

A BIODIGESTÃO ANAERÓBIA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL APLICADA NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE FECULÁRIAS DE MANDIOCA.

VERA GARCIA CORRÊA LEITE ¹, MARCELO SILVA FERREIRA ²,
³ PATRÍCIA CAVANI MARTINS DE MELLO

¹ Pós graduação em Química Ambiental; IMESA/FEMA, Assis SP, email: veraequara@yahoo.com.br

² Prof. MSc., Químico Industrial - (APMESP - Associação dos Produtores de Mandioca e derivados do Estado de São Paulo), Assis SP, email: msferreiraquimico@bol.com.br

³ Prof. MSc. Química Dos Recursos Industriais, IMESA/FEMA, Assis SP, email: patricia.cavani@hotmail.com

RESUMO: O Brasil ocupa posição de destaque mundial na agroindústria da mandioca que tem a raiz da planta (*Manihot esculenta*) como fonte de matéria prima para a produção de farinha, farofas e extração do amido. O problema é que assim como qualquer indústria estas empresas geram resíduos sólidos e líquidos, entre estes com maior destaque para a manipueira, um líquido leitoso amarelado gerado em grandes quantidades e que se caracteriza pelo seu alto potencial tóxico poluidor. A biodigestão anaeróbia vem sendo utilizada nas empresas deste setor, porém, com uma visão mais direcionada para a produção do biogás. Assim, o presente trabalho objetivou-se avaliar o potencial do processo de biodigestão anaeróbia como tratamento de resíduos líquidos provenientes de feculárias. As águas residuárias geradas pelas feculárias foram coletadas e analisadas através de parâmetros físico-químicos, tais como: DBO, pH, Cianeto entre outros, antes e depois de passar pelo biodigestor. Os resultados foram interpretados de acordo com normas vigentes específicas para o lançamento de efluentes em corpos d'água e mostraram que o processo da biodigestão anaeróbia apresenta viabilidade técnica e financeira na geração e aproveitamento do biogás e na remoção de matéria orgânica reduzindo em até 99% a taxa de DBO, porém, é necessário uma otimização dos parâmetros do processo ou mesmo um tratamento complementar para que o efluente possa ser lançado em corpo d'água.

PALAVRAS-CHAVE: BIOGÁS; MANDIOCA; MANIPUEIRA; TRATAMENTO.

THE ANAEROBIC DIGESTION AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE APPLIED IN THE TREATMENT OF WASTE WATER FROM CASSAVA STARCH FACTORY.

ABSTRACT: Brazil occupies a world prominent position in agribusiness of cassava that has the root of the plant (*Manihotesculenta*) as a source of raw material for the production of flour, manioc flour and starch extraction. The problem is that just like any industry these companies generate solid and liquid wastes, among them most notably for manipueira, a yellowish milky liquid generated in large quantities and is

characterized by its high potential toxic polluter. Anaerobic digestion has been used in companies of this sector, however, with a more focused view for the production of biogas. Thus, this study aimed to evaluate the potential of anaerobic digestion process as treatment of liquid waste from starch manufacturers. The wastewater generated by the starch factories were collected and analyzed using physicochemical parameters, such as BOD, pH, cyanide among others, before and after passing through the digester. The results were interpreted according to current regulations specific to the effluent discharge into bodies of water and showed that the process of anaerobic digestion presents technical and financial viability in the generation and use of biogas and organic matter removal reducing up to 99% the rate of BOD, however, an optimization of the process parameters, or even a complementary treatment is necessary so that the effluent can be discharged into the water body.

KEYWORDS: BIOGAS; CASSAVA; MANIPUEIRA; TREATMENT.

INTRODUÇÃO

O setor de produção de mandioca no Brasil ocupa espaço de destaque mundial, dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), CONAB (Companhia Nacional do Abastecimento), com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), colocam o país entre os principais produtores mundiais deste tubérculo. Em 2014, segundo o IBGE, a área plantada foi de 2,1 milhões de hectares com previsão de safra superior a 23 milhões de toneladas.

