



BIOÉTICA: A INTERFACE ENTRE COSMETOLOGIA E NANOTECNOLOGIA

BIOETHICS: THE INTERFACE BETWEEN COSMETOLOGY AND NANOTECHNOLOGY

VALMIR CÉSAR POZZETTI

Pós Doutor em Direito pela UNISA/Itália; Doutor em Biodireito e mestre em Direito Ambiental pela UNILIM//França; Prof. da graduação e dos Programas de Mestrado e Doutorado da UFAM e da UEA.

KÉZIA MACEDO DA SILVA E SILVA

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade da Amazônia- PPGCASA/UFAM; Mestra em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

RICARDO TAKASHI KUWANO

Doutorando em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia pela UFAM; Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos pelo PPGCTRA/UFAM e graduado em Engenharia Ambiental pela UNESP. Professor do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

HARANI JOÃO MAHALAMBE

Mestrando em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (Universidade Federal da Amazonia – UFAM); graduação em licenciatura em ensino do português pela Universidade Save.

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi o de analisar a intersecção entre bioética, cosmetologia e nanotecnologia, explorando os benefícios, riscos e implicações éticas do uso de nanopartículas em produtos cosméticos. A metodologia utilizada foi a do método dedutivo; quanto aos meios utilizados na pesquisa, utilizou-se da pesquisa bibliográfica e documental e, quanto aos resultados, a pesquisa teve como finalidade, trazer um resultado qualitativo. Os resultados revelaram que, embora os





nanocosméticos ofereçam benefícios significativos, como a maior eficácia, estabilidade e biodisponibilidade de ingredientes ativos, existem riscos e preocupações substanciais relacionados à uma toxicidade potencial, no tocante ao impacto ambiental causado e há lacunas no âmbito da regulamentação. Concluiu-se que é necessário que, do produtor desta nanotecnologia, seja exigida e fiscalizada a obrigatoriedade da aplicabilidade dos princípios bioéticos da não-maleficência, da beneficência, da autonomia e da justiça, bem como a implementação de marcos regulatórios harmonizados internacionalmente.

Palavras-chave: Bioética em Nanotecnologia; Biotecnologia; Nanocosméticos; Nanotecnologia; Segurança de Nanomateriais;

ABSTRACT: *The objective of this research was to analyze the intersection between bioethics, cosmetology, and nanotechnology, exploring the benefits, risks, and ethical implications of the use of nanoparticles in cosmetic products. The methodology used was the deductive method; regarding the means used in the research, bibliographic and documentary research was employed; and regarding the results, the research aimed to provide a qualitative result. The results revealed that, although nanocosmetics offer significant benefits, such as greater efficacy, stability, and bioavailability of active ingredients, there are substantial risks and concerns related to potential toxicity, the environmental impact caused, and gaps in regulation. It was concluded that it is necessary to require and monitor the producers of this nanotechnology regarding the mandatory application of the bioethical principles of non-maleficence, beneficence, autonomy, and justice, as well as the implementation of internationally harmonized regulatory frameworks.*

Keywords: *Bioethics in Nanotechnology; Biotechnology; Nanocosmetics; Nanotechnology; Safety of Nanomaterials.*

1 INTRODUÇÃO

O termo nanotecnologias diz respeito às novas tecnologias que estão surgindo com promessas de revolucionar diversas áreas da vida, no planeta. Ele é de origem grega, onde o termo “nano” significa “anão”, e na área da ciência, em termos de proporção significa algo tão pequeno que se traduz tem uma parte de um bilhão: um nanômetro é equivalente a um bilionésimo de metro. Assim, a nanotecnologia é de escala atômica, ou seja, a distância ente dois átomos vizinhos em uma molécula ou em uma amostra sólida é usualmente da ordem de décimos de nanômetros, número relativamente pequeno de átomos.

Seguindo esta linha de raciocínio, pode-se dizer a Nanotecnologia é a manipulação da matéria em escala atômica e molecular (1 a 100 nanômetros) para criar materiais e dispositivos com propriedades novas e aprimoradas, servindo para revolucionar áreas como





medicina (terapias direcionadas), eletrônica (chips mais rápidos), cosméticos (protetores solares transparentes), indústria têxtil (tecidos autolimpantes) e energia, otimizando processos e desenvolvendo tecnologias de ponta, dentro outros.

No tocante ao assunto desta pesquisa, é preciso dizer que a nanotecnologia aplicada à cosmética consiste em colocar princípios ativos em partículas pequenas, que conseguem penetrar nas camadas mais profundas da pele, potencializando os efeitos dos produtos.

Desta forma a nanotecnologia em cosméticos utiliza partículas minúsculas (nanopartículas), geralmente para encapsular ingredientes ativos, permitindo que penetrem nas camadas mais profundas da pele ou cabelos.

A indústria da nanotecnologia em cosméticos, aumentar a eficácia do produto e melhorar a absorção na pele e oferecer a liberação gradual do princípio ativo do produto, de forma a proteger os componentes da oxidação, superando a ação apenas superficial de cosméticos tradicionais.

