

ANÁLISE DA CARGA ORGÂNICA DA MANIPUEIRA EM CASAS DE FARINHA

Analysis of the organic load of Cassava wastewater in flour houses

Resumo:

A poluição do meio ambiente, atrelada ao crescimento da demanda de produção de alimentos, com ênfase na agropecuária, faz com que as agroindústrias necessitem cada vez mais de sistemas de produção sustentáveis. O processamento de mandioca para a produção de farinha é responsável pela geração de resíduos poluentes. Dentre esses resíduos, encontra-se a manipueira que é um agente poluidor dezenas de vezes superior ao esgoto doméstico. Este trabalho teve como objetivo estudar a carga orgânica gerada pelos efluentes industriais das casas de farinha do agreste de Pernambuco. Foi realizada a caracterização da manipueira analisando os parâmetros de DQO, DBO, Níveis de pH, Sulfetos, Sulfatos, Sólidos Totais, Sólidos Totais Voláteis, Sólidos Totais Fixos, Sólidos Decantáveis, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total e Fósforo Total. E pode-se observar que as cargas de DQO e DBO se mostraram acima dos valores encontrados na literatura para esse mesmo efluente, indicando grande potencial poluidor.

Abstract:

Pollution of the environment, coupled with the growth of demand for food production, with an emphasis on agriculture, makes agro-industries increasingly in need of sustainable production systems. Cassava processing for the production of flour is responsible for the generation of waste pollutants. Among these residues, there is the Cassava wastewater that is a polluting agent tens of times superior to the domestic sewage. The objective of this work was to study the organic load generated by the industrial effluents from flour houses in Pernambuco. The characterization of the cassava wastewater was performed by analyzing the parameters of COD, BOD, pH Levels, Sulphides, Sulphates, Total Solids, Volatile Total Solids, Total Fixed Solids, Decant Solids, Ammoniacal Nitrogen, Total Nitrogen and Total Phosphorus. It can be observed that the COD and BOD loads were above the values found in the literature for this same effluent, indicating a great polluting potential.



Isabelle Cristine Prohmann Tschoeke¹, Luanna Ferreira da Silva¹, André Felipe De melo Sales Santos¹, Thiberio Pinho Costa Souza¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns. E-mail: isabelletschoeke@gmail.com

Contato principal

Isabelle Cristine Prohmann Tschoeke¹



Palavras chave: Manipueira, Efluente, DBO, DQO

Keywords: Cassava wastewater, effluent, DBO, DQO



INTRODUÇÃO

A mandioca é amplamente consumida, em especial nos locais de baixo poder tecnológico (AGOSTINI, 2007), sendo assim, o Brasil representa 15% da produção mundial. Porém estudos indicam redução do consumo desta raiz, proporcionalmente à melhor distribuição de renda no país. Dados do IBGE, de 2009, indicam que há variações do consumo de farinha de mandioca, sendo 34,2 kg; 15,7kg; 1,5kg; 1,1kg e 1,4kg, para as regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-oeste, respectivamente. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011) define a farinha de mandioca como: o produto obtido de raízes de mandioca, do gênero *Manihot*, submetidas a processo tecnológico adequado de fabricação e beneficiamento. O processo de fabricação pode ser resumido nas seguintes etapas: recepção das raízes, descascamento, lavagem, trituração, prensagem, peneiramento, torração (secagem), peneiramento, torração final, resfriamento e ensacamento (BRASIL, 2011). Nas etapas de processamento é inerente a produção de resíduos sólidos e efluentes proporcional à quantidade de raízes, gerando cerca de 18% de cascas; 30% de manipueira e 24% de crueira (aglomerados) e perdas com a evaporação. Dentre os resíduos gerados, destaca-se a preocupação com a manipueira, pois a mesma tem elevado potencial poluente, 25 vezes maior que o esgoto. Além disso, observa-se elevada toxidez, devido a um glicosídeo (linamarina) que quando hidrolisado, converte-se em glicose, acetona e ácido cianídrico. O descarte indiscriminado deste efluente causa sérios problemas ambientais, dentre eles: poluição das águas, morte de animais, mau cheiro e alterações físico-químicas do solo (BARROS, 2008). A manipueira apresenta dificuldade no tratamento convencional por que além do ácido cianídrico, ela apresenta elevadas concentrações de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda biológica de oxigênio (DBO). A DQO é um parâmetro fundamental nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais e quando realizada simultaneamente com a DBO pode-se constatar a biodegradabilidade de efluentes (AMORIM et al., 2013). Devido a isso, os despejos provenientes das casas de farinha contribuem para o impacto ambiental. Antes de se buscar alternativas de solução, é necessário mapear a carga orgânica gerada por esses efluentes. Logo, é de fundamental importância que se faça um estudo dos efluentes industriais gerados pelas casas de farinha da região. Este trabalho teve como objetivo estudar a carga orgânica gerada pelos efluentes industriais das casas de farinha do agreste de Pernambuco.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Garanhuns-PE e cidades circunvizinhas situadas no Agreste Meridional de Pernambuco, Brasil. A primeira etapa teve como objetivo a identificação das agroindústrias de mandioca que se encontravam em produção e posterior coleta das amostras,

