



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: “SOLUÇÕES
SUSTENTÁVEIS NA COSMÉTICA: A INTEGRAÇÃO ENTRE
BIOCOSMÉTICOS E TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA”**

Letícia Moreira Ferreira

Orientadora: Professora Dra. Vicelma Luiz Cardoso

Universidade Federal de Uberlândia
2026



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: “ SOLUÇÕES
SUSTENTÁVEIS NA COSMÉTICA: A INTEGRAÇÃO ENTRE
BIOCOSMÉTICOS E TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA ”**

Letícia Moreira Ferreira

**Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vicelma Luiz
Cardoso**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para a defesa do
Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade
de Engenharia Química.

Uberlândia - MG

2026

Letícia Moreira Ferreira

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: “ SOLUÇÕES
SUSTENTÁVEIS NA COSMÉTICA: A INTEGRAÇÃO ENTRE
BIOCOSMÉTICOS E TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador(a): Prof. Dra. Vicelma Luiz Cardoso

Banca Examinadora:

Uberlândia, 31 de julho de 2026

Prof. Dr. Rafael Bruno Vieira
Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia - MG

Juliana Barcellos da Silva Sacramento
Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia – MG

Uberlândia - MG

2026

RESUMO

Nos últimos anos, o setor cosmético tem enfrentado uma crescente demanda por práticas sustentáveis, motivada tanto por pressões ambientais quanto pelas exigências de consumidores mais conscientes. Neste contexto, os biocosméticos e os cosméticos verdes surgem como alternativas mais sustentáveis, aliando ingredientes naturais, orgânicos e cruelty-free a práticas produtivas de menor impacto ambiental. Este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de levantamento bibliográfico, a integração entre as estratégias de Produção Mais Limpa (PML) e o desenvolvimento de biocosméticos, evidenciando como essa sinergia pode promover soluções sustentáveis para a indústria da beleza. A pesquisa abrangeu os conceitos e níveis hierárquicos de aplicação da PML na cadeia produtiva cosmética, a caracterização e diferenciação dos cosméticos convencionais, naturais, orgânicos, veganos e biocosméticos, e a análise de práticas consolidadas no setor, ilustradas pelos casos da Natura, da L'Oréal e do Grupo Boticário. Os resultados indicam que a integração entre PML e biocosméticos constitui uma estratégia complementar e tecnicamente viável, capaz de reduzir simultaneamente o consumo de água e energia, a geração de efluentes poluentes e a dependência de insumos petroquímicos, ao mesmo tempo em que agrega valor de mercado por meio do alinhamento a critérios ESG. Identificaram-se, contudo, desafios técnicos, econômicos e regulatórios que ainda limitam sua adoção em larga escala, como a instabilidade de formulações naturais, os custos de certificação e a ausência de uma definição jurídica unificada para o termo biocosmético. Espera-se que os resultados contribuam para a disseminação de tecnologias limpas, o fortalecimento da responsabilidade ambiental no segmento cosmético e a formulação de diretrizes para futuras inovações sustentáveis na área.

PALAVRAS-CHAVE: Biocosméticos, Produção mais limpa, Cosméticos verde, Sustentabilidade, Preocupação ambiental

ABSTRACT

In recent years, the cosmetic sector has faced a growing demand for sustainable practices, driven both by environmental pressures and the demands of more conscious consumers. In this context, biocosmetics and green cosmetics emerge as more sustainable alternatives, combining natural, organic, and cruelty-free ingredients with production practices that have a lower environmental impact. This study aimed to analyze, through a literature review, the integration between Cleaner Production (CP) strategies and the development of biocosmetics, highlighting how this synergy can promote sustainable solutions for the beauty industry. The research covered the concepts and hierarchical levels of CP application within the cosmetic production chain, the characterization and differentiation of conventional, natural, organic, vegan, and biocosmetic products, and the analysis of well-established practices in the sector, illustrated by the cases of Natura, L'Oréal, and Grupo Boticário. The results indicate that the integration between CP and biocosmetics constitutes a complementary and technically viable strategy, capable of simultaneously reducing water and energy consumption, the generation of polluting effluents, and dependence on petrochemical inputs, while adding market value through alignment with ESG criteria. However, technical, economic, and regulatory challenges that still limit large-scale adoption were identified, such as the instability of natural formulations, certification costs, and the absence of a unified legal definition for the term biocosmetic. The results are expected to contribute to the dissemination of clean technologies, the strengthening of environmental responsibility in the cosmetic segment, and the formulation of guidelines for future sustainable innovations in the field.

KEYWORDS: Biocosmetics, Cleaner production, Green cosmetics, Sustainability, Environmental concern.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da geração de opções de Produção mais limpa.....	18
Figura 2 - Fluxograma da cadeia de suprimentos verde na indústria de biocosméticos.....	25
Figura 3 - Imagem que ilustra como é os pontos de coleta do programa Boti Recicla das lojas da rede	26
Figura 4 - Imagem que ilustra como é a estrutura das lojas sustentáveis do Grupo Boticário.....	27

LISTA DE TABELAS/QUADROS

Quadro 1 - Matriz de Circularidade Tecnológica no Setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos.....	15
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. OBJETIVOS	10
1.1.1. OBJETIVO GERAL	10
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
2. METODOLOGIA	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1. INDÚSTRIA COSMÉTICA E O CENÁRIO DA SUSTENTABILIDADE.....	12
3.1.1. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	12
3.1.2. PANORAMA DO MERCADO COSMÉTICO	13
3.1.3. PROCESSOS PRODUTIVOS NA INDÚSTRIA COSMÉTICA.....	13
3.1.4. CRITÉRIOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E DE GOVERNANÇA APLICADOS À INDÚSTRIA COSMÉTICA.....	14
3.1.5. ECONOMIA CIRCULAR.....	15
3.2. PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PML) NA INDÚSTRIA COSMÉTICA, CONCEITO E EVOLUÇÃO	16
3.2.1. PRINCÍPIOS E TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA APLICADAS À INDÚSTRIA COSMÉTICA.....	17
3.2.2. BENEFÍCIOS DA P+L	19
3.3. BIOCOSMÉTICOS, CONCEITOS E DEFINIÇÕES	19
3.3.1. PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS NATURAIS	21
3.3.2. BENEFÍCIOS DOS BIOCOSMÉTICOS.....	22
3.3.3. DESAFIOS DOS BIOCOSMÉTICOS	23
3.4. INTEGRAÇÃO ENTRE COSMÉTICOS VERDES, BIOCOSMÉTICOS E PRODUÇÃO MAIS LIMPA	24
3.4.1. RELAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO.....	24
3.4.2. CADEIA PRODUTIVA SUSTENTÁVEL.....	24
3.4.3. APLICAÇÕES INDÚSTRIAS.....	25
3.4.4. BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO	27
3.5. DESAFIOS, LIMITAÇÕES E PERSPECTIVA FUTURAS	28
4. CONCLUSÃO	30
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, o cenário produtivo passou por mudanças relevantes para acompanhar as exigências de mercados em constante evolução, e cada vez mais globalizados (OSTRENGA et al., 1997), grande parte das indústrias atualmente precisaram se modernizar e mudarem suas políticas, principalmente ao que se relaciona com questões socioambientais. Nesse contexto, as novas prioridades do mercado são buscar inovações que gerem um produto de qualidade e ainda sim sustentável. Dessa forma, é essencial que as empresas atuais conciliem suas metas financeiras e econômicas com responsabilidades éticas, sociais e ambientais, uma vez que a sociedade tem atribuído crescente importância à atuação responsável como elemento determinante para o êxito ou fracasso dos negócios (PORTER, 1989).

A análise dos impactos ambientais provocados pelas atividades industriais é essencial para compreender e reduzir os danos que essas ações podem causar ao meio ambiente. Esse processo envolve etapas como a identificação, estudo e previsão de possíveis consequências, tais como a contaminação do ar, da água e do solo, além da perda de biodiversidade e os efeitos das mudanças climáticas. A partir dessas informações, são elaboradas estratégias voltadas à redução ou compensação desses impactos, com foco na sustentabilidade e na preservação ambiental. Esse trabalho exige a participação ativa de diferentes partes interessadas, como comunidades locais, instituições ambientais e autoridades governamentais, garantindo uma gestão conjunta e eficaz dos impactos causados pelas indústrias. Ainda que seja um grande poluidor e gerador de resíduos, o setor de cosméticos no Brasil vem desempenhando cada vez mais um papel significativo no crescimento e desenvolvimento nacional. No cenário global, o Brasil se estabiliza como o terceiro maior mercado global de cosméticos, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, além de se consolidar como um grande consumidor deste mercado, possui também potência significativa de exportações, já que em 2023 alcançou um valor recorde de exportações atingindo US\$ 911,2 milhões e no primeiro bimestre de 2024 as exportações de produtos de beleza brasileiros cresceram 7,7% (ABIHPEC, 2024).