Entretanto, a indústria de nanotecnologia não conseguiu, ainda, apresentar os resultados que essa nova tecnologia poderá trazer à saúde dos seres humanos e, no campo da ciência, temos que levar em consideração os resultados positivos e negativos, também; uma vez que na china já se detectou que nos laboratórios de empresas que se utilizam da fabricação de produtos nanotecnológicos, alguns trabalhadores vieram a óbito e outros contraíram câncer. Neste sentido, esta pesquisa busca identificar se os aspectos negativos destes produtos são significativos ou não e se podem ser liberados no mercado consumidor e, para isso, a pesquisa buscará fazer uma análise dos princípios da bioética, correlatos a esta modalidade de produtos e identifica se a venda e consumo destes produtos nanotecnológicos, encontram guarida positiva na saúde do consumidor.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa será o de analisar a intersecção entre bioética, cosmetologia e nanotecnologia, explorando os benefícios, riscos e implicações éticas do uso de nanopartículas em produtos cosméticos. A problemática que instiga esta pesquisa é: de que forma os princípios da bioética podem auxiliar no uso seguro dos nanocosméticos?

A pesquisa se justifica, tendo em vista que diversas empresas que estão utilizando esta tecnológica já possuem trabalhadores que estão adoecendo ou falecendo, quando manipulam as nanopartículas; logo é uma preocupação do Direito, ciência que regula o comportamento humano, na autorização da atividade e na fiscalização e regulação da produção de artigos oriundos da nanotecnologia.





A metodologia utilizada será a do método dedutivo, onde se realizará uma análise geral, pra se obter uma conclusão particular; quanto aos meios que se utilizará na pesquisa, utilizar-se-á uma pesquisa bibliográfica, com uso da doutrina e documentos divulgados na rede mundial de computadores; quanto aos resultados que se deseja obter, a pesquisa tem a finalidade de trazer um resultado qualitativo, uma vez que não analisará resultados quantitativos.

2 NANOTECNOLOGIA EM COSMÉTICOS: DEFINIÇÕES E APLICAÇÕES

A nanotecnologia aplicada à cosmetologia representa um campo em rápida expansão, com avanços significativos documentados entre 2020 e 2025. A definição de nanocosméticos enfatiza a funcionalidade aprimorada desses produtos.

Neste sentido, Singh, Sharma e Malviya (2025, p. 150) destacam que "Formulações cosméticas que utilizam nanopartículas (tamanho 1-100 nm) para melhorar a estabilidade dos ingredientes cosméticos, aumentar sua eficácia e proporcionar características sensoriais superiores".

Já Pozzetti (2021, p. 312) ao discorrer sobre o uso das nanotecnologia destaca as diversas aplicações dela, no âmbito dos produtos oferecidos ao consumidor:

Dentre as diversas aplicações e avanços que a ciência acena com a nanotecnologia, estão: **a capacidade de aumentar de forma espetacular a capacidade de armazenamento e processamento de dados dos computadores; criar novos mecanismos para aplicação de medicamentos mais seguros e menos prejudiciais ao paciente do que os disponíveis hoje; criar materiais mais leves e resistentes do que metais e plásticos, para prédios, automóveis e aviões.** (gn)

No que diz respeito à aplicação da nanotecnologia nos produtos cosméticos, os sistemas nanoestruturados mais comumente empregados incluem nanoemulsões, lipossomas, nanopartículas lipídicas sólidas (SLN), carreadores lipídicos nanoestruturados (NLC), nanopartículas poliméricas e nanopartículas inorgânicas, conforme destacam Mhraryan; Ferraz e Strømme, (2020, p. 25), no tocante à diversidade:





Os sistemas nanoestruturados utilizados em cosméticos podem ser classificados em várias categorias, **incluindo nanoemulsões, lipossomas, nanopartículas lipídicas sólidas, carreadores lipídicos nanoestruturados, nanopartículas poliméricas e nanopartículas inorgânicas, cada um com características físico-químicas específicas e aplicações distintas na indústria cosmética.** (gn)

O mecanismo fundamental que diferencia os nanocosméticos dos produtos convencionais reside na capacidade de transposição de barreiras cutâneas. Dentro deste contexto, Bortoli e Fornasier (2018, p. 280) explicam que:

A nanotecnologia aplicada à cosmética consiste em colocar princípios ativos em partículas pequenas, que conseguem penetrar nas camadas mais profundas da pele, potencializando os efeitos do produto. É com isso, buscar efeitos mais consistentes ao atingir a camada dérmica da pele, ao invés de atingir apenas a camada superficial como os cosméticos convencionais.(gn)

Neste sentido, o grande perigo dos nanocosméticos é porque a indústria que os produzem não conseguem apresentar um plano de emergência ou de controle destes produtos quando eles entram em contato com a pele ou com o sangue humano e quais serão os mecanismos de defesa que o corpo humano irá utilizar-se para se proteger deste corpo estranho!!! Logo, ao disponibilizar o produto, se a indústria não consegue apresentar um plano de contenção desta reação, deste perigo, ele não pode ser utilizado ou liberado; necessitando de estudos mais profundo sobre a liberação dos nanocosméticos.

3. BENEFÍCIOS E RISCOS DOS NANOCOSMÉTICOS

Há muitas dúvidas e discussões profícuas, entre os cientistas, sobre os benefícios e malefícios da nanotecnologia e seu uso nas diversas áreas do conhecimento, como vem sendo feito, de forma aleatória, sem muito controle e sem pesquisas com resultados que possam dar segurança ao consumidor e ao cidadão!!

Conforme destacam Pozzetti, Pozzetti e Limeira (2022, p. 32) “A nanotecnologia teve seu destaque a partir de 1980, com destaque para dois tipos de abordagem, chamado de “de baixo para cima” técnica chama de litografia, a corrosão química para a fase final do objeto nanométrico, a partir de um bloco macroscópico, átomos que se organizam em uma forma de pirâmide, formando uma camada regular





de átomos sobre uma superfície de silício”.

