



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
CAMPUS ALTO PARAÓPEBA
ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

LARYSSA KASSYA EVANGELISTA SAMPAIO

BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE COSMÉTICOS

OURO BRANCO - MG
2022

LARYSSA KASSYA EVANGELISTA SAMPAIO

BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE COSMÉTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Engenharia de Bioprocessos da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Alto Paraopeba, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Bioprocessos.

Orientador: Prof. Dr. Edson Romano Nucci

OURO BRANCO - MG
2022

AGRADECIMENTOS

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado. Ao meu orientador, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho. Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. Aos meus pais e irmão, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Aos meus queridos amigos, quero agradecer o apoio, força, amor e assistência inabalável. A caminhada foi grande, mas chegamos à reta final.

RESUMO

Cosméticos são preparações compostas por produtos naturais ou sintéticos que têm como função, entre outras, à higienização, odorização, proteção e alteração da aparência da pele. A expansão do mercado cosmético nos últimos anos e sua taxa de crescimento é notável através de pesquisas realizadas e a biotecnologia, que engloba a Engenharia de Bioprocessos, tem ligação direta com esse crescimento e desenvolvimento. A biotecnologia moderna tem gerado um conjunto amplo de conhecimentos envolvendo a utilização, a alteração controlada e a otimização de organismos vivos ou de suas estruturas, células e moléculas para a geração de produtos, processos e serviços inovadores. O que vem proporcionando um conjunto amplo de conhecimentos envolvendo a utilização, a alteração controlada e a otimização de organismos vivos ou de suas estruturas, células e moléculas para a geração de produtos, processos e serviços inovadores. O crescimento e a expansão da base de inovação biotecnológica estão associados a dois componentes básicos e complementares: a excelência na área de pesquisa científica e a competitividade na abordagem tecnológica. Diante da relevância do tema, o estudo teve como objetivo geral, avaliar o potencial da biotecnologia na aplicabilidade no setor cosmético. E, no que tange aos objetivos específicos, o estudo buscou identificar os fins da utilização de enzimas de bactérias e fungos na produção de cosméticos; conhecer o uso das enzimas na indústria cosmética e; avaliar os benefícios do uso das enzimas de bactérias e fungos no segmento da cosmética.

Palavras-chave: cosméticos, biotecnologia, enzimas, antioxidantes e algas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVO GERAL.....	10
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
3. METODOLOGIA.....	11
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
4.1 BIOTECNOLOGIA.....	12
4.2 COSMETOLOGIA.....	13
4.3 EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS.....	14
4.4 BIOTECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE COMO ESTRATEGIA COMPETITIVA DA INDUSTRIA DE COSMETICOS.....	16
4.5 BIOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DE COSMETICOS.....	18
4.5.1 ENZIMAS NA PRODUÇÃO DE COSMETICOS.....	18
4.5.2 ALGAS NA PRODUÇÃO DE COSMETICOS.....	22
4.5.3 ANTIOXIDANTES NA PRODUÇÃO DE COSMÉTICOS.....	24
5. CONCLUSÃO.....	28
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Capacidade de sequestrar o radical DPPH (% de inibição)	24
---	----

1. INTRODUÇÃO

Cosméticos são preparações compostas por produtos naturais ou sintéticos que têm como função, entre outras, à higienização, odorização, proteção e alteração da aparência da pele (ANVISA, 2005). Eles apresentam princípios ativos que são aquelas substâncias que atuam promovendo modificações no local onde o cosmético será aplicado (GALEMBECK & CSORDAS, 2014). Dentro da ciência cosmetológica o segmento da fitocosmética visa o estudo e aplicabilidade dos principais ativos extraídos de espécies do reino vegetal com a finalidade de higiene e estética (BORGES et al. 2012).

A Biologia é uma ciência muito ampla, que se preocupa com o estudo de todos os seres vivos e procura compreender os mecanismos que regem a vida. O estudo da Ciência pode ser feito em vários níveis de organização dos seres vivos, desde o molecular analisando as moléculas que formam o corpo dos organismos até o das relações entre os seres vivos e o mundo não vivo. Já a biotecnologia pode ser definida como um conjunto de técnicas de manipulação de seres vivos, ou parte destes. Estas técnicas são utilizadas em grande escala na agricultura desde o início do século XX. O conceito inclui também técnicas modernas de modificação direta do DNA de uma planta ou de um organismo vivo qualquer, de forma a alterar ou introduzir novas características.(FERRARO, 2011).

Com a grande expansão do mercado industrial, foi possível, a partir do processo de modificação genética, produzir medicamentos, hormônios, vacinas, anticorpos, enzimas, entre outros produtos amplamente utilizados em nosso cotidiano. Esta ciência nos permitiu manipular seres vivos para produzir bens e serviços, envolvendo tecnologias de diversos níveis, como os processos de fermentação e as técnicas de manipulação genética e, a partir da segunda metade dos anos 1980, com o surgimento da Genômica, foram criadas diversas plataformas tecnológicas para o desenvolvimento de novos métodos diagnósticos, preventivos e terapêuticos. Além disso, a biotecnologia contribui para o aumento da produtividade, redução de custos, produção de alimentos com melhor qualidade nutricional e o desenvolvimento de práticas menos agressivas ao meio ambiente. (BORÉM, 2005)

A biotecnologia moderna tem gerado um conjunto amplo de conhecimentos envolvendo a utilização, a alteração controlada e a otimização de organismos vivos ou de suas estruturas, células e moléculas para a geração de produtos, processos e serviços inovadores. Seus resultados são aplicáveis a diversos setores econômicos, como a saúde, a agroindústria e o meio

ambiente, e envolvem várias áreas do conhecimento, como a biologia, a genética, a fisiologia, a microbiologia, a química e a tecnologia da informação, dentre muitas outras. O cenário para a biotecnologia no Brasil é extremamente promissor, e o progresso nessa área poderá ser acelerado a partir de esforços conjugados entre o governo e as comunidades científica e empresarial no desenvolvimento de projetos conjuntos, na formação de parcerias produtivas, na criação de um ambiente favorável a novos investimentos para o desenvolvimento e/ou a adaptação de conhecimentos e tecnologias de base biológica. Tal avanço da área poderá promover revoluções no tratamento de doenças, na geração de medicamentos de aplicação humana e animal, no desenvolvimento e na melhoria de alimentos, na utilização sustentável da biodiversidade, na recuperação e no tratamento de resíduos, na multiplicação e na reprodução de espécies vegetais, animais e microbianas, e em muitas outras questões. (MEDEIROS, 2018).

O crescimento e a expansão da base de inovação biotecnológica estão associados a dois componentes básicos e complementares: a excelência na área de pesquisa científica e a competitividade na abordagem tecnológica. É importante fortalecer a estratégia brasileira nessas duas frentes neste momento em que ganha força a bioeconomia, ramo da atividade humana que promete reunir todos os setores que utilizam recursos biológicos (seres vivos) para oferecer soluções coerentes, eficazes e concretas a grandes desafios, como as mudanças climáticas, a substituição de recursos fósseis, a segurança alimentar e a saúde da população. (RESENDE, 2017).

A natureza diferenciada da biotecnologia moderna, que se sustenta em processos amplamente disseminados na natureza e bastante genéricos do ponto de vista de aplicação, abre a possibilidade de um modelo de mercado de tecnologias mais inclusivo e diversificado. Modelo este que tomará o lugar do mercado de inovação até então conhecido, no qual a tecnologia é concentrada em um pequeno número de países, com domínio de um limitado número de processos e produtos. A evolução e as transformações nos vastos campos científico e de aplicações da moderna biotecnologia se processam em velocidade vertiginosa, e não há tempo a perder. Não há tempo a perder, porque verdadeiras revoluções estão acontecendo nas biociências, com mudanças que nos permitem ampliar a compreensão de mecanismos complexos em plantas, animais e micro-organismos. Por causa disso, as indústrias alimentar, farmacêutica, química, da saúde, da energia e da informação estão se agregando de forma nunca imaginada. As fronteiras entre negócios tradicionalmente distintos já desapareceram, criando uma grande convergência na direção do que promete ser a maior indústria do planeta – a

bioindústria. O Brasil tem experiência, capacidade e diversidade biológica inigualável para se destacar na nascente bioeconomia. A infraestrutura de pesquisa e inovação, o ambiente regulatório, os investimentos privados e o incentivo público precisam ser estimulados para que o país alcance o papel de destaque que lhe cabe. (PAIXÃO, 2018).