Como resultado, “o mundo dos cosméticos” é um importante nicho para se estudar, devido à diversidade de poluentes em suas emissões, à grande quantidade de água necessária no processo produtivo e o grande número de embalagens, principalmente plásticas, utilizadas por esse mercado. A água é usada como matéria prima principal, solvente, agente de limpeza e em diversas etapas do processo de fabricação cosmético, sendo essencial para a formulação

de emulsões e soluções, além disso, a questão não se encontra apenas no grande uso da água, mas também na forma como os rejeitos industriais com alto potencial poluidor quando não bem tratados e lançados nos corpos d'água podem causar um desequilíbrio no ecossistema aquático. Esses efluentes contêm em sua essência, resíduos químicos, metais pesados, microplásticos, substâncias tensoativas, e entre outros contaminantes. Com essa preocupação ambiental surgiu e veem crescendo cada vez mais a tendência por cosméticos sustentáveis, abrindo caminhos para os biocosméticos e cosméticos verdes (GOMES, 2013).

O setor de cosméticos verdes engloba o conceito de responsabilidade ambiental e social em todo o ciclo de vida do produto, podendo serem classificados ou não como totalmente naturais, orgânicos ou veganos, mas sempre buscando o menor impacto, incorporando inclusive, técnicas de produção mais limpa, porém é importante salientar que nem todo cosmético verde é orgânico ou natural, pois para adquirirem essa classificação existem regras mais delimitadas (MARQUES, 2017). Já a classificação de biocosméticos envolve biodisponibilidade e biocompatibilidade dos ingredientes com a pele e meio ambiente, focando em ingredientes de alta pureza e eficácia biológica, geralmente derivados de fontes vegetais ou biotecnológicas. As substâncias permitidas na composição de um biocosmético são todo produto vegetal, mineral, marinha ou animal não transformado que atenda os critérios de qualidade definidos pela certificadora Ecocert, que inclui a água em sua certificação como ingrediente natural (ECOCERT, 2012).

Tendo em vista os notáveis avanços da indústria cosmética, e as inúmeras formas de poluição ambiental as quais essa é capaz de colaborar, é de suma importância a atenção das empresas do ramo nas normas regulamentadoras nacionais e o investimento cada vez maior em pesquisas e inovações capazes de mitigar os efeitos adversos e negativos que essa cadeia produtiva é capaz de promover.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

Considerando as informações expostas, o principal objetivo deste trabalho de conclusão de curso é verificar através de levantamento bibliográfico as técnicas de produção mais limpa aplicáveis à indústria cosmética, com ênfase na integração com os biocosméticos e cosméticos verdes como alternativas sustentáveis no setor.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar o conceito e os princípios da produção mais limpa na indústria cosmética;
- Caracterizar os biocosméticos, cosméticos verdes, naturais, orgânicos, veganos e sustentáveis, destacando suas diferenças e contribuições para a sustentabilidade;
- Analisar os impactos ambientais associados à fabricação convencional de cosméticos;
- Identificar práticas sustentáveis e tecnologias limpas adotadas atualmente no desenvolvimento de cosméticos;
- Discutir os benefícios da integração entre biocosméticos, cosméticos verdes e práticas de produção mais limpa na construção de um modelo mais ético e ecologicamente responsável.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi elaborado a partir de uma revisão da literatura relacionado ao tema “SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS NA COSMÉTICA: A INTEGRAÇÃO ENTRE BIOCOSMÉTICOS E TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA”. Dessa forma, foram selecionados diversos artigos científicos, capítulos de livros, teses e revistas que abordam a temática. Ademais, foi realizado um compilado e análise das informações pertinentes aos princípios e aplicações de biocosméticos e das estratégias de Produção Mais Limpa (PML), buscando identificar a sinergia entre essas abordagens para o desenvolvimento de produtos e processos mais sustentáveis. O estudo visa aprofundar o conhecimento sobre as melhores práticas, os desafios e as oportunidades na implementação dessas soluções, contribuindo para a orientação de futuras pesquisas e a proposição de diretrizes para aprimorar a sustentabilidade no setor cosmético.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. INDÚSTRIA COSMÉTICA E O CENÁRIO DA SUSTENTABILIDADE

Nos dias atuais, é como se uma onda verde tivesse tomado conta dos setores produtivos, felizmente, sustentabilidade e preocupação ambiental passaram a fazer parte do vocabulário industrial, no ramo dos cosméticos não foi diferente, e além das empresas, cada vez mais os consumidores começaram a buscar por produtos mais naturais e orgânicos, sendo assim, houve uma crescente busca pelos cosméticos verdes, que apresentam inúmeras vantagens frente aos cosméticos tradicionais (SILVA; OLIVEIRA, 2019).

3.1.1. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

No contexto industrial quando se fala de sustentabilidade é necessário analisar toda a cadeia produtiva, e ao se restringir ao ramo cosmético esse fluxo produtivo vai desde a extração de matérias primas mais sustentáveis até o tratamento adequado dos efluentes despejados no meio ambiente, lembrando, também, da preocupação com o descarte adequado das embalagens após o uso pelo consumidor, podendo evitar a poluição de aterros sanitários, oceanos e solos. Tendo em mente esta preocupação e visando diminuir o uso de energia, recursos e os impactos na emissão de gases de efeito estufa, provenientes da grande quantidade de detritos gerados pelas embalagens, as empresas começaram a desenvolver alternativas, tais como, produtos com embalagem refil, logística reversa, uso de materiais recicláveis, biodegradáveis ou reutilizáveis, produtos que exijam menos embalagens, como por exemplo shampoos e condicionadores em barra, entre outras técnicas. Seguindo este caminho, temos grandes empresas como O Boticário e Natura que oferecem descontos ou saldo de pontos ao se levar embalagens dos produtos vazios até uma loja parceira, e para além disso, segundo o Relatório de Sustentabilidade do Grupo Boticário (2023), a empresa reduziu em 25% o uso de plástico virgem em suas embalagens, se destacando dia após dia no cenário nacional.

Ainda que seja observado promissores avanços neste meio de beleza “limpa” é necessário destacar que para a execução destes ainda sim existem uma série de barreiras a serem superadas. Reformulação e estabilização de produtos, cadeia produtiva sustentável como um todo, factibilidade industrial e embalagens com redução de plástico virgem são alguns exemplos de desafios enfrentados pelos mercados de produção de cosméticos, aliado a isso, nasce também a questão de transparência e engajamento frente ao consumidor, uma vez que as empresas buscam

alinhar seus produtos às certificações de sustentabilidade de organizações independentes para validar suas práticas e gerar confiança no consumidor (TEIXEIRA; BARROS, 2017).

3.1.2. PANORAMA DO MERCADO COSMÉTICO

O mercado global de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC) consolidou-se como um dos setores mais resilientes e dinâmicos da economia contemporânea. De acordo com dados da Euromonitor International (2024), a movimentação financeira global do setor atingiu a marca aproximada de US\$ 640 bilhões, impulsionada tanto pela recuperação econômica pós-pandêmica quanto pela expansão de canais digitais e novas rotinas de autocuidado integral. Nesse cenário macroeconômico, as frentes de inovação concentram-se majoritariamente nos polos industriais dos Estados Unidos e da China, líderes em lançamentos anuais de produtos (PETTI, 2025).

No âmbito nacional, o Brasil ocupa uma posição de destaque estratégico, posicionando-se historicamente entre os maiores mercados consumidores do mundo. Conforme o Panorama do Setor emitido pela Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC, 2025), o país não apenas demonstra uma forte demanda interna, mas também expande sua relevância internacional. Reflexo disso foi o marco histórico registrado no encerramento da balança comercial, no qual o setor de HPPC brasileiro ultrapassou, pela primeira vez, a marca de US\$ 1 bilhão em exportações, direcionadas a mais de 170 países (ABIHPEC, 2026).