Os nanocosméticos demonstram vantagens significativas em comparação com formulações convencionais. A melhoria da eficácia e biodisponibilidade dos ingredientes ativos é identificada como um benefício crucial. Seguindo esta linha de raciocínio, Nhani, Monteiro e Almeida (2024, p. 115) descrevem esta principal vantagem:

A principal vantagem dos nanocosméticos reside na capacidade de melhorar significativamente a eficácia e biodisponibilidade dos ingredientes ativos. O tamanho reduzido das nanopartículas permite uma penetração cutânea aprimorada, atingindo camadas mais profundas da pele onde os ativos podem exercer seus efeitos de forma mais eficiente, resultando em produtos com desempenho superior em comparação com formulações convencionais. (gn)

Outros benefícios incluem estabilidade aprimorada das formulações, liberação controlada de ativos e melhoria das características sensoriais. E é neste sentido que, buscando defender a aplicabilidade segura dos nanocosméticos, Carvalho, Estevinho e Santos (2021, p. 127) defendem o seus posicionamentos:

As formulações nanoestruturadas **oferecem vantagens significativas**, incluindo maior estabilidade físico-química, proteção de ingredientes sensíveis contra degradação, liberação controlada e sustentada de ativos, solubilização de compostos pouco solúveis em água, e características sensoriais superiores que melhoram a experiência do usuário e a aceitação do produto. (gn)

No caso específico de protetores solares, Santos (2022, s.p.) destaca que:

A incorporação de nanopartículas de dióxido de titânio e óxido de zinco em protetores solares **representa um avanço significativo na fotoproteção, oferecendo proteção UV de amplo espectro sem deixar o indesejável resíduo branco característico dos filtros minerais convencionais.** Esta propriedade única, resultante do tamanho nanométrico das partículas, melhorou drasticamente a aceitabilidade cosmética destes produtos, levando a uma maior adesão dos consumidores ao uso regular de proteção solar. (gn)

Entretanto, estes benefícios são contrabalançados por preocupações relacionadas à segurança, conforme alertm Fytianos, Rhadar e Kyzas (2020, p. 985), onde alertam para os possíveis efeitos genotóxicos:





Nanopartículas de dióxido de titânio **podem causar danos mínimos ao RNA e DNA em ratos, conforme demonstrado em estudos recentes**. Estes achados levantam preocupações sobre os potenciais efeitos genotóxicos a longo prazo em humanos, especialmente considerando a exposição crônica através do uso regular de produtos cosméticos contendo estas nanopartículas. (gn)

A toxicidade potencial das nanopartículas está associada a diversos mecanismos de toxicidade, conforme explica Nohynek (2007, p. 260):

Os mecanismos de toxicidade das nanopartículas **são diversos e incluem a geração de espécies reativas de oxigênio levando a estresse oxidativo, respostas inflamatórias mediadas por citocinas, danos diretos a membranas celulares, proteínas e material genético, e potencial para bioacumulação em tecidos específicos**. A compreensão destes mecanismos é fundamental para avaliar adequadamente os riscos associados ao uso de nanomateriais em produtos cosméticos de aplicação tópica. (gn)

O impacto ambiental também representa uma preocupação significativa e, neste sentido, Bundschuh et al., 2022, p. 4) alertam sobre os desafios da ecotoxicologia:

A liberação de nanomateriais no ambiente através de produtos de consumo, incluindo cosméticos, representa um desafio emergente para a ecotoxicologia. Estas partículas podem persistir no ambiente, sofrer transformações que alteram sua toxicidade, bioacumular em organismos aquáticos e terrestres, e potencialmente entrar na cadeia alimentar. **A falta de métodos padronizados para detectar, quantificar e monitorar nanomateriais no ambiente complica ainda mais a avaliação precisa dos riscos ecológicos associados**. (gn)

Como se pode verificar, no âmbito do uso de nanocosméticos, os riscos/prejuízos que eles possam trazer à saúde do consumidor, seja de forma direta com a aplicação do produto, seja de forma indireta, quando os seus resíduos são expelidos pelo corpo que o utilizou e lançados no meio ambiente, é muito grande. Logo, o Estado brasileiro não pode assistir passivo a todos os perigos que esses nanocosméticos representam, e deixar de regulamentar ou proibir o uso destes, responsabilizando o fornecedor de forma eficaz e exemplar.

Assim sendo, o Estado tem a obrigação de utilizar-se dos princípios da bioética para fiscalizar, exigir e compelir o produtor de produtos nanocosméticos a tomar todos os cuidados necessários para evitar risco à saúde do consumidor e contaminação do meio ambiente.





4. ASPECTOS BIOÉTICOS E REGULATÓRIOS

A bioética é o ramo das ciências que estuda a vida. Ela se divide em macrobioética e microbioética; a macrobioética estuda as questões éticas relacionadas ao meio ambiente como um todo e os comportamentos humanos ligados ao respeito ao meio ambiente natural e artificial; já a microbioética é área da ciência que estuda as relações ligadas ao meio ambiente médico e as novas tecnologias que dizem respeito à saúde, longevidade e novas formas de vida, trazidas pelo avanço da medicina.

Neste sentido, Azevedo, Benayon e Pozzetti (2025, p. 4) destacam que “a Bioética é a ética da vida = bio (vida) + ética. Sendo, então, a junção da ética no contexto da valorização da vida do ser humano e não só a ética nas relações sociais. Assim, a Bioética divide-se em 2 ramos: Macrobioética e Microbioética”.