A mandioca, assim como é conhecida a raiz da planta (*Manihot esculenta*) serve como fonte de energia, pois é rica em carboidratos e está presente nas refeições diárias da população sendo utilizada na alimentação humana em forma de farinhas, polvilho, cozida, frita, e na alimentação animal. Além deste fator, a industrialização e beneficiamento da mandioca e seus derivados aumentaram consideravelmente o que justifica o crescimento na produção desta planta. Para fins industriais, o processo de transformação resulta na fécula de mandioca, servindo de matéria-prima para outras indústrias na fabricação de gomas, colas, embalagens, tintas, na farmacêutica, mineração, petrolífera, adesivos, papel, celulose, explosivos, calçados e têxteis.

O processo da industrialização da mandioca acontece em fábricas conhecidas como farinhas ou casas de farinha, já as que industrializam o amido são conhecidas como fecularias. De pequeno a grande porte, estas indústrias precisam lidar com os resíduos que são gerados no processo que, se não forem descartados corretamente, podem ocasionar sérios problemas ao meio ambiente, principalmente aos corpos hídricos.

A manipueira é um efluente industrial resultante da transformação da mandioca, possui cor amarela, de alta umidade, gerado em grande volume na prensagem da massa da raiz. Suas principais características são a elevada carga orgânica e alto teor de cianeto. Possui efeito deletério ao meio ambiente se armazenada ou descartada incorretamente, sem um prévio tratamento.

Neste trabalho analisou-se a manipueira em laboratório e suas características quanto a valores de DBO, DQO, cianeto entre outros, que são apresentadas no item resultados e discussão. Sabe-se que a composição da manipueira pode variar sobre tudo quanto à sua carga orgânica e de cianeto devido a fatores, tais como: variedade da planta e condições climáticas (Fioretto, 1994).

Nas indústrias de mandioca este resíduo é diluído através da mistura de outro resíduo líquido resultante da lavagem da mandioca. A mistura da manipueira com águas residuais (águas de lavagem) minimiza seu potencial poluidor, mas não elimina a necessidade de tratamento. O lançamento das águas residuais em corpos hídricos sem um prévio tratamento pode ocasionar problemas de poluição ambiental, contribuir para a alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas das águas, a fauna ictiológica e a flora local desencadeando risco ao bem estar público comprometendo o solo, modificando sua estrutura natural, prejudicando a diversidade dos ecossistemas, ocasionando perda de diversidade.

Além do alto teor de carga orgânica, a manipueira contém outro agravante para os corpos hídricos e para o solo, um composto cianogênico, o Cianeto cuja ação tóxica se dá através da hidrólise da enzima linamarase, logo após a mandioca ser colhida, nas primeiras etapas do processo industrial liberando glicose, acetona e ácido cianídrico. O Cianeto é volátil e decompõem por ação bacteriana em águas com pH igual ou maior que 8,0 em cursos d'água natural. A sua degradação natural é um dos métodos mais utilizados pelas empresas onde os principais fatores atrelados ao descarte da manipueira são a volatilização de ácido cianídrico, a hidrólise do Cianeto livre, a foto decomposição, ação microbiana in loco e a precipitação de compostos insolúveis, confinando os efluentes industriais por um longo período, ocasionando uma degradação ambiental paulatinamente.

Empresas do setor (agroindústria de mandioca) vêm nos últimos anos, sendo observadas com mais cuidados em virtude de seu potencial resíduo, no caso, a manipueira, e assim buscam neste cenário se adaptar as normas ambientais, tentando aliar sustentabilidade, conciliar desenvolvimento e novas fontes de renda. Nesse cenário soma-se o papel exercido pelos órgãos fiscalizadores que de acordo com leis específicas e direcionadas a destinação de resíduos, obrigam as empresas a assumirem responsabilidades sociais e ambientais, através de projetos que incluem a proteção ao meio ambiente.

O tratamento mais comum utilizado pelas farinheiras e fecularias é o sistema simples com lagoas de decantação e de estabilização que não se mostra mais eficiente devido ao grande volume do efluente. No fim o que acontece é que quase sempre o efluente acaba sendo destinado a algum córrego ou rio mais próximo ou ainda acaba por ser utilizada na ferti-irrigação, nem sempre passam por avaliações químicas para controle de seu potencial poluidor, a impermeabilização das lagoas quase sempre não ocorre e não se respeita nem mesmo o tempo de retenção adequado a redução da carga poluidora.