Esse desempenho robusto reafirma a competitividade da indústria nacional, sustentada por uma infraestrutura industrial complexa, diversidade de matrizes de biodiversidade e alta capacidade de adaptação às exigências mercadológicas globais. Paralelamente à expansão volumétrica do mercado, observa-se uma transição estrutural no comportamento do consumidor, migrando de escolhas puramente funcionais para decisões pautadas em critérios éticos e ecológicos.

3.1.3. PROCESSOS PRODUTIVOS NA INDÚSTRIA COSMÉTICA

A compreensão dos impactos ambientais do setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC) exige uma análise detalhada de suas operações unitárias. O fluxo fabril convencional é caracterizado por uma sequência de etapas interdependentes que demandam alta intensidade de recursos e geram cargas poluidoras complexas (CNTL, 2018).

A base galênica tradicional apoia-se em ingredientes de origem petroquímica (óleos minerais, parafinas), tensoativos sintéticos, conservantes halogenados (parabenos) e fragrâncias artificiais. A extração e o refino desses insumos representam o primeiro gargalo ecológico da cadeia devido à sua alta pegada de carbono intrínseca. O processo padrão envolve a pesagem, a preparação de fases (aquecimento independente das fases aquosa e oleosa, geralmente entre 70°C e 80°C), a emulsificação ou mistura sob alta agitação, o resfriamento controlado e, por fim, o envasamento. A água atua em dupla função: como veículo principal nas fórmulas (chegando a representar mais de 80% do volume de loções e xampus) e como insumo crítico de sanitização. Segundo Chrisandina et al. (2021), os sistemas de Clean-in-Place (CIP) para lavagem de tanques e tubulações respondem por grande parte do consumo hídrico fabril. O consumo energético, por sua vez, concentra-se no balanço térmico necessário para o aquecimento e resfriamento das massas e na força motriz dos agitadores industriais. O principal passivo ambiental da manufatura cosmética é o efluente líquido gerado na higienização das linhas. Esse descarte apresenta elevado potencial poluidor devido às altas concentrações de Demanda Química de Oxigênio (DQO), óleos, gorduras e agentes tensoativos de difícil biodegradação, além de resíduos sólidos oriundos de rebarbas de embalagens plásticas e perdas de processo (CHRISANDINA *et al.*, 2021).

3.1.4. CRITÉRIOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E DE GOVERNANÇA APLICADOS À INDÚSTRIA COSMÉTICA

A transição dos processos produtivos convencionais para modelos sustentáveis encontra reflexos na governança corporativa moderna através dos critérios ESG (*Environmental, Social, and Governance*). No ecossistema de HPPC, o alinhamento a esses três pilares deixou de ser uma ação de marketing isolada para se tornar uma métrica de sobrevivência de mercado e atração de investimentos.

No pilar Ambiental (E), as indústrias concentram esforços na descarbonização de suas matrizes energéticas, na eliminação de microplásticos em produtos de enxágue e no monitoramento do desmatamento associado à cadeia de fornecedores de óleos vegetais (como o óleo de palma). O pilar Social (S) manifesta-se fortemente no manejo e na originação de bioativos. A indústria cosmética nacional atua diretamente na inclusão socioeconômica de comunidades tradicionais e ribeirinhas (como as cooperativas extrativistas da Amazônia e do Cerrado), garantindo o comércio justo (Fair Trade) e a repartição de benefícios pelo uso do conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético (ABIHPEC, 2023). Por fim, a Governança (G) consolida a transparência regulatória e o combate ao *greenwashing* (ocorre

quando uma empresa, instituição ou figura pública promove uma imagem de responsabilidade ambiental ou sustentabilidade que não se confirma na prática). Isso se dá por meio da rastreabilidade total da cadeia de suprimentos, auditorias de terceira parte e adoção de rotulagem clara (Clean Label), permitindo que o consumidor valide a ética por trás da formulação (TEIXEIRA; BARROS, 2017).

3.1.5. ECONOMIA CIRCULAR

Como resposta ao modelo linear tradicional de extração, transformação e descarte, a Economia Circular propõe o fechamento dos ciclos de materiais dentro da indústria cosmética. De acordo com as diretrizes da *Ellen MacArthur Foundation* (2022), essa transição operacional fundamenta-se em duas frentes sinérgicas do setor de beleza: o upcycling de ingredientes e a circularidade das embalagens.

Quadro 1 – Matriz de Circularidade Tecnológica no Setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos

Vertente Circular	Mecanismo de Aplicação		Benefício Ambiental
	Industrial		Direto
Upcycling de Ativos	Aproveitamento de subprodutos agroindustriais (cascas de frutas, borra de café, sementes prensadas) para extração de ativos antioxidantes e óleos biológicos (MATOS et al., 2023).	de	Redução do desperdício de biomassa e não-geração de resíduos em aterros.
Logística Reversa	Implementação de sistemas de cooperativas de reciclagem e pontos de coleta para o retorno das embalagens à cadeia fabril, pós uso (ABIHPEC, 2023).		Redução da pressão sobre aterros e mitigação da poluição por microplásticos.
Design para Circularidade	Desenvolvimento	de	Economia de escala, menor

frascos mono-materiais, pegada hídrica e redução
 eliminação de plásticos severa do uso de polímeros
 virgens e expansão do fósseis.
 mercado de refis ou
 cosméticos sólidos (*solid
 beauty*).

Fonte: Desenvolvido pela autora (2026), adaptado de Matos et al. (2023) e ABIHPEC (2023).

A fusão dessas estratégias circulares prova que a sustentabilidade industrial não reside apenas na biodegradabilidade da fórmula intrínseca ao biocosmético, mas também na capacidade de manter o valor econômico e ecológico de todos os recursos pelo maior tempo possível dentro da biosfera e da tecnosfera.

3.2. PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PML) NA INDÚSTRIA COSMÉTICA, CONCEITO E EVOLUÇÃO

A produção mais limpa, ou também conhecida como PML ou P+L segue os fundamentos de integrar e pensar em técnicas de prevenção à poluição, possui o intuito de diminuir o consumo de recursos, a geração de rejeitos e a emissão de poluentes, focando no controle indireto dos contaminantes, uma vez que utiliza ações preventivas, além disso, prioriza medidas que otimizem o consumo de matéria-prima, água e energia (DUTRA *et al.*, 2019).

No contexto da indústria cosmética, as estratégias de PML são aplicadas em diversas frentes para promover a sustentabilidade. A seleção de matérias-primas, prioriza ingredientes renováveis e de baixo impacto ambiental. Ademais, a otimização dos processos de síntese e extração de ativos é fundamental, com a adoção de princípios da Química Verde, que incluem o uso de solventes verdes e técnicas avançadas como a extração com CO₂ supercrítico, reduzindo ou eliminando substâncias perigosas (SILVA; OLIVEIRA, 2019).

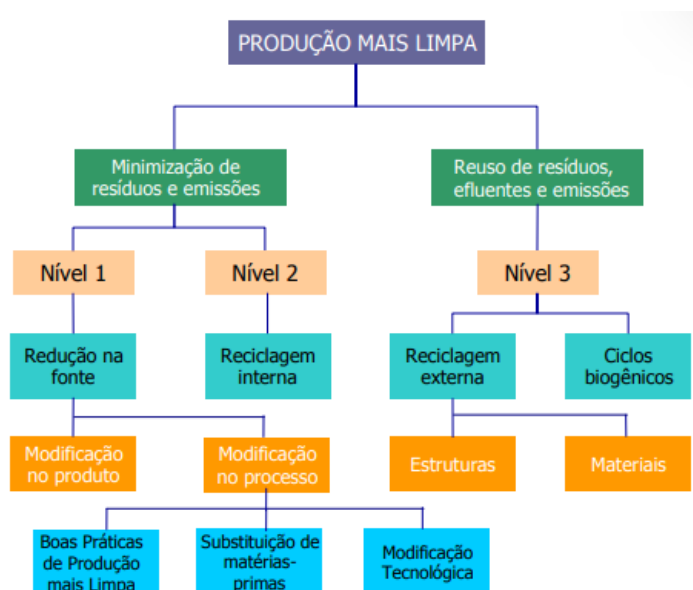
Outro pilar da PML no setor cosmético é o gerenciamento e a valorização de resíduos de processo, incorporando os princípios da Economia Circular. Isso envolve transformar subprodutos ou resíduos em novos recursos, como o uso de resíduos vegetais para a extração de novos ativos ou a reutilização de materiais em outras cadeias produtivas. Essa abordagem não apenas reduz o descarte, mas também agrega valor econômico aos materiais que antes seriam considerados lixo. Outro ponto interessante é a adoção de equipamentos e tecnologias mais eficientes que incluem desde reatores mais eficazes e sistemas de recuperação de solventes até a automação de processos para otimizar o consumo de recursos. Tais inovações permitem que a indústria cosmética não apenas atenda às crescentes demandas por sustentabilidade, mas também

se torne mais competitiva ao reduzir custos operacionais e mitigar riscos ambientais (GHISOLFI; SILVA; AGUIAR, 2017).