seguida das determinações da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). O trabalho se concentrou no processo de produção de farinha mais precisamente na etapa de prensagem em que se obtém o efluente (manipueira).

Foram realizadas visitas de acompanhamento, ao longo de um ano, e coletadas amostras da manipueira nas casas de farinha. As amostras foram coletadas no momento da prensagem, acondicionadas em frascos de polietileno de 1L, conservadas sob refrigeração e transferidas ao laboratório de química da Universidade Federal Rural de Pernambuco no campus de Garanhuns onde foram analisadas. A determinação dos parâmetros de DQO e DBO, seguiu os métodos descritos no Standard Methods 5220D e 5210D respectivamente. Para a prospecção de adequação ao tratamento, foi seguido o estudo de Von Sperling (1995), no qual dependendo da magnitude da relação DQO/DBO, pode-se tirar conclusões sobre a biodegradabilidade do efluente e do método de tratamento utilizado (AMORIM, 2013). Além das análises da Demanda Química de Oxigênio e Demanda Bioquímica de Oxigênio, também foi realizado um estudo dos principais parâmetros que compõe as amostras, sendo eles: Níveis de pH, Sulfetos, Sulfatos, Sólidos Totais, Sólidos Totais Voláteis, Sólidos Totais Fixos, Sólidos Decantáveis, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Total e Fósforo Total. Essas análises foram feitas de acordo com a metodologia de SMEWW (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição média das amostras coletadas na extração de farinha de mandioca gerada pelas casas de farinha de Garanhuns e região, encontra-se na Tabela 1. Foi determinado no efluente investigado pH de 3,96. A literatura apresenta valores de pH ácido para efluentes da produção de farinha de mandioca. Fioretto (2001) encontrou os seguintes valores de pH: 3,3; 3,9; 4,0 e 4,2 para quatro diferentes amostras de manipueira enquanto Barros et al. (2008) encontraram pH 3,6 para a manipueira coletada numa casa de farinha de mandioca em Pombos (PE).

O sulfato é precursor do S^{2-} em meio anaeróbio, com a consequente produção de odores de H_2S . Na análise realizada dos efluentes de produção das casas de farinha, o valor obtido de sulfato foi de 1050 mg/L. Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), o teor recomendável para a concentração de sulfato em água potável deve ser inferior a 500 mg/L. E em muitos países recomendam uma faixa entre 250 a 500 mg/L de sulfato como limite máximo em efluentes e em águas para diversos usos, humanos e animais (INAP, 2003). Dessa forma o valor encontrado encontra-se fora dos limites de segurança. Os sulfetos são formados pela redução dos SO_4^{4-} e proteínas em meio anaeróbio ou se originam de efluentes de curtumes. O nível de concentração encontrado de sulfeto foi de 24,15 mg/L (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização físico-química das amostras da manipueira bruta.

Parâmetros	Média
pH	3,96 mg/L
Sulfetos	24,15 mg/L
Sulfatos	1.050 mg/L
Sólidos Totais	110.225 mg/L
Sólidos Totais Voláteis	78.320 mg/L
Sólidos Totais Fixos	31.905 mg/L
Sólidos Decantáveis	230 mg/L
Nitrogênio Amoniacal	2 mg/L
Nitrogênio Total	110 mg/L
Fósforo Total	396 mg/L
DQO	158,347 mg/L
DBO	108,354 mg/L
DQO/ DBO	0,58