Com o avanço da ciência e tecnologia, a indústria cosmética inovou e se reinventou ao longo das décadas, utilizando-se de novas tecnologias, como é o caso da nanotecnologia, mais especificamente o seu uso associado a moléculas naturais (biomoléculas) caracterizando assim a nanobiotecnologia – definida como o resultado da convergência da nanotecnologia aplicada a processos biológicos (CADIOLI e SALLA, 2006). Sendo assim, é possível encontrar disponível no mercado global diversos produtos cosméticos que fazem uso da nanotecnologia, tais como filtros de raios ultravioleta (UV) e sistemas de administração de princípios ativos. Essa tendência tende a se intensificar tendo em vista o alto investimento por parte das empresas para o desenvolvimento e aprimoramento de novas formulações e produtos.

De acordo com a empresa Statista, somente a empresa francesa L'Oréal investiu um total de 964 milhões de euros em 2020 (SABANOGLU, 2021). É importante ressaltar que essa mesma empresa detém um total de 934 patentes registradas até o presente momento representando a empresa cosmética que possui mais patentes no mundo, seguida pelas japonesas Shiseido e Kao (KARKLIS, ANGELI e CARMO, 2020).

Diante da relevância do tema, o estudo teve como objetivo geral, avaliar o potencial da biotecnologia na aplicabilidade no setor cosmético. E, no que tange aos objetivos específicos, o estudo buscou identificar os fins da utilização de enzimas de bactérias e fungos na produção de cosméticos; conhecer o uso das enzimas na indústria cosmética e; avaliar os benefícios do uso das enzimas de bactérias e fungos no segmento da cosmética.

A elaboração do presente trabalho foi objetivada pelo alto índice de utilização de enzimas na indústria cosmética, tidas como grandes magos da estética. Um dos principais trunfos da biotecnologia na produção de cosméticos está no uso das enzimas, tendo elas o poder de interferir em quase todas as funções metabólicas dos organismos vivos. Para melhor conhecimento do assunto elaborou-se o trabalho final, através de pesquisa bibliográfica.

2. OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão bibliográfica para analisar a importância da Biotecnologia na produção de cosméticos.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar como a Biotecnologia está presente na produção de cosméticos;
- Realizar um levantamento sobre os principais ativos cosméticos em que a Biotecnologia está presente em sua produção;
- Entender o cenário atual e perspectivas futuras.

3. METODOLOGIA

Revisões bibliográficas são baseadas em estudos primários, utilizando-se métodos previamente definidos e explícitos para identificação, seleção e avaliação crítica das pesquisas consideradas relevantes. Através de pesquisa bibliográfica classificatória, também contribuem como suporte teórico-prático (MULROW, 1994). Para a pesquisa nas bases de dados, utilizou-se a combinação de descritores “Cosméticos, biosurfactantes, fungos, bactérias, biotecnologia, e antioxidantes”, nas seguintes bases: google acadêmico, Periódicos da CAPES e Scielo, dentre outros, publicados no período entre 2000 a 2022.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 BIOTECNOLOGIA

Embora seja um termo geralmente revestido de uma conotação futurista, a biotecnologia não é uma novidade, pelo contrário, os humanos vêm usando processos biológicos para obter produtos há milhares de anos. No entanto, a partir da segunda metade do século 20, o conhecimento científico sobre os processos biológicos se aprofundou rapidamente, o que melhorou a compreensão científica de uma série de fenômenos e proporcionou o desenvolvimento de novas tecnologias que se acredita afetam fundamentalmente a ciência, a produção e, portanto, a sociedade. (REIS, 2009).

Conforme a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) da Organização das Nações Unidas (ONU), biotecnologia significa “qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica.” Para Malajovich (2016, p. 2), Biotecnologia significa “uma atividade baseada em conhecimentos multidisciplinares, que utiliza agentes biológicos para fazer produtos úteis ou resolver problemas.

No Brasil, a biotecnologia tem sido objeto de um grande esforço de política pública nos últimos trinta anos. Nas últimas três décadas, a biotecnologia tem sido objeto de um grande esforço de política pública. Na década de 1980, teve início o primeiro programa de apoio ao desenvolvimento da região. Nos anos seguintes, foram criadas diferentes ferramentas de apoio à biotecnologia, incluindo fundos setoriais de biotecnologia. Em 2004, com a Política de Tecnologia Industrial e Comércio Exterior (PITCE), a biotecnologia adquiriu o status de "portadora do futuro" ou "estratégica".

A biotecnologia moderna trabalha com partes de organismos (células e moléculas), frequentemente modificando-as com técnicas de engenharia genética, em contraposição à biotecnologia clássica, que utiliza organismos vivos em sua forma original e melhoramento genético tradicional (SILVEIRA e BORGES, 2004). Porém, não pode ser vista como uma unidade, tratada como algo homogêneo. Ela é transversal e heterogênea, pois utiliza tecnologias e conhecimentos de diferentes áreas acadêmica, sendo que cada qual há seu campo de aplicação. Citando, por exemplo, avanços nos processos físico-químicos e a produção biofarmacos, ativos cosméticos, enzimas e vacinas que levam a terapias e melhorias nuca

aplicadas anteriormente nessas indústrias. Já na matriz energética, os biocombustíveis, como o etanol de segunda geração, que vem ganhando espaço com a problemática do aquecimento global e com a necessidade de desenvolver produtos com fonte renováveis, diminuindo a dependência de fontes petrolíferas com a finalidade de reduzir gases causadores do efeito estufa (FREIRE, 2014).

As aplicações da Biotecnologia são diversas e vêm despertado interesse de cientistas, da indústria e de investidores em todo o mundo. O ramo tecnológico apresenta inúmeras vertentes, algumas com caráter mais específico e outras transversais, perpassando as cadeias de desenvolvimento e produção de diversos segmentos. A biotecnologia é uma das áreas com maior impacto pelas novas tecnologias da indústria 4.0 e nas últimas décadas, em praticamente todo o mundo, geraram-se grandes expectativas em relação aos seus possíveis desenvolvimentos. Os dados da literatura demonstram que os compostos biológicos e biotecnológicos, são de suma importância nas indústrias médicas, farmacêuticas, alimentícias e cosméticas. Muitas moléculas biológicas, direta ou indiretamente, têm encontrado papel fundamental na produção de vários compostos, como ésteres, compostos de aroma e agentes ativos, muito utilizado na produção de cosméticos. A maior vantagem do uso de ingredientes microbianos é a biocompatibilidade; além disso, eles têm outros benefícios, como processo simplificado, qualidade aprimorada e consistente do produto e pegada ambiental. (CAMARGO, 2022).

4.2 COSMETOLOGIA

Cosmetologia é a ciência que estuda a cosmética, desde a criação de conceitos até a aplicação de produtos elaborados. Isso inclui pesquisa sobre novos ativos e matérias-primas, desenvolvimento de novas tecnologias e formulações, produção e marketing, controle de qualidade e legalização com as autoridades competentes. Em outras palavras, a cosmetologia é a ciência que subsidia a fabricação de produtos de beleza destinados a embelezar, limpar, manter e melhorar as características dos cabelos, da pele e de suas fixações (RIBEIRO, 2010). É o ramo em desenvolvimento, com impacto direto na sociedade. O setor cosmético está interessado em encontrar novas alternativas biológicas que possam melhorar os atributos do produto, bem como substituir compostos químicos. Muitos dos compostos têm origem biológica e são adquiridos de bactérias, fungos e algas. Uma gama de compostos biológicos, como biossurfactantes, vitaminas, antioxidantes, pigmentos, enzimas, péptidos, apresentam

características promissoras e propriedades benéficas. Além disso, esses produtos podem ser produzidos comercialmente com facilidade (GUPTA; et al., 2019)

Nos cosméticos atuais, o objetivo é combinar propriedades terapêuticas por meio de substâncias ativas eficazes, que chamamos de cosméticos e cosméticos terapêuticos. A indústria farmacêutica sempre se preocupou com a fabricação de produtos de beleza específicos para cada pele, mas nem sempre as pessoas que os compram sabem a forma correta de utilizá-los. A indústria cosmética é atualmente uma das seções da economia em rápido crescimento em muitos países. A recente tendência ao uso de cosméticos de origem natural, tem impulsionado a indústria a buscar alternativas aos componentes sintéticos na formulação dos produtos (BEZERRA et al., 2020).

