

Prospecção dos Tipos de Patentes Geradas para o Desenvolvimento de Tecnologias de Tratamento Eletroquímico e Fotocatálise Heterogênea na Remediação de Efluente de Produção de Sorvetes

Prospecting the Types of Patents Generated for the Development of Electrochemical Treatment Technologies and Heterogeneous Photocatalysis in the Remediation of Effluent Ice Cream Production

Rafael da Silva Oliveira Holanda¹

Carmem Lúcia de Paiva e Silva Zanta¹

Tatiane Luciano Balliano¹

João Inácio Soletti¹

José Edmundo Accioly de Sousa¹

Rosana Correia Vieira¹

Wedja Timóteo Vieira¹

Nívea dos Santos Brainer¹

¹Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, Brasil

Resumo

Visando a promover um mapeamento dos trabalhos relacionados ao uso de processos eletroquímicos e/ou fotocatalíticos na remediação de efluentes da produção de sorvetes ou qualquer outro derivado do leite, este trabalho utilizou bancos de patentes (INPI, PI, WIPO, EPO e Lens) e de artigos (Periódicos indexados), de forma a esclarecer as tendências científicas e tecnológicas impostas a esse meio de produção. Identificou a liderança da China e EUA tanto na produção científica quanto na patentária em relação ao tema. Países, como Brasil, Nova Zelândia e Índia foram identificados como bons desenvolvedores científicos, apesar da modesta produção tecnológica. A maior parte das patentes identificadas com o tema está classificada com os códigos C02F, B09B e C04B. Esses dados apontam uma oportunidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento para gerar inovação tecnológica nessa área.

Palavras-chave: Produção de sorvete. Processos eletroquímicos. Processos fotocatalíticos.

Abstract

Wirth a view to promoting a mapping of the work related to the use of electrochemical and / or photocatalytic processes in the remediation of effluents from the production of ice cream or any other milk derivative, patent banks (INPI, PI, WIPO, EPO and Lens) were used. (indexed journals), in order to clarify the scientific and technological tendencies imposed on this means of production. It was identified the leadership of China and EUA in both scientific and patent production on the subject. Countries like Brazil, New Zealand and India have been identified as good scientific developers, despite the modest technological production. Most of the patents identified with the subject are classified under codes C02F, B09B and C04B. These data point to an opportunity for investments in research and development to generate technological innovation in this area.

Keywords: Production of ice cream. Electrochemical processes. Photocatalytic processes.

Áreas tecnológicas: Prospecção tecnológica. Processos químicos e/ou físicos. Tratamento de águas residuais.



1 Introdução

Nos últimos cinco anos a indústria brasileira de sorvetes produziu mais de 950 milhões de litros, incluindo sorvetes de massa, picolés e o sorvete “soft”. Cerca de 70% desse total é consumido durante os meses de verão, de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Sorvetes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETES, 2017). As previsões para a temporada 2017–2018 são otimistas se tratando de crescimento do mercado e os investimentos que vêm sendo realizados na expansão das atuais empresas, em desenvolvimento tecnológico e novos estudos nutricionais. A perspectiva é que 2018 termine com um crescimento acima de 5% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETES, 2017).

No entanto, as indústrias de sorvetes, em especial as de maior porte, descarregam grandes quantidades de resíduos no meio ambiente que, na maioria das vezes, não passam por tratamento específico. Esses resíduos têm grande variabilidade que depende da água utilizada, do tipo de processo e do controle exercido sobre suas várias descargas. Dados da Associação Brasileira de Indústrias de Sorvetes (2017) mostram que esse problema torna-se ainda mais grave no Brasil, ao se considerar que cerca de 90% das empresas de gelados são de pequeno e médio portes e, não possuem quadro qualificado para lidar com as mudanças inerentes à implementação de tecnologias mais limpas, nem com a operação de sistemas de tratamento de efluentes (CRUZ, 2009).

