

ESTUDO CIENCIOMÉTRICO DE NANOCOSMÉTICOS

SCIENTOMETRIC STUDY OF NANOCOSMETICS

ESTUDIO CIENTÍFICO DE NANOCOSMÉTICOS

Camila Costa da Silveira¹

Amanda dos Reis Correia²

Lucas Henrique Ferreira Sampaio³

Fernanda Melo Carneiro⁴

Resumo: Os nanocosméticos tem atraído a atenção da comunidade científica por proporcionar resultados mais rápidos do que os cosméticos convencionais. Assim esse estudo tem como objetivo promover uma síntese do conhecimento produzido sobre nanocosméticos no mundo entre 1995 e 2015. Ocorreu um número pequeno de publicações com o primeiro artigo só em 2005. Os trabalhos abordam aspectos relacionados a biossegurança, contaminação ambiental e legislação. Apesar do claro interesse econômico pela produção de nanocosméticos, a maioria das pesquisas foram desenvolvidas por universidades.

Palavras-chave: Nanotecnologia. Cosméticos. Revisão sistemática.

Abstract: Nanocosmetics have attracted the attention of the scientific community because of the faster results than conventional cosmetics. This study aimed to characterize the studies that associate nanotechnology with cosmetics from 1995 to 2015. Occur to low number of publication, with the first paper only in 2005. Researches were mainly about biosafety, environmental contamination and legislation. Although of the clear economic interesting by the nanocosmetic productions the researches were mainly of universities.

Keywords: Nanotechnology. Cosmetics. Review.

Resumen: Nanocosmética ha atraído la atención de la comunidad científica porque los resultados más rápidos que los cosméticos convencionales. Este estudio tuvo como objetivo caracterizar los estudios que asocian la nanotecnología con los cosméticos de 1995 a 2015. Ocurre un número bajo de publicaciones, con el primer trabajo solo en 2005. Las investigaciones se centraron principalmente en bioseguridad, contaminación ambiental y legislación. Aunque del claro interés económico por las producciones nanocosméticas las investigaciones fueron principalmente de universidades.

Palabras-clave: Nanotecnología. Productos cosméticos. Revisión sistemática.

Envio 13/03/2018

Revisão 14/03/2018

Aceite 27/12/2018

¹ Graduanda do Curso de Estética e Cosmética. UEG. E-mail: k-mila.costa@hotmail.com

² Esp. em Gestão e Biossegurança em Estética e Cosmética. UEG. E-mail: amanda.dosreiscorreia@gmail.com

³ Doutor em Medicina Tropical. UEG. E-mail: lucas.sampaio@ueg.br

⁴ Doutora em Ecologia e Evolução. UEG. E-mail: fernanda.carneiro@ueg.br

Introdução

A nanotecnologia tem apresentado resultados surpreendentes em diversos setores industriais e econômicos, tendo como princípio básico a construção de estruturas e novos materiais a partir dos átomos, entretanto, não se trata apenas da redução de escala, pois materiais em dimensões tão pequenas apresentam propriedades diferenciadas (Elis; De Oliveira Basto, 2014).

Um dos campos mais promissores para a aplicação da nanotecnologia é no desenvolvimento de cosméticos de alto desempenho, onde a indústria aliou os cosméticos a sistemas nanoestruturados, dando origem a designação de nanocosméticos (Antunes, 2016). Os nanocosméticos vem com a proposta de: carrear ativos para a derme; aumentar a permeabilidade cutânea; melhorar o desempenho dos cosméticos; aperfeiçoar, estabilizar e proteger os ativos contra a degradação, e diminuir riscos de irritação na pele (Zychar; Kataoka; Audi, 2016).

Dentre os produtos cosméticos elaborados utilizando nanotecnologia, destacam-se os produtos destinados à aplicação na pele do rosto e do corpo, com ação antienvelhecimento e de fotoproteção (Leite et al., 2015). As nanotecnologias e seus materiais trazem um leque de possibilidades positivas, mas por terem suas consequências ainda desconhecidas, temos a probabilidade de também apresentarem um lado negativo (Da Silva; Engelmann, 2017).

