

INFLUÊNCIA DA CONCHA DE MARISCO ASSOCIADA A UM COAGULANTE ORGÂNICO, NA TURBIDEZ E pH DA VINHAÇA.

Laura Costa dos Anjos Rodrigues (1) ; Kelson Carvalho Lopes(1); Márcia Aparecida Cezar(1); Márcia Helena Pontieri(1)
(1) Universidade Federal da Paraíba
laur_acosta@hotmail.com

Resumo

A produção de biocombustíveis vem sendo mundialmente incentivada. A possibilidade de utilizar resíduos de atividades industriais, inclusive resíduos de biocombustíveis como meio de cultura para microalgas para posterior produção de biodiesel, pode ser opção sustentável tanto no ponto de vista energético como ecológico. Considerando-se que no nordeste, as condições climáticas são potencialmente adequadas ao cultivo de microalgas, com temperaturas amenas e sol em abundância a busca de novas espécies de microalgas e meios de cultivo alternativos é certamente uma possibilidade socioeconômica muito promissora. A vinhaça é um resíduo da produção de etanol, abundante no estado da Paraíba, e por apresentar alta concentração de macro e micronutrientes, mostra-se como um meio alternativo de cultivo de microalgas, porém, por seu baixo pH e intensidade de cor e turbidez que impedem a fotossíntese, sua utilização é inviável sem que haja um tratamento prévio desta. Vários resíduos vêm sendo testados e utilizados com o intuito de diminuir a cor e toxicidade de efluentes, entre estes estão às conchas de marisco *Anomalocardia brasiliiana*. O coagulante orgânico TANFLOC SL vêm sendo testado para clarificação de efluentes em substituição dos coagulantes químicos. Este coagulante é um polímero orgânico catiônico de baixo peso molecular, de origem essencialmente vegetal que não altera o pH, por não consumir a alcalinidade do meio ao mesmo tempo que é efetivo em uma faixa de pH de 4,5 a 8,0. Considerando o que foi descrito, este trabalho testou os dois materiais no tratamento da vinhaça com a intenção de diminuir a cor e aumentar o pH para ser utilizada como nutriente nas culturas de microalgas. Para os testes foi utilizado um planejamento fatorial 2³ com ponto central em duplicata. As cascas de marisco foram trituradas, em seguida pesadas e adicionadas às amostras de vinhaça juntamente com o coagulante TANFLOC SL, previamente pesado. Em seguida as amostras assim preparadas foram agitadas por tempo pré-determinado. Após esta etapa, as amostras foram filtradas para determinação de pH e turbidez. Os maiores valores de pH e menores valores de turbidez foram obtidos para as alíquotas cuja quantidade de casca de marisco triturada foi menor (0,5g) e do coagulante TANFLOC SL maior (0,3g). O tempo de agitação não influenciou significativamente os resultados. Com isso conclui-se que os materiais utilizados apresentam bons resultados.

Palavras Chaves: concha de marisco, biocombustíveis, coagulante orgânico.

Introdução

A necessidade de diminuição de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), a tentativa da substituição do petróleo por combustíveis sustentáveis e ainda a busca da minimização os efeitos das emissões veiculares na poluição, principalmente nas grandes cidades; vem fazendo com que a produção de biocombustíveis seja mundialmente incentivada.

Um ponto muito discutido em relação à sustentabilidade dos biocombustíveis é a necessidade de terras para produzi-lo. Segundo (LEITE E LEAL 2007) um hectare cultivado com cana-de-açúcar produz mais de 6 mil litros de etanol por ano, ao passo que esse mesmo hectare plantado com mamona proporciona apenas 500 litros de biodiesel ao ano. Dessa forma, os 13 bilhões de litros de etanol combustível que substituem cerca de 40% da gasolina utilizam pouco mais de 2 milhões de hectares de cana. Para substituir 40% do diesel consumido no Brasil, ou seja, 16 bilhões de litros, seriam necessários 32 milhões de hectares plantados com mamona, o que representa cerca da metade da área cultivada no país. Já os biocombustíveis obtidos a partir das microalgas têm um retorno energético muito mais elevado do que outros biocombustíveis e atendem simultaneamente tanto aos quesitos ambientais como de demanda (GROOM et al., 2008).

