

**UFSCar – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CCET – CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DQ – DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

Amanda Boni de Mattos

**AVANÇOS DA NANOTECNOLOGIA EM COSMÉTICOS FRENTE ÀS
FORMULAÇÕES TRADICIONAIS**

Novembro de 2025

São Carlos – SP

**UFSCar – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CCET – CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DQ – DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

Amanda Boni de Mattos

**AVANÇOS DA NANOTECNOLOGIA EM COSMÉTICOS FRENTE ÀS
FORMULAÇÕES TRADICIONAIS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentada ao Departamento de
Química da Universidade Federal de
São Carlos, para obtenção do título de
Bacharel em Química

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Samuel
Schwab

Novembro de 2025

São Carlos - SP

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS****DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - DQ/CCET/R**

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33518206 - <http://www.ufscar.br>

DP-TCC-FA nº 31/2025/DQ/CCET/R

Graduação: Defesa Pública de Trabalho de Conclusão de Curso**Folha Aprovação (GDP-TCC-FA)****FOLHA DE APROVAÇÃO****AMANDA BONI DE MATTOS****AVANÇOS DA NANOTECNOLOGIA EM COSMÉTICOS FRENTE ÀS FORMULAÇÕES TRADICIONAIS****Trabalho de Conclusão de Curso****Universidade Federal de São Carlos – Campus São Carlos**

São Carlos, 26 de novembro de 2025

ASSINATURAS E CIÊNCIAS

Cargo/Função	Nome Completo
Orientador	Prof. Dr. Ricardo Samuel Schwab
Membro da Banca 1	Prof. Dr. Edenir Rodrigues Pereira Filho
Membro da Banca 2	Msc. Danilo Forti Carvalho de Benedicto



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Samuel Schwab, Professor(a)**, em 26/11/2025, às 16:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **2084403** e o código CRC **829605FF**.

Referência: Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.001933/2024-38

SEI nº 2084403

Modelo de Documento: Grad: Defesa TCC: Folha Aprovação, versão de 02/Agosto/2019

AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaria de agradecer imensamente meus pais, meu irmão e minha cunhada, por todo o suporte ao longo de minha vida, pelos ensinamentos, amor, carinho e companhia. Sem dúvidas, o apoio de vocês foi fundamental para entrar e sair da universidade. À minha cachorrinha, Maya, que assistiu todas as aulas na época de pandemia e estudou à distância comigo, além de ser minha companheira em todos os momentos.

Gostaria de agradecer, também, àqueles que nunca saíram de meu lado, mesmo não convivendo diariamente: meus primos Gabriela, Guilherme e Isabelli, e minha melhor amiga, Melanie. A amizade e companheirismo de vocês foi essencial para minha vida, não imagino outra sem vocês. Aos meus amigos que, mesmo presente no final, sempre me deram total apoio e confiança, André e Gabriel. À toda minha família também, meus falecidos avós, meus tios e tias, e meus milhares de primos. Nossa união fez quem sou hoje.

A todos os professores, servidores e funcionários da UFSCar, muito obrigada, principalmente àqueles que proporcionaram aulas, aprendizados e risadas. Foi uma honra ter feito parte.

Aos meus companheiros de estágio que, sem dúvidas, trouxeram leveza para todo esse período, com apoio mútuo. Obrigada, Geisinha e Rafa.

E por fim, agradecer quem me fez companhia em surtos, risadas e choros durante as aulas, e no pré e pós também: Ana Caroline, Breno, Felipe e Vinícius. A graduação não poderia ter sido melhor sem vocês. Cada festa, cada encontro na Ludogs ou no sofazinho do DQ, cada refeição caótica no restaurante universitário. Foi muito bom ter conhecido vocês e enfrentado tudo isso com apoio. Vocês já fazem muita falta no meu dia a dia.

Obrigada a cada um que fez parte dessa longa caminhada.

RESUMO

A palavra cosmético tem sua origem do grego *kosmetikós*, que significa “hábil em adornar”, ou seja, ligado diretamente a idéia de embelezamento e organização do corpo. Do lado da legislação brasileira, o significado não fica longe, sendo destinado a produtos que tem como objetivo limpar, perfumar ou cuidar da pele e cabelos. Já a nanotecnologia é uma área que projeta, manipula e aplica materiais em escala nanométrica, onde átomos e moléculas podem ser reorganizados. Juntos, formam os chamados nanocosméticos, em que a nanotecnologia foi aplicada aos cosméticos, trazendo avanços significativos frente às formulações tradicionais, o que permitiu maior estabilidade dos ativos, liberação controlada e penetração cutânea mais eficiente. Eles estão presentes em produtos como protetores solares, cremes antienvhecimento e loções hidratantes, oferecendo melhores resultados e mantendo os princípios ativos protegidos e prolongando seus efeitos. Além das vantagens funcionais, ela também levanta preocupações quanto à segurança, toxicidade e impactos ambientais, principalmente quando relacionados ao descarte em solo, água e ambientes aquáticos. Dessa forma, ainda existem desafios quanto à regulamentação específica e aos estudos relacionados aos riscos, evidenciando a necessidade de mais pesquisas sobre o tema.

PALAVRAS-CHAVE: Cosméticos; Nanotecnologia; Nanocosméticos; Formulações tradicionais; Impactos ambientais.

ABSTRACT

The word cosmetic has its origin in the Greek *kosmetikós*, which means “skilled in adorning”, that is, directly linked to the idea of beautification and body organization. On the side of the Brazilian legislation, the meaning is not far off, being intended for products whose objective is to clean, perfume, or care for the skin and hair. Nanotechnology, on the other hand, is an area that designs, manipulates, and applies materials on a nanometric scale, where atoms and molecules can be reorganized. Together, they form the so-called nanocosmetics, in which nanotechnology has been applied to cosmetics, bringing significant advances compared to traditional formulations, which has allowed greater stability of active ingredients, controlled release, and more efficient skin penetration. They are present in products such as sunscreens, anti-aging creams, and moisturizing lotions, offering better results and keeping active ingredients protected while prolonging their effects. In addition to functional advantages, it also raises concerns regarding safety, toxicity, and environmental impacts, especially when related to disposal in soil, water, and aquatic environments. Thus, there are still challenges regarding specific regulation and studies related to risks, highlighting the need for further research on the subject.

KEYWORDS: Cosmetics; Nanotechnology; Nanocosmetics; Traditional formulations; Environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Registro de um recipiente de kohl feito pelo laboratório de pesquisa do <i>Petrie Museum of Egyptian Archaeology</i> (Brasil, 2022).....	12
Figura 2. Registro de imagens parietais encontradas em uma tumba no Egito (Jamille, 2019).....	12
Figura 3. Escala comparativa de tamanho entre estruturas (Barauna; Razera, 2018).....	16
Figura 4. Imagem do vitral da Catedral de Notre-Dame de Paris (Vogue, 2019).....	17
Figura 5. Diferença entre a permeabilidade cutânea entre um cosmético convencional e de um nanocosmético (Equipe La Cutanée, 2020).....	23
Figura 6. Amostra da policaprolactona (Shenzhen).....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1 EVOLUÇÃO DOS COSMÉTICOS.....	12
2.2 NANOTECNOLOGIA.....	16
2.3 NANOTECNOLOGIA EM COSMÉTICOS.....	19
2.4 REGULAMENTAÇÃO.....	20
2.4.1 COSMÉTICOS.....	20
2.4.2 NANOCOSMÉTICOS.....	21
2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS NANOCOSMÉTICOS.....	23
2.6 IMPACTOS AMBIENTAIS DE NANOPARTÍCULAS EM COSMÉTICOS.....	26
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

Desde as civilizações antigas, os cosméticos eram utilizados não apenas para o embelezamento, mas também para higiene e proteção, evidenciando o cuidado com o corpo e com a aparência. O termo “cosmético” tem origem no grego *kosmetikós*, que significa “hábil em adornar”, ligado à ideia da habilidade de ordenar, organizar e embelezar o corpo. Ao longo da história, porém, o uso dos cosméticos passou por diversos problemas, chegando a ser desvalorizado ou até rejeitado em alguns momentos da história, especialmente quando não era vinculado a práticas religiosas. Já a partir do século XVIII, o cuidado pessoal voltou a ganhar força, com a popularização de itens de higiene, que abriram caminho para a expansão do mercado de cosméticos nos séculos seguintes. Esse movimento inicial de popularização preparou o terreno para avanços mais estruturados na ciência dos cosméticos, que se consolidaram no século XX (Sathler, 2018).