Hoje, essa indústria é de extrema importância nas economias dos países mais desenvolvidos, inclusive do Brasil. A pesquisa, o desenvolvimento, a produção e a comercialização de cosméticos proporcionam amplas perspectivas de carreira para profissionais com uma ampla variedade de experiências: químicos, vários engenheiros, bioquímicos, farmacêuticos, vários gerentes, anunciantes e comunicadores. Este departamento permite e até exige relações interdisciplinares e trabalho conjunto com médicos (cirurgiões plásticos, dermatologistas). Além da sua contribuição para a higiene e estética, muitos cosméticos hoje também têm propriedades terapêuticas (GALEMBECK & CSORDAS, 2011).

4.3 EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

Cosméticos vem do grego *kosmetikós*, que significa “práticas de ornamentar”. Com uma história que remonta há 30 mil anos, quando os pré-históricos se utilizavam de terra, cascas de árvores e seiva das folhas para pintar o corpo e se tatuarem. Sendo que rituais dependiam da decoração do corpo, o que proporcionava efeitos dramáticos, principalmente pinturas de guerras. (GALEMBECK, CSORDAS, 2018).

O registro mais antigo é sobre os egípcios, que usavam sal de antimônio nos olhos para evitar olhar diretamente para o deus Rá, representado pelo sol. Para proteger a pele do calor e da secura do clima desértico da região, os egípcios usavam gorduras animais e vegetais, cera de abelha, mel e leite na preparação de cremes para a pele. Um registro de historiadores romanos relatou que a rainha Cleópatra costumava tomar banho com leite para manter a pele e o cabelo hidratados. Na Bíblia você pode encontrar muitos registros sobre o uso de cosméticos

por israelenses e outros povos do antigo Oriente Médio, tais como: produtos feitos de carvão para desenhar cílios (de Jezebel); tratamentos de beleza de Ester e banhos de bálsamo para amaciar os pele; e a irmã de Lázaro, Maria, lavou os pés de Jesus com vários perfumes e óleos.

Já na Grécia antiga, os gregos e romanos foram os primeiros a produzir sabão, feito a partir de extratos de plantas muito comuns no Mediterrâneo, como o azeite de oliva e o óleo de pinho, e de minerais alcalinos obtidos de rochas moídas. Atores de teatro romano são grandes usuários de maquiagem, capazes de incorporar diferentes papéis em seu repertório. A pasta é feita misturando óleo com pigmentos naturais extraídos de vegetais (açafrão ou mostarda) ou pedras. No século 10, o cabelo não era lavado com água, mas com uma mistura de ervas e argila, que limpava e matava os piolhos e combatiam outras infestações do couro cabeludo. No Século 13, com a epidemia de peste negra, os banhos foram proibidos, pois a medicina da época e o radicalismo religioso pregavam que a água quente, ao abrir os poros, permitia a entrada da peste no corpo. Nos 400 anos seguintes, os europeus evitaram tomar banho e a água só foi usada para matar a sede. Lavar bem o corpo é considerado blasfêmia, e tomar banho está relacionado a comportamento indecente. Mãos, rosto e partes íntimas são limpas com cremes ou perfumes, e poucos são os hábitos de higiene, o que favorece sobremaneira o aumento do uso de cosméticos e perfumes. (GALEMBECK & CSORDAS, 2011).

Ao longo do século 19, as pessoas começaram a perceber os benefícios da higiene pessoal. As donas de casa da época usavam limonada, leite, água de rosas, creme de pepino, etc. para fazer cosméticos em suas casas. A influência do Romantismo e o contato entre europeus e nativos americanos, cuja cultura está intimamente ligada ao banho e à higiene, embelezaram o banho como a essência de um comportamento saudável. Em 1878, a Procter & Gamble lançou o primeiro sabonete. No século 20, a indústria de cosméticos desenvolveu-se rapidamente. (REFERÊNCIA)

Por causa do acelerado desenvolvimento, criaram políticas de incentivos que incentivaram a migração de grandes multinacionais para o Brasil, como a Avon nos Estados Unidos e a L'Oreal na França. Essas empresas introduziram novos produtos, como vendas diretas e produtos para o público masculino. Enquanto isso, a maquiagem básica composta por pó solto e batom torna-se diversificada e mais refinada. Com o desenvolvimento tecnológico e da cosmetologia, no início do século 21, os alfa-hidroxiácidos em cremes usados para rejuvenescer a pele começaram a ser substituídos por enzimas mais eficazes.

O mercado de cosméticos, que abrange a indústria da beleza, é um dos que mais cresce no mundo. O setor de biotecnologia cosmética na área de beleza é muito atraente no mercado industrial, por isso tem lançado uma variedade de produtos para tratar, tingir e mudar a estrutura dos cabelos, além de inúmeros cremes de cuidado anti-envelhecimento. Para Halal (2011), é necessário usar o conhecimento científico para manipular a natureza. Os salões de beleza modernos usam ferramentas de modelagem físicas, como tesouras, escovas, pentes, ferros e secadores de cabelo, bem como ferramentas químicas que produzem mudanças químicas, como soluções para permanentes, corantes, relaxantes e agentes depilatórios químicos. Sem ciência, química e biotecnologia, a modelagem é impossível.

4.4 BIOTECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE COMO ESTRATEGIA COMPETITIVA DA INDUSTRIA DE COSMETICOS

Sustentabilidade industrial é a forma como a indústria se desenvolve convergindo resultados de forma sustentável, desenvolvimento sustentável é “atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de atender às necessidades das gerações futuras. Incluindo três aspectos principais: eficiência econômica, os resultados sociais e o equilíbrio ecológico resultantes, e a busca de responsabilidades como metas e coordenação com o desenvolvimento natural do investimento financeiro e do desenvolvimento tecnológico. (MAIA, 2011).

A premissa do modelo de sociedade sustentável é a capacidade de atender às suas necessidades sem comprometer as oportunidades de sobrevivência das gerações futuras, de forma que também possam atender às suas próprias necessidades. Partindo dessa premissa, surgiu o conceito de cosméticos orgânicos, que tem como base a agricultura orgânica. É diferente da agricultura tradicional porque prioriza o meio ambiente, a justiça social e o crescimento econômico razoável e sustentável (Ribeiro, 2009). Desde o início dos anos 1970, as questões ambientais mundiais têm sido questionadas, ré expressas e repensadas. , O estado, o governo e as organizações não governamentais estão começando a perceber os problemas ambientais que todo o mundo enfrenta (SCHIMAICHEL E RESENDE, 2006).

A indústria de cosméticos está passando por uma importante transformação: o desenvolvimento da produção ecologicamente correta e a comercialização de insumos da biodiversidade.

Comparado com os cosméticos tradicionais, o desenvolvimento de cosméticos orgânicos no campo da beleza apresenta um valor significativo. Um número considerável de consumidores prioriza a exclusão do uso de produtos petroquímicos e escolhe produtos naturais e orgânicos, vincula esses cosméticos com maior proteção em uso, confere credibilidade à certificação e está disposto a pagar mais por tais produtos (RIBEIRO, 2009). Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, os cosméticos passaram por uma grande transformação. Antes era uma produção simples e agora é um estudo avançado de como o corpo responde à exposição a esses produtos. Sabe-se que o maior órgão do corpo humano é A pele. Enzimas e vitaminas estão envolvidas Entre elas são sintéticas. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de cosméticos, entre os quais xampu e condicionador são os países mais produzidos hoje. A atração do Brasil para a indústria remonta aos anos

O objetivo de uma estratégia competitiva é fazer com que a empresa se sustente e tenha uma posição rentável contra a intensidade de cada força competitiva do mercado. (PORTER, 2004). A grande procura por produtos naturais desenvolvidos com bases sustentáveis criou novas oportunidades mediante a biodiversidade brasileira, mais especificamente a Amazônia, abrindo campo para projetos e pesquisas científicas, com a possibilidade de aplicações de ativos naturais no desenvolvimento de novos bioprodutos, proporcionando um papel competitivo relevante da biotecnologia no mercado de cosméticos. (MIGUEL, 2007).

