conjunto de características.

Engenharia de tecidos: Já estudada a utilização de nanocompósitos na reparação, substituição e aperfeiçoamento de tecidos ou órgãos.

Adsorção de metal pesado: Algumas pesquisas já apresentam resultados satisfatórios para a adsorção de metais (como prata, por exemplo) com a aplicação de nanopartículas de lignina.

Dessa forma, o artigo tem seu foco na apresentação de aplicabilidade do composto. Porém, alerta sobre alguns pontos, como a necessidade de concentrar estudos em lignina de custo baixo, necessidade de produção em larga escala que apresente um menor consumo de energia e a busca de novas aplicações.

5.3.6 *Lignin for white natural sunscreens.*

Lee, S et al (2019) cita em seu artigo “Lignina para protetores solares naturais brancos” a importância da utilização de protetores solares, porém os ativos químicos desse produto podem ser prejudiciais à saúde a longo prazo. Dessa forma protetores solares com compostos naturais vem chamando atenção, porém uma barreira nesse mercado é a coloração escura da lignina, que se torna uma barreira para o consumidor. Assim, esse estudo é direcionado para a redução da cor da lignina sem perder sua propriedade de absorção de UV.

Após o isolamento e purificação de três tipos de ligninas, as *Miscanthus sacchariflorus*, a *Pinus desinflora* e lignina organosolv, utilizando de condições brandas, temperatura ambiente e solventes neutros. Essas condições ajudam evitar o escurecimento dela, já que em condições de descoloração é responsável pela degradação do anel benzênico, dessa forma, prejudicando a absorção de raios UV. Logo, foi misturada a creme puro e protetor solar e para as medições da transmitância e coloração foi utilizado espectrofotômetro, mostrando então a eficácia da *Miscanthus sacchariflorus* como protetor de cor clara, mesmo quando comparada com a organosolv de cor escura. Em filtros solares, também se mostrou eficaz, a exposição de filtros solares adicionados à *Miscanthus sacchariflorus* à radiação UVA aumentou o FPS do filtro solar.

Dessa forma, os autores acreditam que os vários tipos de ligninas abram aplicações de alto valor agregado como ingrediente natural em protetores solares e cosméticos. Além de inibir características de colocação que possam atrapalhar a comercialização desses produtos, quando comparados aos produtos convencionais.

5.3.7 *Lignins from agroindustrial by-products as natural ingredients for cosmetics: Chemical structure and in vitro sunscreen and cytotoxic activities.*

Gordobil et al (2020) nos apresentam um impacto ambiental que tem chamado atenção. Seu artigo “Ligninas de subprodutos agroindustriais como ingredientes naturais para cosméticos: estrutura química e proteção solar in vitro e atividades citotóxicas” cita que várias pesquisas apontam a presença de filtros UV orgânicos em ecossistemas aquáticos, como mares e lagos. Isso se deve

principalmente a atividades humanas de lazer e falhas em tratamentos de águas residuais. Além disso, filtros químicos apresentaram nível de concentração preocupante em peixes, mamíferos marinhos e demais seres aquáticos. Outro ponto importante é a absorção de filtros orgânicos no organismo humano. Ela se dá através de absorção pela pele e pelo consumo de produtos contaminados, como alimentos ou água.

Dito isso, a lignina se apresenta como uma alternativa bastante interessante. Ponto esse, justificado pela sua disponibilidade na natureza e estrutura com capacidade de absorver radiação UV. Nesse artigo, foram utilizadas como biomassa fonte de lignina as cascas de avelã e noz. Vários foram os pontos avaliados nesses compostos. Entre elas, temos:

Avaliação da composição química e propriedades moleculares: Os resultados para as duas ligninas avaliadas foram satisfatórios, apresentando um grau de pureza superior a 85%, com teor de carboidrato e cinzas baixo.

Teor fenólico total e propriedades antioxidantes: Os dois tipos de lignina apresentaram resultado para atividade antioxidante próximo a produtos já comercializados atualmente.

Propriedades citotóxicas: As amostras avaliadas não apresentaram comportamento citotóxico.

Propriedade de proteção solar: O principal ponto dessa pesquisa apresentou um resultado não tão satisfatório. Apesar de ambos os tipos de lignina terem demonstrado absorção de radiação UV, sua intensidade atingiu níveis baixos de fator de proteção solar, não atendendo requisitos necessários para a prevenção solar.

Dessa forma, concluiu-se que a lignina de cascas de avelã e nozes tem sim muito potencial para aplicação cosmética. Especificamente em filtros UV e bioativos com atividade antioxidante. Apesar disso, torna-se necessário o aumento de sua performance, necessitando de novas pesquisas e inovações nesse sentido.