Esses fatos mostram a importância pela busca por processos de tratamento de efluentes, que apresentam elevada demanda bioquímica e química de oxigênio e conseqüentemente uma enorme quantidade de proteínas, lipídeos e carboidratos, que conferem ao sistema alta carga orgânica. Dentro dessa perspectiva, os Processos Oxidativos Avançados (POAs) encontram bastante espaço para essa aplicação, tendo em vista sua alta capacidade de oxidação da matéria orgânica, a qual ocorre pela geração do íon OH^+ , que é um poderoso agente oxidante, não seletivo, possuindo a capacidade de mineralizar a matéria orgânica presente nos efluentes, transformando nos produtos de degradação como CO_2 e H_2O (HINCAPIÉ-MEJÍA *et al.*, 2011).

Dentre os POAs, as reações de fotocatalise heterogênea apresentam-se como bastante promissoras, visto o baixo custo dos reagentes empregados no tratamento (ZnO , Fe_2O_3 , TiO_2 , ZnS ou SrTiO_3) e a possibilidade de utilizar-se de catálise solar para melhoria da qualidade do efluente tratado. Há a possibilidade, inclusive, do uso de alguns minerais como fonte de ferro, no caso da magnetita, hematita, limonita e siderita, com destaque especial para a hematita que constitui a maioria dos minerais brasileiros e é rica em fonte de ferro, garantindo assim o barateamento do processo (MACHADO, 2007).

Vale salientar que os tratamentos eletroquímicos também se demonstram interessantes na remediação de efluentes de altas cargas orgânicas, pois apresentam-se como um processo mais avançado, que oferece uma alta eficiência de remoção, utilizando equipamentos simples e compactos para o controle e a operação do processo (GUVEN; PERENDECI; TANYOLA, 2009). Ao mesmo tempo, esses processos possibilitam a oxidação da carga orgânica, contribuindo com a melhoria da qualidade do efluente final.

Logo, o presente trabalho apresenta um monitoramento do uso de reações de fotocatalise heterogênea e/ou tratamento eletroquímico em efluentes derivados dos laticínios, com o intuito de avaliar o panorama do estágio tecnológico atual e identificar as tendências no desenvolvimento técnico e científico relacionadas a essa área. Ao mesmo tempo, a prospecção tecnológi-

ca contribui com a identificação de gargalos, por exemplo, na produção ou na destinação do resíduo sólido gerado com o tratamento, permitindo a realização de investigações posteriores, que busquem contribuir com o avanço tecnológico no setor.

1.1 Descrição da Tecnologia

A fotocatalise heterogênea é um processo baseado na absorção de radiação (UV-visível) por um condutor semi-sólido. Na área de contato entre a solução e o sólido, eletricamente excitado, ocorrem as reações de degradação ou transformação dos agentes poluidores, sem que ocorra a mudança na estrutura química do semicondutor (CUSTO, 2006). Segundo Almeida (2013), um semicondutor é eletronicamente caracterizado por bandas de valência (onde vacâncias são geradas), por bandas de condução (geradora de elétrons) e uma região entre elas chamada de *band gap*, banda proibida ou largura de banda ótica. Ao serem irradiadas, as partículas do semicondutor absorvem fótons que podem excitar elétrons da banda de valência para a banda de condução, gerando assim, elétrons de vacância. Uma vez formado o par de elétrons/vacância, essas cargas podem migrar para a superfície da partícula resultando em sítios oxidantes e redutores (MALATO, 2009).

Considerando que o tratamento eletroquímico baseia-se no emprego de uma diferença de potencial entre eletrodos, acarretando em um par de reações redox, as quais podem promover três metodologias distintas de tratamento, sendo elas: a eletrooxidação direta (EO), a eletrocoagulação e a eletroflotação. Esses processos podem contribuir no tratamento de efluentes de alta carga orgânica, como o caso dos efluentes das indústrias de sorvetes, de duas formas: seja na separação de fases ou na oxidação da matéria orgânica presente na água residual. Estes processos apresentam como vantagem: (i) a economia de energia, por permitir o tratamento do efluente a temperatura ambiente; (ii) a boa performance advinda da possibilidade de adequação da geometria do reator utilizado para aumentar a qualidade do tratamento; (iii) facilidade de controle, visto que a degradação ou separação dos contaminantes é determinada pelo potencial usado e densidade de corrente empregada (SANTOS *et al.*, 2006).

