

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

TRATAMENTO DA MANIPUEIRA POR OZONIZAÇÃO ASSOCIADO A COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO

Vanessa Leifeld⁽¹⁾; Thiago Atsushi Takashina⁽²⁾; Luciana Igarashi Mafra⁽³⁾.

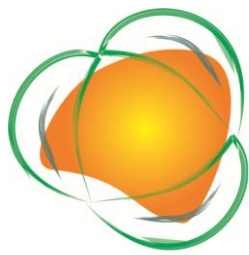
- (1) Doutoranda; Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos; Universidade Federal do Paraná; Curitiba, Paraná; Brasil. vaneleifeld@gmail.com. (41) 3361-3273. Rua Francisco H. dos Santos, s/n, Jardim das Américas, CEP 81531-980.
- (2) Doutorando; Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos; Universidade Federal do Paraná; Curitiba, Paraná; Brasil. thiagotakashina@gmail.com.
- (3) Professora, Departamento Engenharia Química; Universidade Federal do Paraná; Curitiba, Paraná; Brasil. luciana.igarashi@gmail.com.

Eixo Temático: Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

RESUMO - A manipueira é um resíduo líquido proveniente da fabricação de fécula e farinha de mandioca, extremamente poluente quando liberado em corpos d'água. Processos convencionais por si só não são efetivos no seu tratamento; assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da ozonização para o tratamento da manipueira, em conjunto com o processo clássico de coagulação/floculação. Na caracterização do efluente, observou-se os altos teores de DQO ($16884,44 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$), COT ($2892,4 \text{ mg L}^{-1}$), turbidez (171 NTU) e sólidos totais ($0,912\%$), além de pH ácido ($3,74$), evidenciando quanto o rejeito pode ser danoso. Com a aplicação de coagulação/ floculação, reduções de DQO acima de $11000 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$ foram atingidas. O tratamento sequencial de ozonização reduziu em cerca de 57% o valor da DQO ($7106,67 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$) e em termos de turbidez, foi alcançada uma redução de 74% ($44,73 \text{ NTU}$) em relação ao efluente original. Os resultados obtidos indicaram que o tratamento coagulação/floculação seguido do processo de ozonização forneceu alta remoção de DQO e turbidez do efluente.

Palavras-chave: Efluentes agroindustriais. Processo Oxidativo Avançado. Tratamento primário. Tratamento terciário.

ABSTRACT - Manipueira is a liquid waste derived from the manufacture of starch and cassava flour, extremely pollutant when released in water bodies. Conventional processes alone are not effective in their treatment; thus, the aim of this study was to evaluate the potential of ozonation for treatment of manipueira, together with classic process of coagulation/flocculation. In characterization of the effluent, was observed the high COD contents ($16884,44 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$), TOC ($2892,4 \text{ mg L}^{-1}$), turbidity (171 NTU) and total solids ($0,912\%$), in addition to acid pH ($3,74$), showing how the waste can be harmful. With application of coagulation/flocculation, COD reductions were above $11000 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$. Sequential treatment of ozonation reduced about 57% the COD value ($7106,67 \text{ mgO}_2 \text{ L}^{-1}$) and in terms of turbidity, it was achieved a reduction of 74% ($44,73 \text{ NTU}$) compared to original effluent. Results show that treatment coagulation/flocculation followed by ozonation process provided high removal of COD and turbidity of the effluent.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

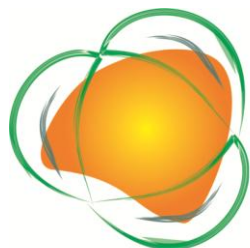
Key words: Agroindustrial effluent. Advanced Oxidation Processes. Primary treatment. Tertiary treatment.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz), da família Euphorbiaceae, é a raiz tuberosa mais importante das regiões tropicais e subtropicais do mundo, com uso no processamento industrial, na alimentação humana e animal (VIANA et al., 2014). Quando utilizada para produção de farinha e extração/purificação da fécula, gera resíduos líquidos constituídos de água de lavagem e de prensagem, esta última conhecida como manipueira. Durante o processo, a cada uma tonelada de raiz, é gerado um volume médio igual a 0,25 m³ de manipueira (NASU et al., 2010). Este efluente, além de volumoso, contém elevada carga orgânica, atribuída a presença de altas concentrações de carboidratos (amido, celulose, hemicelulose) (ZHANG et al., 2016).