O interesse em cosméticos vem crescendo a cada ano, sendo impulsionado por diversos fatores. Entre eles, pode-se citar: a questão estética, em que a sociedade impõe padrões de beleza muitas vezes alcançados apenas por meio do uso desses produtos; a busca por saúde, bem-estar, autoestima e qualidade de vida, como no cuidado com a pele diante de problemas dermatológicos e do envelhecimento (Pereira e Correia, 2020). Ademais, a busca por praticidade tem levado ao crescimento dos chamados produtos multifuncionais, que reúnem em uma só formulação diferentes benefícios voltados à estética, saúde e proteção da pele.

Diante desse interesse crescente, a cosmetologia e a dermofarmácia se destacaram por trazerem a ciência do século XX aplicada nos cosméticos, contribuindo com a mudança dos conhecimentos experienciados pelas antigas civilizações para algo com estudos aplicados. A atenção à qualidade de vida, aos impactos do uso de cosméticos, ao bem-estar animal e aos cuidados com a natureza têm aumentado nos últimos anos, isso ressalta a importância do aprimoramento das tecnologias e dos ingredientes empregados nas formulações. Conseqüentemente, os produtos e formulações ganham aperfeiçoamentos com mais recorrência, aumentando o mercado dos cosméticos, trazendo mais visibilidade para a área e, por consequência, mais regulamentações (Barata, 2018).

Os cosméticos podem ser constituídos por ingredientes de origem natural ou sintética (Pereira e Correia, 2020). Destacam-se, no primeiro caso, a cera de abelha, os óleos vegetais, os extratos de plantas, amplamente utilizados desde a pré-história; enquanto, no segundo, incluem-se aqueles produzidos em laboratório, muitas vezes semelhantes aos naturais, cujo uso tem aumentado em razão da preocupação ética e da busca por sustentabilidade por parte dos consumidores. Da mesma forma, as tecnologias aplicadas na formulação de cosméticos também evoluíram, levando as indústrias a investir milhões em pesquisa e desenvolvimento. O objetivo é acompanhar um mercado cada vez mais exigente, no qual os consumidores buscam constantemente novidades, melhor desempenho e resultados mais eficientes, que superem os produtos tradicionais (Vaccaro, 2022).

Então, diante dessa expansão da indústria de cosméticos, tanto em formulações quanto em quantidade de produtos disponíveis, tornou-se necessária a existência de normas para garantir, com qualidade e segurança, que esses produtos cheguem às mãos dos consumidores e das empresas. No Brasil, esse papel cabe à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), instituída pela Lei nº 9.782/99, responsável por regulamentar e fiscalizar o setor, estabelecendo diretrizes que vão desde a fabricação até a comercialização dos cosméticos (Brasil, 1999).

A principal regulamentação se dá pelas RDCs (Resoluções da Diretoria Colegiada), que definem as boas práticas de fabricação, listam substâncias permitidas ou proibidas e classificam os produtos. Um exemplo, entre outras resoluções importantes, é a RDC nº 907/2024 que trata sobre a Classificação de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, definindo dois graus de enquadramento: Grau 1, que não exige comprovação detalhada de eficácia ou segurança devido às suas características mais simples; e Grau 2, que, por exigirem informações adicionais, devem apresentar comprovação de segurança e/ou eficácia (Brasil, 2024).

Esse processo mostra uma diferença em relação ao passado, quando a produção de cosméticos era feita com métodos mais tradicionais e baseados na experiência. Hoje, a fabricação de cosméticos exige requisitos de qualidade, estabilidade e segurança, alinhados a técnicas científicas modernas. Assim, além de acompanhar o crescimento do setor, o qual se expande em ritmo acelerado no mundo todo, as regulamentações garantem que os avanços tecnológicos estejam alinhados à proteção da saúde e à confiança do consumidor.

A partir desse contexto e das inovações nos cosméticos, torna-se relevante compreender como a nanotecnologia é aplicada neste cenário, sendo que o registro do primeiro uso em cosméticos se deu por volta de 1990, quando uma marca internacional, a Lancôme®, produziu um creme com nanocápsulas de vitamina E. Com a abertura do mercado por essa marca, diversas outras empresas seguiram a mesma tendência, consolidando os chamados nanocosméticos na indústria. Estes produtos consistem em formulações que incorporam ativos nanoestruturados, que são capazes de oferecer melhor desempenho em comparação aos cosméticos tradicionais, cujas formulações apresentam ativos não nanoencapsulados, além de apresentarem partículas extremamente pequenas (1 a 100 nm) (Ferraz, 2022; Bello, 2024).

Essas formulações trazem algumas vantagens importantes, como a maior penetração na pele, a proteção dos ingredientes contra a degradação e a liberação controlada dos ativos, o que prolonga seu efeito, além de garantir maior estabilidade a eles. Por conta disso, a nanotecnologia tem sido muito utilizada em cosméticos voltados para o antienvhecimento e fotoproteção, mas também já aparece em produtos do dia a dia, como xampus, condicionadores, cremes corporais e desodorantes. Além de melhorar os resultados, essa tecnologia agrega valor e dá aos produtos um diferencial no mercado, acompanhando a busca constante por inovação e eficácia (Ferraz, 2022; Bello, 2024).

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo discutir o uso da nanotecnologia em cosméticos, destacando suas principais vantagens, implicações e as regulamentações que norteiam o setor. Para que esses objetivos sejam atingidos, este trabalho é embasado pela metodologia de revisão bibliográfica, permitindo que o leitor busque informações e conceitos em textos já publicados acerca da temática proposta, enriquecendo a discussão.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 EVOLUÇÃO DOS COSMÉTICOS

O uso de cosméticos acompanha o desenvolvimento da sociedade desde períodos pré-históricos. Pesquisas indicam que cerca de 30 mil anos atrás, já existiam artefatos utilizados para tatuar e pintar o corpo, além de outros que demonstraram a preocupação, desde a antiguidade, com a higiene do corpo (Sathler, 2018; Zucco, De Souza e Romeiro, 2020).

Diversos povos marcaram a história pelo uso de cosméticos, como o povo egípcio, que utilizava óleos e argilas em suas bases, além de colocar um ramo de alecrim em seus túmulos, para que sua passagem à terra dos mortos se desse de maneira perfumada, enquanto que o óleo de moringa era levado como tesouro assim como dizia a mitologia grega (Zucco, De Sousa e Romeiro, 2020; Minero e Bravo Días, 2017). Uma substância famosa é o kohl, uma mistura de galena e malaquita, o qual era aplicado nos olhos, dando a característica de terem as pálpebras pintadas de preto, porém ele não era utilizado somente para fins estéticos, e sim, também, como forma de evitar infecções (Minero e Bravo Días, 2017). A descoberta do uso do kohl se deu pela análise de substâncias que estavam dentro de recipientes, como ilustra a figura 1, sendo que o uso apareceu em diversos momentos, como nas imagens parietais encontradas em uma tumba no ano de 2019 (figura 2). Isso marcou, portanto, a civilização egípcia e serviu como exemplo para outras, como os romanos e gregos, as quais replicaram e aprimoraram tais conhecimentos e costumes relacionados a cosméticos.