Os aspectos regulatórios dúbios relacionados aos produtos à base de sistemas nanoestruturados não se devem geralmente às falhas na comprovação do sucesso terapêutico, mas sim à incerteza da segurança na utilização desses produtos (Kaur et al., 2014). Por este motivo principal, investimentos governamentais, publicações científicas e lançamentos de novos produtos não crescem na mesma proporção (Weissig et al., 2014; Weissig; Guzman-Villanueva, 2015).

Diante disso, esse trabalho tem como objetivo caracterizar os estudos que associam a nanotecnologia e cosméticos. Para isso, foi feita uma revisão sistemática de todos os artigos sobre nanocosméticos vinculados a base de dados Web of Science entre os anos de 1995 a 2015. Especificamente, pretende-se identificar a frequência dos estudos com nanocosméticos ao longo dos anos, assim como os principais países, instituições e autores envolvidos nessas pesquisas. Os estudos foram caracterizados quanto ao tipo de teste (*in vivo* ou *in vitro*); veículos

e compostos mais utilizados nos estudos. Foram ainda levantadas informações sobre a segurança dos nanocosméticos quanto aos eventos de intoxicação e contaminação biológica e ambiental.

Materiais e métodos

O presente trabalho consiste em um estudo cienciométrico da literatura científica internacional sobre nanotecnologia e cosméticos. Para tanto foi considerada a produção científica veiculada em periódicos indexados no banco de dados *Web of Science*. A busca dos artigos científicos foi realizada entre os anos de 1995 a 2015 e para isso foram utilizados os seguintes descritores: “*nanotechnology*” and “*cosmetic*” no título, resumo ou palavras-chave. Em seguida, os trabalhos científicos foram selecionados por meio da avaliação dos resumos e somente aqueles que de fato se tratavam do uso de nanomateriais e cosméticos foram considerados. Após avaliação dos resumos, 156 trabalhos atenderam aos critérios de seleção para a ciencimetria. A análise descritiva dos trabalhos permitiu a identificação das seguintes informações: eixo temático central da pesquisa (ex.: aspectos associados a biossegurança, legislação), tipo de teste realizado, ano de publicação do artigo científico, país de origem das universidades e instituições pesquisadoras e instituições que publicaram os artigos. Estes dados foram tabulados e organizados em gráficos do programa Microsoft Excel 2016.

110

Resultados

De acordo com o levantamento realizado, foram encontrados 192 trabalhos no período de 1995 a 2015 utilizando as palavras-chaves “*nanotechnology and cosmetic*”. No entanto, nem todos os artigos relacionavam-se com nanocosméticos. Após avaliação, dentre os 192 artigos, 156 foram considerados para as análises. Verificou-se que ocorreu ao longo dos anos um aumento no número de produção de artigos científicos utilizando estes indicadores (Figura 1).

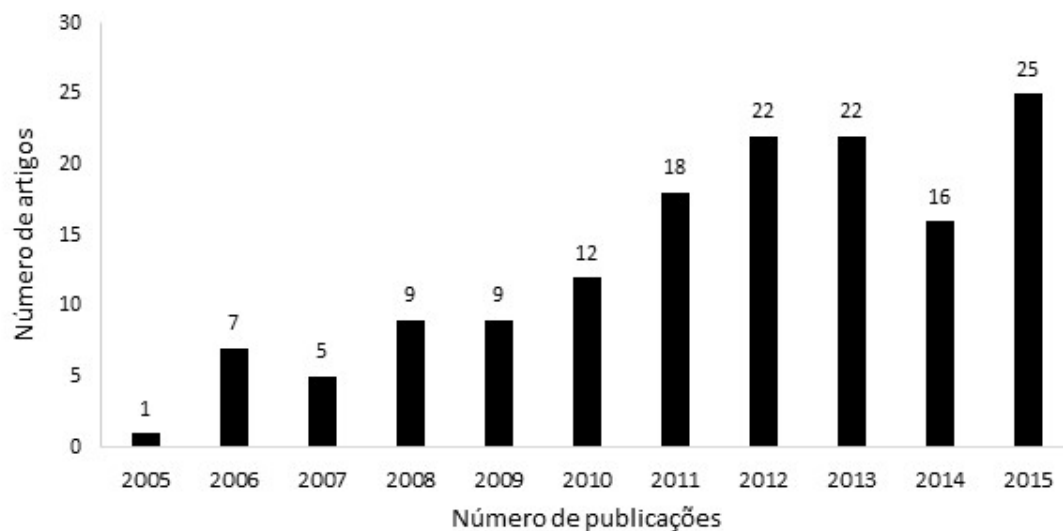


Figura 1: Número de trabalhos publicados sobre nanotecnologia e cosmético entre os anos de 1995 a 2015 na base de dados *web of Science*.