Considerando que até 90% do peso da microalga é proveniente do consumo de CO₂ nos cultivos fotoautototróficos, a produção em larga escala de microalgas reduziria as concentrações de carbono na atmosfera. Segundo BROWN e ZEILER (1993), estima-se que cada tonelada de biomassa algal produzida consome cerca de duas toneladas de CO₂ pela fotossíntese, valor este que é de 10 a 20 vezes maior do que o absorvido por plantas oleaginosas.

As algas também podem ser usadas em programas de bioremediação (MUNOZ e GUIEYSSE, 2006) e fixação de nitrogênio, ou na produção de medicamentos e fármacos, alimento e intermediários químicos para o setor petroquímico, bioplásticos, bioquerosene e compostos bioativos diversos (SILVA, 2008; AMBROSI et al., 2012; CHU et al., 2010).

Esses dados demonstram que mesmo com as dificuldades nas práticas produtivas empregadas nos cultivos desses organismos, no ponto de vista socioeconômico o processo é muito promissor, principalmente na região Nordeste do Brasil que apresenta condições climáticas potencialmente adequadas, com temperaturas amenas e sol em abundância. Certamente a busca de novas espécies de microalgas e meios de cultivo alternativos são de grande relevância.

Por outro lado, o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com produtividade média de 75 t/ha. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento CONAB (2017) na safra brasileira 2016/2017, a produção de cana-de-açúcar foi de 657,18 milhões de toneladas e a área colhida de 9, 05 milhões de hectares. Nesta mesma safra, o Estado da Paraíba moeu 4,86 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, com área plantada de 110,3 mil hectares.

A principal aplicação da cana-de-açúcar é a produção de açúcar e álcool. Uma das maiores produções mundiais de etanol está no Brasil sendo voltada para utilização como combustível. O etanol hidratado é utilizado puro e o etanol anidro, misturado à gasolina.

Apesar do etanol ser considerado um combustível limpo com baixa emissão de CO₂, sua produção gera resíduos que podem ser altamente impactantes ao meio ambiente. O resíduo de maior relevância é a vinhaça, com poder poluente cerca de cem vezes maior que o do esgoto doméstico e considerada altamente nociva à fauna, flora, microfauna e microflora das águas doces. Suas principais características são alta concentração de matéria orgânica, pH muito baixo, elevada corrosividade, altos índices de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (FREIRE e CORTEZ, 2000).

Para a produção de um litro de álcool, são gerados cerca de 13 litros de vinhaça, sendo que esta quantidade depende da tecnologia utilizada nas usinas ou destilarias. Apesar da alta carga poluidora, este resíduo apresenta elevada concentração de nutrientes, principalmente potássio (K), e de matéria orgânica. Por este motivo, a aplicação da vinhaça na lavoura, é adotada na maioria das usinas, existindo inúmeros ensaios que comprovam os resultados positivos obtidos na produtividade agrícola, associados à economia dos adubos minerais. Porém ainda existe uma grande preocupação com a alteração de pH e salinidade do solo e de maneira especial com a contaminação dos lençóis freáticos (ROLIM et al., 2013)

Além da utilização como nutrientes em cultivos de cana-de-açúcar, a vinhaça mostra-se um promissor meio alternativo de cultivo de microalgas, desde que haja um tratamento prévio, pois suas características tóxicas, baixo pH, intensidade de cor e turbidez, inviabiliza sua utilização direta (ROLIM et al., 2013).

Os coagulantes, utilizados em sistemas de tratamento de águas e efluentes industriais, poderiam ser utilizados como tentativa de diminuir a turbidez da vinhaça, porém os coagulantes mais utilizados tanto em tratamento doméstico como industrial, são sulfato de alumínio e cloreto férrico que, ao final do tratamento, dão origem a uma lama contendo grande quantidade de metais comprometendo o descarte (CORAL et al., 2009). Os agentes

coagulantes produzidos a partir do tanino são uma alternativa, por serem biodegradáveis, não gerarem resíduos metálicos e apresentarem boa eficiência se adequando aos princípios da química verde (MANGRICH et al., 2014).