5.3.8 *Characterization of a lignin from Crataeva tapia leaves and potential applications in medicinal and cosmetic formulations.*

Este artigo “Caracterização de uma lignina das folhas de *Crataeva tapia* e potenciais aplicações em formulações medicinais e cosméticas” teve como objetivo avaliar algumas propriedades físico-químicas da lignina, bem como algumas características específicas do composto, para determinação de sua potencial aplicação em cosméticos e formulações medicinais.

Foram utilizados como biomassa fonte de lignina folhas de *Crataeva Tapia* cultivadas em Recife (PE) e coletadas em janeiro de 2020.

A extração do composto foi obtida através de uma adaptação de um método apresentado por Cruz-Filho et al. e foi realizada em 3 etapas. São elas:

- 1 - Remoção de compostos que possam vir a interferir na estrutura química do composto a ser analisado;
- 2 - Hidrólise para remoção dos carboidratos das hemiceluloses;
- 3 - Deslignificação alcalina, filtração, acidificação, nova filtração, neutralização e secagem.

Várias foram as análises realizadas com a lignina. Dentre elas, temos de mais relevante para esse trabalho a análise espectroscópica de UV-Vis, o teste de atividade antioxidante total e teste de citotoxicidade. Por fim, foi realizada a análise estatística dos dados, utilizando ANOVA para comparações.

Os resultados apresentados pelas análises demonstram uma similaridade entre o rearranjo estrutural da lignina extraída das folhas de *Crataeva tapia*, quando comparada às da madeira e bagaço de cana-de-açúcar. Sua absorvância de UV teve seu pico em 280 nm, como já relatado em outras pesquisas. Quanto a sua citotoxicidade, a lignina obtida apresenta um resultado satisfatório, com capacidade de estímulo para a produção de citocinas anti-inflamatórias, favorecendo reparos celulares em casos onde há exposição à radiação solar. Outro resultado satisfatório foi sua atividade antioxidante ao capturar o radical ABTS. Dessa forma, Arruda et al. concluem que a planta estudada tem potencial para aplicações farmacêuticas e cosméticas, principalmente aliada à proteção solar.

5.3.9 *The potential use of kraft lignins as natural ingredients for cosmetics: Evaluating their photoprotective activity and skin irritation potential.*

No estudo “O uso potencial de ligninas kraft como ingredientes naturais para cosméticos: avaliando sua atividade fotoprotetora e potencial de irritação da pele” de Gagosian et al (2019), foi examinado o potencial de irritação e os efeitos fotoprotetores da lignina kraft (LE), fração solúvel da lignina kraft em etanol e de duas outras ligninas derivadas da lignina kraft com modificação no seu peso molecular, a R1 (pH 4,5 da solução tampão de acetato de sódio com LE) e a E60 (LE do meio reacional tampão de acetato de sódio com etanol na proporção de 60%). A biomassa lignocelulósica é um recurso renovável que não apresenta efeitos nocivos à saúde ou ao meio ambiente. dessa forma, a pesquisa foca na segurança da utilização das ligninas antes que elas possam ser adicionadas aos produtos de beleza e saúde. Enquanto alguns estudos descobriram que a biomassa lignocelulósica não é tóxica, avaliando apenas sua citotoxicidade, existem várias outras formas de toxicidade que são importantes nesses casos e que não são avaliadas pelas pesquisas atuais para determinar se a lignina pode ser incorporada com segurança em cosméticos e produtos farmacêuticos.

Para o teste de eficácia do fator de fotoproteção foi utilizado do método *in vitro*, que utiliza análises no espectrofotômetro em diferentes diluições de solução. Dessa forma, os testes provaram que a lignina teve efeitos adequados como filtros orgânicos, chegando a resultados médios do fator de proteção solar para cada uma das ligninas, a LE demonstrou um FPS médio de $33,8 \pm 0,02$, a R1 com $22,7 \pm 0,04$ e a E60 com $22,4 \pm 0,2$. O extrato de lignina E60 adiciona outra função às suas propriedades de redução da solubilidade. Ultrapassando sua natureza insolúvel, esta lignina pode ser utilizada então como filtro físico, isso o torna um substituto ideal para filtros UV tradicionais como dióxido de titânio e óxido de zinco utilizados em filtros UV comerciais.

Essas ligninas também foram avaliadas quanto ao seu potencial de causar danos à epiderme humana, tanto o potencial de irritação da pele e ao potencial de prejudicar o estrato córneo, a camada mais externa da epiderme. De acordo com o estudo, as ligninas encontradas na epiderme humana reconstruída não danificam as células da pele ou a estrutura da pele. Isso ocorre

porque as ligninas não passam pela pele e não foram encontrados sinais de ligninas nas peles dos modelos testados. Além disso, a ausência de irritação da pele e os altos níveis de FPS comprovam a eficácia deste protetor solar, dessa forma, demonstrando a efetividade da lignina como ingrediente cosmético.