Nos trabalhos avaliados foram abordados temas como biossegurança, legislação, intoxicação e contaminação ambiental. Dentre eles, 27,56% tratavam sobre aspectos de biossegurança. O assunto legislação foi abordado em 10,25% dos trabalhos. Em geral, os artigos faziam críticas à carência de leis que regulamentam a produção, comercialização e rotulagem de nanocosméticos. A contaminação ambiental foi abordada em 15,38% dos trabalhos, que no geral tratava sobre os possíveis impactos gerados ao meio ambiente por nanocosméticos. Nenhum dos 156 artigos analisados abordou sobre eventos de contaminação biológica. Intoxicação química foi reportada 23,07%, sendo 7,69% sobre intoxicação por cosmético e 15,38% por intoxicação por nanopartículas.

As substâncias mais utilizadas nos artigos sobre nanocosméticos foram óxido de zinco (18), dióxido de titânio (14), prata (12) e sílica (6), sendo que apenas 1,92% usaram como veículo cosméticos em pó (maquiagem). Dentro dos eventos de intoxicação química citados nos trabalhos, 7,05% foram por dióxido de titânio, 0,64 % por prata, 5,12 % por silício e 7,05% por óxido de zinco. Os outros 3,21% reportaram intoxicação por outros compostos.

Dentre os trabalhos analisados, 19 fizeram experimentos para avaliação da eficácia desses produtos, dos quais 7 foram testes *in-vitro* e 12 *in-vivo*. Os testes *in vivo* foram feitos em ratos e camundongos e a maioria dos testes *in vitro* usava pele sintética.

A figura 2 representa os países que obtiveram no mínimo 2 publicações sobre nanocosméticos. Os que mais publicaram foram os Estados Unidos, Brasil e Japão (Figura 2).

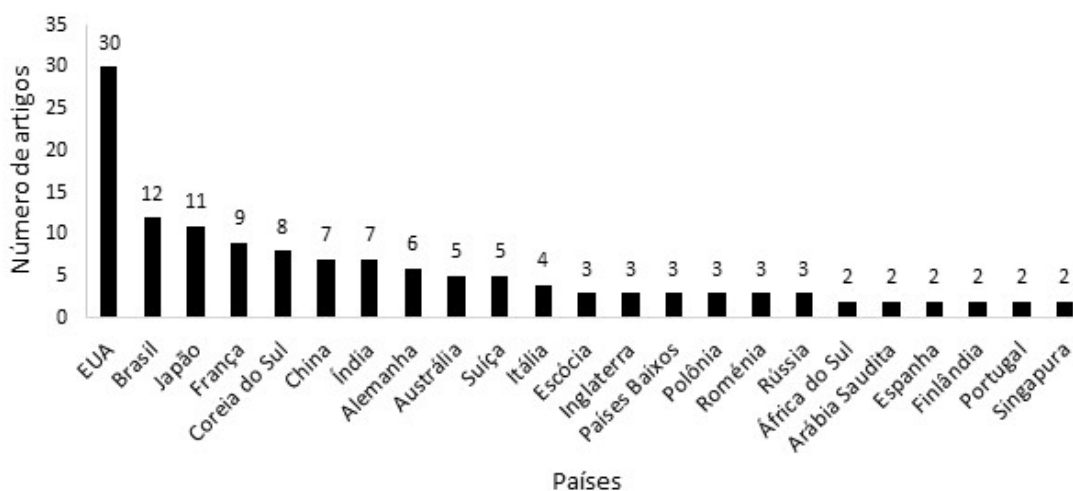


Figura 2: Número de artigos publicados segundo os países das instituições universitárias, laboratórios e centros de pesquisas.