Entre os coagulantes orgânicos comerciais está Tanfloc SL, um polímero orgânico-catiônico, de origem essencialmente vegetal, produzido a partir da Acácia Negra, de baixo peso molecular, não altera o pH, por não consumir a alcalinidade do meio, ao mesmo tempo em que é efetivo em uma faixa de pH de 4,5 a 8,0 (TANAC SA 2013).

Outro resíduo que tem gerado preocupação por não ter um destino adequado é formado por conchas de ostras e mariscos. A pesca e comercialização de marisco estão presentes de forma significativa na região litorânea do estado da Paraíba. O beneficiamento destes moluscos gera uma grande quantidade de conchas cujo descarte inadequado pode provocar um desequilíbrio ambiental. As conchas de marisco são ricas em carbonato de cálcio na sua composição, tendo inspirado vários estudos sobre a utilização deste resíduo para produção direta de carbonato de cálcio (HAMESTER E BECKER, 2010), ou para correção de pH de solo (COSTA et al., 2012) ou ainda, utilizando como filtro em tratamentos de efluentes de caprino cultura (SILVA NETO et al., 2012). Segundo Costa et al. (2012) a alta porosidade da casca de marisco contribui para o aumento da solubilidade podendo ser utilizado com sucesso em situações em que é necessário a correção do pH, mesmo quando utilizado em pequenas quantidades.

Diante do exposto,este trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade e melhores condições do uso de coagulante TANFLOC SL, associado ao pó de conchas de marisco para diminuição de turbidez e aumento do pH da vinhaça, possibilitando seu emprego no cultivo de microalgas para posterior produção de biocombustíveis.

Metodologia

Para os testes foram utilizadas conchas de marisco coletadas na praia de Acaú no município de Caaporã no litoral sul da Paraíba.

As conchas foram lavadas em água corrente e secas ao sol. Em seguida foram submetidas a um processo de trituração em moinho de bola para transformá-las em um pó fino, com maior superfície de contato.

Este processo foi realizado utilizando o moinho de bolas do Laboratório de Engenharia e Gestão da Produção Mecânica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Foi utilizado como coagulante uma amostra de TANFLOC SL lote 2487, doado pela

empresa TANAC SL.

As amostras de vinhaça foram cedidas pela usina Japungu, situada no município de Santa Rita-PB.

Para a seleção das melhores condições analíticas foi realizado um planejamento fatorial 2^3 , ou seja, três variáveis (pó do marisco, coagulante orgânico e tempo de agitação) e dois níveis, com ponto central em duplicata, totalizando 18 experimentos. A quantidade de pó da concha de marisco variou de 0,5 a 1,5g, quantidade de coagulante orgânico de 0,1 a 0,3g e o tempo de agitação de 10 a 20 minutos. O volume de vinhaça utilizado para os ensaios foi de 50 mL. Os ensaios foram realizados em ordem aleatória.

Antes da adição do pó da casca de marisco e o coagulante, a vinhaça foi filtrada e foram determinados turbidez e pH da amostra. Em seguida foram preparados os 18 ensaios com adição de pó de casca de marisco, coagulante TANFLOC SL e tempo de agitação estabelecidos no planejamento experimental.

Após cada ensaio, a vinhaça foi filtrada em papel de filtro qualitativo e foram determinados pH e turbidez. Para as medidas de pH foi utilizado um pHmetro digital da marca EVEN modelo (PHS-3E). A turbidez foi determinada utilizando Espectrofotômetro da marca HACH modelo DR/ 2010. Neste equipamento, as medidas de turbidez são feitas utilizando metodologia do fabricante cuja unidade de turbidez é Unidade de Atenuação da Formazina (FAU) (HACH DR/2010).

Apesar deste método ser muito diferente do método oficial para turbidez descrito no *Standard Methods of Chemical Analysis of Water and Wastes* (APHA, 1992), que usa nefelômetros para estas medidas, neste trabalho foi possível utilizá-lo, já que o objetivo aqui era somente saber se haveria redução considerável da turbidez.

Os resultados foram tratados adequadamente utilizando o programa *Statistica 8.0* (StatSoft, 2012), de forma a obter as condições ótimas de clarificação da vinhaça e correção do pH.