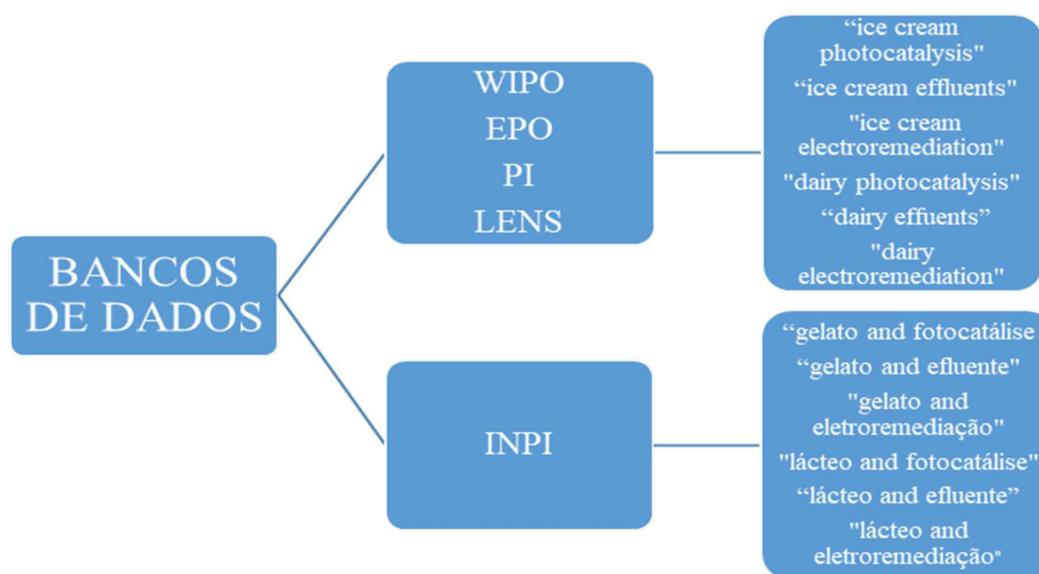
Dessa forma, o presente trabalho apresenta um panorama do uso desses processos chamados de eletroquímico ou de reações de fotocatalise heterogênea, aplicados na remediação de efluente gerado durante o processo de produção de sorvetes, seja de forma unitária ou acoplada.

2 Metodologia

Este trabalho foi baseado no levantamento de artigos científicos, por meio das bases Scopus e Science Direct que foram empregadas para o levantamento bibliográfico bem como na investigação de patentes, utilizando as seguintes bases de dados gratuitas: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), World Intellectual Property Organization (WIPO), European Patent Office (EPO), Patent Inspiration (PI) e Lens. Os dados do portal da Lens foram utilizados a fim de identificar as citações patentárias, os documentos mais relevantes sobre a temática, principais autores, inventores, pedidos de patentes ainda em análise e as empresas que lideram no segmento. O Lens engloba aproximadamente 95% das patentes mundiais.

As pesquisas foram realizadas pelo método de busca combinada ou também chamadas de busca avançada, disponível na primeira página (*front page*) em todas as bases escolhidas procurando em título e resumos, utilizando termos “ice cream photocatalysis”, “ice cream effluents”, “ice cream electroremediation”, “dairy photocatalysis”, “dairy effluents” e “dairy electroremediation” nas bases de dados internacionais e os mesmos termos em português na base de dados do INPI. Característicos ao material tecnológico e ao processo, aplicando operadores booleanos e de truncamento para alguns casos. A pesquisa de patentes ficou compreendida de 1999 a 2018, ressaltando que algumas patentes estavam protegidas pelo período de sigilo. A Figura 1 resume a metodologia de busca nas bases de patentes.

Figura 1 – Metodologia utilizada para pesquisa de patentes



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Para o levantamento de dados referentes aos artigos científicos, foram utilizadas as mesmas palavras-chave empregadas nas buscas de patentes.

3 Resultados e Discussão

Depois da pesquisa nos bancos de patentes, os resultados foram sumarizados na Tabela 1, na qual são apresentadas as palavras-chave utilizadas nas buscas de patentes, com os respectivos resultados obtidos quanto ao número de patentes encontradas.

