



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

Estudo teórico sobre a viabilidade de obtenção de nanocelulose de Alga

Theoretical study on the feasibility of obtaining nanocellulose from seaweed

Ágatha Laginski Puchta*, Rosilene Ap^a Prestes[†]

RESUMO

O presente artigo objetiva realizar um estudo teórico sobre a produção de nanocelulose a partir de alga utilizando linhagens microbianas degradantes de celulose da região dos Campos Gerais. Apesar do Brasil ter investido tardiamente em nanotecnologia, a mesma é explorada desde o século VI d.C. Por serem os materiais mais abundantes da Terra, os resíduos lignocelulósicos são os mais atrativos para a obtenção de nanocelulose. Para a realização do estudo foi escolhida o tipo de pesquisa bibliográfica, para as buscas utilizou-se a plataforma de banco de dados digital Scielo, desenvolvido para auxiliar em buscas de cunho científico. Os dados foram analisados pelo software Google Sheets a fim de transformar esses dados em informações gráficas apresentadas por período e assunto. Verificou-se que a quantidade de produções científicas referentes a este estudo utiliza linhagens microbianas degradantes de celulose da região dos Campos Gerais, é nula. Portanto, é de suma importância o aumento nos investimentos em pesquisas científicas nessa área e sua adaptação para a escala industrial.

Palavras-chave: nanotecnologia, nanocelulose, algas.

ABSTRACT

This article aims to carry out a theoretical study on the production of nanocellulose from algae using microbial degrading cell lines from the Campos Gerais region. Although Brazil has lately invested in nanotechnology, it has been explored since the 6th century AD. As they are the most abundant materials on Earth, lignocellulosic residues are the most attractive for obtaining nanocellulose. To carry out the study, the type of bibliographic research was chosen. For the searches, the Scielo digital database platform was used, developed to assist in scientific searches. Data were analyzed by Google Sheets software to transform these data into graphical information presented by period and subject. It was verified that the number of scientific productions referring to this study uses degrading microbial cell lines from the Campos Gerais region, is nil. Therefore, it is extremely important to increase investments in scientific research in this area and its adaptation to an industrial scale.

Keywords: nanotechnology, nanocellulose, seaweed.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia nanométrica possibilita uma espécie de “personalização” de compostos e moléculas, segundo Pina et al., (2006, p. 79), “modifica-se o arranjo de átomos e moléculas visando-se um produto final mais resistente, mais barato, mais leve, mais preciso, mais puro e mais adequado”. Sendo a nanotecnologia, por sua versatilidade de aplicação, uma tecnologia em potencial para revolucionar diversas áreas da ciência, teoricamente, com custo reduzido (PINA et

* Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, PR; agathapuchta@alunos.utfpr.edu.br



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



al., 2006). O sistema nanométrico tem sua existência marcada desde o surgimento das primeiras células vivas, há bilhões de anos, para Delgado-Ramos (2007, p. 79), “representam bio máquinas nanométricas que são capazes de manipular o material genético, serem suprimentos de energia, dentre outras funções biológicas”. Um dos materiais contendo nanopartículas metálicas mais conhecidos da antiguidade é a taça de Lycurgus, datada do século VI d.C., objeto esse que gerava certo misticismo uma vez que se tornava verde quando a luz era refletida e vermelha quando era transmitida. Atualmente, sabe-se que o que gera a variação de cores na taça de Lycurgus são nanopartículas compostas por ouro e prata presentes na composição do vidro (FREESTONE et al., 2007). O marco definitivo do início da chamada nanotecnologia foi a descoberta dos fulerenos, estruturas com sessenta átomos de carbono com cerca de um nanômetro de diâmetro, descobertos na década de 80. A partir de então aumentou o número de buscas e aprofundamento sobre o tema, como consequência iniciaram os investimentos em pesquisas acerca do tema (FILHO, 2020). Já no Brasil, o investimento na área de nanotecnologia se deu de forma mais tardia que os demais países, principalmente levando em consideração que nos Estados Unidos a difusão do tema nanociência bem como investimentos em pesquisas sobre datam dos anos de 1960 e, por mais que o Brasil tenha investido mais vagarosamente que os demais países, no ano de 2017 o mesmo ocupava o décimo oitavo lugar no ranking de países que produzem nanociência (FILHO et al., 2018).