5.3.10 *Upcycling of lignin waste to activated carbon for supercapacitor electrode and organic adsorbent.*

A publicação de Lee, Y et al (2019) “*Upcycling* de resíduos de lignina para carvão ativado para eletrodo supercapacitor e adsorvente orgânico” aplica o conceito do *upcycling* e demonstra uma estratégia para a utilização da lignina, resíduo da indústria de papel e celulose. Em seu estudo, os autores citam a lignina como um ótimo caminho para a produção de materiais de carbono, como fibras de carbono e carvão ativado, que possui grande destaque por sua ampla área de utilização, como eletrodos de supercapacitores, suporte de catalisadores, adsorventes e até mesmo como aditivos em pneus de carros.

O carvão ativado de lignina pode ser ativado de forma física, onde é utilizado vapor ou dióxido de carbono e na ativação química é utilizado reagentes como hidróxido de potássio ou ácido fosfórico e em ambos tipos passam por tratamento térmico com altas temperaturas. A forma de ativação e as temperaturas utilizadas influenciam diretamente na porosidade do material final, dessa forma, também influenciando em seu desempenho.

Através da pesquisa, os autores puderam propor uma estratégia simples e efetiva para o *upcycling* da lignina, por meio de uma síntese do carvão ativado derivado da lignina residual do processo de biobutanol, propondo metodologia para a carbonização e processamento para uniformização do material final.

Podemos então concluir que, esse estudo se mostra interessante por trazer diretamente sobre o *upcycling* da lignina, apesar de não abordar sua propriedade cosmética, o potencial da lignina não é deixado de lado, se tornando uma alternativa de alto valor de aplicação, saindo do convencional onde geralmente é utilizada para a geração de energia ou descarte. Inserir um termo novo em uma área que não é muito utilizada, pode demandar certo tempo até que seu significado seja compreendido e aplicado, mas podemos perceber que

sua inclusão em áreas adversas da moda pode representar muito valor para próximos estudos.

5.4 Busca sistemática de patentes

Com o intuito de compreender e observar a movimentação da indústria a respeito da utilização da lignina foi feita uma busca sistematizada de patentes dentro da nossa temática. Para isso, foi necessário estabelecer etapas para que a busca tivesse bons resultados, assim como foi realizado para a revisão bibliográfica. O modelo que utilizamos, tem como base a estrutura que Miguéis et al (2012) mostrou em seu estudo, citando a importância da definição de palavras-chave para a pesquisa em qualquer área. Dessa forma, as etapas foram pré-estabelecidas da seguinte forma.

- Etapa 1 - Definição da pergunta de pesquisa
- Etapa 2 - Identificação das bases de dados
- Etapa 3 - Definição dos critérios para seleção dos trabalhos
- Etapa 4 - Avaliação crítica dos estudos
- Etapa 5 - Apresentação dos resultados e demonstrando as evidências encontradas

Quadro 3 – Definição das etapas de pesquisa de patentes

Etapas	Descrição
Pergunta científica	Existem patentes relacionadas ao aproveitamento da Lignina em cosméticos?
Base de dados consultada	Google <i>Patents</i> , INPI e WIPO
Critérios de busca	Utilização das palavras-chave e suas combinações, e análise do tema e título completo.
Seleção, avaliação	Leitura de títulos, resumos, especificações e descrições das patentes indicadas no site.
Realização e apresentação dos resultados	Análise dos resultados e viabilidade do assunto.

Fonte: Autoria própria (2022)

Assim, definimos como tema para essa pesquisa foi “patentes relacionadas ao aproveitamento/utilização da lignina como composto em cosméticos”, e assim como na primeira etapa dessa pesquisa, as palavras-chave

utilizadas foram: lignina, *upcycling*, cosméticos e suas combinações, dando importância novamente pela utilização delas em inglês. Para a busca de patentes foram utilizadas três plataformas, o Google *Patents*, o INPI, Instituto Nacional de Propriedade Intelectual e o WIPO, Organização Mundial de Propriedade Intelectual. Dessa forma, com as etapas e plataformas definidas podemos partir para as buscas e avaliar os resultados, ao total, obtivemos 414.215 respostas a pesquisa como mostra a tabela abaixo.

Tabela 4 - Resultados nas bases de dados

Palavra-chave	Levantamento Google Patents	Levantamento INPI	Levantamento WIPO
<i>Lignin</i>	138.559	52	28.016
<i>Upcycling</i>	906	32	126
<i>Cosmetics</i>	119.619	47	63.162
<i>Lignin e Upcycling</i>	42	0	0
<i>Lignin e Cosmetics</i>	63.445	10	93
<i>Upcycling e Cosmetics</i>	97	9	0

Fonte: Autoria própria (2022)

De modo a restringir a busca, e deixar ela mais próxima de responder nossa pergunta científica, foram eliminadas as patentes pesquisadas com a palavra-chave individuais, utilizando as combinações e delimitando tempo de pesquisa para 5 anos. Obtivemos então 6.627 resultados, como podemos analisar na tabela abaixo.