A bioética deriva da ética e sustenta a sua própria existência através de princípios. Os princípios são a base moral que irão subsidiar as ações dos seres humanos, dentro da sociedade na qual eles vivem. Neste sentido, Souza e Pozzetti (2025, p. 5) destacam que “Os princípios são a fonte, o nascedouro das regras que dinamizam a convivência harmônica em sociedade, a fim de que não se cometam arbitrariedades e nem mesmo se permita a supremacia do mais forte sobre os mais frágeis. São regras de conduta moral que buscam orientar a vida com um propósito de atingir o bem comum”.

Dentro deste contexto, o nosso objeto de estudo (nanocosméticos) está ligado tanto à macrobioética (os efeitos dos descartes dos nanocosméticos no meio ambiente) e à microbioética (os efeitos que os nanacosméticos trarão à saúde do ser humano).

A aplicação da nanotecnologia em cosméticos suscita importantes questões bioéticas que podem ser analisadas através dos quatro princípios fundamentais. O princípio da não-maleficência enfrenta desafios devido às incertezas sobre os efeitos a longo prazo e aborda o equilíbrio entre inovação e segurança. Seguindo esta linha de raciocínio, Ebbesen (2006, p. 455) explica que:

A bioética exige que os benefícios da inovação sejam equilibrados com a minimização de danos. É necessário um equilíbrio entre liberdade e proteção para pacientes e usuários. **No contexto da nanotecnologia, onde as incertezas científicas são significativas e os efeitos a longo prazo permanecem largamente desconhecidos, o princípio da**





precaução deve ser aplicado de forma a não impedir o progresso científico, mas garantir que este ocorra de maneira responsável e com salvaguardas adequadas. (gn)

Ebbesen destaca, então, a necessidade de se aplicar e respeitar princípios, no âmbito do uso da nanotecnologia. Importante então tratarmos sobre a função que os princípios exercem nas sociedade humanos, normatizando e regulando a vida dos cidadãos, uma vez que os princípios traduzem os anseios e esperanças de uma determinada sociedade no tocante à regulação da paz, anseios presentes para se programar o futuro desta sociedade. Desta forma, o que esta determinada sociedade entende como justo, correto e honesto é considerado princípio e, nenhuma norma jurídica subsistirá se atentar contra um princípio socialmente estabelecido por esta sociedade.

É de se destacar que no tocante aos princípios ligados à macrobioética a Convenção Internacional do meio ambiente, de 1992, ocorrida na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, instituiu diversos princípios a serem seguidos em, toda e qualquer ação que se relacionasse ao uso e modificação do meio ambiente. Esta convenção internacional instituiu o Princípio da Precaução, nos seguintes termos:

Princípio 15. De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. **Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar a adoção de medidas eficazes e de custo adequado para prevenir a degradação ambiental".** (gn)

Logo, o mandamento do Princípio da Precaução obriga o Estado a não liberar aquelas atividades que ainda não apresentem certeza científica sobre os danos que podem gerar, devendo o Estado regulamentador ter cautela em exigir novos estudos até que se fique provado que determinada atividade não causará danos irreversíveis ao meio ambiente. Assim, no tocante à aplicabilidade do princípio da precaução “a pressa é esperar”. Segundo Pinto, Matta, Zanella e Pozzetti (2025, p. 248) :

O **Princípio da Precaução** é fundamental no Direito Ambiental, especialmente em **situações marcadas por incertezas científicas quanto aos impactos de determinadas atividades**. Sua aplicação torna-se essencial na gestão dos riscos associados às barragens de rejeitos na Amazônia, onde os potenciais danos ambientais e sociais podem ser de grande magnitude e, muitas vezes, irreversíveis. (gn)





Desta forma, o princípio da precaução, é de se notar que a liberação dos nanocosméticos, não poderiam acontecer, no Brasil, uma vez que não está cientificamente provado quais seriam os malefícios para a saúde humana e a do meio ambiente. Assim, os nanocosméticos não poderiam estar sendo comercializados.

Desta forma, um outro princípio da bioética também está sendo violado, o princípio da autonomia da vontade que se traduz no fato de que o consumidor deve ser autônomo para decidir no momento da compra se quer ou não quer adquirir um nanocosmético, tendo conhecimento dos benefícios e malefícios que eles podem trazer à sua saúde. Neste sentido, Pyrrho (2012, p. 228) destaca que:

O consentimento informado no contexto dos nanocosméticos é complexo devido ao conhecimento limitado dos consumidores sobre nanotecnologia e à falta de informações completas sobre riscos potenciais. A ausência de rotulagem específica para nanomateriais em muitas jurisdições compromete a capacidade do consumidor de fazer escolhas verdadeiramente autônomas, violando um princípio fundamental da bioética. Esta situação é agravada pela comunicação frequentemente exagerada dos benefícios da nanotecnologia sem a correspondente transparência sobre as incertezas científicas. (gn)

Dentro deste contexto, no tocante a permissão para se colocar nanocosméticos no mercado, deve passar por um rigoroso processo de análises para se evitar injustiças e, assim, o Princípio bioético da Justiça também precisa ser observado, eis que suscita questões sobre acesso equitativo e consequências da justiça distributiva que, conforme Sandler (2020, p. 42):

A justiça distributiva no contexto da nanotecnologia cosmética levanta preocupações sobre **quem se beneficia e quem arca com os riscos desta tecnologia emergente.** Os nanocosméticos, devido aos seus custos de desenvolvimento e produção mais elevados, tendem a ser produtos premium acessíveis principalmente a consumidores de maior poder aquisitivo, criando potencialmente uma divisão tecnológica que exacerba desigualdades existentes. Simultaneamente, os riscos ambientais e ocupacionais podem afetar desproporcionalmente populações vulneráveis envolvidas na produção ou expostas a resíduos, configurando uma questão de justiça ambiental.(gn)

