

UTILIZAÇÃO DE VINHAÇA COMO MEIO DE CULTIVO DA MICROALGA *CHLORELLA SP*

Laura Costa dos Anjos Rodrigues¹
Riuzuani Michelle Bezerra Pedrosa Lopes²
Arturo Dias da Cruz³

RESUMO

A vinhaça é o efluente oriundo da produção do etanol da indústria sucroalcooleira que é gerada em grande quantidade sendo para cada 1 litro fabricado de etanol gera 13 litros de vinhaça, considerando que ela é rica em nutrientes, é utilizada na fertirrigação de acordo com a legislação tendo apenas esse seu único uso, sendo assim necessário buscar novas utilidades para ela. Considerando que o cultivo de microalgas requer meios ricos em nutrientes, a vinhaça mostra-se como um meio alternativo de cultivo de microalgas, porém pelas suas características tóxicas, intensidade de cor e turbidez que impedem a fotossíntese, torna a vinhaça inviável sem que haja um tratamento prévio, neste trabalho para tratamento da vinhaça foi utilizado um coagulante orgânico para a redução de sua turbidez que era de 270 FAU para 7 FAU e com o pó da concha de marico para a correção do pH que era de 4,3 para 8,0 tornando-a assim a vinhaça viável para o cultivo da microalga *Chlorella sp*. Após o tratamento da vinhaça foi realizado o cultivo de *Chlorella sp* com diluições de 20%, 40% e 50% de vinhaça em balões de 250 ml, sendo o controle com o meio WC, o cultivo foi realizado por 15 dias, o acompanhamento do crescimento foi realizado por fluorescência *in vivo* onde mostrou que o melhor crescimento foi na concentração de 20% em relação ao meio controle, mostrando que esta concentração é a melhor para o cultivo de *Chlorella sp* em vinhaça.

Palavras-chave: resíduo, fonte alternativa, cultivo.

INTRODUÇÃO

A utilização de combustíveis fósseis extraídos de forma incoerente, emana a necessidade de sua redução, alternando a matriz energética, adaptando-a com as necessidades e os recursos disponíveis. Buscando a amenização dos impactos ambientais as ações antrópica e a expansão do consumo de energia que geram impactos ao meio ambiente muitas vezes irreversíveis, que são verificados no aumento dos gases de efeito estufa proveniente do uso de combustível fóssil para geração de energia, busca-se o suprimento energético através de outros recursos, com tecnologias limpas, tais como a oriunda da biomassa, já que o Brasil utiliza da hidrelétrica (SILVA, 2015).

¹ Mestranda do Curso de Energias Renováveis da Universidade Federal da Paraíba, laur_acosta@hotmail.com;

² Orientadora da Pós em Energias Renováveis da Universidade Federal da Paraíba, riuzuani@cear.ufpb.br;

⁴ Mestrando do curso de Energias Renováveis da Universidade Federal da Paraíba, arturo.dias@gmail.com;

A biomassa é considerada mundialmente como uma importante fonte renovável de geração de energia, incluindo energia elétrica e combustíveis veiculares além de ser fonte de calor para equipamentos industriais.

De acordo com a CONAB o etanol é um biocombustível da indústria sucroalcooleira e, portanto, uma forma de energia renovável que tem recebido muita atenção por ser biodegradável e representar uma diminuição nas emissões de CO₂ para a atmosfera. Mais mesmo sendo renováveis, ocorre à geração de resíduos que impactam o meio ambiente, dentre os resíduos gerados pela indústria sucroalcooleira, a vinhaça é o mais importante, devido ao grande volume produzido, para a produção de um litro de álcool são gerados cerca de 13 litros de vinhaça, a alternativa mais utilizada para descarte da vinhaça é a aplicação desta nos solos cultivados com cana-de-açúcar. Atualmente, a prática de aplicação da vinhaça na lavoura, por meio da fertirrigação, é adotada na maioria das usinas, com tecnologia bem conhecida, 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).