Tabela 5 - Resultados nas bases de dados com filtro de 5 anos

Palavra-chave	Levantamento Google Patents	Levantamento INPI	Levantamento WIPO
<i>Lignin e Upcycling</i>	35	0	0
<i>Lignin e Cosmetics</i>	6478	10	30
<i>Upcycling e Cosmetics</i>	65	9	0

Fonte: Autoria própria (2022)

Sendo assim, partimos para a filtragem por títulos, excluindo aqueles irrelevantes e ficamos então com 33 resultados, e podemos então partir para próxima etapa, onde será filtrado através dos resumos.

Tabela 6 - Resultados nas bases de dados com filtro de títulos

Palavra-chave	Levantamento Google Patents	Levantamento INPI	Levantamento WIPO
<i>Lignin e Upcycling</i>	0	0	0
<i>Lignin e Cosmetics</i>	21	0	7
<i>Upcycling e Cosmetics</i>	5	0	0

Fonte: Autoria própria (2022)

Pela tabela acima, percebemos então que a plataforma INPI se tornou irrelevante para nossa pesquisa, e a utilização da combinação das palavras-chave lignina e *upcycling* também não trouxe resultados. Desse levantamento, partimos então para a leitura do resumo e selecionamos aqueles que melhor correspondiam com a nossa pergunta científica.

Quadro 4 - Resultados de patentes

Título	Ano	Publicação	Classificação	País
<i>Amino acid modified lignin broad-spectrum antibacterial agent and preparation method and application thereof.</i>	2019	WO2020186784A1	A61P31/04	China
<i>Lignin-based cosmetic composition for sunscreen.</i>	2018	KR20190083182A	A61K8/72	Coreia do Sul
<i>Preparation method of lignin/titanium dioxide nanoparticle sun-screening agente.</i>	2021	CN113332170A	A61K8/72	China
<i>Preparation method of multifunctional natural lignin-based Pickering emulsion.</i>	2021	CN114601740A	A61K8/062	China
Processo de obtenção de composição de lignina associada com ZnO e TiO ₂ para produto cosmético com cor para pele negra, para booster de proteção à luz azul e para proteção da pele contra agentes oxidantes externos, e respectivo produto resultante.	2020	WO2022133566A1	A61K8/731	Brasil
<i>Sun-screen Composition Comprising Lignin</i>	2018	KR102090796B1	A61K8/86	Coreia do Sul

Fonte: Autoria própria (2022)

Dessa forma, partindo da nossa pergunta científica, “Existem patentes relacionadas ao aproveitamento da Lignina em cosméticos?” e relacionando as patentes encontradas com ela, vimos que, Yong et al (2019) em seu estudo utilizou a lignina industrial modificada com aminoácidos para aumentar a efetividade de seu fator antibacteriano. Seu principal objetivo foi mostrar como

essa modificação pode elevar sua atividade antibacteriana e mostrar perspectivas de sua aplicação em áreas da biomedicina, alimentos e cosméticos. A lignina utilizada é derivada da água residual do processo de cozimento na fabricação de papel e celulose, trazendo baixo preço para sua produção, além de vantagens como a abundância de material, a não toxicidade e a conservação ambiental.

Hoon et al (2018) por sua vez traz a composição de um protetor solar utilizando lignina, em seu estudo não traz a origem da lignina, porém mostra a efetividade da sua atividade como agente de proteção solar contra os raios ultravioletas, que são responsáveis por causar vários danos à pele. Já Kai et al (2021) traz em sua invenção a formulação de um protetor solar utilizando nanopartículas de dióxido de titânio, mostrando seu potencial de expansão da faixa de absorção de ultravioleta da lignina e também fornecendo uma cor clara a emulsão para maior atratividade comercial.

Xing et al (2021) por sua vez, traz em seu estudo a preparação de uma emulsão *pickering* (emulsões que estabilizam utilizando partículas sólidas) a base de lignina, como já demonstrado em outros estudos, os pesquisadores citam a lignina como um ingrediente promissor pelas suas diversas propriedades, como ausência de toxicidade, resistência a oxidação e proteção UV. Dessa forma, com sua alta possibilidade de aplicação na área cosmética, desenvolveram um método para criar nanopartículas de lignina trazendo alto rendimento, multifuncionalidade, baixo custo para sua produção.

A invenção brasileira de Padilha et al (2020) utiliza da lignina seca extraída das fibras de celulose combinada com dióxido de titânio e óxido de zinco para criar um cosmético especialmente para pele negra. Essa pesquisa foi direcionada principalmente para evitar tons acinzentado em peles mais escuras, já que cosméticos atuais possuem fundos brancos e opacos, trazendo tal aspecto, trazendo também intensificadores de proteção contra a luz azul e proteção da pele contra oxidantes externos.