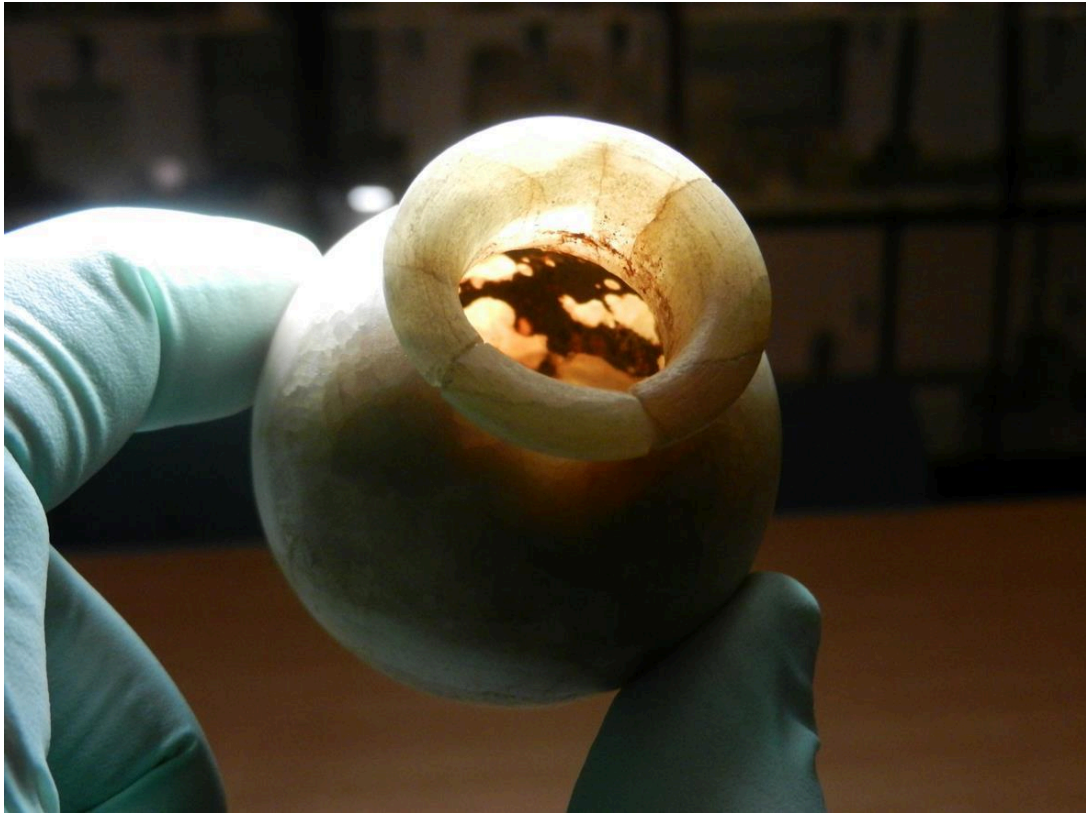


Figura 1. Registro de um recipiente de kohl feito pelo laboratório de pesquisa do *Petrie Museum of Egyptian Archaeology* (Brasil, R., 2022).



Figura 2. Registro de imagens parietais encontradas em uma tumba no Egito (Jamille, 2019).

Na Roma Antiga, um médico grego desenvolveu o que hoje é conhecido como cold cream, um creme que além de hidratar dava a sensação de refrescamento na pele e era composto por cera de abelha, óleo de oliva e água de rosas. Estes componentes podem ser encontrados nas formulações de cosméticos até hoje, além do modo de preparo do creme servir como base para o que é chamado de emulsão, uma mistura de água e óleo (Zucco, De Souza e Romeiro, 2020; Minero e Bravo Días, 2017).

Já os gregos tinham o costume de se depilar como sinal de juventude, algo refletido até os dias atuais, utilizando um certo tipo de pasta/óleo perfumado, formado por resinas dissolvidas em óleos, com função cosmética para perfumar o corpo e para rituais (Sathler, 2018; Minero e Bravo Días, 2017). Algo muito curioso do povo grego era o uso de sulfeto de mercúrio e acetato de chumbo em produtos faciais (Sathler, 2018; Minero e Bravo Días, 2017). A primeira substância, é ilegal, com exceções, em muitos países pela Convenção de Minamata sobre Mercúrio, que definiu um processo de eliminação gradual (*phase-out*) para o uso intencional dessa substância em cosméticos, onde , também, permite apenas a presença de traços residuais inevitáveis e mantém uma exceção específica para produtos destinados à área dos olhos, nos quais o mercúrio ainda pode ser utilizado como conservante apenas quando não houver alternativas seguras disponíveis (Brasil 2016; Brasil, 2018; Brasil, 2024). Já o chumbo possui uma quantidade limitada permitida dentro de produtos, sendo de 0,6% apenas em tinturas capilares no Brasil, e 10 mg/kg em produtos labiais e cosméticos nos Estados Unidos (Brasil, 2016; Brasil, 2021). Essas substâncias podem causar diversos danos à saúde, riscos que foram identificados ao longo da evolução da ciência (Silva, 2025; Bastiansz, 2022).

Durante a Idade Média na Europa, entretanto, todo esse culto aos cuidados com o corpo e uso de cosméticos foi interrompido, uma vez que o cristianismo, crescente na época, enxergou tais cuidados como pecado e, com isso, marcou-se o início da desvalorização dessas utilizações. Isto posto, muitos registros e saberes foram deixados de lado ou até mesmo destruídos, mas parte desse conhecimento acabou sendo preservado pelos árabes. Foi nesse contexto que o médico Al-Zahrawi escreveu um tratado onde já se observava uma visão tanto cosmética quanto medicinal dos cosméticos, descrevendo inclusive formulações semelhantes a batons e desodorantes utilizados nos dias atuais (Sathler, 2018; Minero e Bravo Días, 2017).

Foi por volta do século XVI que o culto à beleza voltou a ser valorizado, especialmente durante o Renascimento, que marcou a transição da Idade Média para a Idade Moderna. Nesse período, a pele clara se tornou símbolo de status entre a nobreza, o que levou ao uso de compostos contendo chumbo e arsênio em forma de pó, mesmo sem o conhecimento dos riscos associados. Paracelso foi um dos pioneiros a introduzir minerais e compostos químicos em tratamentos e cosméticos, aproximando esses produtos de uma abordagem mais científica, embora ainda bastante limitada (Minero e Bravo Días, 2017).

Com a Primeira e Segunda Revoluções Industriais (séculos XVIII e XIX), o avanço tecnológico também alcançou à área cosmética, marcado pela introdução de novos produtos, com novos ingredientes, com Helena Rubinstein e Elizabeth Arden como os principais nomes da época. A primeira inaugurou a indústria global de cosméticos, atualmente pertencente ao grupo L'Oreal, enquanto que, a segunda, democratizou o uso dos cosméticos, antes pertencente a pessoas famosas, e foi um símbolo da cosmetologia e do ativismo por distribuir batons vermelhos como símbolo da independência feminina, além de ter aberto diversos salões ao redor do mundo (Conceição, 2024; Palumbo, 2020).