Sendo assim, outra possibilidade para o uso da vinhaça pode ser o cultivo de microalgas, segundo (ROLIM *et al.* 2013) o uso de microalgas pode representar uma nova alternativa para o tratamento da vinhaça. Porém, pelas suas características tóxicas e intensidade de cor e turbidez que impedem a fotossíntese, a utilização da vinhaça é inviável sem que haja um tratamento prévio desta, por isso este trabalho realizou o tratamento prévio desta vinhaça para utiliza-la como meio de cultivo da microalga *Chlorella sp.*

Bonini (2012) utilizou a vinhaça como meio de cultivo mixotrófico e heterotrófico da cianofíceia *Aphanothece microscopica Nāgeli* e da *chlorella vulgares*, onde demonstrou que a vinhaça como meio de cultivo de ambas as microalgas com alta conversão em biomassa pela *Aphanothece*. Nestas condições verificaram-se remoções de 55,5% de glicose, 60,8% de DQO e 13% de Potássio para a cianobactéria, e de 83,7% de glicose, 25% de DQO e 13,8% de Potássio para *chlorella*.

Candido (2015) também utilizou a vinhaça filtrada para cultivo de *chlorella vulgaris*. A filtração em argila tipo esmectita e carvão ativado reduziu a turbidez da vinhaça em 65% e elevou o pH de 4,5 para 5,4. O cultivo da alga *Chlorella vulgaris* em concentrações de 20%, 30% e 40% de filtrado diluído em água destilada mostrou que as maiores taxas de crescimento

(0,563 - 0,526 dia⁻¹) foram obtidas a 30% - 40%, enquanto não houve crescimento em qualquer concentração testada de vinhaça bruta.

METODOLOGIA

Coleta dos materiais e tratamento da vinhaça

Para a realização dos experimentos a vinhaça foi coletada em uma usina situada no município de Santa Rita-PB, para a correção do pH da vinhaça foi utilizado pó de concha de marisco onde as conchas foram coletadas na praia de Acaú, litoral sul paraibano, e para a correção da turbidez foi utilizado o coagulante orgânico cationico TANFLOC SL cedido pela TANAC SA, as cepas da microalga *chlorella sp* foi cedida pelo LARBIM (laboratório de Ambientes Recifais Biotecnologia com Microalgas).

Ensaio

Para a realização dos ensaios foi corrigido um litro de vinhaça com 10g de pó de marisco para correção do pH e 6g de TANFLOC SL para correção da turbidez a vinhaça foi filtrada em filtros qualitativos e centrifugada em centrífuga para diminuição de materiais suspensos, foram determinados o pH tendo sido corrigido de 4,2 para 8,0 e a turbidez que foi corrigida de 273 FAU para 23 FAU (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).

Na realização dos inóculos foram utilizados balões de 250ml previamente esterilizado com diluições de 20% 40% e 50% de vinhaça todos em triplicata e água destilada e 3 balões de 250 ml com meio WC para controle.

DESENVOLVIMENTO

Bioenergia

A bioenergia no mundo hoje responde por cerca de 9% do suprimento mundial de energia primária. Muito mais do que qualquer outro tipo de energia, a bioenergia está fortemente relacionada ao sistema de uso da terra e agricultura e silvicultura produção que compõem a bioeconomia global. (IEA, 2017). A bioenergia é uma opção de geração de energia abundantemente sustentável, sendo capaz de permitir que a transição energética ocorra permitindo a diversificação da matriz energética e, portanto, a segurança no abastecimento, bem como o desenvolvimento do setor de transportes movido por biocombustíveis, notadamente etanol e biodiesel (PINTO JR *et al.* 2016).

No Brasil a busca por outras fontes de energias renováveis se deu em meados de 2004 com o esgotamento progressivo das vazões de águas dos reservatórios das hidrelétricas causando uma série de apagões pelo país. Mas, sobretudo, deve-se ao contexto mundial que coloca como uma das prioridades fundamentais a necessidade de enfrentarmos as mudanças climáticas, cujo enfrentamento requer um compromisso, ou seja, conjunto das nações no sentido de tentar mitigar os efeitos da poluição ambiental.

Biomassa

Segundo o IEA A biomassa já é uma significativa fonte de energia, representando mais de 70% de todas as produções de energia renovável, e fazendo uma contribuição para o consumo final de energia em 2015. A biomassa é uma das maiores fonte de energia para geração de eletricidade, pois a inúmeras fontes de biomassa desde a mais conhecida como a biomassa lenhosa como a mais recente estudada biomassa de algas, sabendo-se assim que pode ser produzida com diversas outras bases orgânica.

Segundo (COELHO, 2012). A biomassa pode ser definida mediante diversos conceitos, porém, basicamente, se trata de todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica que pode ser utilizado para produção de energia isso inclui matérias-primas derivadas de animais ou plantas, como madeira e culturas agrícolas, e resíduos orgânicos de fontes municipais e industriais.