Por fim, a invenção de Lee, J (2018) traz mais uma composição para protetor solar utilizando lignina. Através da utilização da lignina ou lignina modificada como aditivo para maximizar o fator de proteção solar e uma

alternativa não tóxica, sendo uma alternativa as formulações convencionais que podem apresentar problemas a longo prazo.

Podemos ver que, apesar das patentes não focarem principalmente no processo de obtenção e aproveitamento da lignina, podemos notar a grande oportunidade para a indústria de cosméticos ao utilizar de um resíduo para a formulação deles, trazendo uma dinâmica “mais verde” para os seus produtos. Dessa forma, mesmo não citando diretamente o termo “*upcycling*” dentro das invenções, indiretamente podemos relacionar essa valorização quando a lignina é utilizada para a composição de cosméticos.

5.5 *Upcycling* de cosméticos no mercado

A possibilidade da utilização de resíduos e subprodutos em cosméticos é uma ótima oportunidade para o mercado, a valorização desses matérias agregam grande valor para materiais como a Lignina. Dentro desse contexto do nosso trabalho, vimos a possibilidade de uma “pesquisa de mercado” para responder a dúvida: atualmente, já existem produtos cosméticos sendo comercializados que utilizem da tecnologia do *upcycling*?

Para isso, fizemos uma busca refinada para que pudéssemos responder essa pergunta. À primeira vista, é perceptível que apesar da grande quantidade de artigos científicos e patentes encontradas utilizando a lignina, mas apresentou-se certa dificuldade para encontrar um produto que já estivesse sendo comercializado. Concidentemente, a patente brasileira encontrada analisada anteriormente refere-se a um projeto em desenvolvimento de uma parceria entre o Grupo Boticário, referencia no ramo de cosméticos e a Suzano, referencia global na produção de bioprodutos derivados do eucalipto.

Seguindo no ramo do *upcycling* em cosméticos foi possível encontrar alguns produtos pelo mundo, Granlux AOX G3 ECO e Celltice que podem ser reaproveitadas da indústria madeireira, esses ativos são extraídos de galhos e lascas do pinheiro *Picea abies* que não são utilizados pelo processo (COSMETICSONLINE, 2021). O primeiro ativo, o Granlux AOX G3 ECO possui propriedades semelhantes a da lignina, como sua ação antimicrobiana e antioxidante, ele é utilizado na composição *Lumene Men 2 in 1 Body & Hair Wash* um shampoo com ação antioxidante comercializado na Finlândia. Já na Nova

Zelandia e Canadá, temos o *Triple Action Jelly Exfoliator* e o *Wild Maple Leaves - Elastin Boost Cream* que utilizam em sua composição o Celltice.

Os ativos Lisselini e Curvelini, resíduos da extração do óleo da linhaça tornaram-se matéria-prima pelas suas propriedades restauradoras e regeneradoras das fibras capilares (COSMETICSONLINE, 2021) sendo utilizada em dois produtos da marca Assessa e comercializados na Espanha e Itália. O *Active Beauty Eye Shot Express* é um produto desenvolvido pela Givaudan em parceria com a startup Kaffe Bueno, onde é utilizado o óleo de café extraído da borra do café como ativo para a produção desse elixir possuindo propriedades antioxidantes e hidratantes, sendo uma alternativa ao óleo de argan (BRAZILBEAUTYNEWS, 2020).

No Brasil, um dos pioneiros do assunto, com dois produtos sendo comercializados, temos a marca Cacaos Biocosmetics, que utilizando as cacas do cacau, resíduo da produção de chocolate e desenvolveram um creme facial antioxidante e uma loção corporal. Esse resíduo mostrou-se um conjunto completo para a produção de cosméticos naturais, já que possui altos níveis de vitamina C, proteínas e minerais.

É possível notar que novas oportunidades de negócios surgem do movimento *upcycling*, o mercado deseja produtos que sejam ecologicamente corretos, orgânicos, naturais, e que possuam processos de fabricação que não sejam prejudiciais ao meio ambiente, e que tragam inovação e criatividade em suas formulações, ganhando cada vez mais destaque em diversos segmentos inclusive na indústria de cosméticos.

6. CONCLUSÃO

O método *InOrdinatio* se mostra efetivo visto que os artigos finais encontrados tinham foco bastante específico e satisfatório para o objetivo deste trabalho.

Os artigos estudados apresentaram a lignina com um potencial de utilização cosmética. Demonstou também a variabilidade das propriedades da lignina de acordo com sua biomassa de origem. Um exemplo é a discrepância entre os resultados para absorção de UV apresentados para lignina de casca de avelã e nozes quando comparada a lignina de origem do papel kraft.

Outro ponto de destaque é o entrelaçamento das pesquisas. Um exemplo disso é o artigo 6 apresentando uma alternativa para retirada da cor da lignina, problema apresentado no artigo 1. Além disso, boa parte das pesquisas avaliou a ação antioxidante e proteção contra radiação UV. Sendo assim, se torna um aliado forte em produtos de filtro solar.