Essa concentração foi bem abaixo do descrito por Richter et. al (2003), os quais estabeleceram que sulfetos são bastantes tóxicos acima de 200 mg/L. De acordo com a Resolução n° 357 de 2005 do CONAMA, é permitido uma concentração máxima igual a 500 mg.L⁻¹, de SD, portanto, o efluente se encontra dentro das normas estabelecidas, visto que a concentração de sólidos decantáveis no efluente foi de 230 mg/L (BRASIL,2005). De acordo com a Tabela 1, os valores obtidos de sólidos totais e sólidos voláteis foram respectivamente 110.225 mg/L e 78.320 mg/L, valores estes acima dos encontrados pelos autores Cereda (2011), e Barana et al. (2000), em trabalho similar. O valor obtido de sólidos totais fixos encontrado (31.905 mg/L) foi muito superior ao encontrado na literatura (3,12 mg/L) com estudo do efluente líquido da extração de fécula de mandioca, comprovando que as concentrações de compostos poluentes contidos nos efluentes líquidos de fecularias são inferiores as concentrações verificadas na manipueira das farinheiras. Quanto ao valor obtido de nitrogênio total, este foi inferior ao encontrado por Giongo (2011) 116, 48 mg/L e superior ao encontrado por Pastore (2010) 105 mg/l. Quanto ao fósforo, obteve-se valor superior aos encontrados por Giongo (2011) e Pastore (2010), respectivamente 26,86 e 0,83 mg/L. A presença de nitrogênio e fósforo na manipueira a torna atrativa para uso como meio de cultivo de bactérias, devido à importância desses elementos no metabolismo desses microrganismos. De acordo com a Resolução n° 430 de 2011 do CONAMA, o valor de nitrogênio amoniacal deve ser no máximo de 20,0 mg/L, entretanto o valor encontrado no efluente analisado foi de 2 mg/L, se mostrando dentro da especificação (BRASIL, 2011).

Os problemas ambientais, causados pela disposição inadequada deste resíduo, decorrem basicamente do alto valor de sua DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), associado ao grande volume produzido (CEREDA, 2001). O valor médio da DBO encontrada em manipueira varia de 14.000 mg O₂/L até 34.000 mg O₂/L (FIORETTO, 1987), valores muito acima da média encontrada neste trabalho, 108.354 mg O₂/L. Segundo Horsfall e Abia (2003), a maior parte da matéria orgânica da manipueira é

devido a presença de açúcares solúveis, fibras, resíduos de cascas e outros compostos orgânicos oriundos da mandioca. As amostras do efluente da produção de farinha apresentaram elevado conteúdo de matéria orgânica expressa em DQO cujo valor médio foi de 158.357 mg O₂/L (Tabela 1) valor acima do encontrado na literatura. Salgueiro et al. (2009) determinaram valor de DQO de 37.908 mg O₂/L para amostras da manipueira coletada no município de Pombos em Pernambuco. Feiden (2001) determinou valores de DQO entre 20.930 e 92.000 mg O₂/L para águas residuais da produção de farinha de mandioca. Entretanto, a legislação brasileira não determina o valor máximo permitido para DQO em lançamento de efluentes industriais, contudo os valores determinados demonstraram a presença de elevada carga poluidora (BRASIL,2005). Observa-se que a manipueira apresentou elevados valores médios de DBO (185.000 mg O₂/L) e DQO (108.354 mg O₂/L), indicando uma grande quantidade de matéria orgânica presente nesse resíduo. Em conjunto, esses dois parâmetros podem ser úteis para indicar a biodegradabilidade de um efluente. Quanto menor for a relação DQO/DBO, maior é a biodegradabilidade do resíduo, que, nesse caso, estabeleceu-se em 0,58, indicando ser um resíduo biodegradável. Segundo Jardim e Canela (2004) se a relação DQO/DBO < 2,5 o mesmo é facilmente biodegradável.

CONCLUSÃO

Nas análises realizadas do efluente das casas de farinha do agreste Pernambucano, pôde-se observar que, as cargas de DQO e DBO se mostraram acima dos valores encontrados na literatura para esse mesmo efluente, indicando grande potencial poluidor, sendo dezena de vezes mais poluente do que o esgoto doméstico. Dessa forma, esse efluente ao ser lançado no corpo receptor leva uma grande carga poluente, sendo necessário o seu tratamento prévio ou sua utilização como fertilizante, controlador de pragas, na alimentação animal, na produção de tijolos, na produção de biogás, dentre outros reaproveitamentos. Entretanto, a relação DQO/DBO, útil para indicar a biodegradabilidade de um efluente, se mostrou menor que 2,5 o que indica que o efluente analisado (manipueira) é facilmente biodegradável.