Biomassa de alga

Segundo Mata *et al.* (2010). Microalgas ocorrem em todos os ecossistemas da terra, não somente nos aquáticos, mas também terrestres, e englobam uma grande variedade de espécies que vivem em condições ambientais amplamente variáveis. Elas fixam CO₂ da atmosfera através do processo de fotossíntese e suas taxas são até 10 vezes superior à das plantas terrestres (RAMALHO, 2013). A biomassa de algas contém basicamente três componentes: proteínas, carboidratos e óleos naturais. Algumas espécies podem apresentar diferentes composições, sendo que algumas espécies apresentam até 40% de sua massa total como lipídeos. Estes óleos podem ser posteriormente extraídos e convertidos em biocombustíveis (UM; KIM, 2009). De acordo com (HAREL; CLAYTON, 2004), diversas são as aplicações biotecnológicas e industriais de alto valor agregado das microalgas, como por exemplo, na alimentação, indústria farmacêutica e cosmética, e também aplicações ambientais, como por exemplo, o tratamento de águas residuais, fixação de CO₂ e a produção de biocombustíveis. A biomassa microalgal constitui uma das fontes de energia mais promissoras, uma vez que é renovável e neutra em termos de emissões de CO₂ (JORQUERA *et al.* 2010).

Segundo (LEE, 2011), as microalgas apresentam muitas vantagens sobre as fontes convencionais, incluindo a soja, óleo de girassol, óleo de milho e podem ser cultivadas em água salobra e em terrenos não cultiváveis apresentando-se como uma opção atraente como uma fonte de matéria-prima.

Chlorella SP

As microalgas do gênero *Chlorella* pertencem a divisão das algas verdes (*Chlorophyta*) que se caracterizam por apresentar células não flageladas, solitárias ou em colônias da ordem *Chlorococcales* que apresentam como características a predominância das clorofilas a e b sobre os carotenos e possuem também reservas fotossintéticas como o amido cuja formação está associada a pirenóides e lipídios, as espécies desse gênero são unicelulares com 2 a 12 nanômetros, possuem um alto teor de proteínas e a maioria é de água doce. Na sua composição química possuem 53% de proteínas, 23% de carboidratos, 9 % de Lipídios, e 5% de minerais (LIMA *et al.* 1987).

Vinhaça

Apesar do etanol ser considerado um combustível limpo por apresentar balanço zero na produção de CO₂ principal gás de efeito estufa, sua produção gera resíduos que podem ser altamente impactantes ao meio ambiente, o de maior relevância é a vinhaça.

A vinhaça é um efluente de destilarias, formado pela mistura da primeira parte da coluna de destilação mais a flegmaça que é o resíduo da retificação da torre de destilação. Segundo (FREIRE; CORTEZ 2000; PREZOTTO, 2009), apresenta alto poder poluente, porém, grande valor fertilizante, por apresentar um alto teor de potássio e de outros nutrientes importantes a vinhaça é empregada como fertilizante na plantação da cana-de-açúcar. Entretanto, possui propriedades antioxidantes e recalcitrantes, persistindo no solo, provoca a salinização e a lixiviação de nitratos e causa problemas estruturais de permeabilidade e a contaminação das águas subterrâneas (FERREIRA, 2009; PREZOTTO, 2009; UYEDA 2009).

Com relação às águas superficiais, quando lançadas em rios, lagos e reservatórios podem elevar a concentração de nutrientes e causar um aumento excessivo de algas, fenômeno chamado de eutrofização, a eutrofização reduz o oxigênio dissolvido disponível no meio aquático, provocando a morte de organismos anaeróbios. Seu poder poluente é cerca de cem vezes maior que o do esgoto doméstico, devido à alta concentração de matéria orgânica, possui pH baixíssimo, elevada corrosividade, altos índices de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) como pode ser visto na figura 01, e na saída dos destiladores sua temperatura é muito alta. É considerada altamente nociva à fauna, flora, microfauna e microflora das águas doces. (FREIRE; CORTEZ, 2000).