Com a busca de patentes foi possível observar como a lignina aparece como uma oportunidade para as mais diversas áreas, e novamente se destaca nas invenções como ingrediente natural para a formulação de protetores solar, e recebe ainda mais destaque pela sua abundância, facilidade de obtenção e baixo valor. É fácil notar que em ambas as pesquisas, o conhecimento sobre a lignina e seu potencial têm se intensificado nos últimos anos, demonstrando o interesse e a importância de aprender a lidar com resíduos e trazê-los para nossa realidade, transformando seu ciclo, lidando como um ingrediente de alto valor. É possível notar a oportunidade para pesquisas nos próximos anos, tanto para a lignina como para o *upcycling*, já que o assunto apresenta certa relevância para pesquisas no ramo da economia circular.

É importante salientar, que mesmo a maioria dos artigos não falando diretamente sobre o termo *upcycling*, eles trazem o conceito dentro de suas pesquisas, visando a valorização desse material.

No geral, ainda existem alguns pontos a serem aperfeiçoados, como os métodos de redução da cor ou a escolha de biomassas que apresentem melhor performance. Complementar a esses pontos, algumas alternativas já são apresentadas, como dito anteriormente. Outra demonstração de efetividade de

aplicação são os produtos já existentes no mercado que incorporam o *upcycling*, como apresentamos anteriormente. Apesar de não termos produtos no mercado que utilizem a lignina, já possuem patentes registradas. Por fim, podemos afirmar que a lignina pode sim ser utilizada como ativo cosmético utilizando o processo de *upcycling*.

REFERÊNCIAS

ANVISA (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitária). RDC Nº 30 Resolução da diretoria colegiada - **RDC Nº 30**, de 1 de junho de 2012.

ARRUDA, Marcela Daniela Muniz et al. Characterization of a lignin from *Crataeva tapia* leaves and potential applications in medicinal and cosmetic formulations. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 180, p. 286-298, 2021.

Brasileiro lança marca (pioneira no mundo!) de cosméticos feitos com resíduos de cacau. The Greenest Post,

Brunow, G. (2001) Methods to Reveal the Structure of Lignin. In: Hofrichter, M. and Steinbüchel, A., Eds., **Biopolymers: Lignin, Humic Substances and Coal**, v. 1, p. 89-116, 2001.

Cosmetics Industry Moving Towards Upcycled Ingredients. **Ecovaint.com**. Disponível em: <<https://www.ecovaint.com/cosmetics-industry-moving-towards-upcycled-ingredients/?hilite=%27upcycling%27>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

COSMETICS ONLINE. Antioxidantes em cosméticos. **Cosmetics Online Brasil**. Disponível em: <<https://www.cosmeticsonline.com.br/noticias/detalhes-colunas1/206/antioxidantes-em-cosm%C3%A9ticos>>. Acesso em: 26 nov. 2021.

FRANQUILINO, Erica. Upcycling. **Revista de Negócios da Indústria da Beleza**. Edição Temática Digital, Cosmetics Online. ISSN 1980-9832. Nº63. Ano 16. 2021. Disponível em: <https://www.cosmeticsonline.com.br/ct/pdf_revista/tematica/PDF71_>. Acesso em: 10 novembro 2022.

EARLEY, R. **Upcycling Textiles: Adding Value Through Design** Researcher. Reader, Textiles Environment Design (TED) Chelsea College of Art & Design/CCW Graduate School, University of the Arts London, 2010.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood, Chemistry, Ultrastructure, Reactions**. 1. ed. Nova Iorque: Waster & Grugter, 1984.

FLOR, J.; DAVOLOS, M. R.; CORREA, M. A. Protetores solares. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 153–158, 2007.

Brasil é o quarto maior mercado de beleza e cuidados pessoais do mundo. Forbes, 2020. Disponível em: <<https://forbes.com.br/principal/2020/07/brasil-e-o-quarto-maior-mercado-de-beleza-e-cuidados-pessoais-do-mundo/>> Acesso em: 10 novembro 2022.

FRIES, A. T.; FRASSON, A. P. Z. Avaliação da Atividade Antioxidante de Cosméticos Anti-idade. **Revista Contexto & Saúde**, v. 10, n. 19, p. 17–23, 2013.

GAGOSIAN, Viviana S. Costa et al. The potential use of kraft lignins as natural ingredients for cosmetics: Evaluating their photoprotective activity and skin irritation potential. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2022.

Givaudan lança óleo obtido a partir de café arábica upcycled. Brazilbeautynews, 2020. Disponível em: <<https://www.brazilbeautynews.com/givaudan-lanca-oleo-obtido-a-partir-de-cafe,3724>>

GLASSER, Wolfgang G. **Lignin – Properties and Materials**. American Chemical Society, Washington,DC, 1989.