Resultados e discussão

Inicialmente, a amostra de vinhaça foi filtrada e foram realizadas medidas de pH e turbidez. Os resultados obtidos foram 4,2 de pH e 271 FAU de turbidez.

Em seguida, os 18 ensaios foram preparados, em ordem aleatória, adicionando em erlenmeyer, 50mL de amostra, as quantidades de pó de casca de marisco, TANFLOC SL e tempo de agitação, conforme o planejamento experimental que estão descritos na Tabela 01.

Após cada ensaio, a vinhaça foi filtrada em papel de filtro qualitativo e foram determinados pH e turbidez.

A Tabela 01 resume o planejamento fatorial 2^3 e os resultados obtidos para as variáveis pH e turbidez.

Tabela 01: Resultados do planejamento fatorial 2^3 com ponto central.

Fatores	Níveis		
	-1 (baixo)	0 (ponto central)	+ 1 (alto)
1: Pó de casca de Marisco (g)	0,5	1,0	1,5
2: Coagulante orgânico (g)	0,1	0,2	0,3
3: Tempo de agitação (min)	10	20	30

Ensaio	Fatores			Respostas					
	1	2	3	pH			Turbidez (FAU)		
				Replicata1	Replicata2	Média	Replicata1	Replicata2	Média
1	0,5	0,1	10	6,83 (10)	6,63 (16)	6,73	8,0	8,0	8,0
2	1,5	0,1	10	6,89 (6)	7,01 (4)	6,95	23,0	23,0	23,0
3	0,5	0,3	10	6,76 (7)	6,60 (5)	6,68	8,0	10,0	9,0
4	1,5	0,3	10	6,86 (2)	6,90 (1)	6,88	10,0	10,0	10,0
5	0,5	0,1	30	6,72 (11)	6,83 (3)	6,78	11,0	19,0	15,0
6	1,5	0,1	30	7,06 (8)	6,93 (12)	7,00	13,0	20,0	16,5
7	0,5	0,3	30	6,73 (9)	6,72 (15)	6,73	5,0	9,0	7,0
8	1,5	0,3	30	6,85 (18)	6,88 (14)	6,87	14,0	12,0	13,0
9	1,0	2,0	20	6,67 (13)	6,75 (17)	6,71	11,0	9,0	10,0

Nota: Número entre parênteses (), depois do valor das replicatas de pH, corresponde à ordem de realização dos ensaios.

Fonte: A autora

Nota-se que o pH, que antes dos ensaios era 4,20, aumentou para valores que variam de 6,60 a 7,06, enquanto que a turbidez que inicialmente, era de 271FAU diminuiu para valores que variam de 7 a 23FAU.

Utilizando o programa *Statistica 8.0* (StatSoft, 2012), os resultados obtidos foram tratados e as condições ótimas de clarificação da vinhaça e correção do pH foram obtidos.

Na Tabela 02 são apresentados os efeitos calculados para o valor de pH. Os resultados em vermelho são os que apresentam significância ao nível de 95% de confiança, sendo que nenhum efeito de interação das variáveis mostrou-se significativo. Na verdade, somente a casca de marisco teve significância, com valor positivo. Este valor indica que, ao usar maiores quantidades de casca de marisco, o valor de pH deve aumentar.

Tabela 02: Efeitos dos fatores individuais e interações para a variável pH.