Uma das formas de se tratar a manipueira que vem surgindo dentro do setor de industrialização da mandioca é o seu aproveitamento na geração do biogás. Investir em biodigestores através de lagoas impermeabilizadas e construídas para captar o biogás parece ser um bom caminho e que, aliás, já se desponta como grande alternativa para

resolver ao mesmo tempo os dois “problemas” citados acima: sanar os problemas ambientais com a manipueira com a exigência de um tratamento eficiente e econômico. Não há dúvida nenhuma que a idéia realmente parece boa, pois o tratamento utilizando um biodigestor irá resultar em redução da carga poluidora e ainda gerar o biogás como fonte de energia, porém, é preciso avaliar as características do efluente e compará-lo a valores máximos permitidos por normas específicas para lançamento de efluentes em corpos d’água e assim obter dados indicativos de seu potencial como tratamento.

Em seu trabalho titulado em Avaliação de Tratamento de Manipueira em Biodigestores Fase Acidogênica e Metanogênica (2000), a autora Barana A.C indica o uso de biodigestores anaeróbios, em função da produção de metano a partir do tratamento desse resíduo. Nogueira (1992) aponta o biogás como uma alternativa energética viável e aponta o processo da biodigestão como forma de otimização do uso da manipueira como biofertilizante. Segundo o autor o processo da biodigestão, além da geração do biogás, reduz a carga orgânica e o potencial tóxico deste resíduo facilitando a absorção de nutrientes. Já para Machado (2013) o tratamento biológico possui grande eficiência no tratamento de águas residuárias concentradas ou diluídas, obtendo tecnologias de baixo custo econômico e energético.

Neste contexto, o presente estudo objetivou-se analisar o processo de biodigestão anaeróbia de águas residuárias de feculárias de mandioca visando à produção de biogás e discutir esta forma de aproveitamento como uma alternativa de tratamento sustentável comparando valores físico-químicos com os parâmetros legais pertinentes a legislação específica. As feculárias que contribuíram para objetivo do trabalho têm seus biodigestores construídos de fase única, isto é, as reações hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese (quatro fases do processo da biodigestão) decorrentes de ações de bactérias aneróbias ocorrem todas em uma espécie de balão inflável convertendo a matéria orgânica em gases (principalmente metano e dióxido de carbono) que compõem o biogás.

MATERIAIS E MÉTODOS

Três feculárias localizadas nas cidades de Ibirarema - SP, São Pedro do Turvo - SP e Palmital - SP foram escolhidas para servirem como fonte das coletas das amostras. As três feculárias utilizam-se do biodigestor anaeróbio como uma forma sustentável de tratamento de águas residuárias e aproveitam o biogás como fonte de energia utilizada em caldeira. Os nomes das empresas por motivos éticos não são informados neste trabalho e para facilitar o entendimento do trabalho às feculárias são denominadas como feculárias IBI, SPT e PMT respectivamente como referencia as cidades de Ibirarema, São Pedro do Turvo e Palmital. As feculárias processam em média 70 toneladas de mandioca por dia cada uma. Em média, para cada tonelada de mandioca processada estima-se um volume de 300 litros gerados de manipueira e que o volume de água usada na etapa de lavagem da mandioca é de 1000 litros/tonelada (CEREDA et al, 1994) logo cada fecularia gera, portanto 21000 litros de manipueira utilizam 70000 litros de água resultando num montante de 91000 litros de águas residuárias.

As amostras analisadas foram coletadas em maio de 2014 e os parâmetros avaliados foram DBO, DQO, Cianeto, Potássio, Nitrogênio amoniacal total, Nitrogenio

Kjeldahl, sólidos sedimentáveis, pH e temperatura. As amostras coletadas foram mantidas em caixas térmicas sob refrigeração a $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e encaminhadas para laboratórios certificados pelo Inmetro em Marília e São Paulo. A figura abaixo mostra um biodigestor anaeróbio semelhante aos construídos pelas fecularias e que vem sendo cobichados por outras empresas do setor e indicam os dois pontos de onde se realizou a coleta das amostras (caixa de entrada e caixa de saída).