Tabela 1 – Número de patentes e documentos encontrados segundo as palavras-chave por base de dados

PALAVRAS-CHAVE	BANCO DE DADOS				
	TERMS PARA O TÍTULO/ABSTRACT	INPI	WIPO	EPO	PI
gelato and fotocatalise	-	2	-	2	-
gelato and efluente	1	2	14	6	-
gelato and eletroremediação	1	1	3	9	-
lácteo and fotocatalise	-	2	7	4	-
lácteo and efluente	1	4	4	2	2
lácteo and eletroremediação	1	1	-	2	-
ice cream and photocatalysis	-	1	9	13	47
ice cream and effluents	-	17	24	9	17
ice cream and electroremediation	-	7	21	22	6
dairy and photocatalysis	-	60	108	75	43
dairy and effluents	-	267	349	416	121
dairy and electroremediation	-	18	21	32	27
Total	4	382	560	592	263

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Utilizando todas as palavras-chave em conjunto, no banco de dados PI foram obtidas 1.800 patentes. Foi realizado um refinamento, retirando algumas palavras-chave e classificações indesejadas, bem como patentes que ainda não foram concedidas, reduzindo esse resultado para 357. A partir desse conjunto de resultados, foram realizadas análises em relação aos depósitos de patentes desde 1999 até o primeiro trimestre de 2018.

A Figura 2 denota o número de patentes ao longo dos anos, observa-se que em 2004 o uso dessa tecnologia estava em alta e teve um número de patentes depositadas de 25. Foi possível notar que nos anos seguintes esse número diminuiu, no entanto em 2017 a tecnologia voltou a crescer e já no primeiro trimestre de 2018 teve um crescimento igual ao de 2006, demonstrando que a força e o alto investimento em 2108 pode proporcionar um novo pico de produção.

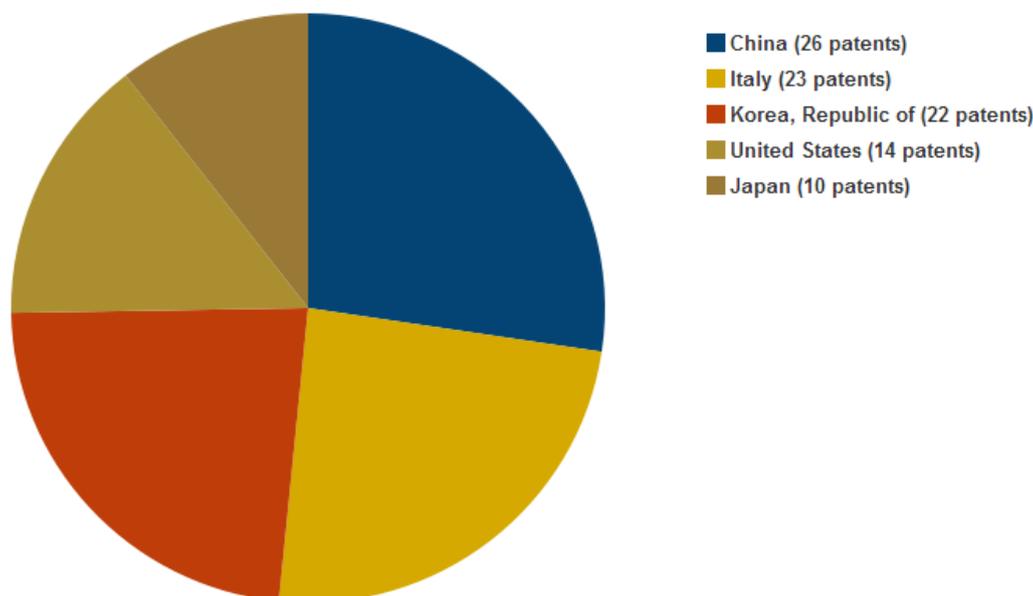
Figura 2 – Número de patentes em relação ao ano de deposição



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

A Figura 3 denota os países mais expressivos no número de patentes em relação à jurisdição. Foi possível observar que a China se destaca com 26 patentes, seguida pela Itália com 23 e a Coreia com 22, o que demonstra a força e o alto investimento por parte desses países nesta área, na obtenção de rotas econômicas e eficientes para o tratamento desse tipo de efluente.