A partir da evolução desse cenário, os cosméticos passaram por diferentes preparações, podendo ser convencionais, orgânicos ou naturais. O primeiro têm em sua composição substâncias sintéticas e naturais, normalmente com testes de eficácia feitos em animais e com substâncias que podem causar reações alérgicas aos consumidores. Já os orgânicos devem, obrigatoriamente, ter 95% de sua composição feita a partir de produtos orgânicos, ou seja, seus preparos devem ser feitos sem uso de agrotóxicos e hormônios e devem ser utilizados apenas adubo orgânico sem a realização de testes em animais (Lima, 2021). Por conseguinte, os naturais devem conter, no mínimo, um ingrediente de origem natural, ou seja, extraído de uma planta, sem obrigatoriedade de quantidade mínima na composição do produto final (Mendonça, Alves e Dos Santos, 2023).

A evolução da área permitiu que os cosméticos - sejam convencionais, orgânicos ou naturais - incorporassem diferentes ativos. Entre eles, destacam-se a vitamina C, a niacinamida e o colágeno, que ganharam visibilidade em meados do final do século XX. Além disso, substâncias utilizadas por povos antigos, derivadas de produtos naturais, como extratos de plantas, continuam em uso e passam por

constante aperfeiçoamento, tanto em razão da sua eficácia como pela crescente busca pela sustentabilidade por parte dos consumidores (Conceição, 2024).

Com o avanço contínuo no desenvolvimento de ativos e na busca por maior eficácia dos produtos, a nanotecnologia consolidou-se como um dos processos mais marcantes no setor, ao integrar os avanços científicos ao desenvolvimento cosmético. Quando incorporada às formulações, ela modifica não apenas o modo de produção, mas também o desempenho dos produtos, promovendo maior estabilidade e eficiência das substâncias ativas, além de resultados mais expressivos. Entretanto, seu uso deve obedecer a regulamentações e normas específicas, a fim de garantir a qualidade e segurança do produto final destinado aos consumidores (Pizeta, 2021).

2.2 NANOTECNOLOGIA

O termo nano é utilizado para se referir a estruturas extremamente pequenas, sendo 1 nanômetro equivalente a 1×10^{-9} metros (Souza, 2018). Como ilustrado na Figura 3, estruturas como o DNA e molécula da glicose já se enquadram nessa escala, em que cerca de dez átomos podem ocupar o espaço de um nanômetro. Nessa faixa de dimensão, ocorrem fenômenos que não se manifestam em escalas maiores, conferindo aos nanomateriais propriedades físicas e químicas únicas, como o aumento significativo da área superficial, a absorção e reflexão da luz de formas diferentes a maior reatividade devido à maior superfície fazendo com que os átomos fiquem mais expostos.

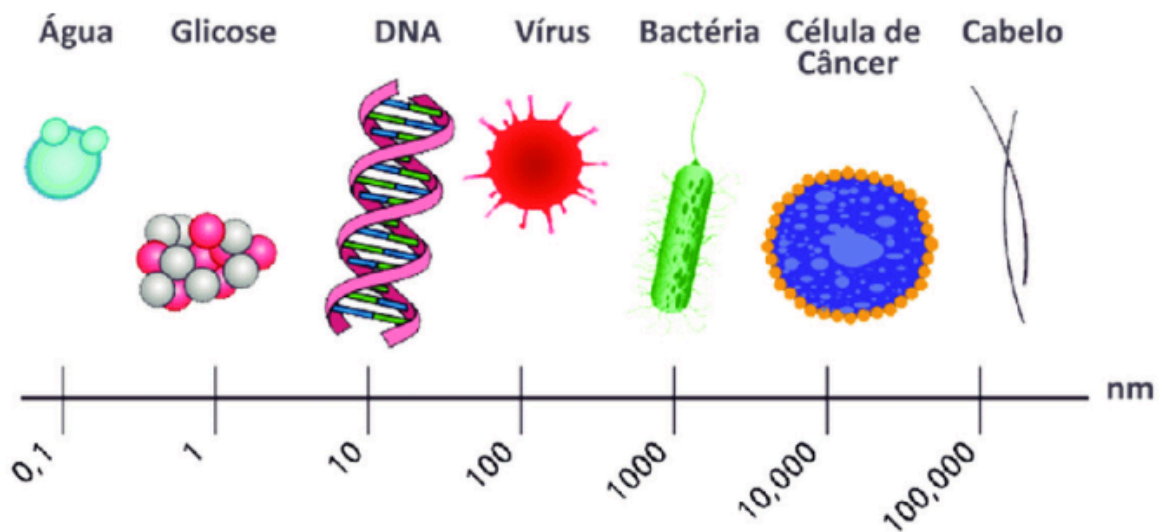


Figura 3. Escala comparativa de tamanho entre estruturas (Barauna e Razera, 2018).

O interesse por materiais em escala nano ocorre desde a década de 50, quando o físico Richard Feynman, conhecido como o pai da nanotecnologia, apresentou uma palestra na qual dizia que seria possível manipular átomos e construir arranjos muito reduzidos (Marcone, 2015; Souza, 2018). O termo nanotecnologia é definido como “manipulação da matéria em escala atômica e molecular” (IUPAC, s.d.).

Todavia, pode-se dizer que, por mais que o termo não fosse conhecido, a manipulação de nanomateriais existe há milhares de anos. Um exemplo deste contexto é a tinta nanquim, a qual contém nanopartículas de carvão e foi desenvolvida na China a 2000 anos atrás. Alguns vitrais de catedrais europeias também possuíam nanopartículas de cloreto de ouro, designando a cor vermelha ao vidro, e cloretos metálicos em sua composição, fazendo com que diferentes cores fossem espalhadas, como mostra a figura 4. Isso foi estudado por Michael Faraday, o qual indicou que poderia ocorrer o espalhamento de cores diferentes dependendo do tamanho da partícula (Souza, 2018).



Figura 4. Imagem do vitral da Catedral de Notre-Dame de Paris (Vogue, 2019).

Dessa forma, a nanotecnologia refere-se à produção, aplicação e caracterização de nanomateriais, enquanto a nanociência dedica-se ao estudo dos fenômenos relacionados a esses materiais, que devem apresentar, pelo menos, uma de suas dimensões na escala de 1 a 100 nanômetros (Marcone, 2015; Souza, 2018). Entretanto, a manipulação efetiva de nanomateriais só se tornou possível a partir da década de 1980, quando as técnicas de microscopia foram aprimoradas, permitindo a observação além da escala nanométrica (Souza, 2018).

Os países que mais realizam pesquisas e publicam patentes no mundo no âmbito da nanotecnologia são os Estados Unidos, Japão e China, sendo que o Brasil ocupa a 13ª colocação desde 2010, demonstrando que está buscando maiores desenvolvimentos. Para incentivar a inovação e estudos na área, os órgãos do governo, CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (atual Ministério da Ciência e Tecnologia), criaram 4 redes de pesquisa relacionadas: materiais nanoestruturados; interfaces e nanotecnologia molecular; nanobiotecnologia; e nanodispositivos semicondutores. Essas áreas e estudos podem ser aplicadas em diversos setores da indústria, ocorrendo desde o setor automobilístico e aeronáutico, para fabricar componentes mais leves e mais baratos, até o farmacêutico, com a produção de sensores para glicose e novos medicamentos (Souza, 2018).

2.3 NANOTECNOLOGIA EM COSMÉTICOS

Nesse sentido, o mercado crescente dos cosméticos abriu espaço também para a inovação com nanotecnologia, onde atualmente concentra as maiores oportunidades para esse ramo. Deste modo, com o interesse por produtos com maior eficácia por parte dos consumidores crescendo, tal tecnologia vem sendo empregada para que os ativos nanoencapsulados, contidos dentro das formulações, tenham uma liberação mais controlada, com maior e melhor penetração cutânea em sua aplicação, promovendo melhores resultados (Pizeta, 2021; Souza, 2018). A nanotecnologia pode ser encontrada em diversos tipos de produtos, como os dentais, capilares, hidratantes, protetores solares, desodorantes, sabonetes e perfumes (Pizeta, 2021; Marcone, 2015; Souza, 2018).