GONÇALVES, Danielle F. C. **Hidrólise enzimática de fibra de Caroá (Neoglaziovia Variegata) visando à produção de nanocelulose e etanol**. Departamento de ciências agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

GONÇALVES, T. M.; BARROSO, A. F. F. A economia circular como alternativa à economia linear. In: **SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE**, 11., 2019, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2019. p. 265-272.

GORDOBIL, Oihana et al. Potential use of kraft and organosolv lignins as a natural additive for healthcare products. **RSC advances**, v. 8, n. 43, p. 24525-24533, 2018.

GORDOBIL, Oihana et al. Lignins from agroindustrial by-products as natural ingredients for cosmetics: Chemical structure and in vitro sunscreen and cytotoxic activities. **Molecules**, v. 25, n. 5, p. 1131, 2020.

HIRATUKA, Célio et al. Relatório de acompanhamento setorial. **Cosméticos**, v.2, 2008

HOON, Ki et al. Lignin-based cosmetic composition for sunscreen. **KR20190083182A**. 2018.

JORGE, Isabela E. **Estudo sobre a extração de lignina do licor negro, seu impacto no processo de recuperação e geração de energia e seu potencial uso em novas aplicações**. 2018. 59 f. Monografia (Especialização em Energias Renováveis) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

KAI, Chen et al. Preparation method of lignin/titanium dioxide nanoparticle sun-screening agent. **CN114601740A**. 2021.

KLOCK, Humberto. **Polpa e Papel: Tecnologia de produção de polpa celulósica e papel**. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

LEE, Jong Deok. **Sun-screen Composition Comprising Lignin**. KR102090796B1. 2018.

LEE, Sang Cheon et al. Lignin for white natural sunscreens. **International journal of biological macromolecules**, v. 122, p. 549-554, 2019.

LEE, Youn-Ki et al. Upcycling of lignin waste to activated carbon for supercapacitor electrode and organic adsorbent. **Korean Journal of Chemical Engineering**, v. 36, n. 9, p. 1543-1547, 2019.

LEITÃO, Alexandra - Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**. ISSN 2183-3826. Vol. 1, N.º 2 (2015), p. 150-171

LIAO, Jing Jing et al. Current advancement on the isolation, characterization and application of lignin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 162, p. 985-1024, 2020.

LINO, G. L. **Composição química e estrutural da lignina e lipídios do bagaço e palha da cana-de-açúcar**. 2015. 108 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2015.

LI, Z.; GE, Y. Antioxidant activities of lignin extracted from sugarcane bagasse via different chemical procedures. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 51, n. 5, p. 1116–1120, 2012.

LUCIETTI, T. J., RAMOS, M. D. S., SORATTO, R. B., TRIERWEILLER, A. C. **Upcycling no Segmento da Moda: Estudo de Caso na Recollection Lab**. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Araranguá – SC, 2017.

LUO, J. Lignin-based carbon fiber. 2010. 179 f. Dissertação (mestrado), Universidade de Maine, 2010.

MENDONÇA, E. **Upcycling é tendência em ingredientes de clean beauty**. Cosmetic Innovation - Know More. Create More. Disponível em: <<https://cosmeticinnovation.com.br/upcycling-e-tendencia-em-ingredientes-de-clean-beauty/>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

MIGUÉIS, A.; NEVES, B.; SILVA, A. L.; TRINDADE, A.; BERNARDES, J. A. A importância das palavras-chave dos artigos científicos da área das ciências farmacêuticas, depositadas no estudo geral: estudo comparativo com os termos atribuídos na mediline. 2012.

MIRANDA, R. E. dos S. de. **Impactos ambientais decorrentes dos resíduos gerados na produção de papel e celulose**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2008.

MORAIS, S.; NASCIMENTO, E.; MELO, D. **Análise Da Madeira Do Pinus Oocarpa Parte II: Caracterização Estrutural Da Lignina De Madeira Moída**. RevistaÁrvore, v. 29, n. 3, p. 471-478, 2005.

MOURA, M. M. V. **Atividade Fotoprotetora de Extratos Vegetais: uma revisão da literatura**. 2020. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

O que é o efeito antioxidantes nos cosméticos? **Cativa Natureza**. Disponível em: <<https://www.cativanatureza.com.br/o-que-e-efeito-antioxidante>>. Acesso em: 26 nov. 2021.

PADILHA, Milene et al. Processo de obtenção de composição de lignina associada com ZnO e TiO₂ para produto cosmético com cor para pele negra, para booster de proteção à luz azul e para proteção da pele contra agentes oxidantes externos, e respectivo produto resultante. **WO2022133566A1**. 2020.

Pagani, R.N., Kovaleski, J.L. & Resende, L.M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics** 105, 2109–2135 (2015).