A celulose, matéria orgânica mais abundante e renovável da Terra, sendo que sua produção gira em torno de um trilhão de toneladas a nível mundial. Fonte de fibras naturais, matéria-prima para a fabricação de inúmeros materiais como por exemplo, papel, entre outros, ademais suas fibras trazem consigo características físico-mecânicas significativamente menores devido a presença de defeitos estruturais e misturas não celulósicas. Para que se tornasse possível utilizar totalmente as características específicas da celulose, foram realizadas modificações para obter nanoconstituintes com características físico-mecânicas por meio de hidrólise controlada, desintegração ou regeneração de fibras naturais e até mesmo utilizar fontes bacterianas para obter o crescimento de nanofibras (IOELOVICH, 2017). Há milhares de anos a humanidade utiliza a celulose como material de engenharia, por suas propriedades mecânicas únicas, as quais são influenciadas pela localização química nas plantas e pela sua composição (DUFRESNE, 2013). Para Dufresne (2013, p. 223), “essas impressionantes propriedades mecânicas tornam a nanocelulose partículas candidatas ideais para o processamento de polímero reforçado compósitos”. Os cristais de celulose, ou nanocristais de celulose, são provenientes das fibras de celulose, sendo essas áreas cristalinas das fibras, podendo ser isoladas por hidrólise ácida e/ ou enzimática a qual se diferencia do método ácido por ter menor impacto ambiental e não modificar a celulose em sua superfície (TIBOLLA et al., 2014).

Neste contexto, a tecnologia enzimática pode desempenhar um importante papel para agregar valor a resíduos. A utilização de enzimas permite melhor aproveitamento da matéria-prima na produção de nanoestrutura, aumentando seu rendimento. Na obtenção de nanocelulose também pode ser importante por propiciar a extração destes materiais sem a utilização de solventes danosos ao meio ambiente. Portanto, a problematização desta pesquisa tenta responder a seguinte questão: Como verificar a produção de nanocelulose a partir de alga por métodos enzimáticos? Pesquisas em

* Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, PR; agathapuchta@alunos.utfpr.edu.br



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

biodegradação utilizando tecnologia enzimática estão em desenvolvimento e neste trabalho o apoio da pesquisa bibliográfica auxiliou na tentativa de responder a pergunta problema. No entanto, o Brasil precisa melhorar o nível de conhecimento sobre a aplicação de enzimas na degradação de compostos orgânicos, neste caso o objeto de estudo é a alga, que possa prover respostas e aplicações precisas para obtenção produtos com maior valor agregado e redução do impacto ambiental em consequência do descarte de resíduos.

Com isso, o presente trabalho propõe um estudo teórico sobre a alga nori relacionando produção de nanocelulose. A mesma consiste em uma folha seca e fina oriunda da desidratação de algas do gênero *Porphyra*, popularmente denominadas como algas vermelhas, as folhas da alga Nori são muito utilizadas na culinária japonesa em pratos como uramakis, hossomakis e temakis. Alga Nori, Rica em proteínas, cálcio, ferro, vitaminas A, B e C, boa fonte de iodo, carotenos, possui fibras e pode conter até duas vezes mais proteínas do que a carne (PAULA, 2019).

Figura 6. Alga nori em sua forma comercializada pela marca Maki

a) Embalagem



b) Tabela nutricional ampliada

Informação Nutricional*	Total	VD
Porção de 2,5g (1 folha)		
	Valor Total	Percentual
Carboidratos (g)	1g	0%
Fibras	1g	1%
Proteínas (g)	1g	1%
Gorduras Totais (g)	0g	0%
Gorduras Saturadas (g)	0g	0%
Gorduras Trans (g)	0	(**)
Fibra Alimentares (g)	0	0%
Sódio (g)	0mg	0%
Açúcar (g)	0	0%

*Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000cal. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Fonte: Konbini Produtos Orientais

2 MÉTODO

A avaliação teórica acerca da pesquisa sobre a viabilidade da produção de nanocelulose por meio de microorganismos, tendo a alga como matéria prima, foi realizada a partir do banco de dados cooperativo *Scielo*, a fim de padronizar os dados apresentados como oriundos de um único banco de dados. O tipo de pesquisa utilizado foi “pesquisa bibliográfica” onde as variáveis de estudo foram às palavras chaves como: “nanotecnologia”, “nanocelulose”, “etanol”, “microorganismos para a obtenção de etanol de segunda geração”, “nanocarga” e “produção de etanol a partir de algas”. Também outra variável estudada foi o período de tempo do ano 2000 ao ano 2020.