Figura 1: Digestor anaeróbio: Demanda de pequena área e de construção simples. (Fonte: <http://www.redepeabirus.com.br>. Acesso em 24/08/2014).

As análises foram realizadas conforme procedimentos da CETESB seguindo a metodologia de análises do Standard methods forem de Examination of Water and Wastewater APHA AWWA WEF, 22^a ed.

Os resultados analíticos e a possível eficiência do sistema de biodigestão como alternativa de tratamento e aproveitamento de biogás foram interpretados de acordo com o Decreto nº 8.468/76 regulamento pela Lei nº 997/76 e CONAMA 357/2005 e 430/11, que alterou e complementou a resolução 357/2005.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo da biodigestão utilizado pelas fecularias de mandioca tem como finalidade a redução de carga orgânica poluente, redução de seu potencial tóxico e a produção e captação do metano na forma de biogás. Para o processo é importante destacar que fatores como temperatura, pH e presença de compostos tóxicos interferem no seu rendimento, porém, este controle não é efetuado pelas fecularias incluídas neste trabalho que tem seus biodigestores construídos de fase única. Visando destacar o potencial poluidor da manipueira, analisou-se este resíduo *in natura* (Fecularia PAM). Para as outras fecularias (IBI e SPT) analisaram-se águas residuárias, isto é, manipueira diluída com águas de lavagem da mandioca. Os resultados estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos avaliados em águas residuárias coletadas na entrada e saída dos biodigestores de três feculárias.

Parâmetros Físico-químicos.	Fecularia PAM		Fecularia IBI		Fecularia SPT	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída
DBO (5d, 20°C) mg/O ₂ L	31900	112	7840	1030	5480	88
DQO mg/O ₂ L	65000	378	13300	3520	11130	289
Sólidos sedimentáveis(mL/L)	-----	<0,3	-----	3,2	-----	<0,3
Cianeto (mg/l)	51,3	<0,10	14,1	<0,10	0,15	<0,10
pH	5,1	7,4	5,5	6,1	7,2	7,9
Temperatura (°C)	26,5	23,2	27,5	28,2	26,1	25,2
Potássio (mg k/L)	2084	432	528	418	538	124
Nitrogênio Amo. Total (mg/L)	67,6	96,6	15,7	64,4	4,40	74,3
Nitrogênio Kjeldahl (mg/L)	719	189	215	169	18,6	89,4

Para o parâmetro Sólido sedimentáveis, analisou-se somente o efluente na saída do biodigestor conforme procedimentos da CETESB.

A tabela indica valores que servem para caracterizar tanto a manipueira *in natura* quanto as águas residuárias resultante da mistura da manipueira com águas de lavagem da mandioca.

Os elevados valores de DBO, DQO e cianeto caracterizam o potencial poluidor tóxico da manipueira. A tabela indica também valores significativos de nutrientes como potássio e nitrogênio, portanto um resíduo que pode ser ainda aproveitado como biofertilizante.

Nas feculárias e nas casas de farinhas, costuma-se misturar a manipueira com a água de lavagem, isto é, com as águas utilizadas nas etapas de lavagem da mandioca. Esta mistura acaba diluindo a manipueira que tem, portanto, valores reduzidos quanto a DBO, DQO, Cianeto entre outros parâmetros, mas, que não deixam de caracterizá-la quanto ao seu aspecto poluidor.

A tabela mostra que a Fecularia PAM apresentou um valor muito alto de DBO, DQO e de Cianeto na entrada do biodigestor em relação às demais feculárias, tal fato se explica por ser a única fecularia onde se fez a coleta da manipueira *in natura*, sem misturas com as águas de lavagem de mandioca.

Quando comparamos os valores e características do efluente (manipueira e águas residuárias) quanto a DBO, DQO e de cianeto, observamos que a biodigestão anaeróbia pode funcionar como um tratamento deste resíduo. Para os valores da DBO observa-se que houve redução de 99% quando comparamos os valores referentes à fecularia PAM que utilizou no período em que se realizou este trabalho apenas manipueira *in natura* como matéria prima para a biodigestão. Comprovando a eficiência do processo e a ação das bactérias, observa-se que para as feculárias IBI e SPT houve redução de 87% e 98% respectivamente.