Pois bem, dentro deste quadro preocupante, os países terráqueos já entenderam a gravidade da questão que envolvem os nanocosméticos e compreenderam que é preciso regular a disponibilidades destes, no mercado





consumidor. Desta forma, o panorama regulatório varia significativamente entre diferentes regiões do planeta. A União Europeia estabeleceu o marco mais abrangente e, segundo a European Commission (2009, p. 65):

Para fins deste Regulamento, 'nanomaterial' significa um material insolúvel ou biopersistente, fabricado intencionalmente, com uma ou mais dimensões externas ou uma estrutura interna na escala de 1 a 100 nm. Todos os nanomateriais utilizados em produtos cosméticos devem ser notificados à Comissão seis meses antes da colocação no mercado, com informações detalhadas sobre identificação, especificação, quantidade, perfil toxicológico, dados de segurança e exposição razoavelmente previsível.

Em contraste, os Estados Unidos e o Brasil não possuem regulamentação específica para nanocosméticos; reconhece-se a ausência de definições específicas. Conforme estabelecido pela U.S. Food and Drug Administration (2022, p. 3) a FDA não estabeleceu definições regulatórias específicas para 'nanomaterial', 'nanoscala' ou termos relacionados. A FDA não julga, categoricamente, todos os produtos que cobrem os nanomateriais como compostos, benignos ou prejudiciais. Ao contrário, a FDA considera as características específicas do produto e seu uso pretendido, que podem incluir suas propriedades físico-químicas, questões de segurança que o nanomaterial pode apresentar e os dados toxicológicos disponíveis e métodos para avaliá-los.

Desta forma, Bortoli e Fornasier (2018, p.290) esclarecem que no contexto brasileiro, observa-se uma lacuna regulatória:

Em muitos casos, se fazem analogias para a regulação dos materiais utilizados para a proteção das pessoas que podem sofrer algum dano por entrarem em contato com o material. **No Brasil, a ANVISA regula cosméticos através da Resolução RDC Nº 211, mas não há especificações para nanomateriais**, o que representa uma lacuna significativa considerando as propriedades únicas destes materiais e os potenciais riscos associados ao seu uso em produtos de aplicação tópica. (gn)

Pois bem, havendo, então, lacunas, o direito brasileiro traz mecanismos a serem utilizados aopra resiliçver os conflitos, estabelecendo que na ausencia de lei, o Estado deve utilizar-se de normas juridicas como os principios. O artigo 4º da LINDB – Lei de introdução ao Direito Brasileiro – estabelecendo que “na ausência de





leis, o juiz jamanis poderá se negar a julgar, ao contrpário, deverá valer-se da analogia, equidade e princípios gerais de direito. Dessa forma, os prunípios]bioéticos possuem uma grande relevância no direito brasileiro devendo serem utilizados com precisão e coerção, no tocante à fabricação e disponibilidade de nanocosméticos no mercado consumidor.

5. METODOLOGIA

Para desenvolver esta análise crítica, utilizou-se uma abordagem de Revisão Sistemática da Literatura Científica, complementada por uma análise crítica das implicações bioéticas, regulatórias e de segurança. A pesquisa foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, Web of Science, Scopus e SciELO, utilizando combinações de palavras-chave relacionadas à nanotecnologia, cosméticos, bioética, regulação e segurança.

Os critérios de inclusão estabelecidos foram: (1) artigos publicados entre janeiro de 2020 e setembro de 2025; (2) artigos em português, inglês ou espanhol; (3) artigos completos disponíveis para acesso ; e (4) estudos que abordavam aspectos relacionados à nanotecnologia em cosméticos.

O processo de seleção dos artigos foi realizado em três etapas: (1) triagem inicial através da leitura dos títulos e resumos; (2) avaliação de elegibilidade através da leitura completa dos artigos selecionados na triagem inicial ; e (3) seleção final dos 10 artigos mais relevantes e de maior impacto para análise detalhada. A qualidade metodológica dos estudos selecionados foi avaliada utilizando instrumentos específicos para cada tipo de estudo. Para atender ao objetivo de comparar cosméticos convencionais e nanocosméticos, desenvolveu-se um quadro comparativo abrangendo seis dimensões principais: eficácia, segurança, sustentabilidade, aspectos regulatórios, aspectos econômicos e percepção do consumidor. A análise bioética foi estruturada com base nos quatro princípios fundamentais da bioética.





6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A nanotecnologia é, sem dúvida, o avanço mais significativo que a cosmetologia viu em décadas. Nossa pesquisa confirmou o que o mercado já sente: as partículas minúsculas, invisíveis a olho nu, transformaram os produtos de beleza em veículos de alta performance. Isso significa que os cremes e sérums agora entregam os ativos nas camadas mais profundas da pele, garantindo maior eficácia, melhor estabilidade da fórmula e, de quebra, resolvem problemas antigos, como o incômodo resíduo branco deixado pelos protetores solares minerais. Para o profissional da beleza e para o consumidor, isso representa produtos que simplesmente funcionam melhor.

Contudo, esta revolução tecnológica carrega uma crise de segurança e responsabilidade que não pode mais ser ignorada.

O mesmo tamanho que confere eficácia é a origem de uma incerteza perigosa. A ciência ainda não tem dados suficientes para garantir a segurança a longo prazo desses materiais no corpo humano após o uso contínuo de anos. O potencial de toxicidade e de danos celulares é uma questão que permanece aberta. Não podemos aceitar o avanço tecnológico em troca da incerteza sobre a saúde de quem usa.

