

GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA PESQUEIRA PARA PRODUÇÃO DE BIOMATERIAIS

Matheus Silva sonmatheus5@gmail.com

Luciano Pighinelli - pighinelli@gmail.com

Gabriele Zanin - gabi_brehm@hotmail.com

Victória Reis - victoria.oliva.reis@gmail.com

Júlia Broquá - jsb.trudtno1@gmail.com

Resumo:

A indústria pesqueira tem grande importância econômica nacional e mundial. O consumo do pescado tem crescido ao longo dos anos e com esse crescimento, o desenvolvimento de políticas públicas para o tratamento adequado dos resíduos provenientes dessa cultura, são indispensáveis para uma economia sustentável. Tais resíduos causam impactos ambientais muitas vezes irreversíveis para o solo e lençóis freáticos quando descartados de maneira incorreta no meio ambiente. Estima-se que cerca de 50% do volume da produção de ramo da economia torna-se em resíduos e somente 50% tem fins de consumo alimentício. A gestão integrada de resíduos sólidos tem sido fortemente destacada na lei 12.305/2010 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diante a esse apelo existe a necessidade de gerir de forma adequada, sustentável, econômica reduzindo custos e elevar a eficiência da produção. O objetivo desse estudo é a execução dessa gestão para a obtenção de Quitina. Fontes de Quitina são principalmente caranguejos e camarões, mas há muitas outras fontes marinhas como, krills, molusco e escamas de peixe. No entanto Quitina está sendo extraída de escamas de peixe com aplicabilidade de seu derivado, Quitosana em atividade antioxidante, atividade antibacteriana, atividade antifúngica e germinação de semente (Sumathi.N1 et al, 2017). As escamas de peixe são descartadas todos os dias no lixo por mercados e indústrias. O aumento do volume de produção de peixe traz consigo uma quantidade ainda maior de resíduos, estima-se que a produção de peixe resulte em média de 50% do seu volume em resíduos. A Quitina é produzida industrialmente em grande escala por países como Estados Unidos e Japão, caracteriza-se por ser um biomaterial com alta procura no mercado mundial devido sua aplicabilidade, viabilidade econômica e de alta rentabilidade comercial.

Palavras chave: Resíduo, Gestão, Sustentável, Quitina, Quitosana

INTEGRATED MANAGEMENT OF SOLID WASTE FROM THE FISHING INDUSTRY TO PRODUCTION OF BIOMATERIALS

Abstract

The fishing industry has great national and world economic importance. The consumption of fish has grown over the years and with this growth, the development of public policies for the proper treatment of waste from this crop are indispensable for a sustainable economy. Such waste causes environmental impacts that are often irreversible to the soil and groundwater when disposed of incorrectly in the environment. It is estimated that about 50% of the volume of branch production in the economy becomes waste and only 50% is for food consumption purposes. Integrated solid waste management has been strongly highlighted in Law 12,305 / 2010 dealing with the National Solid Waste Policy. Faced with this call, there is a need to manage properly, sustainably and economically, reducing costs and increasing production efficiency. The objective of this study is the execution of this management to obtain Chitin. Sources of chitin are mainly crabs and shrimps, but there are many other marine sources like, krills, mollusc and fish scales. However, Chitin is being extracted from fish scales with applicability of its derivative, Chitosan in antioxidant activity, antibacterial activity, antifungal activity and seed germination (Sumathi.N1, 2017). Fish scales are discarded every day in the trash by markets and industries. The increase in the volume of fish production brings with it an even greater amount of waste, it is estimated that fish production produces an average of 50% of its volume in waste. Chitin is industrially produced on a large scale by countries such as the United States and Japan. It is characterized as a biomaterial with high demand in the world market due to its applicability, economic viability and and high commercial income.