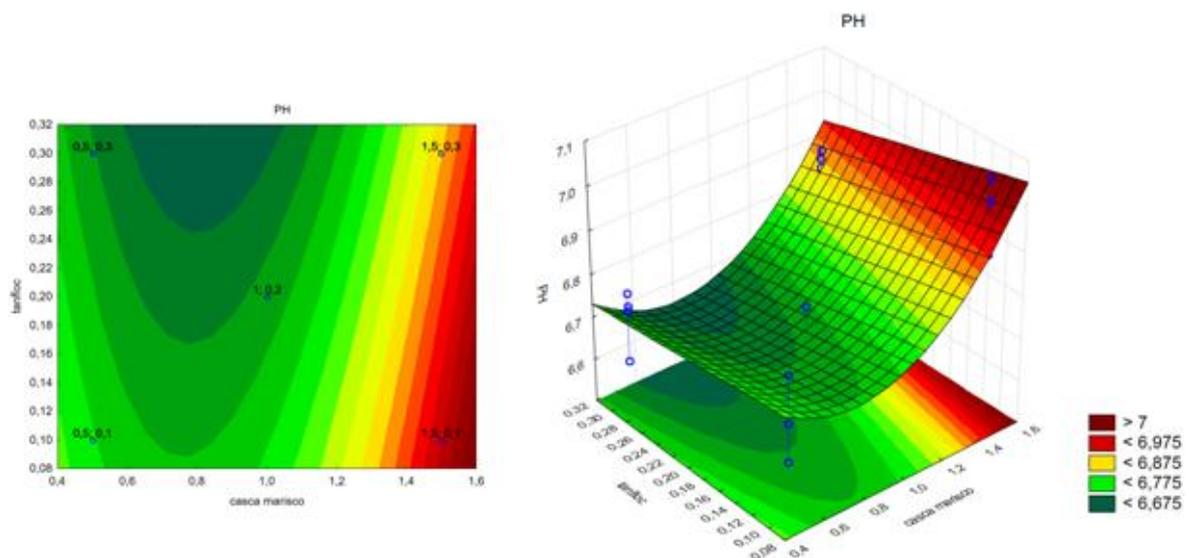
Fatores	Efeito	Erro Padrão	P	Intervalo de Confiança (95%)
Média/Interação	6,710	0,055	0,000	6,588 a 6,832
Casca de Marisco L (1)	0,195	0,039	0,001	0,054 a 0,141
Casca de Marisco Q(1)	0,230	0,116	0,076	0,076 a -0,029
Tanfloc SL L(2)	-0,075	0,039	0,081	-0,081 a 0,006
Tempo de Agitação L (3)	0,030	0,039	0,456	-0,028 a 0,058
Interação 1 e 2	-0,025	0,039	0,533	-0,056 a 0,031
Interação 1 e 3	-0,015	0,039	0,706	-0,051 a 0,036
Interação 2 e 3	-0,015	0,039	0,706	-0,051 a 0,036

Nota: Os valores em vermelho são significativos com 95% de confiança.

Fonte: A autora

A Figura 01 mostra a superfície de resposta e sua respectiva curva de nível para o modelo ajustado aos valores de pH em função do TANFLOC SL e pó do marisco. A área da curva em vermelho escuro corresponde aos maiores valores de pH, confirmando que a maior quantidade de casca de marisco, favorece o aumento de pH.

Figura 01: Superfície de resposta e sua respectiva curva de nível para o modelo ajustado aos valores de pH em função do Tanfloc SL e pó de marisco.



Fonte: A autora

Variação da Turbidez

Da mesma forma, a Tabela 03 apresenta os efeitos calculados para o valor de Turbidez. Os resultados em vermelho são os que apresentam significância ao nível de 95% de confiança. Para a turbidez também nenhum efeito de interação entre as variáveis, foi significativo.

Tanto o pó da casca de marisco como o TANFLOC SL apresentaram efeitos significativos na alteração de Turbidez, porém, o efeito é antagônico, ou seja, o aumento da quantidade do pó da casca de marisco aumenta a turbidez, enquanto que o aumento da quantidade de Tanfloc SL, diminui a turbidez.

Tabela 03: Efeitos dos fatores individuais e interações para a variável Turbidez.

