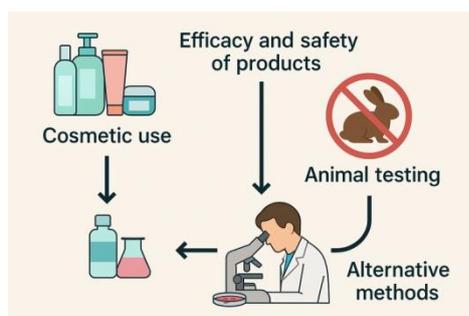


GRAPHICAL ABSTRACT

This graphical abstract illustrates the transition from animal testing to alternative *in vitro* methods for evaluating the safety of cosmetic products.

***CULTIVO CELULAR COMO MÉTODO ALTERNATIVO PARA
AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS COSMÉTICOS***

***CELL CULTURE AS AN ALTERNATIVE METHOD FOR ASSESSING THE
SAFETY OF COSMETIC PRODUCTS***

Ágatha Evani Santilho Rossiter¹, Laís Barbosa Faria¹, Herllon Karillos Athaydes Kerr²  e
Marcella Porto Tavares^{1,2*} 

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) – Vila Velha, ES, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Bioquímica, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, ES, Brasil.

[*marcella.porto@ifes.edu.br](mailto:marcella.porto@ifes.edu.br)

Artigo submetido em 30/04/2025, aceito em 31/07/2025 e publicado em 11/09/2025

ORCID - Marcella Porto Tavares: <https://orcid.org/0000-0003-4234-9721>

ORCID – Herllon Karillos Athaydes Kerr: <https://orcid.org/0009-0004-0714-4178>

Resumo: O uso de produtos cosméticos tem apresentado crescimento contínuo, impulsionado pelo aumento da preocupação com a estética e o bem-estar pessoal. Durante o desenvolvimento desses produtos, a realização de testes para garantir sua segurança e eficácia é essencial. Tradicionalmente, esses testes foram conduzidos em modelos animais, devido à sua semelhança fisiológica com os seres humanos, o que gerou intensos debates éticos e científicos. Atualmente, em diversos países, incluindo o Brasil, o uso de animais para testes cosméticos é proibido, evidenciando a necessidade de métodos alternativos. Nesse contexto, o cultivo celular surge como uma abordagem promissora para a avaliação toxicológica e funcional de produtos cosméticos. Este trabalho teve como objetivo caracterizar diferentes ensaios, baseados em cultura celular, utilizados como alternativa aos testes tradicionais, com foco na avaliação de segurança. Para isso, foram selecionados artigos de revisão e oito estudos publicados nos últimos 20 anos que abordam métodos *in vitro* aplicados à testagem de cosméticos. Os resultados indicam que as metodologias baseadas em cultivo celular oferecem dados confiáveis, reforçando sua viabilidade como ferramenta substitutiva aos ensaios com animais.

Palavras-chave: cosmetologia; ensaios *in vitro*; modelo de pele; cultivo celular; citotoxicidade.

Abstract: The use of cosmetic products has shown continuous growth, driven by increasing concern with aesthetics and personal well-being. During product development, safety and efficacy testing is essential. Traditionally, these tests were performed on animal models due to their physiological similarity to humans, which sparked intense ethical and scientific debates. Currently, in several countries, including Brazil, animal testing for cosmetics is prohibited, highlighting the need for alternative methods. In this context, cell culture emerges as a promising approach for the toxicological and functional evaluation of cosmetic products. This study aimed to characterize different cell culture-based assays used as alternatives to traditional methods, focusing on safety assessment. For this purpose, review articles and eight studies published in the last 20 years addressing *in vitro* methods applied to cosmetic testing were selected. The results indicate that cell culture-based methodologies provide reliable data, reinforcing their feasibility as a substitute for animal testing.

Keywords: cosmetology; *in vitro* analysis; skin model; cell culture; cytotoxicity.