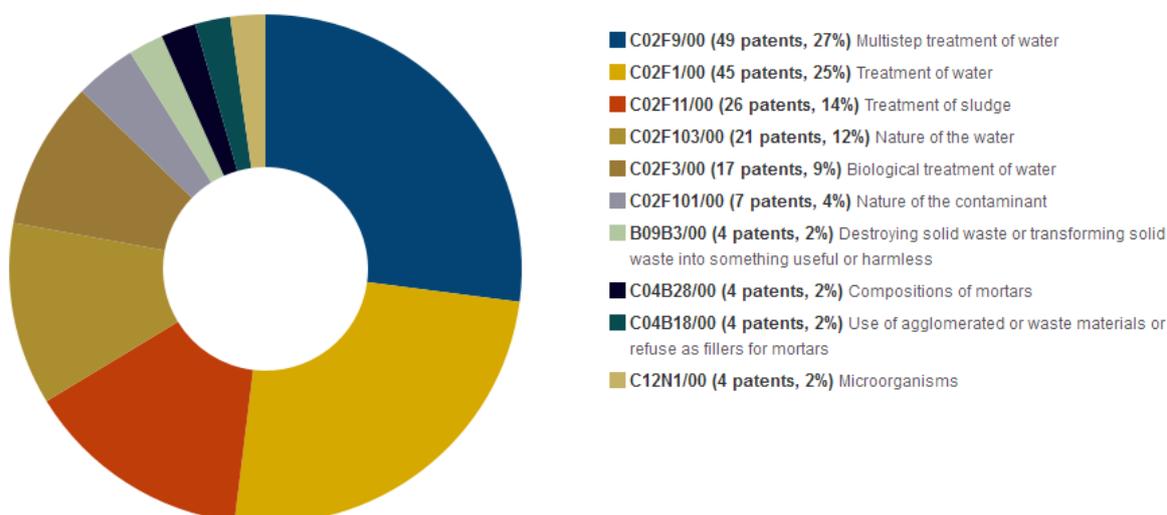
Figura 3 – Número de patentes em relação ao país de origem



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

No Brasil, em 2017, há uma única patente, solicitada por Mello Marcelo Ricardo DE (BR) e Márcio Henrique Gomes de Mello (BR). Em conformidade com a Classificação Internacional de Patentes (CIP), foi reportado no gráfico da Figura 4 que houve uma predominância da classe C (Química; Tratamento de águas), com destaque maior para a subclasse C02F9/00 (Tratamento multie estágios de água) com 49 patentes, seguida por C02F1/00 (Tratamento de lama ou esgoto) com 45 e C02F11/00 (Tratamento de lodo) com 26.

Figura 4 – Número de patentes em relação à classificação internacional de patentes (CIP)



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Considerando o número de artigos científicos recuperados utilizando as bases de dados Web of Science e Scopus, é possível observar um número muito maior de documentos encontrados para a busca realizada com as mesmas palavras-chave utilizadas para a busca das patentes analisadas anteriormente. Os resultados referentes a essas informações encontram-se sumarizados na Tabela 2, na qual percebe-se que a maior parte dos estudos realizados sobre o tema são referentes ao gelato e os outros produtos à base de laticínios, do total de artigos procurados 32% mostram processos para o tratamento de efluentes de produtos derivados do leite.