Key-words: Waste, Management, Sustainable, Chitin, Chitosan

1. Introdução

A produção de pescado no Brasil entre os anos 2013 à 2015, foram produzidas em média 2,7 milhões de toneladas/ano e existem previsões de aumento desta produção para 12.6% a mais toneladas até 2025 (ABCCAM, 2017). O aumento de produção do pescado ocasiona uma quantidade ainda maior de resíduos, calcula-se que a produção de pescado resulta média 50% do seu volume em resíduo. No Brasil e no mundo, o descarte soma aproximadamente 70% do total do resíduo do processamento do pescado, muitas vezes de forma incorreta. O problema crítico de resíduos da indústria pesqueira que, quando mal descartados, prejudicam fortemente o meio ambiente, podendo contaminar o solo e recursos hídricos (LIMA, L. K. F). Desde então, vem sendo estudadas metodologias que otimizem processos de geração, coleta, destinação, tratamento e beneficiamento, buscando metodologias eficientes e pouco onerosas que resultem em impactos ambientais na menor escala possível e que acrescentem renda aos trabalhadores que dependem basicamente da atividade pesqueira (COSTA, H.NUNES et al, 2013). O camarão, pescado em média, 98 mil toneladas por ano, sendo comumente aproveitado apenas sua carne. Apesar de ser considerada uma rica fonte de alimento, a carapaça desse crustáceo possui uma rica quantidade de proteínas e, de seu exoesqueleto pode se obter Quitina quando processada quimicamente, o mesmo para escamas de peixes (Sumathi.N et al, 2017). A Quitina é um biopolímero com grande potencial biotecnológico,

por ser biocompatível, biodegradável e altamente reativa. Com diversas aplicações, a Quitina pode ser usada: na agricultura, como aplicações a remoção de pesticidas; tratamento de efluentes, na purificação águas de resíduos industriais e remoção de metais pesados; na área médica e odontológica, com produção de filmes para regeneração epitelial, creme dental, transporte de medicamentos. (M. Kmiec et al, 2017). O trabalho vai desde o estudo na fonte, analisando a forma de descarte nas comunidades pesqueiras e indústrias de pescado, estudando a cultura e a possibilidade de gerar atividade econômica aos envolvidos em função de realizar as etapas iniciais de separação, conservação e disponibilização adequadas dos resíduos para a obtenção de Quitina e seus derivados. A produção da Quitina e Quitosana pelo resíduo de crustáceos e escamas de peixe torna o descarte desses resíduos a ser feito de uma forma sustentável e que não agride o meio-ambiente englobando dimensões como: social, educacional, sanitário, tecnológico, econômico, ambiental e legal.

O processamento industrial tem como objetivo principal a alteração da matéria-prima em produto cabível comercialmente (Villen, R.A. 2001). Em contrapartida, são gerados outros materiais de origem não intencional que são responsáveis na contaminação do solo e lençóis freáticos, especialmente em se tratando sobre: o acúmulo de matérias-primas e insumos, que envolve sérios riscos de contaminação por transporte e disposição inadequada; e a falta de eficiência na conversão desses processos, o que basicamente provoca a origem de resíduos (Freire, R.S., 2000). A clandestinidade no descarte convencional desses rejeitos acontece com eles sendo enterrados (aterro sanitário) ou apostados no mar ou em rios, causando problemas ambientais. Porém, as exigências impostas por órgãos de gerenciamento e conservação ambiental ao controle de poluição dos recursos naturais têm sido crescentes, devido ao carecimento de água potável e ao maior entendimento dos efeitos ambientais ocorridos (Cira, L.A., 2012).

O papel do Engenheiro de Produção para o auxílio na gestão de resíduos desse setor da indústria é a aplicação das ferramentas da Engenharia da Sustentabilidade, uma das subáreas da Engenharia de Produção que tem por sua finalidade o plano da utilização eficiente dos recursos naturais nos mais diversos sistemas de produção, da destinação e gerenciamento dos resíduos e efluentes de sistemas industriais, bem como da implantação de sistema de gestão ambiental e responsabilidade social (ABEPRO, 2009).