Os trabalhos foram desenvolvidos por 120 instituições diferentes, onde 76 universidades publicaram artigos sobre nanocosméticos. A figura 3 representa as universidades com no mínimo 2 publicações sobre nanocosméticos. A Osaka Universidade (Japão) foi responsável por 7 trabalhos, já a Universidade de São Paulo – USP (Brasil), a Universidade da Coreia (Coreia do Sul) e a Universidade de Campinas – UNICAMP (Brasil) publicaram 3 trabalhos cada (Figura 3). Dentre as 120 instituições responsáveis pelas pesquisas, 63,3% foram centros de ensino universitários e os demais foram instituições de pesquisas como laboratórios e empresas de cosméticos.

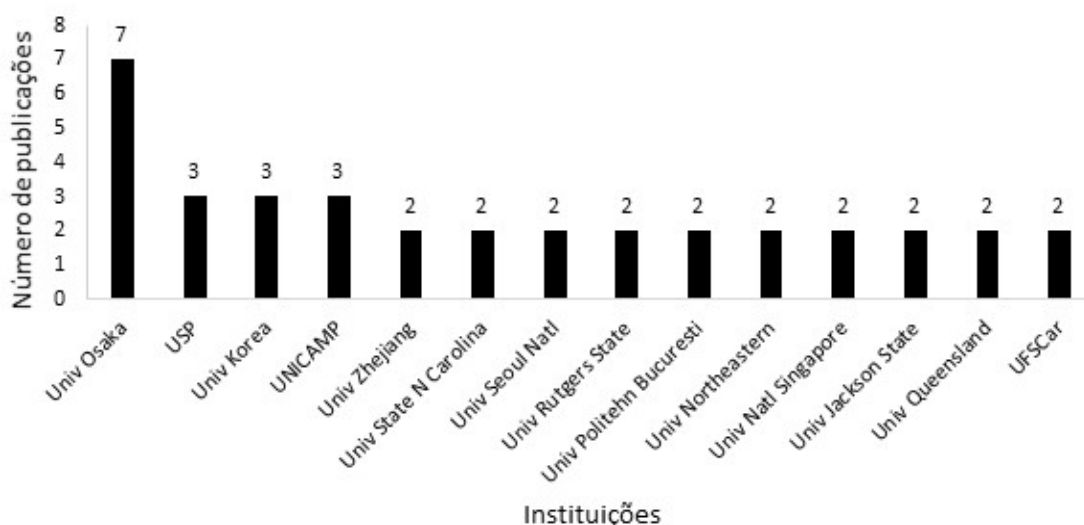


Figura 3: Números de artigos publicados segundo as instituições.

Discussão

A nanotecnologia despertou muito interesse nas comunidades científicas ao longo das últimas décadas (Piscopo et al., 2015) e está a caminho de se tornar a Revolução Industrial do Século XXI, sendo hoje um dos principais focos das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação em todos os países industrializados (Nolasco; Dos Santos, 2018). Muitos esforços foram feitos no sentido de atingir o tão desejado controle em nível atômico e molecular sobre os processos industriais (Piscopo et al., 2015). Além disso, a demanda e exigência do consumidor por produtos inovadores e tecnológicos levou as indústrias a investirem pesadamente em pesquisa e desenvolvimento de produtos cada vez mais eficazes e sofisticados (De Souza et al., 2018).

A atual e principal forma de divulgação científica é através da publicação das pesquisas no formato de artigos em periódicos científicos. Como a produção científica é a materialização do conhecimento gerado, as mensurações bibliométricas auxiliam na demonstração do desenvolvimento dessa produção (Neres-Menezes et al., 2017).