PAULA, D. R.; BARAUNA, L. H.; LIRA, M. F. Upcycling: desafios e oportunidades na indústria da moda. In: **XXI ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE**. São Paulo: FEAUSP, 2019.

Perspectivas 2017 – Cosméticos: Inovação e diversificação de produtos estimulam vendas no país e também no exterior. **Quimica**. Disponível em: <https://www.quimica.com.br/perspectivas-2017-cosmeticos-inovacao-e-diversificacao-de-produtos-estimulam-vendas-no-pais-e-tambem-no-exterior/2/>. Acesso em: 28 out. 2022.

QIN, C. **Lignin as Alternative Renewable Fuel**. Alternative Energy e-Magazine. Oxford University, 2009.

RALPH, J.; *et al.* Lignins: Natural polymers from oxidative coupling of 4-hydroxyphenyl- propanoids. *Phytochemistry Reviews*, v. 3, n. 1-2, p. 29-60, jan. 2004.

RATANASUMARN, N.; CHITPRASERT, P. Cosmetic potential of lignin extracts from alkaline-treated sugarcane bagasse: Optimization of extraction conditions using response surface methodology. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 153, p. 138–145, 2020.

REBOUILLAT, S.; PLA, F. Recent Strategies for the Development of Biosourced-Monomers, Oligomers and Polymers-Based Materials: A Review with an Innovation and a Bigger Data Focus. **Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology**, v. 07, n. 04, p. 167–213, 2016.

- RECH, M.; GOMES, D. G.; RECKZIEGEL, V.; SOUZA, M. A. Práticas sustentáveis voltadas à Green Logistic: Estudo multicaso em empresas de cosméticos. **RACE - Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, v. 18, n. 3, p. 419–446, 2019.
- SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N.M.; MORAIS, S. A. L. M.; PILÓ-VELOSO, D. Ligninas – Métodos de obtenção e caracterização química. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.917-928, 2001.
- SASAMORI, A. M.; PIRES, P. G. P.; LEMOS, A. L.; SANTANA, R. M. C. Influência do tipo de lignina na caracterização de compósitos poliméricos com fibra natural. In: SIMPÓSIO SOBRE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS 6., 2021. **Anais: volume 4: sustentabilidade**. Toledo, 2021.
- SCHNEIDER, Willian Daniel Hahn. Lignin nanoparticles enter the scene: A promising versatile green tool for multiple applications. **Biotechnology Advances**, v. 47, p. 107685, 2021.
- SILVEIRA, G. E. Sistema de Tratamento de Efluentes Industriais. UFRGS, 2010
- SINGH, J.; et al. Challenges and Opportunities for Scaling up Upcycling Businesses – The Case of Textile and Wood Upcycling Businesses in the UK. **Resources, Conservation and Recycling**, 2019.
- SINGH, Sandip K. Solubility of lignin and chitin in ionic liquids and their biomedical applications. **International journal of biological macromolecules**, v. 132, p. 265-277, 2019.
- Strategic Insights: CSR & Sustainability In The Beauty Industry. **Ecovaint.com**. Disponível em: <<https://www.ecovaint.com/7091-60/?hilite=%27upcycling%27>>. Acesso em: 25 nov. 2021.
- SOUTO, F.; CALADO, V.; PEREIRA JR, N. Fibras de carbono a partir de lignina: uma revisão da literatura. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 20, n. 1, p. 100–114, 2015.
- SUZANO - Grupo Boticário e Suzano inovam no uso de matéria-prima renovável em cosméticos para peles negras. **Suzano.com.br**. Disponível em: <<https://www.suzano.com.br/grupo-boticario-e-suzano-inovam-no-uso-de-materia-prima-renovavel-em-cosmeticos-para-peles-negras/>>. Acesso em: 25 nov. 2021.
- TORRES, Luis Alberto Zevallos et al. Lignin as a potential source of high-added value compounds: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 263, p. 121499, 2020.
- XING, Wang et al. Preparation method of multifunctional natural lignin-based Pickering emulsion. **CN114601740A**. 2021.

WATKINS, D. et al. Extraction and characterization of lignin from different biomass resources. *Journal of Materials Research and Technology*, v.4, n.1, p. 26-32, 2015.

WATSON, M.; HOLMAN, D.M.; MAGUIRE-EISEN, M. Ultraviolet Radiation Exposure and Its Impact on Skin Cancer Risk. **ScienceDirect**, *Seminars in Oncology Nursing*. v. 32, n. 3, p 241-254, 2016.

YONG, Qian et al. Amino acid modified lignin broad-spectrum antibacterial agent and preparation method and application thereof. **WO2020186784A1**. 2019.

YOUNESI-KORDKHEILI, Hamed; PIZZI, Antonio. Ionic liquid- modified lignin as a bio- coupling agent for natural fiber- recycled polypropylene composites. **Composites Part B: Engineering**, v. 181, p. 107587, 2020.