A nanotecnologia aplicada a cosméticos pode ser encontrada em diferentes formatos, os quais se diferenciam por sua estrutura física, tamanho e modo de produção. As nanoestruturas lipídicas, como os lipossomas e nanopartículas lipídicas sólidas, apresentam estruturas diferentes: enquanto os lipossomas possuem vesículas formadas por uma ou mais bicamadas fosfolipídicas com tamanho entre 50 a 1000 nm, dependendo das camadas, as nanopartículas lipídicas possuem uma matriz completamente sólida à temperatura ambiente, podendo ser produzidas por processos de homogeneização, obtendo tamanho aproximado entre 50 a 200 nm (Torchilin, 2005; Müller, Radtke e Wissing, 2002).

Existem, também, as nanopartículas poliméricas, as quais podem ser obtidas por meio de nanoprecipitação, e sua subdivisão se diferencia pela forma em que organiza seu sistema. As nanoesferas formam uma matriz sólida homogênea com tamanho aproximado de 100 a 300 nm, enquanto que as nanocápsulas têm formação de um núcleo interno, geralmente oleoso, com uma casca polimérica, influenciando a faixa de tamanho observada, tendo entre 150 e 400 nm (Mora-Huertas, Fessi e Elaissari, 2009).

Já as nanoemulsões possuem gotículas dispersas em uma fase aquosa ou oleosa, formadas por processos de alta energia como a homogeneização de alta pressão, alcançando tamanhos entre 80 e 200 nm (Solans e Solé, 2012; McClements, 2012).

2.4 REGULAMENTAÇÃO

2.4.1 COSMÉTICOS

A Lei nº 6.360 de 1976 definiu o conceito de cosméticos como produtos de uso externo, com formulações que podem incluir substâncias de origem natural ou sintética, destinados a limpar, perfumar ou cuidar da pele e cabelos. Com a criação da ANVISA em 1999, surge também a regulamentação, fiscalização e controle dos cosméticos (Dubois, 2019).

Ao longo dos anos, diversos regulamentos foram publicados, substituindo os anteriores e trazendo informações essenciais para a obtenção de registros de cosméticos. Entre eles, destacam-se os de 2005, como a RDC nº 211 e nº 79, considerados marcos na história da regulamentação cosmética no país, pois definiram a classificação dos produtos, proibiram substâncias específicas e estabeleceram a necessidade de sistemas de cosmetovigilância pelas empresas (Marques e Nahas, 2016). A RDC nº 7 de 2015 também foi outro destaque, que mostrou requisitos técnicos para regularização dos produtos cosméticos (Brasil, 2015).

Atualmente, a RDC que rege os cosméticos é a nº 907, publicada em 19 de setembro de 2024, trazendo atualizações e simplificações importantes em relação à anterior de 2015. Entre as principais mudanças, estão os critérios para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, que passaram a ser classificados em dois grupos de acordo com o grau de risco ao consumidor: grau 1 e grau 2. Os produtos do primeiro grupo possuem funções mais simples e não exigem comprovação de segurança ou eficácia, como perfumes, sabonetes e esmaltes. Já aqueles do segundo grupo envolvem formulações mais complexas ou ativos específicos, exigindo comprovação de segurança e eficácia, bem como orientações de uso e eventuais restrições (Brasil, 2024).

Para obter a aprovação da ANVISA, os produtos do grupo 2 devem passar por testes de acordo com os dizeres do rótulo. Por exemplo, se o fabricante deseja incluir a frase “Dermatologicamente testado”, é obrigatória a realização de ensaios de compatibilidade e aceitabilidade sob supervisão de um médico dermatologista. Para rótulos indicando que o produto é hipoalergênico, os testes devem comprovar

compatibilidade cutânea, incluindo avaliação de sensibilização e fotossensibilização, sem ocorrência de reações indesejadas. Quanto à eficácia, os testes podem ser realizados *in vivo* ou *in vitro*, devendo sempre seguir o código de ética em pesquisa e as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) 196/96 (Pimentel, 2016). Entre os produtos classificados como grau 2 estão água oxigenada, desodorantes, batons, produtos para cabelo e dentes, protetores solares e sabonetes.

A RDC nº 907/2024 também detalha os documentos e informações que devem ser mantidos pelas empresas e enviados à ANVISA. Pode-se mencionar assim a fórmula quali-quantitativa que deve indicar os componentes pelo nome *INCI* (*International Nomenclature of Cosmetics Ingredient*) e suas respectivas concentrações percentuais. Essa fórmula deve ser enviada para registro e mantida arquivada na empresa para futuras consultas. Já os documentos relacionados ao processo de fabricação devem ser mantidos pela empresa, mas não precisam ser enviados para registro (Brasil, 2024).

Além disso, a resolução enfatiza as informações obrigatórias nos rótulos que podem estar na embalagem externa ou no próprio produto, incluindo prazo de validade, lote, conteúdo, fabricante e outros dados essenciais (Brasil, 2024).

Apesar dos avanços nas regulamentações, ainda não existe uma norma específica para cosméticos naturais ou orgânicos no Brasil. Atualmente, esses produtos são fiscalizados pela ANVISA como cosméticos comuns, já que não há reconhecimento oficial das categorias “natural” ou “orgânico” pela agência (Brasil, R., 2022). As normas utilizadas como referência seguem legislações voltadas para a agricultura orgânica, como a Lei nº 10.831/2003 e o Decreto nº 6.323/2007, regulamentadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que tratam de certificação e produção sustentável (Dubois, 2019).

2.4.2 NANOCOSMÉTICOS

Nos últimos anos, a nanotecnologia passou a ter um papel importante no desenvolvimento de cosméticos, principalmente por dificultar a degradação do componente ativo, além de garantir sua melhor liberação e absorção. Apesar de representar um grande avanço para a área, essa inovação também permitiu novas

preocupações relacionadas à segurança e à forma como esses produtos são avaliados. Entretanto, ainda não existe uma lei ou regulamentação específica que trate da nanotecnologia em cosméticos, os quais acabam sendo avaliados de acordo com normas mais amplas já existentes.

Em âmbito internacional, existe a normalização feita pela *International Organization for Standardization (ISO)*, chamada de ISO/TC 229, que elaborou padrões para terminologia, metrologia, saúde, segurança e meio ambiente em nanotecnologia. Os Estados Unidos, por sua vez, juntamente com seu órgão regulatório para questões alimentícias e de saúde, a *FDA (Food and Drug Administration)*, já possuem diretrizes específicas para monitoramento, uso seguro e regulação de produtos que envolvem nanomateriais (Antunes Filho e Backx, 2020). Esse cenário evidencia o avanço e a preocupação mundial em relação à fiscalização segura de produtos com nanotecnologia, incentivando o desenvolvimento de novas pesquisas e formulações. No entanto, também revela o atraso do Brasil em comparação a outros países.

Diversos Projetos de Lei (PL) já passaram pelo Senado Federal, como os PLs nº 5076/2005, nº 5.133/2013 e nº 6.741/2013. O primeiro propunha Comissão Técnica Nacional de Nanotecnologia e normas de segurança para proteção da saúde e meio ambiente, com inclusão de rotulagem obrigatória e criação do Fundo de Desenvolvimento de Nanotecnologia (FDNano). Os demais focavam na rotulagem, rastreabilidade e descarte seguro de nanorresíduos. No entanto, todos acabaram arquivados, principalmente por questões financeiras, de controle estatal e pelo possível impacto nos investimentos privados (Hupffer e Lazzaretti, 2019).