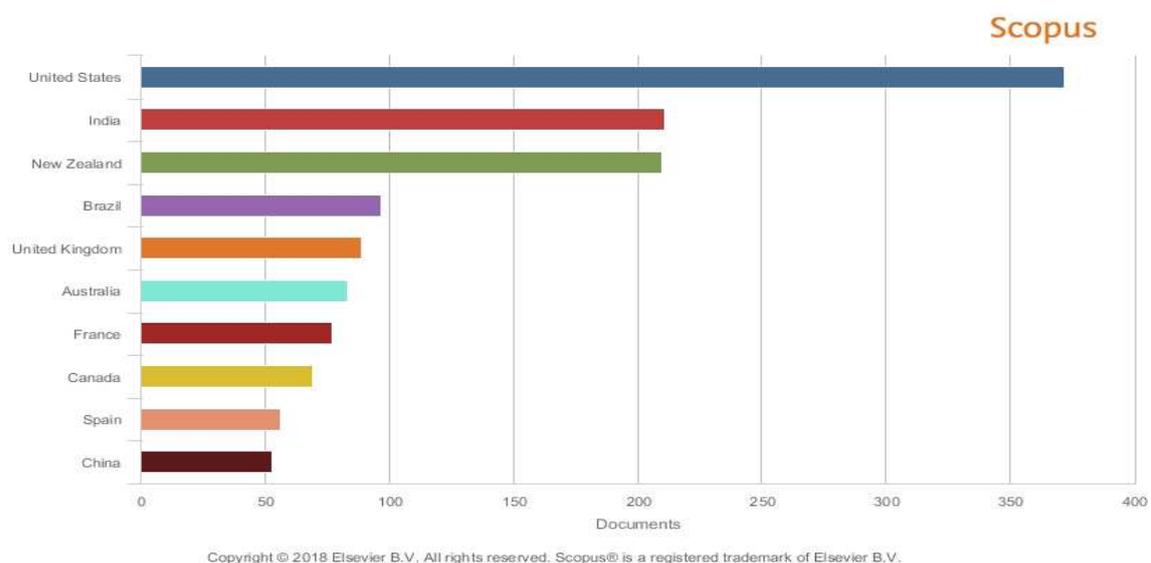
Tabela 2 – Número de artigos recuperados a partir das palavras-chave por base de periódicos

PALAVRAS-CHAVE	SCIENCE DIRECT	SCOPUS
<i>Ice cream AND Photocatalysis</i>	50	1
<i>Ice cream AND Effluents</i>	17	29
<i>Ice cream AND Electroremediation</i>	1	1
<i>Dairy AND Photocatalysis</i>	256	1
<i>Dairy AND Effluents</i>	721	764
<i>Dairy AND Electroremediation</i>	7	9
Total	1052	664

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

A Figura 5 evidencia os países mais expressivos no número de produção científica com base no Scopus. Foi possível observar que a China se destaca em número de patentes. No entanto, em relação à produção científica, os EUA lideram, seguido da Índia e Nova Zelândia, este último sendo o maior produtor e consumidor de sorvetes do mundo segundo a Associação Brasileira de Indústrias de Sorvetes (2017). Vale salientar que no aspecto científico o Brasil está em uma colocação privilegiada entre os quatro maiores do mundo, mostrando que há um forte investimento financeiro na área de pesquisa, por se tratar de uma área tecnológica de demanda industrial bem como na produção e melhoria das técnicas para tratar efluentes lácticos.

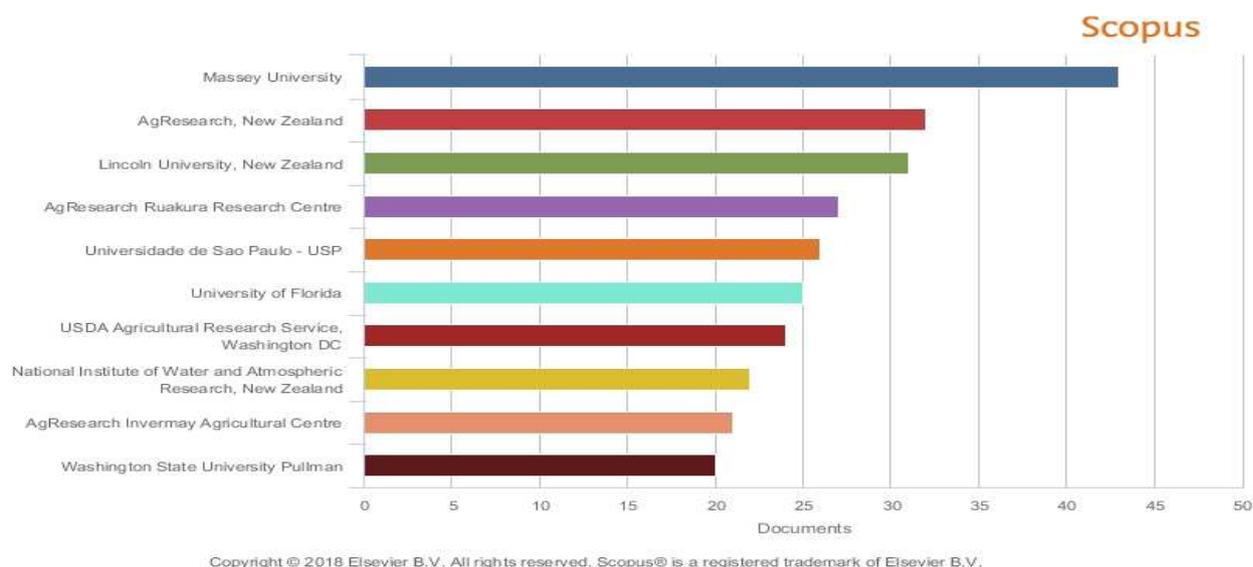
Figura 5 – Distribuição dos artigos em relação aos países de origem