Na pesquisa feita por Alencar et al., (2017), foram identificados 1.342.435 registros sobre nanotecnologia na base de dados *Web of Science*, dos quais quase 83% (1.107.804) referiam-se a artigos de periódicos nas áreas de pesquisa relacionadas às ciências da vida e biomedicina. Portanto, os artigos de nanotecnologia e saúde representam cerca de 9% do total de artigos publicados sobre nanotecnologia indexados na base. Entretanto, o número de publicações com o eixo temático ‘nanocosméticos ou afins’ apresentou valores bem menores, com baixo número de artigos encontrado entre os anos de 1995 a 2015. Até o ano de 2004, na base de dados *Web of Science*, não foram encontrados artigos com o eixo temático ‘nanocosméticos ou afins’ e houve uma baixa na produção científica neste mesmo eixo no ano de 2014.

No ano 2000, foi lançada a Iniciativa Nacional de Nanotecnologia (INN) no EUA, um programa que visava posicionar os Estados Unidos para liderar o mundo em pesquisa, desenvolvimento e comercialização de nanotecnologia (Sargent Jr, 2016). Segundo dados da agência do governo do EUA, o mercado que envolve nanotecnologia gera no mundo cerca de US\$ 300 bilhões anuais (Elis; De Oliveira Basto, 2014). Isso pode ter refletido na alta produção científica de artigos sobre nanocosméticos dos EUA que foi o país que mais obteve publicações na área, seguidos do Brasil, Japão, França e Coreia do Sul.

Atualmente, o Brasil é o quarto maior mercado consumidor de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (HPPC) do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos, China e Japão, e por muitos anos permaneceu no terceiro lugar (De Souza et al., 2018). Isso justifica o alto investimento de pesquisas no setor de nanotecnologia e cosméticos tanto no Brasil quanto no mundo, e estima-se que até 2020 serão movimentados mundialmente cerca de US\$3 trilhões em produtos contendo nanotecnologia, com 6 milhões de empregos em todo o Globo, e aproximadamente 20% de todos os produtos fabricados no mundo serão baseados, em certa medida, na utilização da nanotecnologia (Nolasco; Dos Santos, 2018).

Pode-se observar que grande parte das pesquisas com nanocosméticos foram desenvolvidas por universidades e não por grandes centros tecnológicos. E apesar de o Estados Unidos ser o que mais publica, a universidade que mais investe em pesquisa nanotecnológica é a Universidade de Osaka no Japão, seguida das Universidade de São Paulo no Brasil, a Universidade da Coreia na Coreia do Sul e a Universidade estadual de Campinas no Brasil.

No Brasil, a maior parte dos investimentos em ciência e tecnologia é realizado pelo governo (Neres-Menezes et al., 2017) e embora o interesse por nanocosméticos no Brasil seja recente, segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, o investimento federal alcançou meros R\$ 195 milhões em redes de pesquisa e projetos na área de nanotecnologia (Elis; De Oliveira Basto, 2014). Estudos relacionados à nanotecnologia no Brasil vêm sendo incentivados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), desde 2001 (Piscopo et al., 2015), e apesar de o Brasil não estar entre os países que mais investem em nanotecnologia, pode-se observar que o número de publicações e de universidades brasileiras que investem em nanotecnologia relacionada a cosmético sobressaem sobre países que investem como por exemplo a China que apesar de seus investimentos, está em 6º lugar juntamente com a Índia em número de publicações.

Não há dúvidas de que a nanotecnologia promoverá melhor qualidade de vida as pessoas, contudo, pelo fato de ser capaz de agir de uma forma fundamentalmente diferente em comparação com seu respectivo material em escala macro, (Nolasco; Dos Santos, 2018) ela traz dúvidas a respeito de quais danos futuros ocasionarão ao meio ambiente e à saúde humana (Da Silva; Engelmann, 2017). Isso pode ocorrer quando é utilizado livremente no ambiente, mas também, em qualquer caso nas diferentes etapas do ciclo de vida dos nanomateriais (Silveira; Foladori, 2016). Sua liberação na água, ar e solo com quantidades elevadas durante a fabricação, uso, descarte ou reciclagem poderiam ocasionar problemas ambientais, com os nanomateriais se ligando aos poluentes do ar e sendo transportados por longas distâncias, interferindo nos sistemas bacterianos dos ecossistemas naturais (Shokri, 2017). Uma vez que existe a presença de riscos irreversíveis, é necessária adoção de cautela em sua utilização e manipulação, (Da Silva; Engelman, 2017) bem como sua regulamentação jurídica.