3.2.1. PRINCÍPIOS E TÉCNICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA APLICADAS À INDÚSTRIA COSMÉTICA

A Produção Mais Limpa (P+L) consolidou-se como estratégia ambiental preventiva a partir do final da década de 1980, quando passou a ser difundida internacionalmente como alternativa às chamadas técnicas "fim de tubo" (*end of pipe*), que tratam o resíduo somente depois de gerado. Em vez de perguntar "o que fazer com o resíduo?", a P+L parte de uma pergunta anterior, "onde e por que esse resíduo é gerado?", deslocando o foco da correção para a prevenção dentro do próprio processo produtivo.

O Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL/SENAI) sistematizou essa estratégia em três níveis hierárquicos de intervenção, que orientam a ordem de prioridade das ações dentro de uma empresa, conforme demonstrado na Figura 1 (SENAI-RS/CNTL, 2003). No Nível 1 (Redução na Fonte), busca-se evitar a geração do resíduo ou da emissão antes que ela ocorra, por meio de modificações no produto (reformulação, design) ou no processo (mudança de insumos, de tecnologia ou boas práticas operacionais de *housekeeping*). Quando não é possível eliminar totalmente a geração na fonte, avança-se para o Nível 2 (Reciclagem Interna), em que os resíduos e efluentes gerados são reaproveitados dentro da própria planta, retornando ao processo produtivo como matéria-prima ou insumo. Por fim, o Nível 3 (Reciclagem Externa e Ciclos Biogênicos) trata dos resíduos que não puderam ser evitados nem reaproveitados internamente, sendo destinados à reciclagem fora da empresa ou a processos biológicos de decomposição, como a compostagem.

Figura 1 – Fluxograma da geração de opções de Produção mais limpa

Fonte: SENAI-RS/CNTL (2003)

Na indústria cosmética, esses três níveis se traduzem em ações concretas amplamente discutidas na literatura (FURMAN et al., 2022): a redução do consumo de água, especialmente relevante porque muitas formulações líquidas e cremosas utilizam a água como veículo principal; a eficiência energética, obtida por otimização de equipamentos, sequenciamento de lotes e uso de fontes renováveis; o reaproveitamento de resíduos de processo, como sobras de matéria-prima e efluentes de limpeza de equipamentos; a reciclagem de materiais que não podem ser reincorporados internamente; a otimização de processos produtivos, reduzindo etapas, tempo de operação e perdas; e a substituição de matérias-primas tóxicas, como parabenos, ftalatos e derivados de petróleo, por ativos de origem vegetal, biotecnológica ou certificada, movimento associado diretamente ao conceito de biocosmético.

Complementarmente, a logística reversa e as embalagens sustentáveis representam um campo de aplicação direta da P+L nos níveis 2 e 3. Programas de refil e recarga prolongam a vida útil da embalagem primária, reduzindo a necessidade de produção de novas unidades, além de permitir maior fidelização do consumidor (VERLY; CUNHA; BRITO, 2024). Materiais biodegradáveis e o chamado "plástico verde", produzido a partir de fontes renováveis, como a cana-de-açúcar, em substituição ao polietileno de origem fóssil, reduzem a dependência de recursos não renováveis e a geração de resíduos persistentes no descarte. Já a tendência do *solid beauty* (cosméticos sólidos, como shampoos e condicionadores em barra) ilustra um caso particular de redução na fonte: por dispensarem ou minimizarem a água em sua composição, esses produtos exigem menos embalagem, são mais leves para transporte e tendem a ser comercializados em invólucros de papel reciclável, reduzindo simultaneamente o consumo hídrico, o volume de plástico e a pegada logística do produto (TORRES; PINHEIRO, 2023).

3.2.2. BENEFÍCIOS DA P+L

A adoção da Produção Mais Limpa na indústria cosmética gera benefícios que se manifestam em três dimensões interligadas: ambiental, econômica e operacional.

No campo ambiental, o principal ganho é a redução na geração de resíduos, efluentes e emissões diretamente na fonte, o que diminui a pressão sobre recursos naturais como água e energia e reduz o volume de materiais, sobretudo plásticos e embalagens, destinado a aterros ou descartado de forma inadequada (SENAI-RS/CNTL, 2003; FURMAN et al., 2022). Essa redução contribui ainda para a mitigação de impactos associados à extração de matérias-primas e ao desmatamento ligado ao abastecimento de insumos vegetais, reforçando a relação entre P+L e conservação da biodiversidade.

No campo econômico, a P+L parte de uma premissa simples, mas estratégica: resíduo é, antes de tudo, matéria-prima ou energia mal aproveitada, e cada unidade de resíduo gerada representa um custo já pago e não revertido em produto. Ao reduzir perdas de insumos, consumo de água e energia, e ao otimizar processos, as empresas tendem a reduzir custos operacionais de médio e longo prazo, além de mitigar despesas futuras com tratamento de resíduos, licenciamento ambiental e eventuais penalidades por não conformidade legal.

No campo operacional, a implementação da P+L costuma estar associada a ganhos de eficiência produtiva, melhoria na organização dos processos e maior controle sobre o balanço de materiais e energia da planta, o que facilita o cumprimento de exigências regulatórias e normativas, como a NBR ISO 14001 de gestão ambiental. Esses ganhos operacionais tendem ainda a se traduzir em vantagem competitiva e fortalecimento da imagem institucional da empresa frente a um mercado consumidor de cosméticos cada vez mais atento a critérios de sustentabilidade, rastreabilidade e transparência socioambiental (FURMAN et al., 2022; VERLY; CUNHA; BRITO, 2024).

3.3. BIOCOSMÉTICOS, CONCEITOS E DEFINIÇÕES

O desenvolvimento da cosmetologia contemporânea reflete uma profunda reconfiguração nos padrões de consumo, impulsionada pela conscientização ecológica e pela busca por saúde integrativa. A transição dos produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC) convencionais para formulações ecológicas teve gênese conceitual associada aos movimentos socioambientais da década de 1970, culminando no atual mercado de biocosméticos (MIGUEL, 2012). Contudo, conforme adverte Marques (2021), verifica-se uma lacuna conceitual e regulatória global e nacional, uma vez que não há uma definição jurídica unificada nas agências

de vigilância sanitária sobre o termo "biocosmético". Diante disso, o mercado apoia-se em definições técnico-privadas estabelecidas por organismos internacionais de certificação para segmentar e categorizar os produtos de beleza e higiene.

Para mitigar o fenômeno do *greenwashing* — a falsa atribuição de propriedades ecológicas a um produto —, a literatura científica e as normas de certificação internacional (como o referencial COSMOS) estabelecem distinções claras entre as categorias mercadológicas existentes:

- **Cosméticos Convencionais:** São formulações fundamentadas em compostos de origem predominantemente sintética e petroquímica. Utilizam amplamente óleos minerais, parafinas líquidas, polímeros sintéticos (silicones), conservantes halogenados e fragrâncias artificiais. Embora regulamentados quanto à segurança básica imediata, apresentam maior potencial de indução a dermatites de contato, hipersensibilidade e toxicidade cumulativa, além de gerarem efluentes industriais de difícil biodegradação (CHORILLI et al., 2006).
- **Cosméticos Naturais:** Caracterizam-se por formulações que restringem drasticamente o uso de compostos sintéticos. De acordo com os critérios da Ecocert e do Instituto Biodinâmico (IBD), um cosmético natural deve possuir, no mínimo, 95% do total de seus ingredientes constituídos por matérias-primas naturais ou de origem natural. Os 5% restantes são limitados a uma lista restrita de substâncias sintéticas autorizadas, sendo proibidos insumos de origem petroquímica ou sementes geneticamente modificadas (FONSECA-SANTOS; CORRÊA; CHORILLI, 2015).
- **Cosméticos Orgânicos:** Esta classe impõe critérios ainda mais restritivos do que os cosméticos naturais, focando no manejo agrícola da matéria-prima. Para receber a classificação orgânica, o produto deve conter, no mínimo, 95% de ingredientes biologicamente certificáveis oriundos de práticas agrícolas sustentáveis, isto é, livres de pesticidas, defensivos agrícolas sintéticos, adubos químicos ou transgênicos (MARQUES, 2021).
- **Cosméticos Veganos:** Diferenciam-se por um critério estritamente ético e de origem, focado na exclusão total de ingredientes de origem animal (tais como colágeno, elastina, mel, cera de abelha, carmim e queratina) em qualquer etapa de sua cadeia, associado à obrigatoriedade de práticas cruelty-free (ausência de testes em animais). É fundamental salientar que um cosmético vegano não é necessariamente natural ou orgânico; ele pode ser formulado com ingredientes 100% sintéticos e petroquímicos, desde que estes não envolvam exploração animal (FLOR, 2019).
- **Biocosméticos:** Configuram-se como a convergência tecnológica e biológica dessas