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

Quanto à vinculação dos periódicos, observou-se, na representação da Figura 6, que há uma dispersão nos resultados e que maioria são de universidades, com exceção da USDA Agricultural Research Service, Washington, que é uma empresa, não havendo nenhum destaque de pessoas físicas nesse segmento.

Figura 6 – Número de artigos em relação à vinculação



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2018)

4 Considerações Finais

A avaliação dos documentos de depósitos de patente e dos artigos científicos publicados indicam um grande interesse em relação aos processos fotocatalíticos como tecnologia para o tratamento de efluentes, em particular com processo oxidativo avançado baseado na fotocatalise heterogênea para a qual a prospecção tecnológica apontou grandes potenciais de aplicação para o tratamento de efluentes da indústria de sorvetes. Sendo que o número de patentes produzidas por pesquisadores brasileiros voltados à área ainda é pequeno quando comparado com trabalhos produzidos em outros países, como China e Itália e Coreia.

No entanto, ainda há um vasto campo a ser pesquisado, em especial no tocante ao emprego da fotocatalise para o tratamento de efluentes derivados do leite em particular o sorvete, a qual, apesar de demonstrar-se eficiente quando acoplada a outros métodos de tratamento ainda possui poucos trabalhos que permitam uma melhor definição de sua potencialidade na remediação desse tipo de resíduo. Nesse contexto, vale ressaltar a importância da realização do mapeamento das tecnologias envolvidas nessa tecnologia, por ser necessário conhecê-la para com esforços multidisciplinares avaliar as necessidades do mercado, cooperando para aumentar a competitividade da indústria brasileira desse ramo.

Referências

- ALMEIDA, C. G. **Síntese, caracterização e avaliação da atividade fotocatalítica de BiTa(Nb)O₄ dopados com cromo e molibdênio na geração de hidrogênio**. 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química. Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DE SORVETES (ABIS). **Sorvete**. 2017. Disponível em: <<http://www.abis.com.br/estat.asp>>. Acesso em: 19 jun. 2018.
- CRUZ, A. G. *et al.* Ice-cream as a probiotic food Carrier. **Food Research Internacionale Journal**, [S.l.], v. 42, p. 1.233–1.238, 2009.
- CUSTO, G. *et al.* Total reflection X-ray fluorescence trace mercury determination by trapping complexation: Application in advanced oxidation technologies. **Spectrochimica Acta**, [S.l.], v. 61, Part B, p. 1.119–1.123, 2006.
- EUROPEAN PATENT OFFICE (EPO). **Espacenet**: base de dados *on-line*. [2018]. Disponível em: <<http://worldwide.espacenet.com/>>. Acesso em: 17 jun. 2018.
- GUVEN G.; PERENDECI A.; TANYOLA A. Electrochemical treatment of simulated beet sugar factory wastewater. *Journal of Chemical & Engineering*, [S.l.], n. 151, p. 149–159, 2009.
- HINCAPIÉ-MEJÍA, G. M. *et al.* Fotocatálisis Heterogênea y Foto-Fenton Aplicadas al Tratamiento de Aguas de Lavado de la Producción de Biodiesel. **Información Tecnológica**, La Serena, v. 22, n. 2, p. 33 – 41, 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Base de dados on-line**. 2018. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- LENS. [2018]. **Base de dados on-line**. [2018]. Disponível: <<https://www.lens.org/lens/>>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- MACHADO, L. L. **Utilização de compósito carvão/Fe₂O₃ e pirita como catalisadores da peroxidação de efluentes têxteis**. 2007. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- MALATO, S. *et al.* Decontamination and disinfection of water by solar photocatalysis: recent overview and trends. **Catalysis Today**, [S.l.], v. 147, p. 1–59, 2009.
- PATENT INSPIRATION (PI). **Base de dados on-line**. [2018]. Disponível em: <<https://app.patentinspiration.com/>>. Acesso em: 18 jun. 2018.
- SANTOS, M. R. G. *et al.* The application of electrochemical technology to the remediation of oily wastewater. **Chemosphere**, [S.l.], ed. 3, v. 64, p. 393–399, 2006.
- SCIENCE DIRECT. **Base de dados on-line**. [2018]. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 18 jun. 2018.
- SCOPUS. **Base de dados on-line**. Disponível em: <<https://www-scopus-com.ez9.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 18 jun. 2018.
- WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Base de dados on-line**. [2018]. Disponível em: <<http://www.wipo.int/portal/en/index.html>>. Acesso em: 21 jun.