Figura 01: Resíduo com alto potencial poluidor

Vinhaça: Potencial poluidor
Cheiro objetável no armazenamento e disposição no solo (matéria orgânica e enxofre, formando mercaptanas)
O potencial poluidor da vinhaça de uma usina em média (500 m³álcool/dia) equivale a poluição de uma cidade com 1.700.000 habitantes
Alto teor de matéria orgânica , impossibilitando o tratamento e lançamento em corpos de água

Altas concentrações de sais (potássio, nitrogênio e outros) que podem ser lixiviados e contaminar as águas subterrâneas

Fonte: UNICA 2019

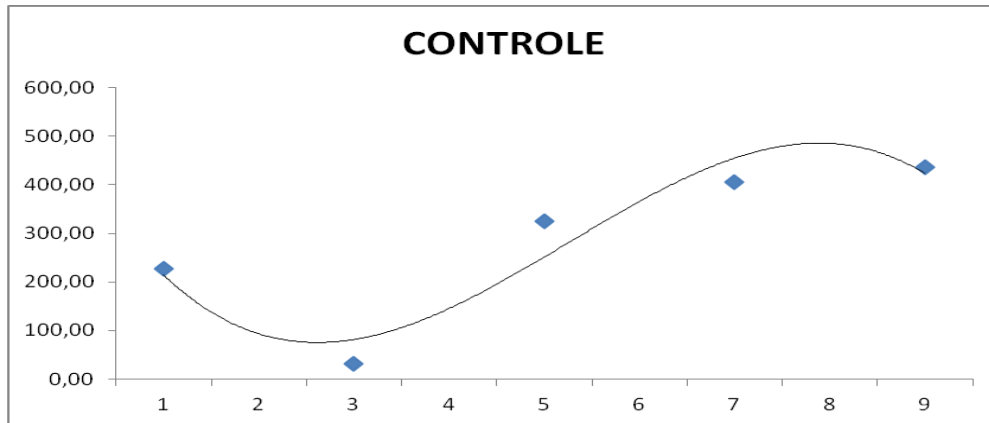
Sua principal constituição é a matéria orgânica, basicamente sob a forma de ácidos orgânicos e, em menor quantidade, por cátions como o K, Ca e Mg, sendo que sua riqueza nutricional vem da origem do mosto. Quando vem de mosto de melaço, apresenta maiores concentrações em matéria orgânica, potássio, cálcio e magnésio, sendo que esses elementos caem bastante quando se trata de mosto direto do caldo de cana de açúcar, como é o caso que ocorre nas destilarias autônomas (ROSSETTO, 1987).

Segundo a CONAB a expectativa da produção brasileira para o etanol total, nesse segundo levantamento da safra 2019/20, é de 31,63 bilhões de litros, isso significa que se para cada litro de etanol são gerados aproximadamente 13 litros de vinhaça serão gerados cerca de 411,19 bilhões de litros de vinhaça. Para tanto é necessário buscar novos trabalhos para utilização da vinhaça para que além da utilização na fertirrigação ela venha a ter outras utilizações, já que é um resíduo gerado em grande escala e a redução do volume de vinhaça gerado na produção é uma problemática que demanda de grandes gargalos tecnológicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

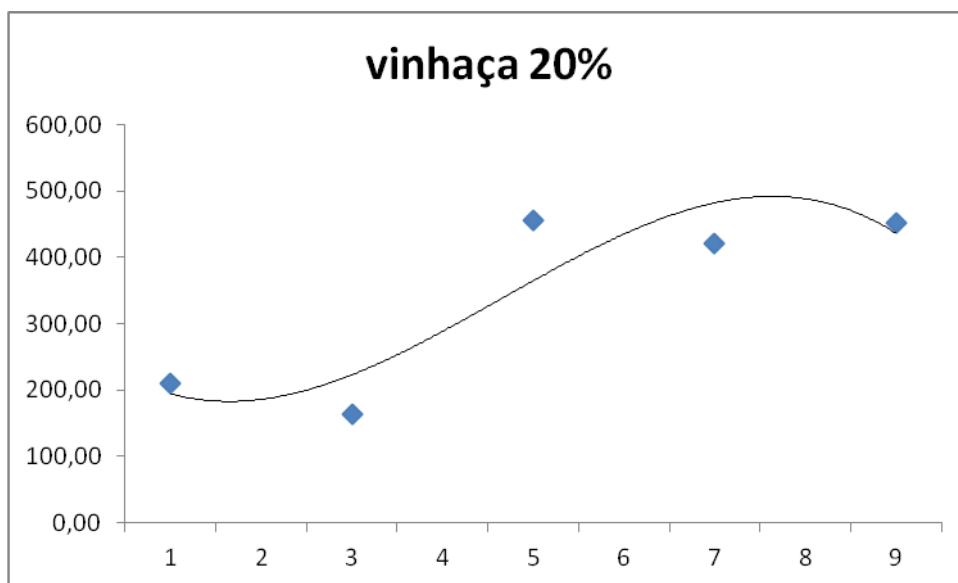
Com as análises de fluorescência realizada com a cepa D359WC durante o cultivo, foi possível perceber que a *Clorella SP* obteve uma curva de crescimento mais acentuada nas diluições a 20% e a 40% de vinhaça, porém, o crescimento mostrou-se mais promissor na diluição a 20% sendo esta diluição a que mais se equiparou ao grupo controle contendo o meio WC como é possível observar nas figuras 02, 03 e 04 e que a diluição a 50% obteve bons resultados mais não se comparado ao grupo controle mostrado na figura 05.