As empresas alcançam vantagem competitiva, quando os clientes valorizam e estão aptos a pagar por produtos ecologicamente corretos, ou ainda, quando o aumento da eficiência na produção de produtos, proporciona uma redução no custo produtivo e no preço do produto. (MACHADO, OLIVEIRA, 2009).

Assim, fatores como a necessidade de obediência às leis, eficácia em custos, pressão dos movimentos ambientalistas e pensamento em longo prazo, fez com que os negócios fossem direcionados às questões ambientais.

A preocupação com os recursos hídricos, fez com que empresas desenvolvessem produtos que dispensem o uso da água, como xampus a seco (ajudam a espaçar o período de lavagem), produtos de origem vegetal como bambu e melancia, que não necessitam da utilização de água na sua formulação, parques industriais com reaproveitamento de água e inovação em processos de fabricação como a limpeza a seco. (ABIHPEC, SEBRAE, 2019). Todo esse desenvolvimento sustentável é amparado pela biotecnologia com foco na biodiversidade. Em distintos ramos na área dos cosméticos, a Avon vem se destacando pelos produtos de beleza como os batons e máscaras de cílios, já a Barro Minas evidencia pela produção de produtos de cabelos. O país vem se evidenciando também na produção de produtos de higiene. (RECKZIEGEL, ZAMBERLAN, 2017).

4.5 BIOTECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DE COSMETICOS

4.5.1 ENZIMAS NA PRODUÇÃO DE COSMETICOS

As enzimas são proteínas que atuam como catalisadoras de reações químicas, sendo essenciais para o sistema metabólico de todos os organismos vivos e possuem um papel fundamental na degradação da matéria orgânica, na infecção do hospedeiro e deterioração dos alimentos. Podem ser divididas em seis classes, segundo as reações que catalisam: oxidoredutases (catalisam reações de óxido-reduções); transferases (catalisam reações de transferência de grupos de uma molécula a outra); hidrolases catalisam reações de hidrólise); liases (catalisam reações de quebra de ligações); isomerases (catalisam reações de mudança intramolecular, onde um substrato transforma-se em um produto isômero) e ligases (catalisam a ligação covalente de moléculas, com simultânea quebra de uma ligação de alta energia). (ORLANDELLI, 2012).

Enzimas possuem estrutura molecular complexa, constituída principalmente por uma parte proteica que pode estar integrada a outras moléculas, como carboidratos e lipídeos. Esses heteropolímeros são formados por aminoácidos ligados covalentemente por ligações peptídicas. A estrutura primária das enzimas corresponde à sequência de seus aminoácidos; sua estrutura secundária corresponde à interação desses aminoácidos com aminoácidos adjacentes, formando arranjos espaciais do tipo α -hélice ou folha β . A estrutura terciária corresponde às interações entre aminoácidos não sequencialmente próximos, o que provoca torções e dobramentos; esta estrutura configura o sítio catalítico da enzima, o que é determinante para sua atividade biológica.

Já a estrutura quaternária das enzimas corresponde à interação entre cadeias polipeptídicas (ORLANDELLI, 2012).

Há milhares de anos, as enzimas vêm sendo utilizadas em processos tradicionais. Esses biocatalisadores podem ser extraídos de tecidos animais, vegetais e de microrganismos. Embora as enzimas obtidas de fontes vegetais e animais sejam muito utilizadas, as de origem microbiana são mais utilizadas por várias razões como, por exemplo: produção independente de fatores sazonais, possibilidade da utilização de substratos baratos como os resíduos agrícolas e o fato de o rendimento na produção poder ser elevado a partir da otimização das condições nos processos fermentativos por mutações ou a partir da tecnologia do DNA recombinante. (MONTEIRO, 2009).

Em relação às enzimas na indústria de cosméticos, o emprego das mesmas tem sido cada vez maior, tanto com a finalidade de ser precursora de matérias-primas que são incorporadas às formulações cosméticas quanto utilizadas como compostos ativos nessas formulações (LORENZETTI, 2007), pelo fato de apresentarem características que as tornam vantajosas, devido especialmente à sua especificidade elevada, além da economia de processo (ZIMMER et al., 2009). A aplicabilidade das enzimas é continuamente fomentada, sendo utilizadas como compostos capazes de eliminar radicais livres presentes em diversas formulações, como protetores solares, cremes dentais, enxaguatórios bucais e tintas capilares (LI et al., 2012, SINGH et al., 2016).

A superóxidodismutase (SOD) é classificada como metalo-enzima que atua no radical superóxido, dismutando-a a peróxido de hidrogênio, presente em células aeróbicas (NUNES, 2007; SOUZA, 2015). Controlam os níveis de uma variedade de espécies reativas de oxigênio (ROS) e espécies reativas de nitrogênio (formadas através da exposição aos raios UV e outras radiações, bem como do metabolismo celular normal), limitando a toxicidade potencial dessas moléculas e controlando os aspectos celulares que são regulados por suas funções de sinalização (WANG et al., 2018). Essa enzima é considerada a primeira linha de defesa frente ao estresse oxidativo, a qual age contra oxirradicais que promovem danos ao organismo, controlando o surgimento de espécies reativas de oxigênio (ALSCHER; DONAHUE; CRAMER, 1997; OLIVEIRA, 2008; SOUZA, 2015).

Por meio de seu mecanismo de ação apresentado abaixo, atua neutralizando os radicais livres excedentes no organismo, sendo essa uma atividade de interesse cosmético, visto que

pode ser aplicada como ativo em formulações a fim de eliminar essas espécies reativas de oxigênio (SHAFEY et al., 2010; SOUZA, 2015), responsáveis pelo envelhecimento cutâneo. Além disso, a SOD mantém a estrutura integral da queratina, promove a elasticidade da pele e proporciona uma sensação de suavidade à pele (YOUNUS, 2018). A SOD pode ser obtida através da modificação genética de *Saccharomyces cerevisiae*. A extração dessa enzima presente na acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), fruta típica brasileira, obteve resultados positivos em relação aos seus valores enzimáticos encontrados e foi incorporada em uma base cosmética com fins antioxidantes (SOUZA, 2015).

No setor cosmético, as lipases possuem aplicabilidade tanto como ingredientes ativos, quanto como biocatalisadoras para formação de outros ativos a serem incorporados na formulação (ANSORGE-SCHUMACHER; THUM, 2013). Pela própria fisiologia em hidrolisar moléculas de gordura, a utilização da mesma envolve produtos de limpeza, como géis e xampus, para tratamento de pele e cabelos oleosos, respectivamente (LORENZETTI, 2007), bem como na incorporação em formulações para o tratamento da celulite, pela quebra dos adipócitos (LORENZETTI, 2007; FREIRE; CASTILHO, 2008; SILVA, 2015). Sendo responsáveis pela clivagem de ligações peptídicas das proteínas, bem como em frações da mesma (RAI; MUKHERJEE, 2010; SAVITHA et al., 2011; AZEVEDO, 2018), as proteases consistem em um grupo de enzimas de fundamental importância para o segmento industrial, representando cerca de 60% do mercado de enzimas industriais (OSKOUIE et al., 2008; RAI; MUKHERJEE, 2010; ABIDI et al., 2011; SAVITHA et al., 2011; AZEVEDO, 2018).

Falando sobre as proteases, dentro do âmbito farmacêutico e cosmético, possuem variadas funções, que vão desde o emprego no desenvolvimento e obtenção de medicamentos, diagnóstico clínico e terapêutico, até a sua utilização em tratamento para estrias, formulações depilatórias, peelings, entre outras (MONTEIRO; SILVA, 2009; AZEVEDO, 2018), sendo provenientes de fontes de origem vegetal, animal e microbiana (RAO et al., 1998; AZEVEDO, 2018). São enzimas que quebram proteínas em peptídeos e posteriormente em aminoácidos. Sua obtenção a partir das plantas é dependente de uma série de fatores, além de ser um processo que demanda bastante tempo.

Em comparação com as outras fontes precursoras de proteases, as de origem animal são as mais críticas, por ser necessário a realização do abate de animais para sua produção (RAO et al., 1998; WERNECK, 2016). Por conta disso, as proteases oriundas de

microrganismos são as mais utilizadas industrialmente, visto as vantagens técnicas e econômicas que as mesmas apresentam (LAXMAN et al., 2005; SARAN; ISAR; SAXENA, 2007; AZEVEDO, 2018). Na cosmética, as proteases têm como principal objetivo promover a esfoliação da pele, que corresponde à descamação da camada córnea superficial queratinizada, e aumentar a absorção de água e outros ingredientes presentes nos cosméticos. Ao promover a esfoliação, melhorando a aparência da pele.