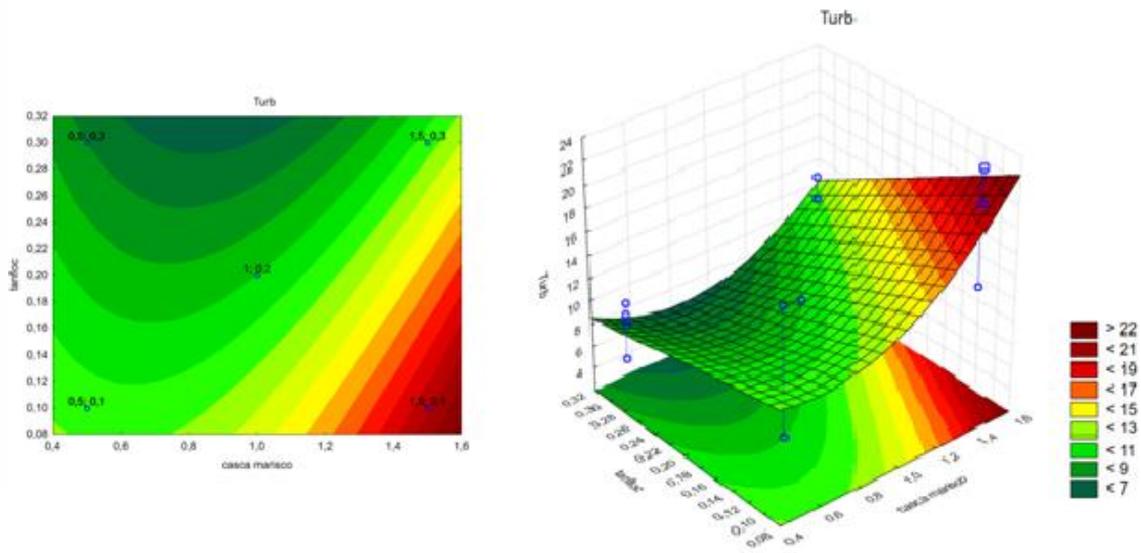
Fatores	Efeito	Erro Padrão	p	Intervalo de Confiança (95%)
Média/Interação	10,000	2,793	0,005	3,776 a 16,224
Casca de Marisco L (1)	5,875	1,975	0,014	1,474 a 10,276
Casca de Marisco Q (1)	5,375	5,926	0,386	-7,828 a 18,578
Tanfloc SL L (2)	-5,875	1,975	0,014	-10,276 a -1,474
Tempo de Agitação L(3)	0,375	1,975	0,853	-4,026 a 4,776
Interação 1 e 2	-2,375	1,975	0,257	-6,776 a 2,026
Interação 1 e 3	-2,125	1,975	0,307	-6,526 a 2,276
Interação 2 e 3	0,125	1,975	0,951	-4,276 a 4,526

Nota: Os valores em vermelho são significativos com 95% de confiança.

Fonte: A autora

A Figura 02 representa a superfície de resposta e a curva de nível para o modelo ajustado aos valores de turbidez em função da variação de TANFLOC SL e casca de marisco. Pode-se observar pelas figuras que tanto a casca de marisco quanto o TANFLOC SL tem efeito sobre a turbidez sendo que o pó de marisco aumenta a turbidez (área da figura em vermelho escuro) e o TANFLOC SL diminui a turbidez (área da figura em verde escuro).

Figura 02: Superfície de resposta e sua respectiva curva de nível para o modelo ajustado aos valores de Turbidez em função do Tanfloc SL e casca de marisco



Fonte A autora

O tempo de agitação não contribuiu para a variação de nenhuma das variáveis estudadas.

Para utilização da vinhaça como nutriente em cultivo de microalgas, o pH deve ser elevado a pelo menos 6 e a turbidez diminuída o máximo possível.

Os experimentos mostram que a casca de marisco tem influência significativa no aumento do pH da vinhaça, porém esta provoca um aumento da turbidez, que é indesejável no cultivo de microalgas. Também é possível notar que a menor quantidade de casca de marisco já é suficiente para que o pH atinja valores maiores que 6,5.

Já o aumento Tanfloc SL diminui significativamente a turbidez das amostras, sem provocar alteração no pH.

O tempo de agitação não influi significativamente na alteração das variáveis pH e turbidez.

Portanto, avaliando todas as respostas em conjunto, com o objetivo de aumentar o pH e diminuir a Turbidez, as condições ótimas do experimento para este fim, é manter a casca de marisco e o tempo de agitação em seus níveis inferiores e o TANFLOC SL em seu nível superior. Ou seja, 0,5 g de casca de marisco, 10 minutos de agitação e 0,3 g de TANFLOC SL para cada 50mL de vinhaça.

É importante salientar que a concha do marisco é um resíduo abundante na costa brasileira e paraibana, sendo descartada nas ruas e encostas dos manguezais em cidades

praianas, o coagulante orgânico TANFLOC SL é biodegradável e de baixo custo (R\$ 2,10 o kg) e a vinhaça também é um resíduo produzido em grandes quantidades na Indústria Sucroalcooleira que é um nicho econômico importante no Estado da Paraíba. Portanto, conseguir utilizar os dois primeiros para o tratamento e adequação da vinhaça para o cultivo de microalgas é tem relevância para o nosso estado.