Para a análise dos dados coletados foi utilizado o software *Google Sheets* a fim de realizar a montagem de uma tabela para cada palavra-chave pesquisada, por um período determinado, no caso de 2002 a 2021, visando facilitar a visualização e interpretação dos dados.

3 RESULTADOS



Apesar de a nanotecnologia ser explorada desde o século 4 a.C. em objetos utilizados no cotidiano como na taça de Lycurgus, cujas propriedades de mudança de coloração faziam com que a população da época acreditasse que por trás dos efeitos únicos da taça ao ser exposta à luminosidade haviam misticismos incompreendidos por mortais (FREESTONE et al., 2007). O Brasil começou seus investimentos em nanociência posterior aos demais países, como os Estados Unidos por exemplo, em contrapartida ao atraso em investimentos em pesquisas na área.

No Gráfico 1, encontram-se os dados recolhidos na presente pesquisa - separados em sub gráficos a, b e c - dispostos de forma organizada por tema analisado, sendo esses agrupados em período de tempo anual.

Gráfico 1- Número de artigos e patentes publicados por tema agrupados anualmente comparando os dados de 2002 a 2021 da Scielo.

a) Gráfico sobre o tema nanotecnologia



b) Gráfico sobre o tema produção de nanopartículas a partir de linhagens microbianas



c) Gráfico sobre o tema nanocelulose



Fonte: A autora

No Gráfico 1-a, encontram-se expostos os dados comparativos entre o número de publicações científicas brasileiras e internacionais sobre o tema nanotecnologia. Atualmente, ainda se tem poucas publicações acadêmicas acerca do tema nanotecnologia no Brasil, o que está muito abaixo do número de publicações sobre o mesmo tema a nível mundial.

Um estudo realizado pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), buscou em suas pesquisas realizar a síntese de nanopartículas por meio de microrganismos endófitos, porém, o estudo ainda continua em fase exploratória uma vez que ainda não conseguiram comprovar a eficiência desses microrganismos para a síntese de nanopartículas (DE OLIVEIRA et al., 2021).



Dados esses que demonstram que mesmo tendo poucos estudos científicos sobre o tema nanotecnologia, existem pesquisas em fase exploratória sobre a sintetização dessas moléculas em escala nanométrica por meio de microrganismos.

Dados comparativos entre publicações científicas brasileiras estão apresentados no Gráfico 1-b e são referentes ao tema produção de nanopartículas a partir de linhagens microbianas. Portanto, observou-se que o número de publicações sobre o tema é baixo em ambos os âmbitos, mundiais e brasileiros, o que torna a área de pesquisa de produção de nanopartículas, uma área com um potencial enorme de crescimento.

As propriedades mecânicas da celulose, segundo as quais são mantidas nos nanocristais provenientes da celulose, são ótimas para produção de polímeros. Para Dufresne (2013, p. 223), “essas impressionantes propriedades mecânicas tornam a nanocelulose partículas candidatas ideais para o processamento de polímero reforçado compósitos”.

No Gráfico 1-c encontram-se expostos os dados comparativos entre publicações científicas brasileiras sobre o tema nanocelulose com o número de publicações científicas mundiais sobre o tema nanotecnologia. Atualmente, o número de publicações sobre o tema é baixíssimo quase nulo em ambos os âmbitos, mundiais e brasileiros, o que torna uma área em potencial para investimento de pesquisas científico-tecnológicas.

Os dados recolhidos comparando o número de produções científicas brasileiras sobre o tema produção de nanocelulose a partir de algas foi nulo. O que a torna uma matéria prima inexplorada para a obtenção de nanocelulose, fazendo com que a viabilidade aumente ainda mais.