correntes. De acordo com as diretrizes de padronização da Ecocert do Brasil, são certificados sob essa égide produtos que contenham primordialmente insumos provindos da agricultura orgânica ou biológica em sua composição ativa, associando-se obrigatoriamente à vedação de testes em animais para a validação de seus efeitos dermatológicos. Consolida-se, portanto, a priorização estrita de insumos naturais e biotecnológicos renováveis, mitigando a presença de xenobióticos (compostos químicos estranhos ao organismo e que não são produzidos naturalmente pelo nosso metabolismo) e intermediários sintéticos nocivos à saúde humana e ao equilíbrio da biosfera.

3.3.1. PRINCIPAIS MATÉRIAS-PRIMAS NATURAIS

A engenharia de formulação dos biocosméticos baseia-se na substituição sistemática de adjuvantes e ativos sintéticos por "matérias-primas verdes", as quais se destacam por sua alta biodegradabilidade, baixa pegada de carbono e elevada biocompatibilidade cutânea. O principal objetivo técnico é eliminar compostos controversos como os parabenos (conservantes associados à disrupção endócrina), os sulfatos (tensoativos aniônicos agressivos à barreira lipídica) e as fragrâncias sintéticas (compostos voláteis de alto potencial alergênico), substituindo-os por alternativas mais responsáveis (MIGUEL, 2011).

- Óleos Vegetais: Atuam como substitutos diretos dos óleos minerais (*Paraffinum Liquidum*) e silicones na função de emoliência. Moreira (2017) aponta que esses insumos são obtidos majoritariamente por processos físicos de prensagem mecânica a frio de sementes, frutos, flores ou folhas, preservando estruturas químicas complexas. Diferente dos hidrocarbonetos fósseis, os óleos vegetais (como o de jojoba, rosa mosqueta, argan e castanha-do-pará) contêm ácidos graxos essenciais, triglicerídeos e vitaminas lipossolúveis que mimetizam o sebo humano fisiológico, promovendo hidratação por oclusão e reparação da barreira cutânea sem causar bioacumulação ambiental.
- Extratos Naturais: Compreendem complexos fitoterápicos ricos em fitoquímicos, polifenóis, flavonoides e óleos essenciais obtidos por técnicas de extração limpa (como a destilação por arraste a vapor ou a extração por CO₂ supercrítico). Desempenham funções ativas fundamentais nas formulações, atuando como antioxidantes naturais, agentes clareadores, anti-inflamatórios e sistemas de fragrância natural, eliminando a dependência de ftalatos e fixadores sintéticos (MIGUEL, 2012 *apud* MOREIRA, 2017).

- **Biomoléculas:** São compostos puros isolados de matrizes biológicas que exercem funções celulares específicas na pele. Destacam-se o ácido hialurônico de diferentes pesos moleculares, o resveratrol, a vitamina E natural (tocoferol) e os aminoácidos essenciais. Essas moléculas interagem diretamente com os receptores celulares cutâneos, oferecendo alta eficácia cosmeceútica sem a necessidade de carreadores sintéticos agressivos.
- **Biotecnologia Aplicada:** Representa o vetor de inovação mais expressivo no setor de HPPC sustentável. Conforme elucida Moreira (2017), a biotecnologia viabiliza o desenvolvimento racional de recursos naturais por meio do cultivo controlado de microrganismos vivos, tais como bactérias, fungos, leveduras e microalgas. Através de processos como a fermentação biológica e a engenharia enzimática, torna-se possível sintetizar ativos de alta pureza (como peptídeos lineares, enzimas reparadoras e biopolímeros hidratantes), reduzindo drasticamente a pegada hídrica e a dependência de monoculturas agrícolas extensivas ou de aditivos petroquímicos.

3.3.2. BENEFÍCIOS DOS BIOCOSMÉTICOS

A adoção dos biocosméticos estabelece vantagens multifatoriais que interligam a eficácia dermatológica aos pilares do desenvolvimento sustentável, gerando impactos positivos em quatro dimensões centrais. Ambientais, transição para insumos verdes garante que o ciclo de vida do produto apresente mínima carga poluidora. De modo geral, os biocosméticos formulados com ingredientes biodegradáveis e de origem renovável tendem a apresentar menor persistência ambiental e menor potencial ecotoxicológico quando comparados aos cosméticos convencionais, contribuindo para a redução dos impactos sobre os ecossistemas aquáticos. Além disso, a substituição de derivados do petróleo por biomassa renovável contribui diretamente para a descarbonização industrial (GOYAL, 2023).

Pensando economicamente, no âmbito de mercado, a cadeia de biocosméticos impulsiona a inovação através do *upcycling* de coprodutos agroindustriais (aproveitamento de sementes e cascas da indústria alimentícia para extração de óleos e ativos). Do ponto de vista corporativo, o alinhamento aos biocosméticos blinda as organizações contra riscos regulatórios futuros e atende às exigências de fundos de investimento focados em critérios ESG, conferindo diferenciação competitiva em um nicho de alto valor agregado (MATOS *et al.*, 2023). Já no viés social, a originação de ativos botânicos na biodiversidade brasileira fomenta modelos de economia distributiva. Muitas indústrias de biocosméticos estabelecem parcerias diretas com cooperativas de produtores agrícolas locais, comunidades ribeirinhas e povos tradicionais (especialmente na

Amazônia e no Cerrado). Essas cadeias promovem o comércio justo (*Fair Trade*), geram renda para populações vulneráveis e incentivam a preservação da floresta em pé através da repartição legal de benefícios decorrentes do acesso ao patrimônio genético (ABIHPEC, 2023).

Sob a perspectiva da saúde cutânea, os biocosméticos apresentam superioridade em termos de biocompatibilidade. A ausência de substâncias oclusivas sintéticas, corantes artificiais e conservantes liberadores de formaldeído reduz substancialmente a incidência de dermatite de contato alérgica e irritativa. Os nutrientes orgânicos e os antioxidantes naturais atuam em sinergia com a fisiologia da epiderme, fortalecendo a microbiota cutânea benéfica e minimizando a exposição do organismo a potenciais desreguladores endócrinos (CHORILLI *et al.*, 2006; SOUZA *et al.*, 2020).

3.3.3. DESAFIOS DOS BIOCOSMÉTICOS

Apesar do cenário mercadológico promissor, a substituição da base tecnológica convencional por matrizes biológicas impõe severos desafios de engenharia química, logística e conformidade legal à indústria de HPPC. Desafios, como por exemplo, estabilidade dos óleos vegetais e os extratos naturais são intrinsecamente instáveis e altamente susceptíveis à oxidação lipídica (ranço) quando expostos à luz, oxigênio e variações de temperatura. Manter a integridade físico-química de emulsões naturais ao longo do seu tempo de prateleira (shelf-life) exige complexos estudos de reologia e a incorporação de sistemas antioxidantes naturais sinérgicos altamente eficientes.

Além disso, conservação, a eliminação de conservantes tradicionais de amplo espectro (como os parabenos e o fenoxietanol) representa um dos maiores gargalos técnicos do setor. Os sistemas de conservação verde, baseados em ácidos orgânicos fracos (ácido benzóico, ácido sórbico) e óleos essenciais, possuem espectro de ação mais limitado e dependem estritamente do controle rigoroso do pH da formulação para exercer atividade antimicrobiana satisfatória contra bactérias e fungos (MAGALHÃES, 2018). E, por último, é necessário pensar na escalabilidade e custos, quanto a dependência do setor agrícola expõe a indústria à sazonalidade, variações climáticas e quebras de produção, o que dificulta a padronização e a homogeneidade entre diferentes lotes de fabricação. Ademais, o refino de insumos biotecnológicos e a aquisição de matérias-primas com certificação orgânica demandam cadeias produtoras complexas, elevando os custos operacionais de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e, por conseguinte, o preço final do produto ao consumidor.