Conclusões

O estudo mostra que a casca de marisco associada ao coagulante TANFLOC SL são excelentes para a adequação das características da vinhaça ao cultivo de microalgas.

As melhores condições obtidas para o experimento são manter a casca de marisco e o tempo de agitação em seus níveis inferiores e o TANFLOC SL em seu nível superior.

Referências

APHA, American Public Health Association. **Standard Methods of Chemical Analysis of Water and Wastes**, Ed. 18, APHA, 1992, USA.

BROWN, L.M., ZEILER, K.G. **Aquatic biomass and carbon dioxide trapping**. Energy Conv. Manage. 34, 1005–1013, 1993.

CHU, W.-L.; LIM, Y.-W; RADHAKRISHNAN, A. K.; LIM, P.-E. **Protective effect of aqueous extract from Spirulina platensis against cell death induced by free radicals**. BCM Complementary and Alternative Medicine, v. 10, n. 53, p. 3-8, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Levantamento safra brasileira de cana, v. 4 - Safra 2017/18, n. 1 - Primeiro levantamento**, Brasília, p. 1-57, abril 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>, Acesso em: 20 de abril de 2017

CORAL, L. A.; BERGAMASCO R., R.; BASSETI, F. J. **Estudo de viabilidade de utilização do polímero natural (TANFLOC) em substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de águas para consumo**. In: International Workshop Advances in Cleaner Production, 2., 2009, São Paulo. **Resumos**. São Paulo: 2009. p. 1-9.

COSTA, A. R. S.; OLIVEIRA, B. M. C.; ARAUJO, G. V. R. ; SILVA, T. E. P.; GIOVANETTI, S. **Viabilidade do uso de conchas de mariscos como corretivo de solos**. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, nov 2012. Goiânia, GO.

FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. **Vinhaça de cana-de-açúcar**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 203p.

GROOM M J, GRAY E.M, TOWNSEND P.A. **Biofuels and biodiversity: principle for**

creating better policies for biofuel production. Conserv Biol;22:602–9, 2008.

HAMESTER, M. R. R. e BECKER D. **Obtenção de carbonato de cálcio a partir de conchas de mariscos.** 19º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais – CBECiMat, nov 2010, Campos do Jordão, SP, Brasil.

LEITE. R. C.C., LEAL. M .R.; **O biocombustível no Brasil.** Novo estudo, p.1-10.2007.

MANGRICH.A .S. ;DOUMER.M.E;MALLMANN;A.S.;WOLF,C.R,**Química verde no tratamento de água: Uso de coagulante derivado de tanino de *Acacia Mearnsii*.** Revista virtual de química. v.6.n.1.p.2-15,2014. Pesquisado em maio de 2017 em <http://rvq-sub.s bq.org.br>.

MUNOZ, R.; GUIEYSSE, B. **Algal–bacterial processes for the treatment of hazardous contaminants: a review.** Water Res. 40, 2799–2815, 2006.

ROLIM, M. M.; LYRA, M. R. C. C.; DUARTE, A. S.; MEDEIROS, P. R. F.; SILVA, E. F. F.; PEDROSA, E. M. R. **Influência de uma lagoa de distribuição de vinhaça na qualidade da água.** Ambi-Agua, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 155-171, 2013.

SILVA NETO. S.R.; LAVANDER. H.D.;SOUZA. A. B; CARDOSO JÚNIOR. L. O., SILVA. L. O.B.; GÁLVEZ. A. O. **Utilização de conchas de *Anomalocardia brasiliana* como substrato de biofiltros no tratamento dos efluentes de cultivo heterotrófico de camarão marinho em laboratório.** Pesq. agropec. pernamb., Recife, v. 17, n. único, p. 20-23, jan./dez. 2012.

TANAC SA, **Manual pratico para uso em estações de tratamento de água de abastecimento, TANFLOC SL.** p.1-2, 2013; Disponível em <<http://www.tanac.com.br>>. Acesso em 20 de abril de 2017.