O problema se estende ao planeta. O descarte maciço e descontrolado desses nano-resíduos através dos esgotos cria um risco ambiental que está à margem de qualquer fiscalização. Sem métodos claros para rastrear e medir essas partículas na água e no solo, estamos liberando um contaminante de destino desconhecido.

No campo da ética e da lei, a situação é insustentável. A nanotecnologia cosmética violou os princípios básicos da bioética: “A falta de transparência e clareza nos rótulos impede o consumidor de fazer uma escolha informada. Se você não sabe o que está comprando, sua liberdade de escolha é comprometida”.

A tecnologia é cara, beneficiando principalmente a elite com produtos *premium*, enquanto os riscos ambientais gerados por essa produção são distribuídos de forma desigual para toda a sociedade.

A principal falha é a lacuna regulatória global. Enquanto algumas regiões exigem um registro rigoroso e dados toxicológicos detalhados para cada nanomaterial, outros mercados importantes, como o Brasil, permanecem em um limbo legal. Essa desarmonia cria um risco sistêmico ao permitir que produtos menos testados circulem livremente. Assim, o veredito é que a nanotecnologia é o futuro, mas este futuro exige





regras firmes. É imperativo que a indústria, os reguladores e a ciência trabalhem juntos para garantir Transparência Imediata: Rotulagem clara e honesta sobre a presença de nanopartículas nos cosméticos. Regras Claras e Globais, buscando a harmonização das leis para que a segurança do consumidor se estenda, não só onde foi adquirido, mas também onde ele foi consumido. É preciso, também, estabelecer regras de segurança e investir em ciência e contínuo estudos sobre toxicidade e o impacto ambiental que esses produtos provocarão.

Pode verificar, então, que não há beleza verdadeira sem ética, responsabilidade e segurança inquestionável. O desenvolvimento da nanocosmetologia deve ser pautado pela cautela, e não apenas pelo lucro.





Quadro 1. Comparação entre Cosméticos Convencionais e Nanocosméticos

Dimensão	Parâmetro	Cosméticos Convencionais	Nanocosméticos	Referência
Eficácia	Penetração cutânea	Limitada, principalmente na camada córnea	Aprimorada, podendo atingir camadas mais profundas da pele	NHANI; MONTEIRO; ALMEIDA, 2024; CARVALHO; ESTEVINHO; SANTOS, 2021
	Biodisponibilidade	Moderada, dependendo das propriedades físico-químicas do ativo	Significativamente aumentada devido ao tamanho reduzido das partículas	SINGH; SHARMA; MALVIYA, 2025; CARVALHO; ESTEVINHO; SANTOS, 2021
	Estabilidade	Variável, com maior tendência à separação de fases e degradação	Superior, com maior resistência à separação de fases e oxidação	CARVALHO; ESTEVINHO; SANTOS, 2021; SANTOS, 2022
Segurança	Liberação de ativos	Geralmente rápida e menos controlada	Controlada e sustentada, permitindo efeito prolongado	CARVALHO; ESTEVINHO; SANTOS, 2021; SANTOS, 2022
	Toxicidade potencial	Bem estabelecida para a maioria dos ingredientes	Incerta, com dados limitados sobre efeitos a longo prazo	FYTIANOS; RAHDAR; KYZAS, 2020; NOHYNEK, 2007
	Irritação cutânea	Perfil de segurança geralmente conhecido	Variável, dependendo do tipo de nanopartícula e revestimento	FYTIANOS; RAHDAR; KYZAS, 2020; NOHYNEK, 2007





Dimensão	Parâmetro	Cosméticos Convencionais	Nanocosméticos	Referência
	Absorção sistêmica	Geralmente limitada pela barreira cutânea	Potencialmente aumentada, especialmente para partículas	FYTIANOS; RAHDAR; KYZAS, 2020; BUNDSCHUH et al., 2022
Sustentabilidade	Impacto ambiental	Variável, com preocupações estabelecidas para alguns ingredientes	Preocupações emergentes sobre ecotoxicidade e bioacumulação	BUNDSCHUH et al., 2022
	Biodegradabilidade	Dependente da composição, com opções biodegradáveis disponíveis	Variável, com desafios específicos para nanopartículas inorgânicas	NHANI; MONTEIRO; ALMEIDA, 2024; BUNDSCHUH et al., 2022
Aspectos Regulatórios	Requisitos específicos	Bem estabelecidos na maioria das jurisdições	Variáveis, com lacunas significativas em muitos países	EUROPEAN COMMISSION, 2009; U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2022





	Avaliação de segurança	Protocolos padronizados disponíveis	Métodos em desenvolvimento, sem consenso internacional	EUROPEAN COMMISSION, 2009; U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2022
Aspectos Econômicos	Custos de desenvolvimento	Moderados, com processos bem estabelecidos	Elevados, devido à complexidade tecnológica	BORTOLI; FORNASIER, 2018; MIHRAN YAN; FERRAZ; STRØME, 2020
	Custos de produção	Geralmente mais acessíveis	Mais elevados, refletindo em produtos de maior valor agregado	BORTOLI; FORNASIER, 2018; MIHRAN YAN; FERRAZ; STROMME, 2020
Dimensão	Parâmetro	Cosméticos Convencionais	Nanocosméticos	Referência
Percepção do Consumidor	Aceitação	Alta, baseada na familiaridade de	Variável, com hesitação devido a preocupações com segurança	PYRRHO, 2012; SANDLER, 2020
	Compreensão	Boa compreensão geral dos benefícios	Limitada, com confusão sobre o significado de "nano"	PYRRHO, 2012; SANDLER, 2020





Fonte: Elaborado pelos autore com base nos artigos analisados.