Figura 02: Crescimento em fluorescência com a cepa D359WC *Chlorella sp* cultivada em balões de 250 ml no meio controle WC mantidos sob iluminação artificial e a 25°C.



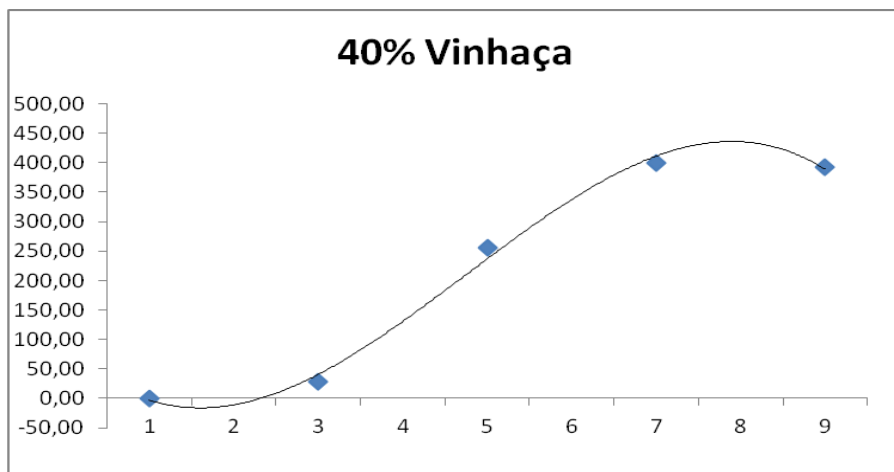
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 03: Crescimento em fluorescência com a cepa D359WC *Chlorella sp* cultivada em balões de 250 ml na diluição de 20% de vinhaça mantidos sob iluminação artificial e a 25°C.



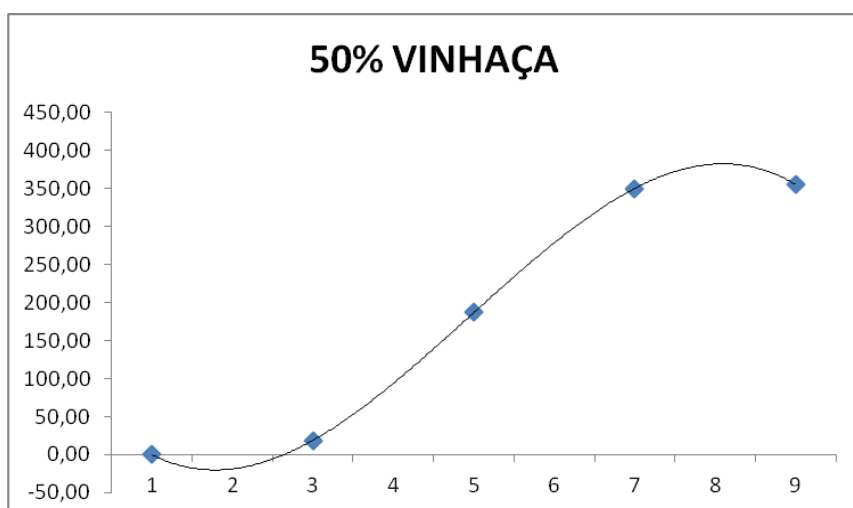
Fonte: Elaborada pela autora

Figura 04: Crescimento em fluorescência com a cepa D359WC *Chlorella sp* cultivada em balões de 250 ml na diluição de 40% de vinhaça mantidos sob iluminação artificial e a 25°C.