3.4. INTEGRAÇÃO ENTRE COSMÉTICOS VERDES, BIOCOSMÉTICOS E PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A convergência entre o desenvolvimento de cosméticos verdes, a consolidação dos biocosméticos e a aplicação dos princípios da Produção Mais Limpa (P+L) representa a evolução da gestão ambiental reativa para a ecoeficiência proativa no setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC). Enquanto as correntes dos cosméticos verdes e biocosméticos concentram seus esforços na substituição de insumos sintéticos por matrizes biológicas e biodegradáveis na formulação intrínseca, a P+L atua como a ferramenta de engenharia de processo que viabiliza a manufatura dessas formulações com o menor consumo possível de recursos hídricos, energéticos e materiais (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006). Essa integração conceitual e operacional supera a visão tradicional de controle de poluição de fim de tubo (*end-of-pipe*), mitigando os impactos ambientais desde a concepção do produto (*eco-design*) até o processamento fabril e o descarte pós-consumo, estabelecendo um novo padrão técnico para a sustentabilidade industrial.

3.4.1. RELAÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO

No cenário macroeconômico contemporâneo, a sustentabilidade deixou de ser tratada como um centro de custos regulatórios para se consolidar como o principal vetor de inovação tecnológica corporativa. De acordo com Nidumolu, Prahalad e Rangaswami (2009), as organizações que antecipam as exigências ambientais transformam restrições ecológicas em oportunidades de ruptura de mercado, desenvolvendo novas competências antes de seus concorrentes. No setor de HPPC, esse fenômeno manifesta-se por meio da inovação sustentável, que abrange tanto a inovação de produto quanto a de processo.

A busca por biocosméticos funcionais impulsiona a pesquisa em química verde e biotecnologia industrial, resultando na criação de ingredientes ativos com maior estabilidade e eficácia dermatológica sem o uso de catalisadores tóxicos ou solventes poluentes. Sob a perspectiva de Barbieri *et al.* (2010), a inovação sustentável exige uma abordagem sistêmica, onde o refino dos processos internos (automação, eficiência termodinâmica e recirculação de efluentes) ocorre simultaneamente ao redesenho dos produtos, garantindo que o avanço tecnológico caminhe em estrita consonância com a preservação do capital natural.

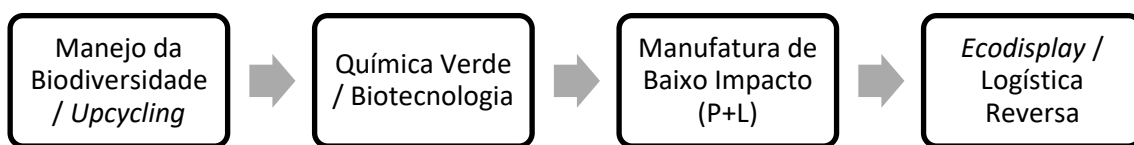
3.4.2. CADEIA PRODUTIVA SUSTENTÁVEL

A viabilização de um biocosmético autêntico requer a estruturação de uma Cadeia de

Suprimentos Verde (*Green Supply Chain Management* – GSCM), a qual estende a responsabilidade ambiental ao longo de todas as etapas que antecedem e sucedem a manufatura industrial. Conforme postula Srivastava (2007), a gestão da cadeia produtiva sustentável exige o monitoramento do ciclo de vida completo do produto, integrando critérios ecológicos desde o gerenciamento de fornecedores até o gerenciamento do fim de vida útil do bem de consumo.

Na indústria de biocosméticos, a cadeia inicia-se no manejo sustentável da biodiversidade ou no aproveitamento de coprodutos agrícolas, passa pelo transporte ecoeficiente e alcança a planta fabril. Nesse ponto, as diretrizes de P+L garantem que o processamento das matérias-primas ocorra com o mínimo de desperdício, emissões gasosas ou efluentes líquidas. A circularidade da cadeia fecha-se por meio do *design* de embalagens pós-consumo projetadas para a reciclabilidade ou compostagem, sustentadas por sistemas eficientes de logística reversa que mitigam o descarte final em aterros (VILHA; QUADROS, 2012). A circularidade da cadeia fecha-se por meio do *design* de embalagens pós-consumo projetadas para a reciclabilidade ou compostagem, sustentadas por sistemas eficientes de logística reversa que mitigam o descarte final em aterros. Nesse contexto de integração e fechamento do ciclo de vida, a sistematização dessas etapas produtivas e logísticas pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma da cadeia de suprimentos verde na indústria de biocosméticos



Fonte: Elaborado pela autora (2026)

3.4.3. APLICAÇÕES INDÚSTRIAS

A aplicação prática da integração entre P+L, química verde e biologia aplicada pode ser evidenciada por meio das estratégias operacionais de grandes corporações do setor de HPPC, que utilizam sua escala industrial para ditar tendências globais de sustentabilidade. É possível encontrar atualmente, empresas que se destacam e atuam muito bem incorporando processos sustentáveis em seus processos, a exemplo disso temos:

- **Natura:** A multinacional brasileira destaca-se pelo pioneirismo no modelo de negócios baseado na sociobiodiversidade e no uso de refis. Através da linha *Natura Ekos*, a empresa estruturou cadeias de suprimentos baseadas no comércio justo com comunidades tradicionais da Amazônia. Sob a ótica da P+L, a corporação opera com neutralidade de carbono em toda a sua cadeia e adota metodologias de Avaliação de

Ciclo de Vida (ACV) para mensurar e reduzir os impactos hídricos e de emissões de suas fórmulas desde a colheita até o descarte da embalagem (CARVALHO; BARBIERI, 2012).

- **L'Oréal:** Por meio do programa global *L'Oréal for the Future*, o grupo francês reformulou suas metas industriais focando na descarbonização e na economia circular de recursos. A empresa utiliza a ferramenta analítica SPOT (*Sustainable Product Optimization Tool*) para avaliar o perfil eco-social de todas as suas formulações. Nas suas plantas fabris, os princípios de P+L são aplicados no conceito de "fábricas ecológicas", que utilizam 100% de energia renovável e implementam sistemas fechados de tratamento que permitem a reutilização total da água de processos industriais e de limpeza de tanques (L'ORÉAL, 2021).
- **O Boticário:** O grupo brasileiro concentra suas ações de sustentabilidade na ecoeficiência de embalagens e na conservação ambiental. Com o programa *Boti Recicla*, que pode ser demonstrado na Figura 3, a empresa opera uma das maiores redes de logística reversa pós-consumo no varejo nacional. Além desse aspecto, existem algumas lojas da rede espalhadas pelo território brasileiro que são denominadas "Lojas Sustentáveis". Suas estruturas são feitas com plástico reciclado, um material 50% mais leve e 40% mais eficiente termicamente, o que reduz consideravelmente o consumo de energia dessas unidades, o design dessas loja pode ser demonstrado na Figura 4.

Figura 3 – Imagem que ilustra como é os pontos de coleta do programa *Boti Recicla* das lojas da rede



Figura 4 – Imagem que ilustra como é a estrutura das lojas sustentáveis do Grupo Boticário



Fonte: Grupo Boticário (2024 *apud* ROVAROTO, 2024).

Na vertente de P+L aplicada ao processo fabril, suas unidades industriais utilizam iluminação natural, sistemas avançados de eficiência energética na agitação de massas e reatores otimizados que diminuem as perdas de lote e reduzem drasticamente a carga orgânica dos efluentes gerados na sanitização das linhas de produção (GRUPO BOTICÁRIO, 2023).

3.4.4. BENEFÍCIOS DA INTEGRAÇÃO

A união entre as diretrizes de engenharia preventiva da P+L e os preceitos de formulação dos biocosméticos consolida vantagens que transcendem a esfera da conformidade ecológica, gerando impactos estruturais positivos distribuídos em quatro eixos centrais. A exemplo, temos a redução de impactos ambientais fazendo com que esta integração possibilite a mitigação de cargas poluidoras associadas à indústria química tradicional. Enquanto a formulação biocosmética garante que o produto pós-consumo seja altamente biodegradável e livre de bioacumulação, a aplicação de P+L na fábrica elimina o desperdício de insumos na fonte. Há uma redução drástica na pegada hídrica e de carbono da organização, decorrente do uso de circuitos fechados de resfriamento, otimização térmica das reações e a eliminação de efluentes industriais com alta Demanda Química de Oxigênio (DQO) (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006).