2. Legislação

A lei número 12.305/2010 transcreve a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O artigo 3º da mesma no parágrafo XVI define resíduos sólidos como: “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja definição final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”. O parágrafo XI do mesmo artigo entende por gestão integrada de resíduos sólidos: “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos,

de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social com controle social e sob a premissa de desenvolvimento sustentável” (Silva, Telma Bartholomeu, 2016). Por fim, a lei autua como “geradores de resíduos sólidos” a pessoa física ou jurídica de direito público ou privado, responsáveis pela geração de resíduos sólidos através de suas atividades, sendo incluído o consumo, o que coloca a indústria pesqueira dentro dos termos atestados em lei. O gerador é de contínuo responsabilizado pelo gerenciamento da forma mais adequada dos seus resíduos (Silva, Telma Bartholomeu, 2016).

3. Objetivo Geral

A participação dos engenheiros de produção na gestão ambiental empresarial, torna-se fundamental na orientação do melhor destino para os resíduos dessas indústrias, tornando sustentável o destino reduzindo o impacto ambiental e revertendo esses resíduos em produtos viáveis economicamente bem como, descrever os pontos chaves da legislação, especificar o produto obtido do resíduo, atestar a viabilidade econômica, aplicabilidade no Mercado Mundial e a contribuição da Engenharia de Produção na Gestão de Resíduos baseados na literatura.

4. Metodologia

A metodologia adotada para este trabalho é essencialmente feita a partir de um intenso levantamento bibliográfico para revisão de conceitos na área de Gestão de Resíduos e de Engenharia de Produção bem como o as altas aplicabilidades e viabilidade econômica dos biomateriais provenientes desses resíduos.

5. Quitina e Quitosana

5.1 Quitina: Estrutura, propriedades, fontes de extração.

A Quitina pertence ao grupo de polissacarídeos estruturais juntamente com a celulose, sendo o segundo biopolímero mais abundante na natureza (Ameh, A. O. et al. (2014)). Por ser estrutural, a Quitina é componente principal do exoesqueleto de artrópodes e também é encontrada em carapaça de crustáceos associada com proteínas e minerais e, também, em moluscos e na parede celular de fungos (Ameh, A. O. et al. 2013). A principal fonte industrial utilizada são resíduos da indústria pesqueira, reaproveitando carapaças de camarões, caranguejos, lagostas, escamas de peixe e etc (Jaganathan n, K. et al. 2016). Gortari & Hours et al (2013) afirma que a carapaça descartada pelo comércio pesqueiro pode chegar à 70% do peso total do material (Gortari, M. C. and Hours, R. A. 2013). De acordo com Ameh et al. (2014), a carapaça de crustáceos possui cerca de 20-30% de Quitina, sofrendo variações de acordo com a espécie e temporada (Ameh, A. O. et al. 2014).

Este homopolímero natural é constituído por unidades de moléculas β -D- glucosamina, onde a hidroxila na posição C-2 dá lugar ao grupo N-acetil, originando monômeros que estarão ligados por β (1 $\rightarrow$ 4) (Ameh, A. O. et al. 2013). Devido à sua configuração, seu nome completo é definido como β (1 $\rightarrow$ 4) -N-acetil-D-glucosamina (Ameh, A. O. et al. 2014). Sendo polímero natural, a Quitina possui propriedades inerentes dos polissacarídeos, tais como: biocompatibilidade, biodegradabilidade e bioatividade. Por possuir ligações beta, a Quitina torna-se um polímero extremamente estável. Devido à sua extensão polimérica, a Quitina é insolúvel em água e praticamente todos os ácidos orgânicos, por possuir ligações de hidrogênio (Ameh, A. O. et al. 2013). Quanto ao arranjo de suas cadeias, a Quitina pode ser caracterizada como: α -Quitina, β -Quitina e γ -Quitina. A α -Quitina representa uma estrutura com alta cristalinidade e dureza, pois suas cadeias antiparalelas favorecem ligações de hidrogênio. Por possuir cadeias paralelas, a β -Quitina se torna menos cristalina, sendo mais flexível e reativa.