Para o objetivo deste trabalho, avaliou-se e comparou-se as características do efluente (águas residuárias de feculárias) com os valores máximos permitidos de acordo com as legislações específicas para descarte de efluente em corpo d'água (**Legislação estadual: Regulamento da Lei nº 997/776, aprovado pelo Decreto nº 8.468/76 e legislação federal: CONAMA 357/430**).

A tabela abaixo traz os valores máximos permitidos de acordo com as legislações pertinentes.

Tabela 2 – Valores limites definidos por legislações específicas para lançamento de efluente em corpo d’água.

Parâmetros	Decreto 8468	CONAMA 357/430
Cianeto (CN ⁻) (mg/L)	0,20	1,0
DBO (mg/L)	60	5,0
pH	5 - 9	5 - 9
Sólidos sedimentáveis (ml/L)	1,0	-
Temperatura (°C)	< 40°C	< 40°C

Os parâmetros indicados na tabela acima são fundamentais para a avaliação das características do efluente e de sua avaliação para descarte em corpo d’água.

Segundo o Decreto Estadual nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, art. 2º - fica proibido o lançamento ou a liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo. Art. 3º inciso IV - com intensidade, em quantidade e de concentração ou com características que, direta ou indiretamente, tornem ou possam tornar ultrapassáveis os padrões de qualidade do meio ambiente estabelecidos neste Regulamento e normas dele decorrentes.

De acordo com a Resolução CONAMA 430/11 que alterou e complementou a Resolução 357/2005 em seu artigo 27, as fontes potencial ou efetivamente poluidoras dos recursos hídricos deverão buscar práticas de gestão de efluentes com vistas ao uso eficiente da água, à aplicação de técnicas para redução da geração e melhoria da qualidade de efluentes gerados e, sempre que possível e adequado, proceder à reutilização.

Para melhor visualização e discussão dos dados colhidos no trabalho, o gráfico abaixo traz os valores de DBO, DQO e CN-, característicos do efluente antes e após passar pelo tratamento comparado aos limites estabelecidos na legislação pertinente.

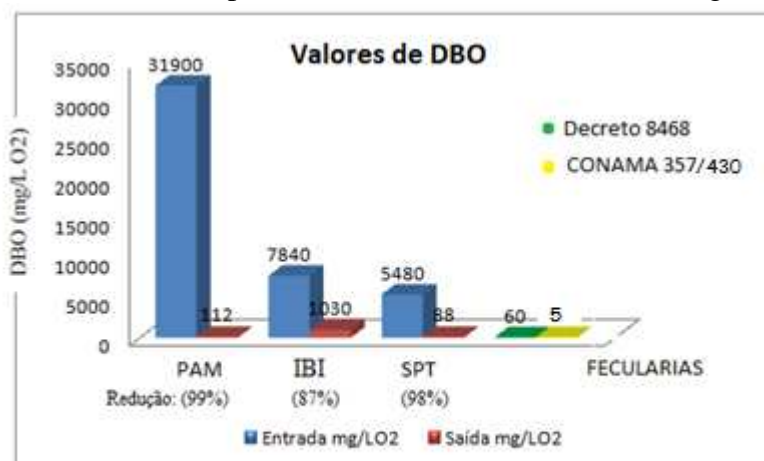


Gráfico: Comparação (entrada e saída do biodigestor) da DBO dos efluentes das três feculárias e valores máximos permitidos pela legislação.

De acordo com o gráfico os efluentes não podem ser descartados em corpo d’água, pois os valores quanto a DBO destes efluentes estão acima dos valores máximos permitidos pela legislação (CONAMA 357/430 e Decreto 8468/SP).

Por isso é necessário um tratamento complementar ao processo da biodigestão utilizado por estas empresas ou otimização do próprio processo no biodigestor já que as fecularias não se utilizam de nenhum dispositivo de controle de temperatura e de pH, parâmetros estes importantes para o rendimento na produção do biogás e consequentemente na redução de matéria orgânica.