Essa preocupação geral com a segurança do uso de nano materiais tem tido seu reflexo direto também na produção de nanocosméticos já que biossegurança foi a preocupação majoritária dos artigos publicados sobre o tema. Pesquisadores acreditam que as nanopartículas podem adentrar e acumular-se em órgãos vitais, tais como os pulmões e o cérebro, causando potenciais danos ou a morte de seres vivos, e que a difusão das nanopartículas no ambiente pode prejudicar os ecossistemas (Nolasco; Dos Santos, 2018). Shokri (2017) defende que a

penetração das nanopartículas em camadas mais profundas da pele e na circulação sanguínea só aumenta significativamente quando há presença de eczema, acne, feridas, psoríase e danos UV no tecido. Um estudo feito por Srivastava, Gusain e Sharma (2015) mostrou efeitos tóxicos das nanopartículas sobre a fauna, a flora e os seres humanos. Estudos *in vivo* mostraram que as nanopartículas podem induzir estresse oxidativo ao sistema nervoso em seres humanos e estresse oxidativo e fibrose nos pulmões de ratos e camundongos. Devido ao desacordo entre os pesquisadores quanto a toxicidade das nanopartículas tanto para a vida humana quanto para os ecossistemas, este é um assunto que demanda mais estudos e investigações por parte da classe científica.

A nanotecnologia cosmética tem como foco principal produtos destinados à aplicação no rosto e na pele do corpo, com ação antienvelhecimento e fotoprotetor, capazes de penetrar nas camadas mais profundas da pele, potencializando os efeitos do produto (De Souza et al., 2018). As principais nanopartículas citadas nos trabalhos analisados foram óxidos metálicos de zinco, óxido de titânio, prata e sílica, porém, existem outros metais que também são utilizados e reduzidos ao tamanho de nanômetros como: ouro, prata, platina e cobre (Szcześniak, 2016).

Embora a radiação ultravioleta (UV) seja apenas cerca de 5% da radiação total emitida pelo sol, os raios UVA que compreendem cerca de 95% da radiação UV, é a principal responsável por causar escurecimento da pele, queimaduras solares, foto-envelhecimento precoce e doenças como o câncer (Lima et al., 2017). O filtro solar é um produto muito utilizado com propriedade de absorver, refletir e dispersar a radiação que incide sobre a pele, prevenindo o envelhecimento precoce (Teston; Nardino; Pivato, 2017). São classificados como filtros químicos (orgânicos) e físicos (inorgânicos) (Oliveira; De Paula Pereira, 2014). O filtro solar físico é formado principalmente de óxido de zinco e dióxido de titânio, pois tem baixo potencial alergênico, são inertes, insolúveis em água e materiais graxos (Teston; Nardino; Pivato, 2017), sendo estas, as substâncias mais citadas nos trabalhos pesquisados.

A inserção das nanopartículas nos fotoprotetores proporcionou aceitabilidade de consumo do produto, retirando a aparência esbranquiçada, tornando o veículo mais transparente, menos viscoso e com melhor espalhabilidade sobre a pele (Baillo; Lima, 2012). Trabalhos como o de Srivastava, Gusain e Sharma (2015) sugerem que lesões inflamatórias e desconforto respiratório são observados no uso de nanopartículas de TiO₂. Lima et al., (2016)

apontam que o uso de TiO_2 como um ingrediente do protetor solar ativo por um longo tempo levantou preocupações sobre os riscos potenciais da formação de radicais livres, além de não ser biodegradável. Até o momento, as tentativas de remediação se concentraram em reduzir o rendimento da geração de radicais livres pelo TiO_2 após a exposição à luz solar. Isso é interessante, mas é caro para a indústria cosmética. Tanto o óxido de zinco quanto o dióxido de titânio foram utilizados em testes *in vitro* e *in vivo* nos artigos, apresentando um perfil não tóxico. No geral, as evidências sugerem que os nanomateriais utilizados em preparações de protetores solares não representam risco para a saúde ou pele humana.