A exceção é o PL nº 880 de 2019, o qual tem como principais objetivos garantir segurança, rastreabilidade e transparência no uso de nanomateriais, promovendo o desenvolvimento tecnológico sem comprometer a saúde humana e o meio ambiente. A última movimentação registrada no Senado Federal ocorreu em 2024, quando o projeto avançou e foi incluído como pauta da Comissão de Ciência, Tecnologia, Inovação e Informática (CCT) em setembro. Entretanto, em novembro, o texto foi retirado de pauta para reexame, apesar de já contar com relatório favorável à sua aprovação, com substitutivo (Brasil, 2019b).

Outro avanço do governo frente a uma legislação voltada à nanotecnologia é a Portaria MCTIC nº 3.459 de 2019, que criou a Iniciativa Brasileira de

Nanotecnologia (IBN). Seu objetivo principal é incentivar o desenvolvimento da nanotecnologia no país e estabelecer normas voltadas à sua pesquisa e segurança (Brasil, 2019a). Uma portaria anterior, a de nº 245 de 2012, já havia instituído o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologia (SisNANO), voltado à governança, apoio a empresas, avanço científico, cooperação internacional e formação de recursos humanos, mas que não evidenciou regulação ética, segurança laboral ou descarte ambiental de nanomateriais (Hupffer e Lazzaretti, 2019).

Mesmo com algumas iniciativas e projetos, o Brasil ainda se encontra atrás quando se trata de regulamentar a nanotecnologia em cosméticos. Faltam regras claras sobre segurança, rotulagem e descarte de nanomateriais, o que mostra a necessidade de se avançar para equilibrar inovação e proteção da saúde e do meio ambiente.

2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS NANOCOSMÉTICOS

O uso da nanotecnologia nos cosméticos tem chamado cada vez mais atenção, não só pelos resultados promissores, mas também pelas dúvidas que ainda existem sobre sua segurança e impacto. Por isso, entender suas principais vantagens e desvantagens é essencial para poder avaliar seu real potencial e suas limitações dentro da área cosmética.

Dentre as vantagens existentes, destacam-se a melhoria das propriedades das formulações, aumento da penetração cutânea e da estabilidade do produto e prolongamento da ação, não alterando as propriedades do cosmético. A escala nanométrica dos ativos permitem que o produto alcance camadas mais profundas, o que não é possível com formulações tradicionais, como exemplificado pela Figura 5.

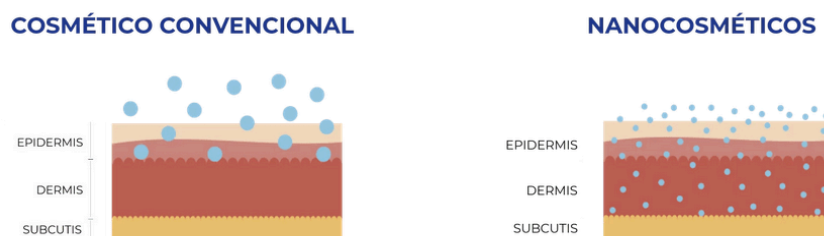


Figura 5. Diferença entre a permeabilidade cutânea entre um cosmético convencional e de um nanocosmético (Equipe La Cutanée, 2020).

As vantagens dos nanocosméticos se dão por conta dos diferentes tipos de sistemas que podem ser elaborados para sua produção.

Os lipossomas são um dos tipos mais utilizados, com finalidade de liberação controlada de princípios ativos, maior capacidade de absorção pelas células cutâneas, além de ser biodegradável, não tóxico e conseguir evitar a degradação das moléculas que a compõem. Sua estrutura possui moléculas anfifílicas, sendo possível fazer o encapsulamento tanto de compostos hidrofílicos como lipofílicos. Uma das propriedades mais interessantes para esse sistema é a capacidade das partículas de permanecerem apenas nas camadas superiores, como a epiderme e derme superior, impedindo danos internos. Dessa forma, são utilizados principalmente em loções por ter boa capacidade hidratante, assim como em perfumes (Bento, 2024; Farias, 2023; Rocha e Gava, 2022).

Já as nanopartículas lipídicas sólidas são formadas por ácidos graxos, ceras, triglicerídeos e outros por meio de uma dispersão, apresentando baixa toxicidade e citotoxicidade, além de proporcionarem transporte facilitado através das camadas da pele, permitindo uma ação controlada. Por possuírem tamanho significativamente menor em comparação a outras estruturas, apresentam também maior área de contato com a pele, isso permite que essa seja uma das estruturas mais utilizadas em medicamentos de uso dermatológico, perfumes, desodorantes e esmaltes (Bento, 2024; Farias, 2023; Rocha e Gava, 2022).

As nanopartículas poliméricas também têm sido amplamente estudadas e empregadas, pois conferem estabilidade às formulações e evitam reações cutâneas indesejadas, como irritações, e podem ser de origem sintética, como a policaprolactona (PCL) ilustrada na figura 6, ou de origem natural, como a quitosana. As nanoesferas se diferenciam das nanocápsulas, ambas pertencentes à categoria das nanopartículas poliméricas, por não possuírem óleo em sua composição. Por conta disso, são mais indicadas para encapsular vitaminas, como a A, C e E, e fragrâncias, conferindo uma liberação mais lenta do ativo, fazendo com que atinja camadas cutâneas mais internas. Já as nanocápsulas, por terem o núcleo oleoso, são ideais para encapsular ativos lipofílicos, garantindo maior estabilidade de compostos sensíveis e a formação de uma fina película na superfície da pele, controlando a penetração do ativo, sendo ideal para formulações de protetores solares (Bento, 2024; Farias, 2023; Rocha e Gava, 2022).



Figura 6. Amostra da policaprolactona (Shenzhen).

Por fim, as nanoemulsões são compostas de duas fases imiscíveis, sendo uma aquosa e outra oleosa, permitindo diferentes aplicações cosméticas. Dependendo de como são preparadas, podem ser do tipo óleo em água (o/a) ou água em óleo (a/o), influenciando diretamente na textura e na aplicação do produto. Como possuem tamanho reduzido, as formulações com nanoemulsões se destacam pela boa espalhabilidade, transparência e toque agradável, o que permite boa hidratação cutânea, melhorando sua elasticidade, uma vez que pode atravessar a camada mais externa da pele (Bento, 2024; Farias, 2023; Rocha e Gava, 2022).

Apesar de todas essas vantagens, é importante reconhecer que o uso da nanotecnologia em cosméticos também apresenta desafios e limitações que precisam ser considerados. A redução do tamanho das partículas dentro da formulação, por exemplo, aumenta sua capacidade de penetração cutânea, o que pode gerar dúvidas quanto à quantidade que realmente permanece na superfície e às que alcançam camadas mais profundas (Bello, 2024; Gupta, 2022; Rocha e Gava, 2022). Esse comportamento reforça a necessidade de compreender melhor

como essas partículas se distribuem e são eliminadas pelo organismo, evitando possíveis efeitos indesejados a curto e longo prazo.

Outro ponto importante é que o desenvolvimento desses sistemas envolve processos mais complexos e custos elevados. Além disso, a toxicidade potencial das nanopartículas ainda é motivo de preocupação, já que pode variar de acordo com a concentração na formulação, o tempo e a forma de exposição. Em alguns casos, podem causar estresse oxidativo, inflamação ou danos celulares, o que mostra a importância e a necessidade de estudos mais específicos sobre sua segurança (Bello, 2024; Bento, 2024; Rocha e Gava, 2022).

Cada tipo de sistema também apresenta suas próprias limitações. As nanopartículas poliméricas podem causar efeitos colaterais, exigem etapas adicionais de purificação após a formulação e possibilidade de toxicidade por conta da utilização de solventes orgânicos na produção. As nanopartículas lipídicas sólidas têm menor eficiência de encapsulamento, prazo de validade reduzido e menor capacidade de carga. Já os lipossomas e as nanoemulsões enfrentam problemas de estabilidade e sensibilidade a variações de pH, o que pode afetar a duração e desempenho das formulações (Bello, 2024; Bento, 2024; Rocha e Gava, 2022).