1 INTRODUÇÃO

Desde as civilizações antigas, elementos naturais eram empregados na confecção de adornos corporais. Com o advento da Idade Média, observou-se uma valorização crescente do uso de cremes e perfumes, associados ao aprimoramento das práticas de higiene pessoal (Chaudhr; Jani, 2009).

No entanto, foi no Egito Antigo, ainda durante a Antiguidade, que a maquiagem adquiriu notável relevância cultural, consolidando-se como prática simbólica e socialmente significativa. Nesse contexto, a ornamentação dos olhos possuía, era atribuída a função protetora, associada tanto a crenças religiosas quanto à proteção contra condições ambientais, como a intensa radiação solar (Figura 1). A consolidação da cosmetologia como campo do saber deve-se, sobretudo, à sua integração com distintas áreas do conhecimento, o que contribuiu para sua configuração como ciência de natureza multidisciplinar (Galembeck; Csordas, 2011).

Figura 1 - A maquiagem do Egito Antigo destacava seus olhos como forma de proteção.



Fonte: FALA UNIVERSIDADES, 2020.

De acordo com a legislação vigente, os cosméticos são definidos como substâncias, formulações ou misturas que, em contato com a região externa do corpo, proporcionam higienização, proteção e camuflagem, melhorando a aparência e o odor do corpo (ANVISA, 2004). Esses

produtos podem ser classificados em dois graus: **grau 1**, cosméticos com propriedades básicas que não exigem comprovação de segurança ou eficácia, e **grau 2**, cosméticos com indicações específicas que necessitam de comprovação de segurança e eficácia (RESOLUÇÃO - RDC Nº 752, DE 19 DE SETEMBRO DE 2022).

No Brasil, o mercado de cosméticos vem ganhando destaque, com consumidores cada vez mais interessados em produtos nacionais devido à facilidade de acesso e preços mais acessíveis. Em 2020, o Brasil registrou um consumo interno aproximado de R\$122 milhões em produtos de beleza, consolidando-se como o quarto maior consumidor global de itens cosméticos (ABIHPEC, 2023). Esse mercado apresentou um crescimento de 13,2% em 2022, destacando-se como um dos segmentos com melhores perspectivas de recuperação, com o surgimento de questões como nanotecnologia, produtos veganos e multifuncionais (ABIHPEC, 2022).

Com o aumento da demanda por novos cosméticos, questões relacionadas ao processo produtivo e à segurança desses produtos tornam-se cada vez mais relevantes. Em 1959, foi criado o **Princípio dos 3R's**, que visa reduzir o número de animais por procedimento experimental, substituir o uso de animais sempre que possível e refinar os métodos para minimizar o desconforto causado aos animais (Tannenbaum; Bennett, 2015). Este movimento culminou no surgimento do movimento **Cruelty-Free**, que propõe a abolição de testes em animais na produção de cosméticos (Sarmiento, 2019).

Com o crescimento do movimento vegano e *cruelty-free*, muitas marcas passaram a se destacar ao não utilizar produtos de origem animal e ao abster-se de realizar testes em animais (Rusche, 2003; Souza, 2020). Esse movimento também trouxe maior visibilidade para as marcas

que aderiram a essas práticas, ganhando preferência entre os consumidores (Springirth, 2016).

Com a evolução da indústria de cosméticos, surgiu a necessidade de novas formas de avaliação durante o processo de produção. Tradicionalmente, o **teste de Draize**, realizado em animais, foi amplamente utilizado para testar a irritação ocular e/ou dérmica de cosméticos. No entanto, com o desenvolvimento de alternativas mais confiáveis, como a **cultura celular**, o uso de animais para esse tipo de teste foi progressivamente descontinuado (Wilhelmus, 2001). A cultura celular, desenvolvida no início do século XX por Ross Harrison, é uma técnica em que células são isoladas de seu ambiente original para estudar suas reações em um ambiente controlado (Taylor, 2014).

A **Resolução Nº 58 de 2023** foi um marco significativo, proibindo o uso de animais vertebrados (exceto seres humanos) em pesquisas científicas, desenvolvimento e controle de produtos cosméticos e de higiene pessoal no Brasil (Diário Oficial da União, 2023). Isso tornou ainda mais necessário o desenvolvimento e a implementação de métodos alternativos, como a cultura celular, para avaliar a segurança e eficácia desses produtos.