Para os valores da DQO o do Cianeto, os gráficos a seguir seguem a mesma tendência, isto é, redução de seus valores, confirmando que o processo da biodigestão resulta além da geração e aproveitamento do biogás, em um tratamento eficaz para o efluente destas fecularias.

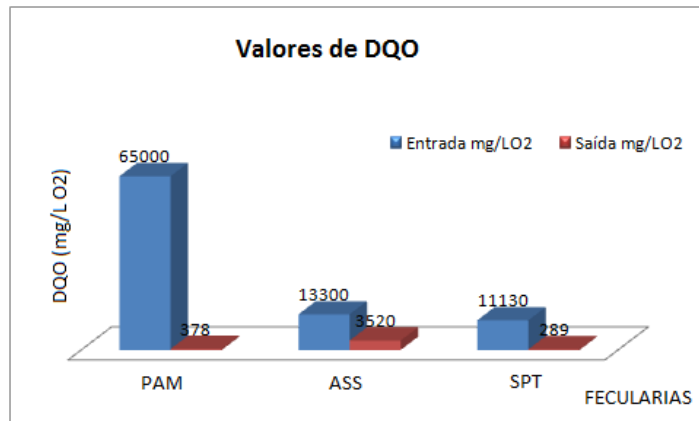


Gráfico: Comparação (entrada e saída do biodigestor) da DQO dos efluentes das três fecularias.

Para o gráfico acima vale ressaltar que a legislação não traz valores máximos específicos de DQO para descarte de efluente, não há legislação pertinente que obrigue o monitoramento através deste parâmetro, mas com objetivo de salutar esta discussão efetuou-se análise deste parâmetro (DQO), pois o mesmo pode ser utilizado para medir o conteúdo de matéria orgânica dos efluentes líquidos industriais.

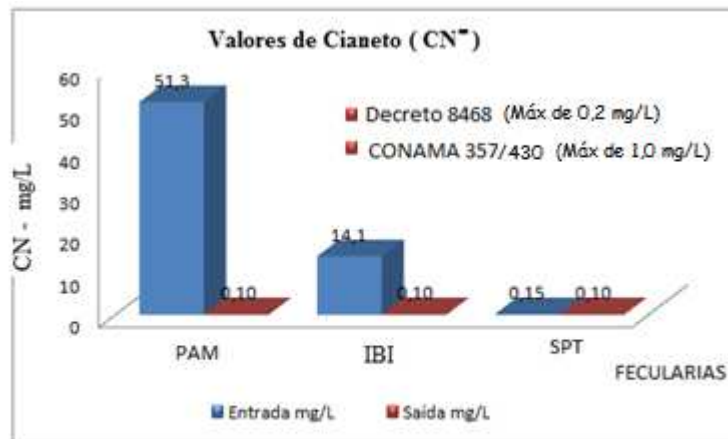


Gráfico: Comparação (entrada e saída do biodigestor) do CN - dos efluentes das três fecularias e valores máximos permitidos pela legislação.

Para os valores de cianeto os efluentes das três fecularias possuem valores menores que 0,2 mg/L e estão dentro dos valores máximos permitidos pela legislação. De acordo com Motta (1985), a redução de cianeto nesse processo pode chegar a 97% o

que traz vantagens ao meio, tais como: reduz a matéria orgânica e o uso dos recursos naturais além da proteção nos mananciais.

Os valores obtidos neste trabalho quando comparados aos valores máximos estabelecidos pela legislação específica, indicam que o processo da biodigestão anaeróbia apresenta viabilidade técnica e financeira na geração e aproveitamento do biogás e na remoção de matéria orgânica reduzindo em até 99% a taxa de DBO, porém, é necessário uma otimização dos parâmetros do processo ou mesmo um tratamento complementar para que o efluente possa ser lançado em corpo d'água. Sabe-se que o processo de biodigestão utilizados por estas empresas são de uma única fase, isto é, contínuos e que as bactérias têm especialidades quanto ao pH e temperatura do meio.

Quanto ao efeito sustentável e a produção do biogás o que pôde se perceber nestas fecularias é que houve uma redução de até 70% no consumo de lenha e conseqüentemente uma redução muito significativa com os gastos já que o biogás acaba por ser utilizado na caldeira substituindo parcialmente esta biomassa.