Várias organizações internacionais de países como Japão, Canadá, Estados Unidos, União Europeia e Brasil estão avaliando informações e publicando documentos e guias em relação à segurança de nanomateriais com vistas a implementação de marcos regulatórios (ABDI, 2013). A interpretação regulatória diferente entre as costas do Oceano Atlântico pode influenciar significativamente a maneira pela qual os fabricantes conduzem a avaliação de risco de produtos cosméticos com nanomateriais (Musazzi et al., 2018).

No Brasil, a regulamentação de produtos cosméticos é papel da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), amparada pela RDC Nº 211/05 (ABDI, 2015). O sistema de regulação sanitária de cosméticos no Brasil não prevê, até o momento, uma legislação específica para produtos em nanoescala (ABDI, 2009). A definição ocorre caso a caso, ficando aspectos sanitários e de segurança, além de questões éticas, sociais e de governança, aquém do desenvolvimento da nanotecnologia (Nolasco, 2017). Obviamente, cabe a comunidade científica analisar as tecnologias em desenvolvimento, e buscar soluções e alternativas que eliminem ou minimizem os possíveis danos ao meio ambiente e a saúde humana.

Conclusão

A análise cienciométrica permitiu identificar que as publicações sobre nanocosméticos aumentaram na última década. O país que se destacou com a maior concentração de publicações na área da nanotecnologia foram os Estados Unidos e as pesquisas se concentraram em universidades. A pesquisa identificou que o setor dos nanocosméticos é um segmento

complexo, que envolve desde a tecnologia e escolha dos compostos e ativos, a preocupação com o meio ambiente, entre outras temáticas.

Pode-se observar que a legislação que versa sobre a nanotecnologia e os nanocosméticos ainda é inconsistente e precisa ser avaliada para que haja um consenso internacional sobre este assunto. Percebeu-se uma divisão da comunidade científica quanto ao adquirir produtos que contenham nanomateriais, pois o assunto biossegurança foi tema em diversos artigos. Desse modo, a solução para sanar essa dúvida é o investimento em pesquisas, pois é a única forma de obter um desfecho concreto quanto a segurança dos nanomateriais e nanocosméticos.

Referências

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – Estudo Prospectivo Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **ABDI Série Cadernos da Indústria ABDI – Volume XIII**. Brasília, 2009. ISBN 978-85-61323-08-0. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/XIII.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2018.

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – Relatório de acompanhamento setorial - Nanotecnologia na área da saúde: mercado, segurança e regulação. 2013. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/relatorio-nanotecnologia.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2018.

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – Relatório a indústria de insumos químicos para cosméticos. 2015. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/_Insumos_Quim_Cosm_RF_02%2002%2015.pdf> Acesso em: 10 de maio de 2018.

ALENCAR, M. S. D. M., BOCHNER, R., DIAS, M. F. F., & ANTUNES, A. M. D. S. Análise da produção científica brasileira sobre nanotecnologia e saúde. RECIIS - Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2017.

ANTUNES, A. F. V. **Sistemas nanoparticulados aplicados à dermocosmética**. 2016. (Dissertação de mestrado). Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde.

BAILLO, V. P.; LIMA, A. C. Nanotecnologia aplicada à fotoproteção. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 93, n. 3, p. 271-278, 2012.

DA SILVA, D. W., ENGELMANN, W. A era nanotecnológica e risco: O enfrentamento da regulação através do diálogo entre as fontes do direito. **Revista de Estudos Jurídicos UNA**, v. 3, n. 3, p. 165, 2017.

DE SOUZA, M. L., OLIVEIRA, D. D., RIBEIRO, P. L., DE PAULA PEREIRA, N., & DRUZIAN, J. I. Nanoemulsions for Cosmetic Applications: What Innovation Status?. **Recent patents on nanotechnology**, v. 12, n. 2, p. 101-109, 2018.

ELIS, E. G. C. H., & DE OLIVEIRA BASTO, P. R. H. Nanotecnología: Progreso científico, material, global y ético. **Persona y bioética**, v. 18, n. 2, p. 107-118, 2014.

KAUR, I. P., KAKKAR, V., DEOL, P. K., YADAY, M., SINGH, M., & SHARMA, I. Issues and concerns in nanotech product development and its commercialization. **J Control Release**, v. 193, n. 10, p. 51-62, 2014.