A γ -Quitina é uma composição das duas formas α e β (Hajji, S. et al. 2014).

As propriedades bioquímicas da Quitina a torna um excelente biomaterial, com diversas possibilidades de aplicação. Khorrami et al. (2012) e Isa et al. (2012) sugerem aplicações nas áreas da biomedicina, farmácia, agricultura, alimentos, tratamento de efluentes, entre diversas outras (KHORRAM, M. et al. 2012). Os subprodutos da Quitina, como por exemplo a Quitosana, possuem características ainda mais interessantes que potencializam as propriedades da sua antecessora, gerando maior valor agregado (KHORRAM, M. et al. 2012).

6. Processo de Obtenção de Quitina e Quitosana

6.1 Quitina

A Quitina extraída da casca de camarão ou de escamas de peixe é tratada, seguindo as seguintes etapas: pré-tratamento, desmineralização, desproteínização, desodorização e secagem (Airolti, C. 2008).

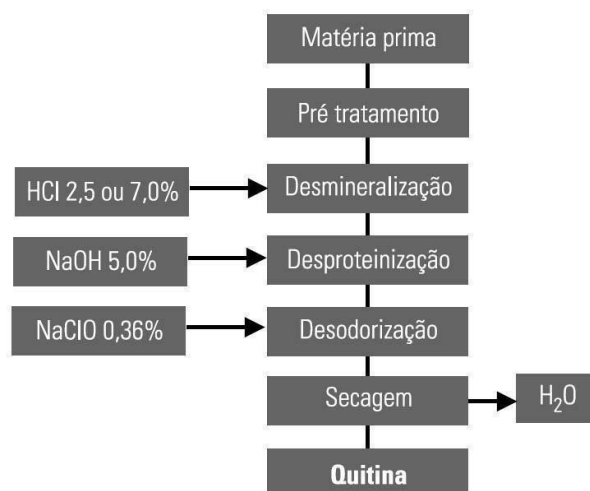


Figura 1. Modelo de fluxograma para extração de Quitina

6.2 Quitosana

A Quitosana é um polissacarídeo processado a partir da hidrólise da Quitina, por meio de reação de desacetilação em temperaturas acima de 50°. A purificação da Quitosana (Figura 2) é realizado a partir da desacetilação da Quitina, onde esta reage com solução de NaOH 45°Bé (42,3%), a reação ocorre em um reator com agitação e aquecimento. O reator é mantido em temperatura constante de 130°, no período de 1,5h. No final do tempo de agitação, uma lavagem é realizada com a finalidade de retirar o excesso do reagente, logo após é feita a verificação do pH (Weska, R.F et al, 2007).