A cultura celular, que permite o estudo de células fora de seu local original de origem, pode ser aplicada em uma variedade de contextos para testar a segurança e eficácia de produtos cosméticos, sem a necessidade de utilizar animais (Caputo et al., 2010). Ao adotar essa técnica, é possível realizar análises mais abrangentes e consistentes, reproduzindo resultados de maneira controlada e sem comprometer as características das células testadas (Habanjar et al., 2021).

O objetivo deste estudo é investigar a viabilidade da cultura celular como

alternativa para a avaliação de segurança e eficácia de produtos cosméticos, com foco na **citotoxicidade**.

2 PROCESSOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, apresentamos de forma detalhada a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa, que teve como objetivo avaliar o uso de métodos alternativos para a avaliação da eficácia e segurança de produtos cosméticos, especificamente com foco no cultivo celular e citotoxicidade.

2.1. Tipo de Pesquisa

A pesquisa foi conduzida por meio de uma **revisão de literatura narrativa**, com a finalidade de coletar e analisar artigos científicos relevantes sobre o tema. A revisão narrativa permite uma análise abrangente e crítica das publicações existentes, possibilitando a construção de uma visão detalhada sobre o estado atual do conhecimento sobre os métodos alternativos para testar a segurança e eficácia de produtos cosméticos.

2.2. Fontes de Pesquisa e Estratégias de Coleta

Para garantir uma análise robusta, foram selecionados artigos publicados nos últimos 20 anos, que discutem o uso de testes **in vitro** em cosméticos, com ênfase nos testes de citotoxicidade em modelos de pele. A coleta de dados foi realizada em **bancos de dados acadêmicos confiáveis**, como PubMed, SciELO e Google Acadêmico. Além disso, foram consultadas fontes institucionais relevantes, como o site oficial da **ABIHPEC** (Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos) e da **ANVISA** (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), por meio de palavras-chave específicas, como:

- "in vitro"
- "modelo de pele"
- "cultivo celular"
- "testes"
- "citotoxicidade"

Essas palavras-chave foram utilizadas para refinar a busca e garantir a relevância dos artigos selecionados.

2.3. Critérios de Seleção dos Artigos

Foi realizada uma **pré-seleção** de 78 artigos, com base nos critérios de inclusão: artigos publicados entre 2003 e 2023, disponíveis na íntegra, com foco em métodos *in vitro* aplicados à testagem de cosméticos e com dados de citotoxicidade em modelos de pele e critérios de exclusão: estudos que não abordassem cosméticos, não utilizassem cultivo celular ou que tratassem exclusivamente de métodos com animais, os quais passaram por uma análise qualitativa para verificar sua relevância para a temática da pesquisa. Dessa forma, foram escolhidos **8 artigos**, publicados nos últimos 20 anos, que abordavam diretamente a relação entre testes *in vitro* e a segurança de cosméticos, especificamente em relação aos testes de **citotoxicidade** realizados em modelos de pele.

2.4. Definição dos Métodos e Técnicas Utilizadas

Os artigos selecionados discutem diversas abordagens e técnicas de **cultivo celular** para avaliar a segurança e a eficácia dos cosméticos. A técnica de **ensaios de citotoxicidade** foi destacada como uma das mais utilizadas, especialmente em modelos de pele. Esses ensaios permitem avaliar a toxicidade de substâncias cosméticas sem a necessidade de recorrer ao uso de animais, seguindo os princípios éticos e legais mais recentes que proíbem o uso de testes em animais para produtos cosméticos.

2.5. Análise dos Resultados

Os resultados foram analisados com base na aplicação dos testes *in vitro* e na eficácia das metodologias alternativas para a avaliação da segurança de cosméticos. A análise procurou identificar a eficiência e a confiabilidade desses métodos, além de avaliar como eles têm sido adotados em diferentes contextos e quais os desafios enfrentados pela indústria para a substituição dos testes tradicionais com animais.