Esta pesquisa teórica auxiliou no esclarecimento de que as produções científicas sobre a aplicação da técnica de seleção de linhagens microbianas para a produção de nanocelulose a partir de alga é muito pouco explorada e que tem muitas lacunas a serem avaliadas pela ciência, pois foram encontradas apenas um total de trezentos e setenta produções sobre nanotecnologia e nenhuma produção sobre a produção de etanol a partir de algas. Neste total de trabalhos nenhum foi relacionado a algas favorecendo este tema de estudo como um potencial em ascensão para o investimento em pesquisas científicas na área. Apenas trezentos e setenta produções científicas sobre produção de nanopartículas a partir de linhagens microbianas e, o menor número de produções, com um total de seis produções sobre o tema nanocelulose.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se por meio dos dados apresentados no presente artigo que, é alta a viabilidade de produção de nanocelulose por meio de microrganismos, tendo a alga nori como matéria prima, uma vez que por meio dos resultados obtidos, o número de produções científicas sobre o tema são baixas, tornando a sintetização dessas nanopartículas um potencial em ascensão.

AGRADECIMENTOS



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



À UTFPR campus Ponta Grossa, por proporcionar o aprendizado necessário para a realização dessa pesquisa, bem como pelo financiamento da mesma.

REFERÊNCIAS

IOELOVICH, Michael. Characterization of various kinds of nanocellulose. **Handbook of Nanocellulose and Cellulose Nanocomposites**, v. 1, p. 51-100, 2017. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9783527689972.ch2/> Acesso em: 05 mar 2020.

KOMURA, Rodrigo Kenji. Investigação dos métodos de separação, uso e aplicação da Lignina proveniente da Biomassa Lignocelulósica. 2015. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139116/000865474.pdf?sequence=1&isAllowed=y/> Acesso em: 29 abr 2020.

DA ROSA, Marcelo Pereira. Extração de Lignina do resíduo de casca de arroz pelo Método Organossolve. 2015. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/btdt/0000010887.pdf/> Acesso em: 15 mai 2020.

BENAR, Priscila et al. Ligninas acetosolv e formacell de eucalipto e de bagaço de cana: Isolamento, fracionamento, caracterização e uso como componente de resinas fenólicas do tipo resol. 1996. Disponível em:

http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/249552/1/Benar_Priscila_D.pdf Acesso em: 17 mai 2020.

MORIYAMA, Aline Tomie Poglitsch. Estudo da influência de carga alcalina na polpação Soda com pré-hidrólise de eucalyptus urograndis para produção de etanol, lignina e furfural. 2019. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181764/moriyama_atp_me_guara.pdf?sequence=3&isAllowed=y/ Acesso em: 18 mai 2020.

DUFRESNE, Alain. Nanocellulose: a new ageless bionanomaterial. **Materials today**, v. 16, n. 6, p. 220-227, 2013.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702113001958/> Acesso em: 07 jul 2020.

SONESSO, Maria Fernanda Carvalho et al. Obtenção e caracterização de

nanocristais de celulose a partir de algodão cru e polpa kraft. 2011. Disponível

em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95543> . Acesso em: 11 nov 2020.

DELGADO-RAMOS, Gian Carlo. IMPLICACIONES AMBIENTALES y A LA SALUD DE LA NANOTECNOLOGÍA. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 3, n. 4, p. 77-101, 2007. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/4966/496650323005.pdf/> Acesso em: 03 nov 2020.

SAIN, Mohini; OKSMAN, Kristiina. Introduction to cellulose nanocomposites, 2006. Disponível em:

<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/bk-2006-0938.ch001/> Acesso em: 11 nov 2020.

PINA, Kleber Vieira et al. Nanotecnologia e nanobiotecnologia: estado da arte, perspectivas de inovação e investimentos. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 2, 2006. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/e691/be1b06c46e70d69c825fb7fe506f4f4a55d9.pdf/> Acesso em: 05 nov 2020.

FREESTONE, Ian et al. The Lycurgus cup—a roman nanotechnology. **Gold bulletin**, v. 40, n. 4, p. 270-277, 2007.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%252FBFB03215599/> Acesso em: 9 nov 2020.

ANTUNES FILHO, S.; BACKX, B.P. Nanotecnologia e seus impactos na sociedade. R. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 16, n. 40, p. 1-15, abr/jun. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/9870/> Acesso em: 09 dez 2020.

DE OLIVEIRA, João Arthur dos Santos et al. Síntese biológica de nanopartículas mediada por microorganismos endofíticos. **Saber Científico (1982-792X)**, v. 8, n. 1, p. 146-155, 2021. Disponível em:

<http://periodicos.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/view/1282/1117/> Acesso em: 22 mar 2021.