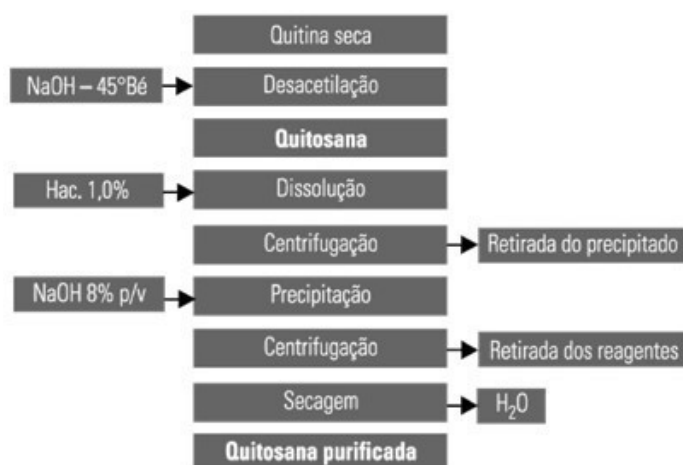


Figura 2. Processo Obtenção e Purificação da Quitosana

7. Processamento Industrial de Quitina e Quitosana

A Quitina é produzida nos Estados Unidos da América e no Japão, cerca de 12 toneladas por mês de Quitina e 9 toneladas de Quitosana são produzidas. A matéria-prima é fornecida a partir de atividades de pesca do camarão no Texas e no México. As indústrias no Japão iniciaram a produção de Quitina em 1974 na cidade de Narita, na prefeitura de Chiba. O preço de produção da Quitina relaciona-se diretamente com o processo, bem como as operações envolvidas (MUZZARELLI 1987). A síntese biológica da Quitina no mundo é de cerca de 1 bilhão/ton por ano. Estima-se em escala mundial a partir de conchas de crustáceos obtida 50.000 toneladas / ano (DALLAN, P. R. M.). Quitosana, o derivado de Quitina no mercado custa cerca de sete dólares e cinquenta centavos cerca de 10g (Craveiro et al - 2004). Os crustáceos, os moluscos, os krills, os camarões não são apenas fontes de Quitina, como de proteínas e fosfatos de cálcio, esses minerais são compostos que podem ser usados em indústrias (Raman S et al, 2011). O professor Muzzareli atestou que uma pressão severa de autoridades comunitárias e ambientais sobre processadores de marisco para encontrar alternativas relacionadas à gestão de resíduos industriais das indústrias de peixe. A produção de Quitina pode criar oportunidades econômicas e diminuir a quantidade de problema de eliminação de resíduos (MUZZARELLI 1987). A Previsão de 2015-2017 e 2021 estimou que o mercado global de Quitina e Quitosana atingirá US \$ 4,2 bilhões em 2021 de US \$ 2,0 bilhões em 2016 com um crescimento de 15%. A demanda por produtos derivados de Quitina e Quitosana teve um enorme crescimento devido à sua ampla disponibilidade, certificada pela Globe Newswire.Inc 2016 (Research Market – Chitin and Chitosan).

8. Porcentagem de Quitina em Crustáceos e Escamas de peixe.

Fonte	Quitina(% por massa)
Carangueijo	72,1%
Camarão	20-29%
Escamas de Peixe	20-49%
Lagosta	45 - 50%
Conchas de Ostras	3,6%
“Krill”	40 – 42%

Fonte: Sumathi.N1, 2017 e St. Paul’s Convent School Green Saviour (2015)

Tabela 1 – Porcentagem de Quitosana em diferentes resíduo de fontes alimentícias

9. Aplicações Comerciais

Segundo Johnson, H.M. (2002), diversos produtos são obtidos com Quitosana que vão desde setor alimentício à área médica, exemplos:

- Fabricação de pele artificial;
- Fibra para suturas biodegradáveis;
- Suplemento dietético (promove a absorção de proteínas);
- Substrato para imobilização de células ou enzimas microbianas;
- Membranas de fertilizantes fúngados para diálise;
- Controlador de Mobilidade de Pesticidas;
- Fabricação de papel;
- Fortificação de fibra para fabricação de papel;
- Fibra têxtil (aumenta a afinidade do tecido para alguns pigmentos);
- Fabricação de vibrador para alto-falantes acústicos;
- Apoio à libertação controlada por drogas;
- Agente de redução de colesterol;
- O agente hemostático (promove a coagulação);
- Fibra têxtil Fungicida e bactericida para preservação de alimentos e revestimento de sementes;
- Agente clarificante Substrato para imobilização de células ou enzimas microbianas;
- Fertilizante;
- Flocculante para tratamento de água;
- Fabricação de lentes de contato;
- Ingrediente para produtos capilares e dermatológicos;
- Guia de ondas ópticas;
- * Lista não exaustiva;

10. Viabilidade Econômica

O mercado mundial tem Quitina tem pretensões de alcançar cerca de US \$17,84 bilhões até 2025 (PRNEWswire 2014). O valor extremo dos materiais processados evidentemente flutua de acordo com o grau de pureza, matéria-prima, processo de extração e fabricante e pode variar de 10 a 1000 dólares por quilograma (16). De acordo com a Academia Nacional de Ciências de Washington D.C (NAS, 1999), a Quitosana e seus derivados de alta pureza, produzidos exclusivamente para uso médico, podem atingir valores próximos de US \$ 4000 por quilograma nos Estados Unidos. No entanto, para a Quitina bruta, adequada para uso em purificação de água, eles podem atingir valores próximos de US \$ 20 por quilo. Os

valores de até 50 libras esterlinas cerca de são praticados no Reino Unido para capim de Quitosana altamente purificado. Uma vez que a Quitina também é um composto complexante de metais, existe uma pequena mas forte demanda por este polissacarídeo para uso em tratamento de água (16).