Ao alinhar-se à ecologia industrial, a valorização de resíduos naturais na manufatura de

biocosméticos torna-se um receptor estratégico para o *upcycling* de resíduos vindos de outras cadeias agroindustriais. Cascas, sementes, bagaços e polpas descartados pelo setor alimentício ou de sucos deixam de ser passivos ambientais destinados a aterros e passam a ser tratados como matérias-primas de alto valor para a extração de óleos essenciais, pigmentos naturais e antioxidantes ativos (NUNES, 2020). Essa simbiose reduz o custo de aquisição de insumos e elimina os impactos associados à disposição de resíduos orgânicos na biosfera.

O redesenho dos processos fabris orientado pela P+L impulsiona o desenvolvimento de rotas de síntese mais limpas. Isso acelera a transição para processos biotecnológicos de ponta, como a fermentação bacteriana controlada e o uso de biocatalisadores enzimáticos em substituição aos ácidos e bases fortes da síntese química convencional. O resultado é o surgimento de biomoléculas funcionais exclusivas, com alto desempenho cosmeceútico e menor geração de resíduos de reação por quilograma de produto purificado, que só é possível graças a inovação sustentável (SILVA, 2025).

Financeira e estrategicamente, a fusão entre processos limpos e produtos biológicos responde diretamente à Hipótese de Porter, a qual postula que regulamentações ambientais bem direcionadas estimulam as empresas a aumentar sua eficiência, compensando os custos de adequação através de inovações operacionais (PORTER; VAN DER LINDE, 1995). A indústria reduz seus custos operacionais diretos com energia, água e tratamento de efluentes, ao mesmo tempo em que protege sua marca contra flutuações de preços de derivados do petróleo e multas regulatórias. Adicionalmente, atende de forma legítima aos critérios do mercado financeiro focados em investimentos ESG, consolidando um posicionamento premium e diferenciado perante um mercado consumidor global cada vez mais exigente em termos éticos e ecológicos.

3.5. DESAFIOS, LIMITAÇÕES E PERSPECTIVA FUTURAS

Economicamente, os custos iniciais de investimento em novas tecnologias de Produção Mais Limpa (PML), aquisição de matérias-primas certificadas e processos de certificação podem ser elevados, impactando a competitividade de empresas menores ou menos capitalizadas no curto prazo. Superar essas barreiras exige não apenas inovação tecnológica, mas também modelos de negócio que incorporem o valor da sustentabilidade (MARQUES, 2021)

A percepção do consumidor, aliás, é um pilar central: embora haja uma demanda crescente por produtos "verdes", a disposição para pagar um preço mais elevado e a compreensão dos benefícios reais ainda variam, exigindo estratégias de marketing educacionais e autênticas para engajar e conscientizar o público.

Olhando para o futuro, as tendências e inovações emergentes na cosmética sustentável

apontam para um setor dinâmico e em constante transformação. A pesquisa em novos métodos de extração mais eficientes e a biotecnologia avançada prometem desbloquear o potencial de ativos ainda inexplorados. A continuidade da pesquisa e do investimento em P&D, aliada a políticas de incentivo e a um diálogo construtivo entre indústria e consumidores, será fundamental para solidificar a cosmética sustentável como o novo padrão da beleza.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho verificou, por meio de levantamento bibliográfico, as técnicas de Produção Mais Limpa (PML) aplicáveis à indústria cosmética, com ênfase na sua integração com os biocosméticos e os cosméticos verdes, cumprindo o objetivo geral proposto.

Confirmou-se que a PML se consolida como estratégia preventiva, atuando na origem da geração de resíduos e emissões, e que sua sistematização em três níveis hierárquicos (redução na fonte, reciclagem interna e reciclagem externa) é aplicável de forma concreta à cadeia produtiva cosmética. Os biocosméticos, cosméticos verdes, naturais, orgânicos e veganos foram caracterizados e diferenciados, evidenciando que, apesar de tratados como sinônimos no discurso mercadológico, possuem critérios técnicos e regulatórios distintos.

Os impactos ambientais associados à fabricação convencional de cosméticos foram identificados, destacando-se o elevado consumo hídrico e energético e a geração de efluentes com alta Demanda Química de Oxigênio (DQO). Também foram identificadas práticas sustentáveis e tecnologias limpas já adotadas pelo setor, como a substituição de matérias-primas tóxicas por insumos vegetais e biotecnológicos, a valorização de resíduos de processo e a adoção de embalagens recicláveis e reutilizáveis, confirmadas na prática industrial pelos casos da Natura, da L'Oréal e do Grupo Boticário.

Por fim, constatou-se que a integração entre PML e biocosméticos é complementar e traz benefícios ambientais, econômicos e sociais, ainda que sua consolidação em escala industrial encare desafios técnicos, econômicos e regulatórios. Conclui-se, portanto, que todos os objetivos gerais e específicos deste trabalho foram alcançados, reforçando a relevância da integração entre biocosméticos e Produção Mais Limpa para o avanço da sustentabilidade no setor cosmético. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se o aprofundamento de estudos de caso quantitativos, como análises de ciclo de vida (ACV), capazes de mensurar com maior precisão os ganhos decorrentes da adoção conjunta dessas estratégias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OSTRENGA, Michael et al. Guia Ernest & Young para gestão total dos custos de **Nivaldo Montigelli Jr. 3. ed.** Rio de Janeiro: Record, 1997.
- [2] PORTER, Michael E. **Vantagem Competitiva.** Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS (ABIHPEC). **Exportações do setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos crescem 7,7% no primeiro bimestre de 2024.** [S.I]: ABIHPEC, 2024. Disponível em: <https://abihpec.org.br/comunicado/exportacoes-do-setor-de-higiene-pessoal-perfumaria-e-cosmeticos-crescem-77-no-primeiro-bimestre-de-2024/>. Acesso em 13 jul. 2025
- [4] GOMES, P. C. **A indústria de cosméticos e a sustentabilidade da cadeia produtiva.** Instituto Ethos, São Paulo, SP, 2013. Disponível em: <http://www3.ethos.org.br/cedoc/a-industria-decosmeticos-e-a-sustentabilidade-da-cadeia-produtiva/#.WZx7-iiGPIU>. Acesso em: 16 de jul. 2025.
- [5] MARQUES, Flávia Souza de Faria. **Avaliação da potencialidade de extratos de plantas da flora brasileira como matéria-prima para cosméticos naturais e orgânicos.** 2017. 182 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/19221/1/FSFMarques.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- [6] ECOCERT (2012) Referencial para cosméticos naturais e orgânicos. Santa Rosa de Lima: Ecocert Green Life SAS. Disponível em: <https://www.ecocert.com/pt-BR/certifica%C3%A7%C3%A3o-detalle/cosmeticos-organicos-e-naturais-cosmos> . Acesso em: 16 jul. 2025.
- [7] SILVA, Elaine Cristina; OLIVEIRA, Cássia Patrícia. Estratégias de produção mais limpa aplicadas a uma indústria de cosméticos. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 289-307, maio/ago. 2019. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3670/2628iew/3670/2628. Acesso em: 16 jul. 2025
- [8] GRUPO BOTICÁRIO. *Relatório de sustentabilidade 2023.* São José dos Pinhais: Grupo Boticário, 2023. Disponível em: <https://www.grupoboticario.com.br>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- [9] TEIXEIRA, Juliana; BARROS, Lucas de Carvalho. **Cosméticos naturais e orgânicos: uma abordagem diferenciada para a indústria cosmética.** 2017. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/8c036be7-de39-41c4-a117->

[447f64ef384d/content](#). Acesso em: 17 jul. 2025.

[10] PETTI, Carin. **Chineses lideram disputa global em setores de ponta**. *Valor Econômico*, São Paulo, 9 maio 2025. Disponível em: <https://valor.globo.com/summit-valor-brazil-china-2025/noticia/2025/05/09/chineses-lideram-disputa-global-em-setores-de-ponta.ghtml>. Acesso em: 17 jul. 2025.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS (ABIHPEC). **Setor de Beleza e Cuidados Pessoais bate recorde de exportações e ultrapassa US\$ 1 bi**. São Paulo, 19 jan. 2026. Disponível em: <https://abihpec.org.br/release/setor-de-beleza-e-cuidados-pessoais-bate-recorde-de-exportacoes-e-ultrapassa-us-1-bi/>. Acesso em: 28 jun. 2026.