De forma geral, a nanotecnologia aplicada aos cosméticos representa um avanço importante na indústria, sendo possível oferecer formulações mais eficientes e inovadoras. No entanto, as limitações ainda mostram que é uma área em constante aprimoramento, que precisa equilibrar o potencial de inovação com a segurança e a transparência dos processos, além de necessitar de normas para reger todas as etapas e de mais estudos para entender o real impacto dos nanocosméticos, como o problema da penetração cutânea, uma vez que não é possível, com os dados encontrados, determinar se essas características representam vantagens tecnológicas ou potenciais riscos

2.6 IMPACTOS AMBIENTAIS DE NANOPARTÍCULAS EM COSMÉTICOS

Apesar dos avanços da nanotecnologia aplicada aos cosméticos, há também preocupações em relação ao meio ambiente. Durante a produção, o uso e até o descarte desses produtos, mesmo que em pequenas quantidades de nanopartículas, podem acabar liberando substâncias no meio ambiente, atingindo a

água, solo e ar. Por serem difíceis de se degradar, existe uma preocupação de que elas possam se acumular no ambiente e afetar os organismos aquáticos, reforçando a importância de entender melhor o destino e o impacto dessas partículas fora do corpo (Włodarczyk e Kwarciak-Kozłowska, 2021).

Nanopartículas à base de dióxido de titânio (TiO_2) e óxido de zinco (ZnO), por exemplo, são muito utilizadas por garantirem estabilidade e proteção contra a radiação ultravioleta sendo, portanto, muito utilizadas em protetores. Entretanto, alguns estudos apontam a interferência em processos biológicos essenciais vinda da liberação dessas partículas em escala nanométrica, prejudicando microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e pelo equilíbrio químico da água. Em organismos aquáticos, a exposição prolongada pode gerar estresse oxidativo e/ ou bioacumulação em tecidos de algas, peixes e crustáceos, afetando toda a cadeia alimentar (Gupta, 2022; Martínez, 2020).

Outros tipos de nanopartículas, como as de prata, têm propriedades antimicrobianas, sendo muito desejadas em alguns tipos de formulações cosméticas. Entretanto, ela pode causar desequilíbrios em estações de tratamento de água ou em solos, prejudicando alguns microrganismos que têm papéis essenciais. Com o tempo, isso pode interferir em processos biológicos de purificação da água e no equilíbrio de todo o ecossistema (Gupta, 2022).

Além desses efeitos diretos, ainda existem incertezas sobre o comportamento das nanopartículas no meio ambiente. Dependendo das condições, como pH e luz solar, elas podem se transformar, reagir com outros compostos e alterar sua toxicidade, evidenciando que uma mesma substância pode se comportar de diversas formas, o que dificulta prever seus impactos (Włodarczyk e Kwarciak-Kozłowska, 2021).

Diante disso, fica evidente a necessidade de discutir a sustentabilidade da nanotecnologia aplicada aos cosméticos. Ainda existem poucos estudos que investigam seu destino e comportamento após o uso e durante a fabricação, tornando difícil estimar riscos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da história, os cosméticos acompanharam a evolução das sociedades, passando de preparações simples e naturais para formulações cada vez mais complexas e sofisticadas. Isso mostra como o desejo do ser humano de cuidar da aparência se transformou em uma área de pesquisa e desenvolvimento, onde a ciência se destaca. Hoje, a cosmetologia mostra além da busca apenas por resultados visíveis, evidenciando, também, a procura por segurança, qualidade e sustentabilidade.

Dentro desse contexto, a nanotecnologia surgiu como uma nova visão para o setor, permitindo a criação de produtos mais eficazes, com propriedades aprimoradas, como maior estabilidade e melhor penetração cutânea ao comparar às formulações tradicionais, ampliando os resultados esperados. No entanto, junto com os avanços, surgem dúvidas e preocupações sobre os possíveis efeitos nos organismos e no meio ambiente, especialmente quando não existem regulamentações específicas sobre o tema.

Assim, os avanços da nanotecnologia aplicada aos cosméticos demonstram o potencial inovador no setor, mas também reforçam a necessidade de um desenvolvimento responsável. O futuro dessa área depende de um equilíbrio entre inovação, segurança e sustentabilidade, garantindo um impacto positivo para as pessoas e o meio ambiente.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES FILHO, Sérgio; BACKX, Bianca Pizzorno. **Nanotecnologia e seus impactos na sociedade**. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 16, n. 40, p. 1-15, 2020.

BARATA, Eduardo A. F. **Cosméticos: a cosmética, inovações e enquadramento legal**. 2ed. Lidel, 2018.

BARAUNA, Debora; RAZERA, Dalton Luiz. **Sustentabilidade, desenvolvimento e Inovação no século 21: demandas para o design de materiais avançados**. p. 76. Design, Artefatos e Sistema Sustentável - Vol. 3. São Paulo: Blucher, 2018.

BASTIANSZ, Ashley; et al. **A Systematic Review of Mercury Exposures from Skin-Lightening Products**. McGill University, Montreal, 2022. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP10808>. Acesso em: 23 set. 2025.

BELLO, Matilde do Rosário Martins. **Nanotecnologia aplicada à cosmética**. 2024. 70 f. Dissertação de Mestrado (Ciências Farmacêuticas) – Instituto Universitário Egas Moniz, 2024.

BENTO, Inês Catarina Vieira de Cunha Ferraz. **Cosméticos inovadores: aplicações nanotecnológicas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2024.

BRASIL, Rachel. **Unwrapping ancient Egyptian chemistry**. Chemistry World, 2022. Disponível em: <https://www.chemistryworld.com/features/unwrapping-ancient-egyptian-chemistry/4016457.article>. Acesso em: 15 nov. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 521, de 23 de junho de 2021**. Aprova o Regulamento Técnico "Lista de Substâncias de Uso Cosmético". Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 jun. 2021. Disponível em:

https://ses.sp.bvs.br/wp-content/uploads/2021/06/U_RS-MS-ANVISA-RDC-521_230621.pdf. Acesso em: 16 nov. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 7, de 10 de fevereiro de 2015**. Dispõe sobre critérios de comprovação da segurança de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2015/rdc0007_10_02_2015.pdf. Acesso em: 26 set. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 83, de 17 de junho de 2016**. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico MERCOSUL sobre lista de substâncias que não podem ser utilizadas em produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes”. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2016/rdc0083_17_06_2016.pdf. Acesso em: 16 nov. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999**. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 jan. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9782.htm. Acesso em: 21 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Portaria nº 3.459, de 26 de julho de 2019a**. Institui a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria_MCTIC_n_3459_de_26072019.html. Acesso em: 6 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 907, de 19 de setembro de 2024**. Dispõe sobre a definição, classificação, requisitos técnicos para rotulagem e embalagem, parâmetros para controle microbiológico, bem como os requisitos técnicos e procedimentos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2024. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-907-de-19-de-setembro-de-2024-585939539>. Acesso em: 21 set. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Convenção de Minamata sobre Mercúrio**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/seguranca-quimica/convencao-de-minamata-sobre-mercuro>. Acesso em: 16 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Projeto Avaliação Inicial da Convenção de Minamata sobre Mercúrio**. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/seguranca-quimica/convencao-de-minamata-sobre-mercuro/relatorio-final-projeto-avaliacao-inicial-da-convencao-de-minamata-sobre-mercuro.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2025.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 880, de 19 de fevereiro de 2019b**. Institui o Marco Legal da Nanotecnologia e Materiais Avançados; dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação nanotecnológica; altera as Leis nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, e nº 8.666, de 21 de junho de 1993; e dá outras providências. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/135353>. Acesso em: 06 out. 2025.