É uma enzima que possui aplicação em diversos segmentos industriais, incluindo o da cosmética, onde seu emprego está bastante propagado no Brasil (MIÚRA, 2012). Capaz de promover a hidrólise de ligações peptídicas tanto do colágeno quanto da queratina no extrato córneo da pele (SIM et al., 2000; TRAVERSA; MACHADO-SANTELLI; VELASCO, 2007), a papaína é inserida em formulações cosméticas com ação esfoliante e depilatória (TRAVERSA; MACHADO-SANTELLI; VELASCO, 2007, MIÚRA, 2012), além de ser usada em peelings (AZEVEDO, 2018), visto que ela atua a nível celular da epiderme, renovando-a (BERLINCK, 2015).

No Brasil, a Amazônia (com enfoque na floresta amazônica) apresenta alto potencial biotecnológico para a bios prospecção das proteases provenientes de fungos, visto a rica biodiversidade que a região apresenta, sendo capaz de colaborar de forma efetiva no desenvolvimento e propagação de produtos, além de permitir a valorização dos mesmos, agregando valor para a economia, mediante o surgimento de novas empresas locais (AZEVEDO, 2018). Sendo uma protease de origem vegetal, a papaína é isolada a partir do látex de frutos verdes do mamoeiro, cientificamente denominado *Carica papaya L.* (MORAES; TERMIGNONI; SALAS, 1994; CAPUCHO, 2007; MIÚRA, 2012).

Diante do exposto, as enzimas são de grande importância para o segmento cosmético, por apresentarem diversas aplicações, além das vantagens de serem altamente específicas e permitirem uma economia de processo. A biodiversidade possui papel fundamental na bios prospecção de enzimas, por ser um arcabouço de recursos que permitem a obtenção destas pelas mais variadas fontes (vegetal, animal e microbiana). Dentro deste cenário, observa-se uma necessidade de ampliação de investimentos na bios prospecção de enzimas no Brasil, visto que o país se mostra como um potencial produtor destes ativos devido à sua extensa biodiversidade. Sendo assim, o desenvolvimento do mercado brasileiro acerca destes produtos demonstra-se como uma oportunidade pontual de colocar o país em um cenário tecnológico inovador. (SANTOS, 2008).

4.5.2 ALGAS NA PRODUÇÃO DE COSMÉTICOS

As algas são organismos com clorofila e outros pigmentos capazes de ocupar todos os meios que lhes ofereçam luz e umidade suficientes, temporárias ou permanentes; assim, são encontradas em águas doces, na água do mar, sobre os solos úmidos ou mesmo sobre a neve. Capazes de realizar fotossínteses, podendo ser uni ou pluricelulares e retiram todos os nutrientes que precisam do meio onde estão. Possuem um crescente aumento de aplicações bem-sucedidas em produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentícios, o que aumenta a importância da avaliação da composição química. Em outras palavras, há um grande potencial advindo de micro e macroalgas na geração de produtos de vasto interesse comercial, sobretudo nas indústrias alimentícias, farmacêuticas e na agricultura (DERNER et al., 2006; IPMA, 2022). Classificadas quanto ao tipo de pigmento, à natureza química dos produtos de reserva e pelo que constitui a parede celular (DERNER et al., 2006).

As microalgas incluem tanto os organismos procarióticos, a saber as cianobactérias, como os organismos eucarióticos, tais como, as algas verdes, vermelhas, diatomáceas, dinoflagelados etc. (PINOTTI & SEGATO, 1991). Seu crescimento advém da interação entre fatores biológicos, químicos e físicos, tais como a iluminação, temperatura, salinidade e disposição de nutrientes (DERNER et al., 2006). Segundo Markou et al. (2014), as microalgas evoluíram para viver em condições ambientais limitantes, como condições de estresse, tais como calor, frio, anaerobiose, alta salinidade, pressão osmótica e exposição a diferentes tipos de fontes de luz.

Por serem fundamentais na biodiversidade marinha, são comumente denominadas de algas marinhas, crescendo nos mais diversos ambientes, desde a zona costeira intertidal até as maiores profundidades (ARIEDEA et al., 2017). Podem ser classificadas em três grupos diferentes com base em seus pigmentos principais, em que os referidos grupos são divididos em algas vermelhas (rodófitas), algas verdes (clorófitas) e algas pardas (ocrófitas) (WANG et al., 2015). Segundo Ariedea et al. (2015), algumas das algas vermelhas e pardas são utilizadas em cosméticos devido a presença de vitaminas, aminoácidos, lipídeos e outros compostos biologicamente ativos.

Na categoria de fitocosméticos um dos possíveis ativos vegetais utilizados são as algas. Os extratos de algas são resultantes da extração de misturas de algas ou da alga pura e esses extratos estão frequentemente listados como ingredientes de muitos cosméticos, dentre eles sabonetes, shampoos, máscaras faciais e géis para o corpo. O fato desses compostos serem utilizados para diversas finalidades na indústria cosmética como para uso calmante, protetor, estimulante, umectante, tônico, emoliente, anticelulítica e antioxidante, faz com que eles apresentem uma boa posição no mercado cosmético (ALMEIDA et al.2007).

Podendo apresentar uma alta atividade antioxidante devido à concentração de compostos fenólicos e flavonoides em diferentes espécies de alga verdes filamentosas (*Chlorophyta*). A concentração desses compostos pode variar em função do local e o tempo de coleta, indicando que as condições ambientais são determinantes para a produção desses compostos (FARASAT et al. 2013). Isso é observado para produção de metabólitos secundários em plantas (BORGES et al. 2012). Dentre os inúmeros benefícios estéticos que as algas podem oferecer, destaca-se sua função emoliente, antioxidante e anti-celulítica encontrada nas algas pardas (*Phaeophyta*). As algas verdes (*Chlorophyta*) também são ricas em vitaminas A e C. As algas roxas possuem alto poder de emoliência e são muito utilizadas em produtos cosméticos para peles sensíveis (PINEDA,2001).

Pesquisas mostraram que o número de publicações sobre o tema abordado obteve um grande aumento ao longo dos anos. Indicando um alto interesse da comunidade científica. Devido à grande diversidade de compostos ativos que são extraídos das algas, inúmeros usos para eles foram produzidos pela indústria cosmética, como antioxidante e fotoproteção. A área de biotecnologia com microrganismos deteve a maioria das publicações. Apresentando diversos filos e gêneros de algas que são utilizadas em diversificadas áreas da cosmética. A maior parte das pesquisas foram desenvolvidas por países como EUA, França, Índia e Itália. A maioria dos trabalhos apenas indicam os compostos e as algas em que eles foram extraídos e não o uso isolado de cada um deles. Assim, apesar da clara aplicabilidade dos compostos para produção de cosméticos não foi possível indicar o uso específico de cada composto.

Explorar esses organismos para fins farmacêuticos e cosméticos se revelou um importante meio para descobrir novas substâncias, estimular o uso de técnicas físicas sofisticadas e a síntese de compostos que possuem aplicações biomédicas. Dessa forma,

conclui-se que as algas são organismos promissores para fornecer tanto substâncias bioquimicamente ativas quanto compostos essenciais para a nutrição humana (SHALABY, 2011).

4.5.3 ANTIOXIDANTES NA PRODUÇÃO DE COSMÉTICOS

As manifestações de envelhecimento são mais visíveis quando são referentes à pele. Além dos numerosos mecanismos, celulares e moleculares envolvidos no fenômeno natural do envelhecimento, outros fatores secundários (poluição, exposição à radiação UV, álcool e tabagismo) podem acelerar o processo tornando-o prematuro, como o aparecimento repentino de rugas, aspereza, falta de pigmentação e flacidez da pele. Inúmeras evidências científicas apontam os radicais livres como os principais causadores destas mudanças na pele (Ribeiro, 2006). Os radicais livres são moléculas ou fragmentos altamente instáveis e reativos, produzidos em pequenas quantidades durante o metabolismo celular, como na produção de energia, fagocitose, controle do crescimento celular e síntese de compostos biológicos. Os radicais livres são, em sua maioria, derivados do oxigênio molecular diatômico (O_2) e são conhecidos como espécies reativas de oxigênio, como, por exemplo, o ânion radical superóxido (O_2^-), o radical hidroxila ($HO\cdot$), peroxila ($RO_2\cdot$) e o óxido nítrico ($NO\cdot$) (ABDALLA; LIMA, 2001; FONSECA et al., 2008; SOUSA et al., 2007). Outros oxidantes, contudo, como o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o oxigênio singlete ($^1O_2$), o ácido hipocloroso ($HOCl$) e o peróxi-nitrito ($ONOO^-$) entre outros, mesmo não sendo radicais livres, podem sofrer reações e formar radicais livres (ABDALLA; LIMA, 2001; FONSECA et al., 2008).