AGRADECIMENTOS

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal de Pernambuco e ao Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, M. R. **Produção e utilização de farinha de mandioca comum enriquecida com adição das próprias folhas desidratadas para consumo alimentar.** 2007. 96 f Dissertação (Mestrado em Agronomia) -

- Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0146.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2017.
- AMORIM, M. C. C. et al. **Relação d_{qo}/d_{bo5} em efluentes da agroindústria da mandioca (manipueira) no submédio do vale do São Francisco, Brasil.** In: III Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. São Pedro, 2013. Anais... São Pedro, 2013. Disponível em: <http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/in_tec_017_Miriam Amorim. PD>. Acesso em: 27 ago. 2017.
- BARANA, A. C. **Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores fase acidogênica e metanogênica.** 2000. 95f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.2000.
- BARROS, G. S, et al. **Impacto ambiental de efluentes de unidades produtoras de farinha de mandioca do rio Tapacurá.** In: Simpósio de engenharia ambiental, 2008, São Paulo. Anais... São Paulo: ASBEA, 2008. 1 CD-ROM.
- BRASIL, **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705>>>.pdf. Acesso em: 26 ago. 2017.
- BRASIL, **Resolução CONAMA nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em: 26 ago. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 52**, de 7 de novembro de 2011. Regulamento Técnico da Farinha de Mandioca na forma da presente Instrução Normativa e dos seus Anexos I, II e III. Disponível em: <<http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/Farinhad eMandiocaIN522011.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2017.
- CEREDA, M.P. Caracterização dos Subprodutos da Industrialização da Mandioca. In: CEREDA, M.P. (coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.** (Série: Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas). São Paulo: Cargill, 2011. v. 4, p.13-37.
- FEIDEN, A. **Tratamento de águas residuárias de indústria de fécula de mandioca através de biodigestor anaeróbico com separação de fases em escala piloto.** 2001. 90f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2001.
- FIORETTO, R.A. **Manipueira na fertirrigação: efeitos sobre a germinação e produção de algodão (*Gossypium hirsutum* var *hirsutum* L.) e milho (*Zea mays*L.).** Semina, 1987. v. 8, n.1, p.17-20.
- FIORETTO, A. R. Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: _____. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. p. 138-151.
- GIONGO, C. **Produção de ácidos graxos voláteis por biodigestão anaeróbia da manipueira.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Paraná. 2011.
- HORSFALL, J.; ABIA, A. A. Sorption of cadmium (II) and zinc (II) ions from aqueous solutions by cassava waste biomass (*Manihot esculenta* crantz). **Water Resource**, 2003. v. 37, p. 4913-4923.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=44>. Acesso em: 26 ago. 2017.
- INTERNATIONAL NETWORK FOR ACID PREVENTION (INAP). **Treatment of sulphate in mine effluents.** International network for acid prevention. 2003. p. 129. Disponível em: <http://www.inap.com.au/public_downloads/Research_Projects/Treatment_of_Sulphate_in_Mine_Effluents_-_Lorax_Report.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2017.
- JARDIM, W. F.; CANELA, M. C. **Fundamentos da Oxidação Química No Tratamento de Efluentes e Remediação de Solos.** UNICAMP. Campinas.2004.
- PASTORE, N. S. **Avaliação de diferentes fontes de nitrogênio e sacarose na produção de ácido cítrico por *Aspergillus niger* usando manipueira como substrato.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Paraná. 2010.
- PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. Microbiologia: conceitos e aplicações. v. 1. 2. ed. São Paulo: **Markron Books**, 2004.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO, N. J. M. **Tratamento de Água** – Tecnologia Atualizada. 5. ed. São Paulo – SP. 2003.

SALGUEIRO, A. A. et al. **Monitoramento da qualidade de água do rio Tapacurá - um estudo de caso**. In: Gestão integrada de ambientes costeiros e impactos ambientais. Recife: Universidade Católica de Pernambuco, 2009. v. 5, p. 13-23.

SMEWW, Standard methods for the examination of water and wastewater: **Physical-chemical analysis of water**, 22st Edition, 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução À Qualidade Das Águas E Ao Tratamento De Esgotos**. 2.ed. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais. 1996. v. 3.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking-water quality**. Genebra, 2008. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf>. Acesso em: 26 de ago. de 2017.