11. Mercado Mundial

De acordo com FUTURE MARKET INSIGHTS (2017), a indústria de Quitina está entre as indústrias de usuários finais, os cuidados de saúde e os alimentos e as bebidas devem crescer a um ritmo mais alto em relação aos outros. A demanda por Quitina no mundo no ano de 2015 foi de mais de 60.000 T. O mundo inteiro produziu cerca de 28.000 T de Quitina (Reid DG et al, 2012). A previsão do mercado mundial de derivados da Quitina (incluindo Quitosana) é de 63 bilhões de dólares até 2024, relatada pela Global Industry Analysts Inc. (relatório de mercado de Quitina e derivados de Quitosana - 2015). Os mercados de fabricantes de Quitina tiveram um crescimento considerável o maior potencial Os mercados para fabricantes de Quitina são Ásia-Pacífico e América do Norte. Isso, devido ao rápido crescimento do setor de saúde, juntamente com o crescente turismo médico nos países em desenvolvimento, como a Índia. De acordo com o IBEF, até 2020, a indústria médica indiana atingirá US \$ 280 bilhões. No Orçamento da União 2017/18 da Índia, o orçamento da saúde aumentou de US \$ 5,96 bilhões para US \$ 7,3 bilhões (Alibaba Trading Group, 2016). O uso geral no setor de saúde está impulsionando o desenvolvimento do mercado de Quitina, especialmente nas regiões ÁsiaPacífico e Oriente Médio. A insolubilidade da Quitina é um dos fatores restritivos no mercado internacional de Quitina. No entanto, a Quitina é combinada com Quitosana para evitar esse problema sem afetar sua aplicação. A novidade e o desenvolvimento do produto em vários ambientes de características é uma estratégia chave adotada pelos principais players no mercado de Quitina de acordo com Global Chitin Market (2017).

13. Contribuição da Engenharia de Produção na Gestão de Resíduos.

O Sistema de Gestão de Recursos Naturais é um dos diversos campos de atuação do Engenheiro de Produção tendo como áreas específicas: Gestão de recursos naturais e energéticos; Produção mais limpa e eco eficiência; Gestão de efluentes e resíduos industriais; Sistemas de gestão ambiental e certificação; Gestão econômica sustentável; Sistemas de indicadores (ABEPRO 2009). Sendo esse biomaterial um produto proveniente de resíduos da indústria pesqueira, o foco do Engenheiro de Produção torna o destino desses resíduos a ser feito de uma forma mais sustentável ao meio ambiente e gerando menos custos para as empresas em vista do descarte convencional. O produto residual do pescado gera custos para as empresas, o armazenamento em câmaras refrigeradas e o condução do descarte são os fatores mais custosos, em consequência desse fator as empresas optam por destinar tais resíduos em aterros (MARTINS, W. S., 2011).

O pensamento de Economia Circular e a preservação do meio ambiente tem se intensificado em nossa sociedade. A “Matriz de Competências” da Engenharia de Produção elaborado pela ABEPRO (2009), atribui no tópico “Ciências do Meio Ambiente”: O Meio Ambiente; Planejamento e Proteção do Meio Ambiente Ecologia; Poluentes e riscos tecnológicos; Legislação ambiental. Caracterização de carga poluidora. Monitoramento ambiental. Controle das poluições hídricas, atmosféricas e sonoras. Gerenciamento de resíduos sólidos. Controle de resíduos perigosos. Recursos naturais renováveis e não renováveis.