A existência de um desequilíbrio no organismo, com um excesso de radicais livres e/ou deficiência do sistema protetor em remover essas espécies reativas, é conhecida como estresse oxidativo e pode conduzir à oxidação das estruturas biológicas (LEITE; SARNI, 2003; MOREIRA; SHAMI, 2004; TOMINAGA et al., 2005). A pele está exposta a um alto nível de estresse oxidativo causado por fontes endógenas e exógenas, pois está suscetível tanto ao O_2 fornecido pela circulação sanguínea quanto ao O_2 advindo do meio ambiente (FONSECA et al., 2008). Quando instaurado o processo de estresse oxidativo, este provoca no organismo humano uma ampla variedade de mudanças fisiológicas e bioquímicas por várias reações, principalmente com lipídios (peroxidação lipídica), DNA celular, proteínas, carboidratos e enzimas, fatores que podem ocasionar comprometimento e morte celular (ALMADA FILHO, 2002; LIU et al., 2004; LÓPEZ et al., 2001; SOUSA et al., 2007).

Para a determinação da atividade antioxidante em formulações cosméticas são utilizados métodos como a inibição da peroxidação lipídica, inibição da quimioluminescência e o sequestro do radical DPPH, entre outros, sendo o método do DPPH considerado o mais prático, rápido e estável (ESPIN et al., 2000; FONSECA et al., 2008). Há um grande interesse das indústrias em mensurar a atividade antioxidante produzida por seus produtos, principalmente pela evidência de que os radicais livres são espécies oxidantes relacionadas às ações danosas à pele e ao envelhecimento, como uma forma de agregar valor comercial e terapêutico aos produtos (ALMEIDA et al., 2008).

Fries et.al realizou um estudo onde analisou a capacidade de sequestrar o radical DPPH, expressa em percentual de inibição, exibida pelos cremes anti-idade em estudo, encontram-se na Tabela 1.

Concentrações das amostras	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Rutina	BHT
10 mg/mL	75,67	70,37	47,81	62,14	85,50	94,41
2 mg/mL	70,92	72,73	66,72	72,43	95,63	94,41
1 mg/mL	71,00	70,37	68,78	66,51	95,50	94,32
0,5 mg/mL	70,16	70,71	68,19	70,33	94,70	94,11
0,25 mg/mL	70,63	69,99	68,78	66,26	94,53	93,48

Tabela 1: Capacidade de sequestrar o radical DPPH (% de inibição)

Com base nestes dados, evidencia-se que algum(ns) componente(s) dos cremes atua(m) como doador(es) de hidrogênio ao radical, entretanto esta ação é diferenciada e variada entre os cremes. As amostras 1 e 2 foram, respectivamente, as mais eficazes em sequestrar o radical livre, cujo percentual de inibição foi superior a 70%, em comparação às amostras 3 e 4, que apresentaram valores inferiores. Observou-se também uma superioridade do potencial antioxidante dos padrões BHT e rutina, acima de 85%, em comparação aos cremes testados.

A amostra 1 contém acetato de α -tocoferol e, segundo Maibach e Zhai (2008), este componente já foi testado em outros estudos e apresentou ação antioxidante superior ao veículo de controle in vitro, quando empregado em uma emulsão. A vitamina E tem demonstrado em vários estudos ser um potente sequestrador de diversos radicais livres, o que justifica sua utilização na amostra (FONSECA et al., 2008). É fundamental saber mais sobre os ativos

antienvhecimento, conhecer intimamente o estado da pele a ser tratada e se respaldar de conselhos profissionais idôneos, antes de utilizar qualquer cosmético antissinais. Além disso, é de grande importância analisar se o fabricante investe na qualidade, segurança e eficácia, e se faz uma divulgação transparente dos benefícios de seus produtos.

Na pele, com o passar do tempo e a perda da capacidade do organismo de se recuperar da ação dos radicais livres, os queratinócitos epidérmicos perdem propriedades adesivas, levando ao afinamento epidérmico e ressecamento, o que pode ser observado pela atrofia cutânea e afinamento das junções dermo-epidérmicas. Os fibroblastos da derme (colágeno e elastina) são igualmente agredidos. Com isso ocorre uma reação global que envolve o desenvolvimento de rugas de menor e maior profundidade, manchas, perda da luminosidade, perda de elasticidade e da firmeza cutânea e consequente flacidez, perda do viço e aumento do ressecamento da pele e, nos casos mais sérios, desenvolvimento de câncer basocelular ou espinocelular (BUCHLI, 2002; DUARTE, 2003; OLIVEIRA, 2002). Para diminuir as agressões provocadas pelos radicais livres, o organismo vale-se de defesas antioxidantes endógenas usando enzimas como a superóxido dismutase (SOD), a glutathione peroxidase e a catalase. Também são importantes neste processo de defesa os antioxidantes exógenos, ou seja, provenientes da dieta alimentar e de produtos dermatológicos (DUARTE, 2003; OLIVEIRA, 2002; SOUSA et al., 2007).

Os antioxidantes tópicos empregados nos cosméticos devem ser absorvidos pela pele e liberados para o tecido-alvo na forma ativa. Sua absorção é um processo importante e dependente de fatores como a forma molecular do composto ativo, suas propriedades físico-químicas, solubilidade, pH e a base cosmética utilizada (STEINER, 2008). Muitos cosméticos antienvhecimento está sendo produzidos com antioxidantes como vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E (α -tocoferol), ácido lipoico e coenzima Q10 (Ubiquinona), entre outros, sendo amplamente populares (BAUMANN, 2004; RIBEIRO, 2006).

Além destas substâncias, diversos estudos apontam os extratos vegetais contendo compostos fenólicos e flavonóides como detentores de atividade antioxidante, sugerindo sua utilização em formulações tópicas para prevenção e tratamento dos danos causados pelos radicais livres. Diversos extratos, como de chá verde (*Camellia sinensis*), *Ginkgo biloba* e *Glycyrrhiza glabra*, entre outros, além de diversas substâncias isoladas como licopeno e isoflavonas (Isoflavin Beta), foram avaliados e demonstraram sequestrar diversos radicais livres (FONSECA et al., 2008; JARDINI; MANCINI FILHO, 2007; LIU et al., 2004;

RAMTEKE et al., 2007; SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999; RIBEIRO, 2006; SOUSA et al., 2007). Uma tendência atual de mercado é a associação de antioxidantes a outros ativos com diferentes funções para um efeito combinado. Assim, além de combater o envelhecimento precoce com a inibição dos radicais livres, o produto pode proporcionar elasticidade e firmeza à pele.

Para a determinação da atividade antioxidante em formulações cosméticas são utilizados métodos como a inibição da peroxidação lipídica, inibição da quimioluminescência e o sequestro do radical DPPH, entre outros, sendo o método do DPPH considerado o mais prático, rápido e estável (ESPIN et al., 2000; FONSECA et al., 2008). Há um grande interesse das indústrias em mensurar a atividade antioxidante produzida por seus produtos, principalmente pela evidência de que os radicais livres são espécies oxidantes relacionadas às ações danosas à pele e ao envelhecimento, como uma forma de agregar valor comercial e terapêutico aos produtos (ALMEIDA et al., 2008).

5. CONCLUSÃO

A expansão do mercado cosmético nos últimos anos e sua taxa de crescimento é notável através de pesquisas realizadas e a biotecnologia, que engloba a Engenharia de Bioprocessos, tem ligação direta com esse crescimento e desenvolvimento. Em relação às tendências deste setor, alguns fatores se demonstram cada vez mais interessantes do ponto de vista econômico, principalmente a via sustentável, biotecnológica e sua busca pelo desenvolvimento de produtos considerados naturais, bem como tecnologias mais limpas.