LEITE, M. F., VIANA, E. B. M., OLIVEIRA, D. M., & AMARAL, J. G. Prospecção tecnológica sobre o uso da nanotecnologia em formulações fotoprotetoras. **Cadernos de Prospecção**, v. 8, n. 4, p. 725, 2015.

LIMA, P. A., RAMPAZO, C. A., COSTA, A. F., RODRIGUES, T., WATASHI, C. M., & DURÁN, N. Natural lipids in nanostructured lipid carriers and its cytotoxicity. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, 2017. Vol. 838, No. 1, p. 012027.

MUSAZZI, U. M., FRANZÈ, S., MINGHETTI, P., & CASIRAGHI, A. (2018). Emulsion versus nanoemulsion: how much is the formulative shift critical for a cosmetic product?. **Drug delivery and translational research**, v. 8, n. 2, p. 414-421, 2018.

NERES-MENEZES, E. T., LEITÃO-RUSSO, S., ANDRADE-FILHO, J. A., DE ARAGÃO-GOMES, I. M., & GOMES-DOS-SANTOS, L. L. Mensuração da produção científica e tecnológica de pesquisadores da Universidade Federal de Sergipe após a lei de inovação. **Razón y Palabra**, v. 20, n. 3, 94, p. 1004-1026, 2017.

119

NOLASCO, L. G. Impactos da nanotecnologia na saúde humana e no meio ambiente. **Revista Jurídica Direito, Sociedade e Justiça**, v. 4, n. 1, 2017.

NOLASCO, L. G., DOS SANTOS, N. Avanços Nanotecnológicos E Os Desafios Regulamentares. **Revista Da Faculdade De Direito Da Ufmg**, N. 71, P. 375-420, 2018.

OLIVEIRA, D. D., & DE PAULA PEREIRA, N. Prospecção Tecnológica: Protetores solares Anti UVA e Anti UVB. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v.4, n. 1, p. 533-542, 2014.

PISCOPO, M. R., KNISS, C. T., BIANCOLINO, C. A., & TEIXEIRA, C. E. O setor brasileiro de nanotecnologia: Oportunidades e desafios. **Revista de Negócios**, v. 19. n. 4, p. 43-63, 2015.

SARGENT JR, J. F. Nanotechnology: a policy primer. **Congressional Research Service**, 2016. 25 p.

SHOKRI, J. Nanocosmetics: benefits and risks. **BioImpacts: BI**, v. 7, n. 4, p. 207, 2017.

SILVEIRA, S. M. B., FOLADORI, G. Nanotechnology and water in Brazil. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences (UEM)**, v. 38, n. 2, p. 153(9), 2016.

SRIVASTAVA, V., GUSAIN, D., & SHARMA, Y. C. Critical review on the toxicity of some widely used engineered nanoparticles. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 54 n. 24, p.6209-6233, 2015.

SZCZEŚNIAK, B. Nanotechnology as a smart specialisation – the case os nanocosmetics. **International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveing Geology & mining Ecology Management**, v. 1, p. 237-244, 2016.

TESTON, A. P., NARDINO, D., & PIVATO, L. Envelhecimento cutâneo: teoria dos radicais livres e tratamentos visando a prevenção e o rejuvenescimento. **REVISTA UNINGÁ REVIEW**, v.1, n. 1, p. 71-84, 2017.

WEISSING, V., GUZMAN-VILLANUEVA, D. Nanopharmaceuticals (part 2): products in the pipeline. **Int J Nanomedicine**. V. 11, n. 10, p. 1245-57, 2015.

WEISSING, V., PETTINGER, T. K., MURDOCK, N. Nanopharmaceuticals (part 1): products on the Market. **Int J Nanomedicine**. V. 15, n. 9, p. 4357-73, 2014.

ZYCHAR, B. C., KATAOKA, V. Y., & AUDI, C. A prospecção da nanotecnologia cosmética no setor da estética e suas principais nanoestruturas. **Atas de Ciências da Saúde** (ISSN 2448-3753), v. 4, n. 4, p. 1-19, 2016.