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 05: Crescimento em fluorescência com a cepa D359WC *Chlorella sp* cultivada em balões de 250 ml na diluição de 50% de vinhaça mantidos sob iluminação artificial e a 25°C.



Fonte: Elaborada pela autora

Vieira (2013), que também pesquisou o cultivo de *chorella sp* em vinhaça verificou que obteve resultados satisfatórios tendo o melhor crescimento com a diluição de 10%.

Já Andrade (2010), em sua pesquisa com cultivo de *Chlorella sp* também em vinhaça obteve os melhores resultados de crescimento também com a diluição a 20%, se assemelhando a esta pesquisa, maiores resultados foram alcançados com *chlorella sp* em outras pesquisas como a de Calixto e colaboradores (2016), onde em sua pesquisa afirma que as melhores respostas obtidas no acompanhamento do crescimento de *chorella sp* foram de 25% sendo que os cultivo foram realizados com esgoto doméstico municipal.

No acompanhamento do crescimento em fluorescência do cultivo da microalga em balões mantido sob iluminação artificial e a 25°C, foi possível perceber que ocorreu um acentuado crescimento da microalga no cultivo em 20% em relação ao meio controle este resultado pode estar relacionado as condições nutricionais da vinhaça nessa concentração e ao fato de ter menos matérias suspensas do que nas outras concentrações, pois o acúmulo de material suspenso interfere no cultivo de microalgas, podemos observar que a fase estacionária no cultivo em vinhaça e ocorreu aproximadamente em 9 dias, quando no meio controle WC no mesmo tempo, ainda estava na fase exponencial podendo indicar que com a vinhaça o crescimento ocorre mais rápido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo demonstrou que cultivar *Chlorella sp* em 20% de vinhaça é viável se comparada ao meio controle. Contudo é necessário o cultivo em escala maior para a obtenção de biomassa suficiente para a realização de análises para saber sua concentração de lipídios, carboidratos, proteínas entre outras para determinar qual é o tipo de aproveitamento energético que será dada a essa biomassa.

REFERÊNCIAS

COELHO, S. Biomassa como fonte de energia. *In*: Francisco, G. J.; Paletta, C. F. G. J. *et al.* **Energias Renováveis**. São Paulo: Blucher, 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro2016.pdf. Acesso em: 25 nov. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Levantamento safra brasileira de cana. **CONAB**, v. 4, n. 1, p. 1-57, ago. 2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>, Acesso em: 25 ago. 2019.

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

HAREL, M.; CLAYTON, D. **Feed formulation for terrestrial and aquatic animals**. US Patent. [S.I.:s.n.] Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/fb/2b/2a/29105051aa5b80/WO2004080196A2.pdf>. Acesso em: 6 set. 2019

IEA. International Energy Agency. World Energy Investment. France: Paris, 2017.

LEE, D. Algal biodiesel economy and competition among bio-fuels. **Bioresour Technol**, v. 102, n. 1, p. 43-49, 2011. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852410010151?via%3Dihub>. Acesso em: 6 set. 2019.

LIMA, P. A. P. *et al.* Manual da Pesca. Ceará: Fortaleza, 1987.

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. 2010. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 1, p. 217-232, 2010. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109001646>. Acesso em: 6 set. 2019.

PREZOTTO, P. **Biodegradação do carbono orgânico, mineralização do nitrogênio e alterações químicas em solos tratados com vinhaça**. 2009. Dissertação (Mestrado em gestão de recursos ambientais) – Instituto Agrônomo, São Paulo, 2009.

RAMALHO, F. M. P. **Avaliação Ambiental do uso de Microalgas na Produção de Biodiesel: Revisão Bibliográfica Sistemática**. 113 f. Dissertação (Mestrado Energia e Bioenergia) - Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2013.

TANAC. **ISO14001**. Tanfloc SL é um polímero orgânico-catiônico de baixo peso molecular, de origem essencialmente vegetal. Disponível em:
https://www.tanac.com.br/sites/default/files/CT_TANFLOC_SL_PT_0.pdf. Acesso em: 20 ago.

UYEDA, C. A. **Influência da aplicação de vinhaça na condutividade hidráulica do solo saturado e no escoamento superficial**. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

UM, B. H.; KIM, Y. S. Review: A chance for Korea to advance algal-biodiesel technology. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 15, n. 1, p. 1-7, 2009. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1226086X09000240>. Acesso em: 6 set. 2019.