2018.

Sobre os Autores

Rafael da Silva Oliveira Holanda

E-mail: rsoholanda@gmail.com; afael.holanda@ctec.ufal.br

Formação: Mestrando em Engenharia Química e engenheiro químico, pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas. Campus A. C. Simões. Laboratório de Eletroquímica Aplicada. Av. Lourival de Melo Mota, s/n., Tabuleiro dos Martins – Maceió, AL. CEP: 57072-900.

Carmem Lúcia de Paiva e Silva Zanta

E-mail: clp@qui.ufal.br

Formação: Formação: Pós-doutor, pela Universidade de São Paulo (USP).

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas. Campus A. C. Simões. Laboratório de Eletroquímica Aplicada. Av. Lourival de Melo Mota, s/n., Tabuleiro dos Martins – Maceió, AL. CEP: 57072-900.

Tatiane Luciano Balliano

E-mail: tlb@qui.ufal.br

Formação: Doutora em Física Aplicada, pela Universidade de São Paulo (USP); mestre em Química e Biotecnologia, pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas. Campus A. C. Simões. Laboratório de Bioprocessos, Cristalografia e Modelagem Molecular. Av. Lourival de Melo Mota, s/n., Tabuleiro dos Martins – Maceió, AL. CEP: 57072-900.

João Inácio Soletti

E-mail: jisoletti@gmail.com

Formação: Pós-doutor, pela University of British Columbia, em Vancouver, Canadá; doutor e mestre em Engenharia Química, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões. Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos. Av. Lourival de Melo Mota, s/n., Tabuleiro dos Martins – Maceió, AL. CEP: 57072-900.

José Edmundo Accioly de Sousa

E-mail: edmundoaccioly@msn.com

Formação: Doutor em Química, pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas. Campus A. C. Simões. Laboratório de Eletroquímica Aplicada. Av. Lourival de Melo Mota, s/n., Tabuleiro dos Martins – Maceió, AL. CEP: 57072-900.

Rosana Correia Vieira

E-mail: rosana1correia@hotmail.com

Formação: Mestranda em Engenharia Química e engenheira química, pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas. Campus A. C. Simões. Laboratório de Tecnologias de Bebidas e Alimentos. Av. Lourival de Melo Mota, s/n., Tabuleiro dos Martins – Maceió, AL. CEP: 57072-900.

Wedja Timóteo Vieira

E-mail: wedja.tvieira@gmail.com

Formação: Mestranda em Engenharia Química e engenheira química, pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL).
Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas. Campus A. C. Simões. Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos. Av. Lourival de Melo Mota, s/n., Tabuleiro dos Martins – Maceió, AL. CEP: 57072-900.

Nívea dos Santos Brainer

E-mail: niveabrainer@gmail.com

Formação: Mestranda em Engenharia Química e engenheira química, pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL).
Endereço profissional: Universidade Federal de Alagoas. Campus A. C. Simões. Laboratório de Sistemas de Separação e Otimização de Processos. Av. Lourival de Melo Mota, s/n., Tabuleiro dos Martins – Maceió, AL. CEP: 57072-900.