A Gestão Ambiental de processos produtivos é fundamental para a preservação do meio ambiente, tanto no âmbito organizacional quanto no âmbito social relacionado aos geradores de resíduos. A Engenharia de Produção em sua sub-área “Gestão de Resíduos Industriais e Prevenção de Poluição” tem se mostrado de grande eficiência para sustentabilidade empresarial, temos como exemplo: “Gerenciamento de Resíduos em hospitais”, “Tratamento de Resíduos Orgânico Por Meio de Compostagem”, “Gerenciamento De Resíduos Sólidos Da Construção Civil” (ABEPRO 2009).

14. Conclusão

Em virtude do crescimento da indústria pesqueira no país é de indispensável a importância de diminuir o impacto ambiental decorrente do descarte dos resíduos gerados por estas indústrias.

Portanto torna-se assim a presença do Engenheiro de Produção indispensável no desenvolvimento tanto econômico sustentável quanto ecológico não somente para o gerenciamento dos resíduos industriais como, comércios e residências. A Engenharia de Produção torna viável e ecológico sustentável e gestão dos resíduos nessa área da Indústria alimentícia tornando seu resíduo em um produto de grande aplicação, viabilidade econômica e

de alta sustentabilidade.

Referências

ABCCAM, 2017 - <http://abccam.com.br/site/novo-relatorio-da-fao-aponta-que-producao-dapesca-eaquicultura-no-brasil-deve-crescer-mais-de-100-ate-2025/>

ABEPRO,2009://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Matriz%20de%20Conhecimento%20-%20C
REA%27s.pdf

Alibaba Trading Group, <https://www.alibaba.com/showroom/for-chitin-price.html>,(2016).

Ameh, A. O. et al. (2013) “Kinetics of demineralization of shrimp exoskeleton in chitin and chitosan synthesis, “Journal of Chemical Engineering and Materials Science , 4(April), pp. 3237. Doi: 10.5897/JCEM 13.0154.

Ameh, A. O. et al. (2014) “Kinetics of demineralization of shrimp shell using lactic acid,” Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, pp. 13-22.

Cira, L.A., Huerta, S., Hall G.M. & Shirai, K. (2002). Pilot scale lactic acid fermentations of shrimp waste for chitin recovery. Process Biochemistry, 37: 1359-1366.