2.6. Limitações da Pesquisa

Vale ressaltar que, devido ao foco da pesquisa em métodos alternativos, a seleção dos artigos foi limitada aos estudos que envolvem a técnica de cultivo celular e a análise de citotoxicidade. Não foram incluídos outros tipos de testes, como os ensaios de irritação ocular, embora esses também sejam amplamente utilizados na avaliação de cosméticos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estado da Arte

A adoção de métodos alternativos ao uso de animais na produção cosmética é um avanço significativo, promovendo a produção mais ética e sustentável. Para avaliar a segurança e eficácia de cosméticos, foram revisados oito estudos clínicos que destacam o uso de métodos alternativos, especialmente a avaliação de citotoxicidade. Um quadro resumido (Quadro 1) apresenta os artigos selecionados, com informações sobre os descritores utilizados, título, objetivo e principais resultados dos estudos.

Quadro 1 – Principais Artigos Selecionados

Descritores	Título	Objetivo
Modelo de pele; cosméticos; métodos <i>in vitro</i> .	Comprovaçã o De Claim De Ativos Cosméticos Utilizando	Avaliar a toxicidade <i>in vitro</i> de diversos ativos

	Modelo Tridimensional De Cultura Celular Em Adipócitos. 2020.	comumente utilizados em formulações cosméticas seguindo as diretrizes de guias internacionais e nacionais de métodos alternativos.
Citotoxicidade; teste in vitro.	Teste in vitro de citotoxicidade: estudo comparativo entre duas metodologias. 2003.	Avaliar a toxicidade de diferentes biomateriais, comparando duas metodologias: difusão em ágar e incorporação do corante vital vermelho neutro.
Citotoxicidade; métodos in vitro.	Análise Comparativa De Diferentes Métodos De Citotoxicidade De In Vitro. 2014.	Comparar ensaios de citotoxicidade e in vitro, pelos métodos de difusão em ágar e extração, em amostras de Bioglass® 45S5 e vitrocerâmica do sistema 3CaO.P2O5-SiO2-MgO, biomateriais com potencial de aplicação como arcabouços em Engenharia de Tecidos.

Métodos in vitro; modelo de pele; cosméticos.	Avaliação in vitro do perfil de segurança de cosmeceúticos contendo fatores de crescimento e seus análogos. 2012.	Avaliar o perfil de segurança de alguns produtos dermocosméticos à base de fatores de crescimento ou seus análogos destinados a esse fim, utilizando modelos in vitro de cultura de células da pele humana.
Modelo de pele; citotoxicidade; método in vitro.	Desenvolvimento E Aplicação De Modelo De Pele Humana Reconstruída In Vitro Para Estudos De Citotoxicidade E Genotoxicidade. 2018.	Desenvolver um modelo de pele humana reconstruída in vitro utilizando linhagens celulares permanentes e testar suas aplicabilidades para ensaios de citotoxicidade e genotoxicidade.
Modelo de pele; citotoxicidade; in vitro.	Immortalized equivalent human epidermis as a platform to evaluation hair dyes toxicity: Efficiency comparison between 3D and monolayer	Avaliar a toxicidade dérmica induzida por dois corantes, o Basic Blue 99 e o Basic Red 51, utilizando um modelo tridimensional (3D) interno de epiderme

	culture. 2020.	composto por células imortalizadas HaCaT.
Modelo de pele; teste in vitro.	Three-tier testing approach for optimal ocular tolerance sunscreen. 2019.	Estabelecer uma abordagem em três níveis para avaliar a tolerância ocular de filtros solares, visando abordar a questão da baixa tolerância ocular aos filtros solares.
Métodos in vitro; modelo de pele; cosméticos	In vitro and in vivo evaluation of a moisture treatment cream containing three critical elements of natural skin moisturization. 2020.	Avaliar os efeitos da barreira cutânea e da hidratação de um novo tratamento de reequilíbrio de hidratação (TRMT) e avaliar a eficácia e tolerabilidade em indivíduos com pele fotodanificada.