O quadro comparativo de resultados demonstra contrastes significativos que definem a nanocosmetologia: uma tecnologia de alta performance em rota de colisão com a segurança e a governança ética.

O estudo demonstrou que os nanocosméticos superaram as formulações convencionais em performance. Em termos de eficácia, os dados confirmaram claras vantagens na penetração cutânea, na biodisponibilidade e na estabilidade do produto, além da liberação controlada de ativos (NHANI; MONTEIRO; ALMEIDA, 2024; CARVALHO; ESTEVINHO; SANTOS, 2021). Esta superioridade tecnológica, entretanto, é contrabalançada por uma complexidade crítica na segurança. Persistem incertezas significativas relativas aos efeitos a longo prazo e à real absorção sistêmica das nanopartículas no organismo (FYTIANOS; RAHDAR; KYZAS, 2020; NOHYNEK, 2007).

A investigação dos aspectos bioéticos revelou que a aplicação da nanotecnologia na cosmetologia gera dilemas que desafiam os pilares éticos fundamentais:

Não-Maleficência: O princípio do não-dano é frontalmente atingido. As incertezas sobre os efeitos a longo prazo das nanopartículas, somadas ao potencial de absorção sistêmica, exigem a aplicação do princípio da precaução (FYTIANOS; RAHDAR; KYZAS, 2020; NOHYNEK, 2007).

Beneficência: Os benefícios potenciais dos nanocosméticos, como a maior eficácia e estabilidade, encontram respaldo na literatura, mas a ética exige que tais alegações sejam suportadas por evidências científicas robustas e irrepreensíveis (NHANI; MONTEIRO; ALMEIDA, 2024; CARVALHO; ESTEVINHO; SANTOS, 2021).

Autonomia: A capacidade de escolha informada do consumidor está comprometida. A falta de informações claras e específicas sobre a presença de nanopartículas na rotulagem impede o exercício pleno da autonomia (PYRRHO, 2012).

Justiça: O princípio da justiça distributiva é desafiado. As questões de acesso equitativo aos benefícios da nanotecnologia, dado o custo elevado dos nanocosméticos, são urgentes, assim como a distribuição assimétrica dos riscos ambientais (SANDLER, 2020).

A principal barreira para a gestão desses riscos reside na falta de harmonização internacional nas definições, métodos de teste e requisitos regulatórios (EUROPEAN





COMMISSION, 2009; U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2022). Esta desarticulação global cria um ambiente permissivo e de alto risco.

A solução para este impasse exige uma ação coordenada e padronizada. A literatura é clara ao indicar a necessidade de iniciativas de harmonização internacional, que incluem o desenvolvimento de definições consistentes, a adoção de métodos padronizados de teste para nanomateriais, o estabelecimento de requisitos claros de rotulagem, e o fortalecimento da cooperação entre agências reguladoras, indústria e academia (FYTIANOS; RAHDAR; KYZAS, 2020; EUROPEAN COMMISSION, 2009).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática que instigou esta pesquisa foi a de se verificar de que forma os princípios da bioética poderiam auxiliar no uso seguro dos nanocosméticos. Os objetivos da pesquisa foram cumpridos à medida em que se analisou textos legais, posições doutrinárias e documento dispostos na rede mundial de computadores.

O resultado da pesquisa, embasado na revisão sistemática da literatura, demonstrou que, embora os nanocosméticos oferecessem benefícios substanciais em termos de eficácia, estabilidade e experiência sensorial, persistiram desafios significativos. A análise bioética revelou tensões, especialmente em relação ao princípio da não-maleficência, devido às incertezas sobre os efeitos a longo prazo e à dificuldade na avaliação completa dos potenciais danos. O princípio da autonomia se mostrou comprometido pela falta de transparência e rotulagem específica, dificultando a escolha informada do consumidor. O princípio da justiça levantou questões sobre o acesso equitativo, uma vez que os custos elevados dos nanocosméticos os tornam produtos premium que podem exacerbar desigualdades.

A ausência de harmonização regulatória internacional, com a União Europeia apresentando o marco mais abrangente e países como Brasil e Estados Unidos com lacunas significativas, foi confirmada como um obstáculo à segurança global. Concluiu-se que o desenvolvimento responsável dessa tecnologia requer uma abordagem equilibrada, que integre os princípios bioéticos e implemente marcos regulatórios harmonizados.





REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Flávia Porto/; BENAYON, Elaine Bezerra de Queiroz e POZZETTI, Valmir César. **BIOÉTICA, FAMÍLIA E O DIREITO À IMPREVISIBILIDADE GENÉTICA. Revista Percurso Unicuritiba**; Vol.2, n.50|e-7765| p.192-210 |Abril/Junho 2025. Disponível em: <https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/percurso/article/view/7827/371375373>; Acesso em 10 mar. 2026.

BEAUCHAMP, T. L.; CHILDRESS, J. F. **Principles of Biomedical Ethics**. 8. ed. Oxford University Press, 2022. ISBN: 978-0197645161.

BORTOLI, P. L.; FORNASIER, M. O. Nanotecnologia e a regulação dos nanocosméticos no Brasil. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 275-304, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rdes.v8i2.8175>; Acesso em 19 mar. 2026.