CONCEIÇÃO, Rafael. **A Indústria Cosmética: Evolução, Tendências de Mercado, Sustentabilidade e o Uso de Insumos Naturais com Enfoque no Canabidiol**. 40 f. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Farmácia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024.

DUBOIS, Twiany Cruz. **COSMÉTICOS NATURAIS E ORGÂNICOS: DEFINIÇÕES, LEGISLAÇÃO NO MUNDO E CERTIFICAÇÕES**. 46 f. 2019. Projeto de Trabalho de

Conclusão (Farmácia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

Equipe La Cutanée. **Conhecendo o poder da nanotecnologia em dermocosméticos.** La Cutanée, 2020. Disponível em: <https://blog.lacutanee.com.br/nanocosmeticos/conhecendo-o-poder-da-nanotecnologia-em-dermocosmeticos/>. Acesso em: 18 out. 2025.

FARIAS, Lanna Karolline Alves et al. **O USO DE NANOTECNOLOGIA NA FORMULAÇÃO DE COSMÉTICOS.** Revista Saúde Multidisciplinar, v. 14, n. 1, 2023.

FERRAZ, Vitória Carvalho. **Nanotecnologia em cosméticos.** 2022. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Farmácia) – UNIC, Rondonópolis, 2022.

GONZÁLEZ MINERO, Francisco José; BRAVO DÍAZ, Luis. **Historia y actualidad de productos para la piel, cosméticos y fragancias. Especialmente los derivados de las plantas.** Ars Pharmaceutica (Internet), v. 58, n. 1, p. 5-12, 2017.

GUPTA, Vaibhav et al. **Nanotechnology in cosmetics and cosmeceuticals: a review of latest advancements.** Gels, v. 8, n. 3, p. 173, 2022.

HUPFFER, Haide Maria; LAZZARETTI, Luisa Lauermann. **Nanotecnologia e sua regulamentação no Brasil.** Revista Gestão e Desenvolvimento, v. 16, n. 3, p. 153-177, 2019.

IUPAC. Gold Book – **Term: “nanoparticle”.** s.d. Disponível em: <https://goldbook.iupac.org/terms/view/09542>. Acesso em: 02 dez. 2025.

JAMILLE, Márcia. **É descoberta no Egito tumba ricamente colorida e repleta de múmias.** Arqueologia Egípcia, 2019. Disponível em: <https://arqueologiaegipcia.com.br/2019/05/04/e-descoberta-no-egito-tumba-ricamente-colorida-e-repleta-de-mumias/>. Acesso em 15 nov. 2025.

LIMA, Luana Ribeiro et al. **Cosméticos orgânicos: uma tendência crescente no mercado**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 4322-4331, 2021.

MARCONE, Glauciene Paula de Souza. **NANOTECNOLOGIA E NANOCIÊNCIA: ASPECTOS GERAIS, APLICAÇÕES E PERSPECTIVAS NO CONTEXTO DO BRASIL**. Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia-ISSN: 1984-5693, v. 7, n. 2, p. 1-1, 2015.

MARQUES, Maria Alice; NAHAS, Hoda. **Legislação de cosméticos. Cosmetologia**. In: PEREIRA, Maria de Fátima Lima (Org). Cosmetologia. 1ed. São Caetano do Sul: Difusão Editora, 2016. cap.2, p. 27-40.

MARTÍNEZ, Guillermo et al. **Environmental impact of nanoparticles' application as an emerging technology: A review**. Materials, v. 14, n. 1, p. 166, 2020.

Matéria-prima de policaprolactona. Shenzhen Esun Industrial Co. Disponível em: <https://www.esungroup.net/pt/pcl-product/>. Acesso em: 15 nov. 2025.

MCCLEMENTS, David Julian. **Nanoemulsions versus microemulsions: terminology, differences, and similarities**. Soft Matter, 2012.

MENDONÇA, Beatriz da Motta Ramos; ALVES, Priscila Elias; DOS SANTOS, Elisabete Pereira. **Cosméticos Verdes: revisão bibliográfica acerca da tendência sustentável no desenvolvimento de cosméticos**. Research, Society and Development, v. 12, n. 2, p. e4212239888-e4212239888, 2023.

MORA-HUERTAS, C.E; FESSI, H.; ELAISSARI, A. **Polymer-based nanocapsules for drug delivery**. International Journal of Pharmaceutics, p. 113-142, Lyon, 2009.

MULLER, R H; RADTKE, M; WISSING, S A. **Solid lipid nanoparticles (SLN) and nanostructured lipid carriers (NLC) in cosmetic and dermatological preparations**. Advanced Drug Delivery Reviews, Berlin, 2002.

O que se perdeu e o que foi salvo no incêndio da Catedral de Notre-Dame. Casa Vogue, 2019. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Edificios/noticia/2019/04/o-que-se-perdeu-e-o-que-foi-salvo-no-incendio-da-catedral-de-notre-dame.html>. Acesso em 15 nov. 2025.

PALUMBO, Jacqui. **Empowering, alluring, degenerate? The evolution of red lipstick.** CNN Style, 2020. Disponível em: <https://edition.cnn.com/style/article/red-lipstick-history-beauty/index.html>. Acesso em: 24 set. 2025.

PEREIRA, Vanessa Teixeira; CORREIA, Daniele. **COSMÉTICOS.** IntegraEaD, v. 2, n. 1, p. 16-16, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/IntegraEaD/article/view/11723>. Acesso em: 16 set. 2025.

PIMENTEL, Ana Caroline Nunes Rodrigues. **Cosméticos mercado e legislação.** 48 f. 2016. Monografia (Farmácia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2016.

PIZETA, Maisa Faria de Souza. **Processos inovadores na formulação de cosméticos: aplicações na nanotecnologia.** 49 f. 2021. Monografia (Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

ROCHA, Caroline Sagrilo; GAVA, Julia Sallies. **A nanotecnologia aplicada aos cosméticos: uma revisão bibliográfica.** 40 f. 2022. Monografia (Bacharel em Biomedicina) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vila Velha, 2022.

SATHLER, Nathália Souza. **Cosméticos multifuncionais:** aspectos históricos, características e uma proposta de formulação. 2018. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

SILVA, Dâmilly Maria Omena; et al. **Estudo da presença do chumbo em maquiagens e seus efeitos no sistema hematopoiético**. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 25, p. 10-11, 2025. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/18390/10423>. Acesso em: 23 set. 2025.

SOLANS, Coxita; SOLÉ, Isabel. **Nano-emulsions: Formation by low-energy methods**. Currente Opinion in Colloid & Interface Science, p. 246-254, Barcelona, 2012.

SOUSA, Cesar Romero Soares et al. **Nanotecnologia e nanociência: considerações histórica e interdisciplinar**. Hegemonia, n. 25, p. 28-28, 2018.

TORCHILIN, Vladimir P. **Recent advances with liposomes as pharmaceutical carriers**. Nature Reviews Drug Discovery 4, p. 145-160, 2005.

VACCARO, Eloisa Gozzi. **Evolução da área cosmética e beleza**. 2022. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) – Universidade de Cuiabá, Cuiabá, 2022.

WŁODARCZYK, R.; KWARCIAK-KOZŁOWSKA, A. **Nanoparticles from the Cosmetics and Medical Industries in Legal and Environmental Aspects**. Sustainability, v. 13, n. 11, p. 5805, 2021.

ZUCCO, Alba; DE SOUSA, Francisco Santana; DO CARMO ROMEIRO, Maria. **Cosméticos naturais: uma opção de inovação sustentável nas empresas**. Brazilian Journal of Business, v. 2, n. 3, p. 2684-2701, 2020.