Fonte: ABNT.NBR 6022 (2003, p. 1).

Com base nos artigos selecionados, foi realizada uma análise comparativa entre os ensaios clínicos focados em citotoxicidade.

3.2 Cosméticos no Brasil

Os cosméticos são produtos amplamente utilizados para melhorar a aparência e proteção do corpo humano, sendo de origem natural ou sintética. No Brasil, a **ANVISA** regula esses produtos, classificando-os em grau 1 (sem necessidade de comprovação rigorosa de segurança) e grau 2 (que exigem testes detalhados de segurança e eficácia). A regulamentação visa garantir a segurança dos consumidores e da natureza, sendo essencial para a comercialização de cosméticos.

3.3 Uso de Animais em Testagens Cosméticas

O uso de animais em testes cosméticos gera preocupações sobre a crueldade animal, e a legislação busca minimizar esse uso com base nos **3Rs: Substituição, Redução e Refinamento**. Muitas empresas têm adotado métodos "*Cruelty-Free*" ou veganos, atendendo à crescente demanda dos consumidores por produtos em produtos não testados em animais. Além das questões legais, há uma crescente pressão por parte dos consumidores, que buscam ativamente produtos desenvolvidos sem o uso de animais, motivados por preocupações éticas e com o bem-estar animal.

3.4 Métodos Alternativos ao Uso de Animais

A substituição de testes em animais por métodos alternativos é uma tendência crescente. A **cultura celular**, originada no início do século XX, é amplamente utilizada para testar a toxicidade de substâncias cosméticas. A técnica evoluiu para modelos 3D, que simulam a fisiologia natural da pele humana. Modelos de pele humana reconstruída in vitro são considerados eficazes para avaliar os impactos de ingredientes cosméticos na saúde da pele, permitindo testes de citotoxicidade e genotoxicidade.

Os estudos selecionados confirmam a eficácia dos **modelos *in vitro*** para testar a segurança de cosméticos. O **teste de citotoxicidade *in vitro*** é um dos primeiros realizados para garantir a biocompatibilidade de um ingrediente. Os resultados mostram que os métodos alternativos, como o **modelo 3D de pele humana reconstruída**, são mais precisos e éticos em comparação com os métodos tradicionais. Além disso, os testes *in vitro* se mostram confiáveis para avaliar a toxicidade dérmica e ocular de cosméticos, reforçando a importância de métodos que não submetam animais a experiências traumatizantes e sustentáveis na indústria cosmética.

Esses resultados destacam os avanços na substituição de testes em animais, contribuindo para uma produção cosmética mais ética e segura. Entre os avanços destacam-se a consolidação de modelos tridimensionais de pele humana reconstruída, capazes de reproduzir com maior fidelidade as respostas fisiológicas, a incorporação de análises moleculares integradas e a redução do tempo de resposta para avaliação da toxicidade

4 CONCLUSÃO & PERSPECTIVAS

Esta pesquisa revelou mudança significativa no paradigma dos testes de produtos cosméticos, destacando o papel crescente e promissor dos métodos alternativos, especialmente os testes *in vitro*. Os resultados obtidos indicam que o uso de animais em experimentos cosméticos está se tornando cada vez menos necessário, à medida que a eficácia e segurança de novos produtos podem ser validadas de forma ética e científica, sem causar sofrimento animal.

Os testes *in vitro*, como os realizados com modelos de pele humana reconstruída, demonstraram ser eficazes na avaliação de citotoxicidade e outros

aspectos da segurança de cosméticos. Essas metodologias permitem simular com maior precisão as condições fisiológicas humanas, o que contribui para uma análise mais realista e detalhada dos efeitos dos produtos. Além disso, as abordagens alternativas também apresentam vantagens em termos de custo, tempo e escalabilidade, facilitando a realização de estudos em larga escala.