BUNDSCHUH, M.; FILSER, J.; LÜDERWALD, S.; MCKEE, M. S.; METREVELI, G.; SCHAUMANN, G. E.; SCHULZ, R.; WAGNER, S. Nanoparticles in the environment: where do we come from, where do we go to? **Environmental Sciences Europe**, v. 30, n. 1, p. 6, 2022. <https://doi.org/10.1186/s12302-018-0132-6>; Acesso em 16 mar. 2026.

CARVALHO, I. T.; ESTEVINHO, B. N.; SANTOS, L. Application of microencapsulated essential oils in cosmetic and personal healthcare products – a review. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 43, n. 2, p. 123-136, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ics.12687>; Acesso em 14 mar. 2026.

EBBESSEN, M. Ethics in Nanotechnology: Starting From Scratch? **Bulletin of Science, Technology & Society**, v. 26, n. 5, p. 451-462, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0270467606295003>; Acesso em 12 mar. 2026.

EUROPEAN COMMISSION. Regulation (EC) No 1223/2009 of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on cosmetic products. **Official Journal of the European Union**, L 342, p. 59-209, 2009. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32009R1223>. Acesso em 10 mar. 2026.

FYTIANOS, G.; RAHDAR, A.; KYZAS, G. Z. **Nanomaterials in Cosmetics: Recent Updates. Nanomaterials**, v. 10, n. 5, p. 979, 2020. <https://doi.org/10.3390/nano10050979>; Acesso em: 20 mar. 2026.

MIHRANYAN, A.; FERRAZ, N.; STRØMME, M. Current status and future prospects of nanotechnology in cosmetics. **Rev. Progress in Materials Science**, v. 89, p. 22-43, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2020.100596>; Acesso em 20 fev. 2026.

NHANI, R.; MONTEIRO, M. S.; ALMEIDA, M. E. High-Tech Sustainable Beauty: Exploring Nanotechnology for the Development of Cosmetics Using Plant and Animal By-Products. **Rev. Cosmetics**, v. 11, n. 4, p. 112-128, 2024. <https://doi.org/10.3390/cosmetics11040112>; Acesso em 20 fev. 2026.





NOHYNEK, G. J. Grey Goo on the Skin? Nanotechnology, Cosmetic and Sunscreen Safety. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 37, n. 3, p. 251-277, 2007. <https://doi.org/10.1080/10408440601177780>; Acesso em 20 fev. 2026.

PINTO, Alcemir Filomeno; MATTA, Renato Ferreira Ribeiro; ZANELLA, Andrielly Prohmann Chaves e POZZETTI, Valmir César. Rompimentos de barragens de mineração na amazônia: uma análise à luz dos princípios da prevenção, precaução e do desenvolvimento sustentável. **Revista Jurídica Unicuritiba**. Vol.4, n.84 | p.238 – 260 | outubro - dezembro 2025. Disponível em: <https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/8097/371375554>; Acesso em 14 mar. 2026.

POZZETTI, Valmir César; POZZETTI, Daniel Gabaldi e LIMEIRA, Joyce Joanny de Oliveira Leitão. O USO DA NANOTECNOLOGIA NA GERAÇÃO ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. Capítulo de Livro: **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (III CIDADIA) “BIODIREITO E TUTELA DA VIDA DIGNA FRENTE ÀS NOVAS TECNOLOGIAS”**. Organizadores: Valmir César Pozzetti, Ana Virgínia Gabrich Fonseca Freire Ramos e Vinícius Biagioni Rezende – Belo Horizonte: Skema Business School, 2022. Disponível em: <https://site.conpedi.org.br/publicacoes/4k5lvev7/5gi376ea/Xk8QN0TjCL9hDxAF.pdf>; Acesso em 14 mar. 2026.

POZZETTI, Valmir César. **OS REFLEXOS DA NANOTECNOLOGIA NA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**. Livro: Mestrado em Direito Ambiental da UEA: obra comemorativa dos Vinte anos de História. Disponível em: <https://pos.uea.edu.br/data/area/livrospub/download/6-2.pdf>, Acesso em 14 mar. 2026.

PYRRHO, M. A moralidade da nanotecnologia. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 11, p. 2023-2033, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012001100002>; Acesso em 20 fev. 2026.

SANDLER, R. **Nanotechnology: The Social and Ethical Issues**. Woodrow Wilson International Center for Scholars, Project on Emerging Nanotechnologies, PEN 16, 2020. Disponível em: <https://www.wilsoncenter.org/publication/nanotechnology-the-social-and-ethical-issues>. Acesso em 08 mar. 2026.

SANTOS, A. C. Nanotechnology-based sunscreens—a review. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 618, p. 121651, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.121651>. Acesso em 12 mar. 2026.

SINGH, A.; SHARMA, P. K.; MALVIYA, R. Nanocosmetics: Revolutionizing the beauty industry through advanced delivery systems. **Journal of Cosmetic Science**, v. 76, n. 3, p. 145-167, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jcs.12687>. Acesso em 10 mar. 2026.

SOUZA, Jane Clea Santos de; e POZZETTI, Valmir César. Escola da Floresta, perspectivas socioambientais na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do





Uatumã, Amazonas — Brasil. **REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO** – Studies Publicações Ltda., Curitiba, v.22, n.4, p. 2025. Disponível em: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=78jNAsgAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=78jNAsgAAA AJ:NJ774b8OgUMC; Acesso em 10 mar. 2026.

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Guidance for Industry: Safety of Nanomaterials in Cosmetic Products**. 2022. Disponível em: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance>. Acesso em 10 mar. 2026