[12] CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS (CNTL). **Manual de Produção Mais Limpa: Setor Químico e Cosmético**. Porto Alegre: SENAI/RS, 2018.

[13] CHRISANDINA, N. *et al.* Water and energy reduction strategies in the cosmetic manufacturing industry: A review. *Journal of Cleaner Production*, v. 312, p. 127671, 2021.

[14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS (ABIHPEC). *Caderno de Tendências e Sustentabilidade*. São Paulo: ABIHPEC, 2023.

[15] TEIXEIRA, R.; BARROS, S. Gestão socioambiental e transparência no setor de higiene e beleza. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 11, n. 3, p. 45-62, 2017.

[16] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *The New Plastics Economy: Catalysing Action*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2022

[17] MATOS, S. *et al.* Upcycling of agricultural waste for cosmetic ingredients: A review on circular bioeconomy. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, v. 32, p. 101015, 2023.

[18] DUTRA, Jussara Cristina da Cruz; DUTRA, Mariana da Cruz; SILVA, Paulo Roberto da; SILVA, Ricardo Luiz da. Economia circular na gestão da cadeia de suprimentos: estudo de caso em uma empresa de cosméticos. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 26, n. 3, e3179, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/KNLTDMxnJNyyBxrxjS9kDCvD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 jul. 2025.

[19] GHISOLFI, Daniel; SILVA, Marcelo; AGUIAR, Ricardo. **Produção mais limpa: conceitos e práticas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2017.

[20] SENAI-RS/CNTL. *Implementação de programas de produção mais limpa*. Porto Alegre: SENAI-RS/UNIDO/UNEP, 2003. 42 p. Disponível em: <https://www.senairs.org.br/documentos/implementacao-de-programas-de-producao-mais-limpa>. Acesso em: 28 jun. 2026.

[21] FURMAN, Ana Carolina; VEIT, Márcia Teresinha; PALÁCIO, Soraya

Moreno; GONÇALVES, Gilberto da Cunha; BARBIERI, Jéssica Caroline Zanette.

Sustentabilidade no processo produtivo da indústria cosmética: uma revisão da literatura.

Research, Society and Development, v. 11, n. 13, p. e586111335852, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35852>. Acesso em: 28 jun. 2026.

[22] **VERLY, Juliana de Souza; CUNHA, Fabíola Oliveira da; BRITO, Luciana Macedo.** Embalagens cosméticas: aspectos sobre segurança, inovação e sustentabilidade.

Revista Sociedade Científica, v. 7, n. 1, p. 1739-1773, 2024. Disponível em:

<https://journal.scientificsociety.net/index.php/sobre/article/view/350>. Acesso em: 28 jun.

2026.

[23] **TORRES, Karine Martins; PINHEIRO, Mariana Santos.** Cosméticos sólidos para o cuidado dos cabelos: levantamento desta tendência no meio científico e no mercado brasileiro. *Infarma – Ciências Farmacêuticas*, v. 35, n. 4, p. 553-567, 2023. Disponível em:

<https://revistas.cff.org.br/infarma/article/view/3183>. Acesso em: 28 jun. 2026.

[24] **MIGUEL, L. M.** A biodiversidade na indústria de cosméticos: contexto internacional e mercado brasileiro. 2012. 259 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

[25] **CHORILLI, M. et al.** Reações adversas a cosméticos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 42, n. 2, p. 115-130, 2006.

[26] **MARQUES, Fernanda Simões Farias.** **BIOCOSMÉTICOS, UMA REALIDADE NO PAÍS? Uma análise do ponto de vista regulatório.** 2021. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em:

<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/19221/1/FSFMarques.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2025

[27] **ECOCERT BRASIL.** Cosméticos. Disponível em: <http://www.ecocert.com.br/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

[28] **FONSECA-SANTOS, B.; CORRÊA, M. A.; CHORILLI, M.** Sustainability, natural and organic cosmetics: consumer, products, efficacy, toxicological and regulatory considerations. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 51, n. 1, p. 17-26, 2015.

[29] **FLOR, Juliana; MAZIN, Mariana Ruiz; FERREIRA, Lara Arruda.** **Cosméticos naturais, orgânicos e veganos.** *Cosmetics & Toiletries Brasil*, São Paulo, v. 31, p. 30-36, maio/jun. 2019. Disponível em: https://www.cosmeticsonline.com.br/ct/painel/class/artigos/uploads/flfdc-CT313_32-38.pdf. Acesso em: 12 jul. 2026.

[30] **MIGUEL, Laís Mourão.** **Tendências do uso de produtos naturais nas indústrias de cosméticos da França.** *Revista Geográfica de América Central*, Heredia, Costa Rica, v. 2, n. esp., p. 1–15, 2011. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820171.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2026

- [31] MOREIRA, Nathália Gomes Monteiro. **Estudo Tecnológico e Mercadológico da Indústria de Biocosméticos**. 2017. 117 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- [32] Goyal, N., Jerold, F. Biocosmetics: technological advances and future outlook. *Environ Sci Pollut Res* 30, 25148–25169 (2023). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17567-3>. Acesso em 12 jul. 2026.
- [33] MAGALHÃES, Lorena Severiano de. **Cosméticos orgânicos: uma tendência crescente no mercado ainda pouco conhecida**. 2018. 26 f. Monografia (Graduação em Farmácia) - Escola de Farmácia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1089>. Acesso em: 12 jul. 2026.
- [34] GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. **Ecologia Industrial e Produção Mais Limpa**. São Paulo: Editora Blucher, 2006.
- [35] NIDUMOLU, R.; PRAHALAD, C. K.; RANGASWAMI, M. Why sustainability is now the key driver of innovation. **Harvard Business Review**, v. 87, n. 9, p. 56-64, 2009.
- [36] BARBIERI, J. C. *et al.* Inovação e sustentabilidade: novos modelos de negócios. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2010
- [37] SRIVASTAVA, S. K. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International Journal of Management Reviews**, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.
- [38] VILHA, Anapátricia Morales; QUADROS, Ruy. Gestão da inovação sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável: lições das estratégias e práticas na indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos. **RAI: Revista de Administração e Inovação**, v. 9, n. 3, p. 28-52, jul./set. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1809203916303436>. Acesso em 14 jul. 2026
- [39] PEREIRA DE CARVALHO, André; BARBIERI, José Carlos. Innovation and Sustainability in the Supply Chain of a Cosmetics Company: a Case Study. *Journal of Technology Management & Innovation*, Santiago, v. 7, n. 2, p. 144-156, jul. 2012. Disponível em: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242012000200012&lng=es&nrm=iso. Acesso em 14 jul. 2026.
- [40] NATURA. **Relatório Anual Natura & Co**. São Paulo: Natura, 2022.
- [41] L'ORÉAL. **L'Oréal for the Future: Progress Report**. Clichy: L'Oréal Group, 2021.
- [42] GRUPO BOTICÁRIO. **Relatório de Sustentabilidade e Relato Integrado**. Curitiba: Grupo Boticário, 2023.

- [43] ROVAROTO, Isabela. **O Boticário chega a 100 lojas sustentáveis e expande presença em atacarejos**. Exame, 2 nov. 2024. Disponível em: <https://exame.com/negocios/boticario-atinge-marco-de-100-lojas-sustentaveis-e-expande-presenca-em-atacarejos/>. Acesso em 14 jul. 2026.
- [44] NUNES, Janaina Aparecida Ribeiro. *Cadeia produtiva do setor de cosméticos orgânicos e sua integração com as práticas verdes*. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Paulista, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, São Paulo, 2020. Disponível em: https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/tainacan-items/198/32711/eng_janaina_aparecida_ribeiro_nunes.pdf. Acesso em: 14 jul. 2026.
- [45] SILVA, Robson Almeida. **Potencialidades cosmecêuticas e biotecnológicas dos extratos vegetais de *Hancornia speciosa* Gomes: fitoquímica, fotoproteção e metabolômica baseada em espectrometria de massas e impressão digital química**. Orientador: Ademir Evangelista do Vale; Coorientadora: Fabiany Cruz Gonzaga. 2025. 222 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Instituto em Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador (BA), 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/42749>. Acesso em 14 jul. 2026.
- [46] PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. **Journal of Economic Perspectives**, v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995.