Contudo, a bioprospecção de enzimas, por sua vez, se demonstra potencialmente promissora, sendo identificadas diversas fontes de obtenção, as quais podem ser de origem vegetal, animal ou microbiana. A microbiana se destaca por ser facilmente manipulável, não dependente de condições externas e por seu forte viés econômico de produção. Dentre as enzimas de interesse industrial, foram identificadas três classes de importância na cosmética. A superóxido dismutase apresentou aplicação no tratamento antienvelhecimento. As lipases exibiram potencial na aplicação em cosméticos para limpeza e tratamento anticelulite.

Além disso, a produção de cosméticos através de algas também se mostra promissor e apresenta um grande potencial para elaboração de cosméticos. A elaboração de extratos a partir de algas é um recurso natural renovável com grande disponibilidade que contribui diretamente para o desenvolvimento sustentável da indústria de cosméticos.

Com isso, o Brasil alto potencial para produção de cosméticos sustentáveis, frente a rica biodiversidade, tanto de recursos naturais, quanto de diversidade microbiana disponível, que o mesmo apresenta contribui-se significativamente para a obtenção de produtos farmacêuticos e cosméticos estáveis durante as etapas de produção, de forma segura e sustentável.

Por fim, a Engenharia de Bioprocessos abrange toda essa construção apresentada no estudo. Visto que a grade curricular nos permite aprofundar na biotecnologia e suas vertentes, tanto na parte técnica quanto na industrial.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABDALLA, D. S. P.; LIMA, E. S. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 293-303, set./dez. 2001.

ABIDI, F. et al. Purification and biochemical characterization of stable alkaline protease Prot-2 from *Botrytis cinerea*. *Process Biochemistry*, v. 46, n. 12, p. 2301–2310, 2011.

ABIHPEC, SEBRAE. Caderno de Tendências 2019-2020. Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. São Paulo, p. 13-41, 2019.

ALMADA FILHO, C. M. Antioxidantes e radicais livres. In: CANÇADO, F. A. X. et al. *Tratado de geriatria e gerontologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 744-748.

ALMADA FILHO, C. M. Antioxidantes e radicais livres. In: CANÇADO, F. A. X. et al. *Tratado de geriatria e gerontologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 744-748.

ALSCHER, R. G.; DONAHUE, J. L.; CRAMER, C. L. Reactive oxygen species and antioxidants: Relationships in green cells. *Physiologia Plantarum*, v. 100, n. 2, p. 224–233, 1997.

ANSORGE-SCHUMACHER, M. B.; THUM, O. Immobilised lipases in the cosmetics industry. *Chemical Society Reviews*, v. 42, n. 15, p. 6475–6490, 2013.

ANVISA, Agência nacional de vigilância sanitária. Resolução –RDC nº 07, de 11 de fevereiro de 2005. Regulamento sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes.

ARIEDEA, M.; CANDIDO, T.; JACOMEA, A.; VELASCO, M.; CARVALHO, J.; BABY, A. Cosmetic attributes of algae. *Algal Research*, v. 25, p. 483-487, 2017.

AZEVEDO, T. O. M. Produção e caracterização de proteases de fungos isolados de amostras de solo da região amazônica. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

BAUMANN, L. *Dermatologia cosmética: Princípios e práticas*. Rio de Janeiro: Revinter, 2004.

BERLINCK, N. S. Estudos de pré-formulação e desenvolvimento de preparações cosméticas: formulação de produtos dermocosméticos com aplicação em procedimentos estéticos. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia-Bioquímica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2015.

BEZERRA, K. G. et al. Emulsifying capacity of biosurfactants from *Chenopodium quinoa* and *Pseudomonas aeruginosa* UCP 0992 with focus of application in the cosmetic Industry. *Chem Eng*, v. 79, p. 211-216, 2020.

BORÉM A. Impacto da biotecnologia na biodiversidade. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*. 2005;8(34):22-27. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio34/bio34.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

Borges L L, Alves S F, Carneiro F M, Conceição E C, Bara M T F, Paula J R 2012. Influence of environmental factors on the concentration of phenolic compounds in barks of *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC. *Journal of Pharmacy Research* (5) 1323-1327.

BUCHLI, L. Radicais livres e antioxidantes. *Cosmetics & Toiletries*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 54-57, mar./abr. 2002.

CADIOLI, Luiz Paulo; SALLA, Luzia Dizulina. Nanotecnologia: um estudo sobre seu histórico, definição e principais aplicações desta inovadora tecnologia. *Revista de Ciências exatas e tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 98-105, 2006.

CAMARGO, Michele da Silva. BACTÉRIAS E FUNGOS COMO AGENTES PRODUTORES DE ENZIMAS DE USO COSMÉTICO. 2022.

DE ALMEIDA MELO, Larissa Magalhães; CRISTIANISMO, Lavínia Mota; GONTIJO, Silva. Tintas na indústria de cosméticos. *Tintas e suas Aplicações: Conceitos, Tecnologias e Possibilidades*, p. 139.

DERNER, R.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, M.; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, p. 1959-1969, 2006.

DUARTE, A. C. *Semiologia imunológica nutricional*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2003. 253p.

ESPIN, J. C. et al. Anthocyanin-based natural colorants: A new source of antiradical activity for foodstuff. *J Agric Food Chem*, v. 48, n. 5, p. 1.588- 1.592, 2000.

FARASAT, Massoumeh et al. Antioxidant properties of two edible green seaweeds from northern coasts of the Persian Gulf. *Jundishapur journal of natural pharmaceutical products*, v. 8, n. 1, p. 47-52, 2013.

FERRERO, José. A BIOLOGIA E O DISCURSO SOBRE A VIDA: aproximações acerca do conceito de vida em livros didáticos. 2011. Tese (Pós Graduação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2011.v

Fialkow, L.; Wang, Y. and Downey, G. P. Reactive Oxygen and Nitrogen Species as Signaling Molecules Regulating Neutrophil Function. *Free Radical Biology & Medicine*. 42, 153-164, 2007.

FONSECA, M. J. V. et al. Desenvolvimento de formulações tópicas antioxidantes. *Cosmetics & Toiletries*, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 64-68, jul./ago. 2008. GUIRRO, E.; GUIRRO, R. *Fisioterapia dermato-funcional*. 3. ed. Barueri: Manole, 2004.

Freire, C. E. T. (2014). *Biotecnologia no Brasil: uma atividade econômica baseada em empresa, academia e Estado* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

FREIRE, D. M.G.; CASTILHO, L DOS. R. Lipases em Biocatálise. In: BON, E. P. S.; FERRARA, M. A.; CORVO, M. S. *Enzimas em Biotecnologia: Produção, Aplicações e Mercado*. Rio de Janeiro: Editora Interciência, p. 369-379, 2008.

GALEMBECK, F.; CSORDAS, Y. *Cosméticos: a química da beleza*. Disponível em: . Acesso em: 6 ago. 2014.

GUPTA, P. L.; RAJPUT, M; OZA, T; TRIVEDI, U; SANGHVI, G. Eminence of Microbial Products in Cosmetic Industry. *Natural Products And Bioprospecting*, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 267-278, 18 jun. 2019. Disponível em: 10.1007/s13659-019-0215- 0. Acesso em: 20 maio 2022.

HalalJ. Tricologia e a química cosmética capilar (Títulooriginal: Hair structure and chemistry simplified). 5º ed. Norte Americana Cengage Learning, São Paulo. 2011.

IPMA – INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA. Macroalgas. Disponível em: <https://www.ipma.pt/pt/pescas/eppo/macroalgas/index.jsp>. Acesso em: 23 abr. 2022.

JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, v. 43, n. 1, p. 137-147, 2007. Disponível em: . Acesso em: 6 out. 2022.

KARKLIS, Taina Melo; ANGELI, Renata; DO CARMO, Flávia Lima. Monitoramento Tecnológico de Patentes da Área Cosmética Voltadas para a Pele. *Cadernos de Prospecção*, v. 13, n. 5, p. 1543-1543, 2020.

LAXMAN, R. S. et al. Optimization and scale up of production of alkaline protease from *Conidiobolus coronatus*. *Process Biochemistry*, v. 40, n. 9, p. 3152–3158, 2005.