- COSTA, H.NUNES, R.; VIANA, A.; SON, C.; BRUM, L.; OLIVEIRA, L.; Aproveitamento de Resíduos de Pescado na Região dos Lagos: Uma Questão Ambiental. *Revista Saúde, Corpo, Ambiente & Cuidado*, jan./mar. 2013.
- Craveiro, A.A., Craveiro, A.C. & Queiroz, D.C. (2004). *Quitosana: a fibra do futuro*. Fortaleza: Parque de Desenvolvimento Tecnológico - Padetec, 2ª Ed.
- DALLAN, P. R. M. Síntese e caracterização de membranas de Quitosana para aplicação e regeneração de pele. 2005. 180f. Tese(Doutorado em Engenharia Química) Faculdade de Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas. UNICAMP. São Paulo. 2005.
- Freire, R.S., Pelegrini, R., Kubota, L.T. & Durán, N. (2000). Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. *Química Nova*, 23(4): 504-511.
- Global Chitin Market to Receive overwhelming hike in Revenues, 2025-Coherent Market Insights Pvt Ltd - 2017
- Gortari, M. C. and Hours, R. A. (2013) "Biotechnological processes for chitin recovery out of crustacean waste: A mini-review, "Electronic Journal of Biotechnology. doi: 10.2225/ vol16 – issue 3- fultext-10.
- Hajji, S. et al. (2014) "Structural differences between chitin and chitosan extracted from three different marine sources. "International Journal of Biological Macromolecules. ElsevierB.V.,65, pp. 298-306, doi: 10.1016/j.ij bi omac.2014.01.045. <http://www.futuremarketinsights.com/reports/chitin-market> - Chitin Market: Global Industry Analysis and Opportunity Assessment 2015 - 2025 https://www.researchandmarkets.com/research/3k3prh/chitin_and_chitosan
- Jaganathan n, K. et al. (2016) "EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF CHITIN FROM MARINE BY CATCH CRUSTACEANS EMPLOYING FERMENTATION," 5(1), PP. 1290-1301.
- Johnson, H.M. (2002). Market Outlook in the International Fish & Seafood Sector Alternative Products/Uses and Food Safety Issues. [S. l.]: H. M. Johnson and Associates. (Study No. 3).
- KHORRAM, M. et al. (2012) "Production of chitin and chitosan from shrimp shell in batch culture of *Lactobacillus plantarum*. , "Chemical & Biochemical Engineering Quarterly, 26(3), pp. 217-223.
- LIMA, L. K. F.; Reaproveitamento de Resíduos Sólidos na Cadeia Agroindustrial do Pescado. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/968518/reaproveitamento-de-residuos-solidosnacidadeagroindustrialdopescado> Acesso: 16/07/2016.
- M. Kmiec; Luciano Pighinelli; M. F. Tedesco; Silva MM; Reis V; - Chitosan-Properties and Applications in Dentistry.
- MARTINS, W. S. Inquérito exploratório referente à geração, armazenamento, transporte e descarte de resíduos em indústrias de pesca do Brasil. 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-22112011-141902/pt-br.php>.
- NAS - The National Academy of Science. (1999). *Lighting the way: Knowledge assessment in Prince Edward Island*. Washington D.C.: National Academic.
- PRNEWswire - <http://www.prnewswire.com/news-releases/global-chitosan-market-and-trend-analysis20142017--2025---research-and-markets-300442504.html>
- Raman S, Kumar R. Construction and nanomechanical properties of the exoskeleton of the barnacle, *Amphibalanus reticulatus*. *Journal of structural biology*. 2011;176(3):360–9. [PubMed].
- Reid DG, Mason MJ, Chan BK, Duer MJ. Characterization of the phosphatic mineral of the barnacle *Ibla cumingi* at atomic level by solid-state nuclear magnetic resonance: comparison with other phosphatic biominerals. *Journal of the Royal Society, Interface/the Royal Society*. 2012;9(72):
- Riccardo A. A. Muzzarelli- Chitin – 1977.
- St. Paul's Convent School Green Saviour – Chitin and Chitosan (2015)
- Silva, Telma Bartholomeu – Resíduos Sólidos: Lei 12.305/2010: Política Nacional de resíduos Sólidos Comentada artigo por artigo – São Paulo/SP: Editora Nova Onda EIRELI – ME, 2016; pg 38-39

Silva, Telma Bartholomeu – Resíduos Sólidos: Lei 12.305/2010: Política Nacional de resíduos Sólidos

Comentada artigo por artigo – São Paulo/SP: Editora Nova Onda EIRELI – ME, 2016; pg 55

Sumathi.N et al - International Journal of Modern Trends in Engineering and Research

Sumathi.N1, Vignesh.R2 and Madhusudhanan - EXTRACTION, CHARACTERIZATION AND APPLICATIONS OF CHITOSAN FROM FISH SCALES.J3 International Journal of Modern Trends in Engineering and Research (IJMTER) - Volume 04, Issue 4, [April- 2017] ISSN (Online):2349-9745; ISSN (Print):2393-8161

Villen, R.A. (2001). Tratamento biológico de efluentes. In: Lima, U.A., Aquarone, E., Borzane, W. & Schmidell, W. Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos. São Paulo:Edgard Blücher, v. 3.

Weska, R.F., Moura, J.M., Batista, L.M., Rizzi, J. & Pinto, L.A.A. (2007). Optimization of deacetylation in the production of chitosan from shrimp wastes: Use of response surface methodology. Journal of Food Engineering, 80(3): 749-753. (20) St. Paul's Convent School Green Saviour – Chitin and Chitosan