Observando-se a tabela também não se deve ignorar valores significativos de nutrientes como potássio e nitrogênio, portanto um resíduo que também tem potencial para uso como biofertilizante, evidentemente que após novos estudos e com legislações regulamentadas direcionadas para esta finalidade.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos em comparação com as especificações legais e, considerando o projeto de biodigestores construídos pelas fecularias, conclui-se:

O sistema mostrou-se eficiente para o tratamento de águas residuárias de fecularia de mandioca, mesmo para a manipueira 'in natura' ou diluída.

Mesmo sem haver controle de pH e de temperatura, os sistemas, reduzem o potencial tóxico e poluidor dos efluentes, levando-o a uma aproximação dos valores legais estabelecidos.

As análises físico-químicas comprovaram que o efluente tratado através da biodigestão atendeu parcialmente aos parâmetros legais para a disposição em corpo d'água, porém, deve-se ser implantado um pós-tratamento para a remoção de matéria orgânica e de nitrogênio amoniacal.

As Fecularias aproveitam o biogás gerado na secagem da farinha e do amido e tiveram uma redução de até 70% do consumo de lenha utilizada comprovando ser a biodigestão uma forma sustentável aplicada no tratamento de seus efluentes já que este processo minimiza os impactos ambientais causados pelas empresas na industrialização da mandioca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BARANA, C. A. **Digestão Anaeróbia de Manipueira. (Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca)**, série; Culturas de Tuberosas Amiláceas latino Americanas – Volume IV. Fundação Cargil, 2001. Pg 151.

BIOGÁS - CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São

Paulo; Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/mudancas-](http://www.cetesb.sp.gov.br/mudancas-climaticas/biogas)

[climaticas/biogas](http://www.cetesb.sp.gov.br/mudancas-climaticas/biogas). Acesso em 18/09/2014.

CEREDA, M.P., **Resíduos da industrialização de mandioca no Brasil**. In: Resíduos da Industrialização da mandioca São Paulo. Editora Paulicéia, **p.28-34 1994**.

FERREIRA, W.A. et al **Manipueira: Um Adubo Orgânico em Potencial**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001.

FIORETTO, R. A. **Uso direto da manipueira em fertirrigação**. In: Cereda, M. P. Industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo: Paulicéia, 1994.

FIORETTO, R. A. **Uso Direto Da Manipueira Em Fertirrigação. (Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca)**, série; Culturas de Tuberosas Amiláceas latino Americanas – Volume IV. Fundação Cargil, 2001. Pg 67.

GUIA PRÁTICO DO BIOGÁS: GERAÇÃO E UTILIZAÇÃO. Ed. 5. 2010. Disponível em: <http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/1/e/leitfadenbiogas-por-finalweb-20131002.pdf> . Acesso em setembro de 2014.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=sp&tema=lavouratemporaria2012>. Acesso em 11/05/2014.

INOUE, K.R.A. **Produção de Biogás, Caracterização e Aproveitamento Agrícola do Biofertilizante Obtido na Digestão da Manipueira**. Viçosa, MG, 2008.

MACHADO, E. P. **Análise de Eficiência de Tratamento de Manipueira em Reator Anaeróbio de Fluxo Vertical com Separação de Fases**. Campo Mourão, 2013.

NOGUEIRA, L. A. H. **Biodigestão: A alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1992.

PANTAROTO, S., CEREDA, P. M. **Limarina e Sua Decomposição No Meio (Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca)**, série; Culturas de Tuberosas Amiláceas latino Americanas – Volume IV. Fundação Cargil, 2001. Pg 39.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto 8468 DE 8 DE SETEMBRO DE 1976. Aprova o Regulamento da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente**. Acesso em 6 mar 2011]; Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Institucional/documentos/Dec8468.pdf>.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DE SÃO PAULO.

Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/relatorio-aguas-superficiais-2013-parte1.pdf>. Acesso em 19/05/2014

BRASIL. RESOLUÇÃO nº 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em 13/05/14.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA 357/05. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>.

Acesso em 13/05/14.