Portanto, os resultados desta pesquisa reforçam a viabilidade e importância de métodos alternativos na avaliação de segurança e eficácia de produtos cosméticos. Esses métodos não apenas garantem a conformidade com as exigências éticas, mas também apresentam uma sólida base científica para o futuro da indústria cosmética. A continuidade do investimento e desenvolvimento desses métodos é essencial para consolidar ainda mais a transição para uma produção de cosméticos mais ética, eficaz e sustentável.

Futuras investigações podem explorar a adaptação e aprimoramento contínuo dessas técnicas, buscando integrar ainda mais a tecnologia com as necessidades da indústria, além de explorar novos testes que permitam uma análise mais profunda e refinada dos impactos dos cosméticos sobre a saúde humana e ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela contribuição para esta produção científica, por meio dos seguintes auxílios: Termo de Outorga 917/2023 – Edital FAPES Nº 28/2022 – Universal; Chamada CNPq/MCTI Nº 10/2023 – Processo Nº 406294/2023-2.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC. ABIHPEC Debate oportunidades e desafios do comércio internacional. 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/AFIZ2>. Acesso em: 01 set. 2023.

ABIHPEC. Panorama global de consumo de produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos marcam o primeiro dia da Semana ABIHPEC de Mercado. 2022. Disponível em: <https://encurtador.com.br/npEGO>. Acesso em: 19 out. 2023.

ANVISA. Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos. 2004. Disponível em: <https://encurtador.com.br/ptEJL>. Acesso em: 28 ago. 2023.

BRASIL. Resolução nº 58 de 24 de fevereiro de 2023. Diário Oficial da União. Disponível em: <https://encurtador.com.br/pBLO9>. Acesso em: 02 out. 2023.

BRASIL. Resolução RDC nº 752, de 19 de setembro de 2022. Diário Oficial da União. Disponível em: <https://encurtador.com.br/GKQRU>. Acesso em: 25 set. 2023.

CHAUDHRI, SK; JAIN, NK. History of Cosmetics. *Asian Journal of Pharmaceutics* (AJP), v. 3, p. 164-167, 2009.

CAPUTO, Luzia Fátima Gonçalves; GITIRANA, Lycia de Brito; MANSO, Pedro Paulo de Abreu. Técnicas histológicas. In: MOLINARO, Luiza; CAPUTO, Fátima Gonçalves; AMENDOEIRA, Maria Regina Reis (orgs.). Conceitos e métodos para formação de profissionais em laboratórios de saúde: volume 2. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, 2010. p. 89-188.

FALA UNIVERSIDADES. Como o uso da maquiagem se desenvolveu ao longo da história. *Fala Universidades*, 15 abr. 2020. Disponível em: <https://falauniversidades.com.br/como-o-uso-da-maquiagem-se-desenvolveu-ao-longo-da-historia/>. Acesso em: 17 abr. 2025.

RUSCHE, Brigitte. The 3Rs and the animal welfare conflict or the way forward?. *ALTEX - Alternatives to animal experimentation*, v. 20, sup. 1/03, p. 63-76, 2003.

SARMENTO, Hillary Larize Sampaio. As diferentes certificações de cosméticos cruelty free e os testes em animais. 2019. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2019.

SOUZA, Mirelly Magalhães Silva de. Efeito do rótulo vegano sobre o valor reforçador sinalizado por alimentos e cosméticos. 2020. Monografia (Bacharel em Administração) - Universidade de Brasília, 2020.

SPRINGIRTH, Andréa. Discourses of "Cruelty-Free" Consumerism: PETA, The Vegan Society and Examples of Contemporary Activism. 68 f. The Graduate Center, City University of New York, 2016.

TANNENBAUM, Jerrold; BENNETT, B. Taylor. Russell and Burch's 3Rs then and now: the need for clarity in definition and purpose. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, v. 54, n. 2, p. 120-132, 2015.

TAYLOR, Milton W. Uma história da cultura celular. Vírus e homem: uma história de interações, p. 41-52, 2014.

WILHELMUS, Kirk R. O teste do olho de Draize. *Pesquisa de Oftalmologia*, v. 45, n. 6, p. 493-515, 2001.