LEITE, H. P.; SARNI, R. S. Radicais livres, antioxidantes e nutrição. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 87-94, abr./ maio/jun. 2003.

LI, S. et al. Technology Prospecting on Enzymes: Application, Marketing and Engineering. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, v. 2, n. 3, 2012.

LIU, J. et al. DPPH radical scavenging activity of ten natural p-terphenyl derivatives obtained from three edible mushrooms indigenous to China. *Chemistry & Biodiversity*, v. 1, p. 601-605, 2004.

LÓPEZ, J. R. M. et al. Radicales Libres en la Biomedicina y Estrés Oxidativo. *Revista Cubana de Medicina Militar, La Habana*, v. 30, n. 1, p.36-44, ene./mar. 2001.

LORENZETTI, D. L. Estudos de aplicação de lipases em formulações cosméticas. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) –Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MAIA, Andrei Giovani; PIRES, Paulo dos Santos. Uma compreensão da sustentabilidade por meio dos níveis de complexidade das decisões organizacionais. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*, v. 12, p. 177-206, 2011.

MARKOU, G.; VANDAMME, D.; MUYLAERT, K. Microalgal and cyanobacterial cultivation: The supply of nutrients. *Water Research*, v. 65, p. 186-202, 2014.

MEDEIROS, Mário Luan Silva de; RONDON, Josimara Nolasco. Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO): um panorama atual do programa. *Interações (Campo Grande)*, v. 19, p. 103-117, 2018.

MIGUEL, Laís Mourão. Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia Brasileira: experiências atuais e perspectivas das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MIURA, D. Y. Desenvolvimento farmacotécnico e estudo de estabilidade de géis de papaína destinados ao tratamento de feridas. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde) –Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

MONTEIRO, Valdirene Neves; DO NASCIMENTO SILVA, Roberto. Aplicações industriais da biotecnologia enzimática. *Revista processos químicos*, v. 3, n. 5, p. 9-23, 2009.

MORAES, M. G DE.; TERMIGNONI, C.; SALAS, C. Biochemical characterization of a new cysteine endopeptidase from *Carica candamarcensis* L. *Plant Science*, v. 102, n. 1, p. 11–18, 1994.

MOREIRA, E. A. M.; SHAMI, N. J. E. Licopeno como agente antioxidante. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 227-236, abr./jun. 2004.

NUNES, R. D. S. Avaliação da atividade antioxidante e antimutagênica da acerola (*Malpighiaglabra* L.). 77 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Toxicologia Aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Genética e Toxicologia Aplicada -Universidade Luterana Do Brasil, Canoas, 2007.

OLIVEIRA, J. M. Fundamentos dos radicais livres. *Cosmetics & Toiletries*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 40-45, mar./abr. 2002.

ORLANDELLI, Ravely Casarotti et al. Enzimas de interesse industrial: produção por fungos e aplicações. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, v. 7, n. 3, 2012.

PAIXÃO, Rafael Veiga et al. Biotecnologia na amazônia brasileira: experiências, obstáculos e possibilidades. 2018.

PINOTTI, M.; SEGATO, R. Cianobactérias: importância econômica. *Semina*, v. 12, n. 4, p. 275-280, 1991.

PORTER, M. Estratégia Competitiva, Técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 2^o edição, Rio de Janeiro, Elsevier, 2004.

RAI, S. K.; MUKHERJEE, A. K. Statistical optimization of production, purification and industrial application of a laundry detergent and organic solvent-stable subtilisin-like serine protease (Alzwpase) from *Bacillus subtilis* DM-04. *Biochemical Engineering Journal*, v. 48, n. 2, p. 173–180, 2010.

RAMTEKE, A. et al. In: Vitro Study of DPPH Radical Scavenging Activity of Leaf Extracts of *Physalis minima* Linn. *ICFAI Journal of Biotechnology*, v. 1, n. 2, jun, 2007. Disponível em: . Acesso em: 20 nov. 2022.

RAO, M. B. et al. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v. 62, n. 3, p. 597–635, 1998.

RECKZIEGEL, Beatris Schorr. DIAGNÓSTICO DO MERCADO DE COSMÉTICOS: Uma análise do comportamento das consumidoras por meio da venda direta. 2017.

REIS, Carla et al. Biotecnologia para saúde humana: tecnologias, aplicações e inserção na indústria farmacêutica. *BNDES Setorial*, n. 29, mar. 2009, p. 359-392, mar. 2009, 2009.

RESENDE, Rodrigo R. Biotecnologia aplicada à agro&indústria: fundamentos e aplicações. Editora Blucher, 2017.

RIBEIRO, C. Cosmetologia aplicada à dermoestética. São Paulo: Pharmabooks, 2006.

SABANOGLU, T. Annual growth of the global cosmetics market from 2004 to 2020. Disponível em: . Acesso em: 5 maio 2021.

SANTOS, E. P. et al. Enzimas na indústria de cosméticos. In: BON, E. P. S.; FERRARA, M. A.; CORVO, M. S. Enzimas em Biotecnologia: Produção, Aplicações e Mercado. Rio de Janeiro: Editora Interciência, p. 333-348, 2008.

SARAN, S.; ISAR, J.; SAXENA, R. K. A modified method for the detection of microbial proteases on agar plates using tannic acid. Journal of Biochemical and Biophysical Methods, v. 70, n. 4, p. 697–699, 2007.

SAVITHA, S. et al. Fungal protease: Production, purification and compatibility with laundry detergents and their wash performance. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, v. 42, n. 2, p. 298–304, 2011.

SAVITHA, S. et al. Fungal protease: Production, purification and compatibility with laundry detergents and their wash performance. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, v. 42, n. 2, p. 298–304, 2011.

SCHIMAICHEL, Giselle Leal; RESENDE, JTV de. A importância da certificação de produtos orgânicos no mercado internacional. Revista Eletrônica Lato Sensu, Ano, v. 2, p. 1-16, 2006.

SHAFEY, H. M. E. et al. Microbial superoxide dismutase enzyme as therapeutic agent and future gene therapy, v. 1, p. 435–443, 2010.

SHALABY, E. Algae as promising organisms for environment and health. Plant Signal Behav, p. 1338-1350, 2011.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. Quím. Nova, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999. Disponível em: . Acesso em: 120 nov. 2022.

SOUZA, M. P DE. Estudo de compostos naturais de acerola (*Malpighia emarginata* D.C) para cosméticos. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Coordenação de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

SOUZA, M. P DE. Estudo de compostos naturais de acerola (*Malpighia emarginata* D.C) para cosméticos. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Coordenação de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015.

STEINER, D. Antioxidantes em cosméticos. Cosmetics & Toiletries, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 36, jul./ago. 2008.

SZKLO, A.; ALMEIDA, L.; FIGUEIREDO, V.; LOZANA, J.; MENDONÇA, G.; MOURA, L.; SZKLO, M. Comportamento relativo à exposição e proteção solar na população de 15 anos

ou mais de 15 capitais brasileiras e Distrito Federal, 2002-2003. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, n. 4, p. 823–834, 2007.

TOMINAGA, H. et al. DPPH radical-scavenging effect of several phenylpropanoid compounds and their glycoside derivatives. *Yakugaku Zasshi*. v. 125, n. 4, p. 371-375, 2005. Disponível em: . Acesso em: 4 set. 2022.

TRAVERSA, E.; MACHADO-SANTELLI, G. M.; VELASCO, M. V. R. Histological evaluation of hair follicle due to papain's depilatory effect. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 335, n. 1–2, p. 163–166, 2007.

WANG, L.; XIONG, P.; STROM, S.; GOLDBERG, L.; LEE, J.; ROSS, M.; MANSFIELD, P.; GERSHENWALD, J.; PRIETO, V.; CORMIER, J.; DUVID, M.; CLAYMAN, G.; WEBER, S.; LIPPMAN, S.; AMOS, C.; SPITZ, M.; WEI, Q. In vitro sensitivity analysis to ultraviolet B light and skin cancer risk: A case-control analysis. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, v. 97, n. 24, p. 1822-1831, 2005.

WERNECK, G. C. Produção de proteases por fungos endofíticos isolados de plantas do cerrado. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) –Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

ZIMMER, K. R. et al. Enzimas microbianas de uso terapêutico e diagnóstico clínico. *Revista Liberato*, v. 10, p. 123–137, 2009.