Como consequências da liberação deste rejeito sem tratamento, observa-se a redução do oxigênio dissolvido, eutrofização e redução da capacidade de autodepuração dos corpos d'água, além de morte da fauna aquática e dos animais que consomem a água com excesso de gás cianídrico, liberado após o rompimento celular da estrutura da mandioca (CAMPOS et al., 2006; RAJBHANDARI & ANNACHHATRE, 2004). Apesar de serem encontradas várias referências aos rejeitos do beneficiamento da mandioca e aos tratamentos de efluentes, o destino final da manipueira ainda é incerto. Há relatos de baixa eficiência na remoção de cor (CHINWETKITVANICH et al., 2000), elevado gasto energético e excessiva produção de biomassa em sistemas aeróbios (VIDAL et al., 2000), baixa eficiência de remoção de nutrientes como nitrogênio (KAEWKANNETRA et al., 2009) e fósforo, longos tempos de retenção hidráulica em anaerobiose e espaço requerido para instalação das lagoas/filtros (MARTÍN-RILO et al., 2015). Nestas circunstâncias, é indispensável a pesquisa focada nas técnicas de tratamento de efluentes que apresentem menor custo e maior rendimento em degradação de matéria orgânica.

Coagulantes e floculantes são frequentemente utilizados como tratamento primário de efluentes. Além de aumentar o tamanho, a coagulação/floculação promove a desestabilização e agregação das partículas coloidais e finamente divididas, formando flocos maiores e mais densos, passíveis de separação (LIANG et al., 2016). O fenômeno é observado com o emprego de agentes coagulantes como sulfato de alumínio [Al₂(SO₄)₃], sulfato ferroso (FeSO₄), cloreto férrico (FeCl₃) e policloreto de alumínio (PAC) e polímeros sintéticos como floculantes (SCHOENHALS; SENA; JOSÉ, 2006). Já os Processos Oxidativos Avançados (POA) são alternativas no tratamento terciário de efluentes industriais para completa oxidação ou mineralização de contaminantes orgânicos não tratáveis por técnicas convencionais - por sua alta estabilidade química, baixa biodegradabilidade e composição complexa e/ou muito concentrada - em processos conduzidos a temperatura ambiente e a pressão atmosférica (MATILAINEN & SILANPÄÄ, 2010; OLLER et al., 2011). Portanto, os POA têm sido empregados por serem



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

considerados tecnologias limpas (pela destruição de poluentes com a completa mineralização), aumentarem a biodegradabilidade e diminuir a toxicidade de rejeitos quando aplicados como pré ou pós-tratamento, capazes de degradar compostos orgânicos dissolvidos e até mesmo poluentes emergentes que não poderiam ser destruídos por métodos convencionais de tratamento (CARLOS et al., 2012; LUTTERBECK et al., 2015).

Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o processo coagulação/floculação seguido do processo de ozonização para o tratamento de manipueira.

Material e Métodos

O efluente utilizado foi oriundo da produção de fécula de mandioca de uma empresa da região norte central paranaense. Para fins de caracterização da amostra, foram determinados o pH (potenciômetro), turbidez (turbidímetro), DQO [colorimetria de refluxo fechado segundo descrito em APHA (1998)], COT (analisador de carbono Shimadzu TOC 5000-A), sólidos totais, voláteis, fixos [gravimetria segundo descrito em A.O.A.C. (2000)] e sedimentáveis [método do cone Imhoff segundo NBR 10561 (1988)].

Para adequar as melhores condições do pré-tratamento da manipueira, foi realizado um planejamento experimental 3^2 , com quatro repetições no ponto central, variando-se o pH e a concentração da solução de FeCl_3 para coagulação, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Planejamento experimental empregado nos experimentos de coagulação.

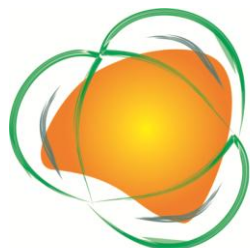
Experimentos	pH	[FeCl_3]
1	0	+1
2	+1	0
3	-1	-1
4	-1	0
5	+1	+1
6	0	-1
7	+1	-1
8	-1	+1
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0

OBS: O ajuste do pH foi realizado adicionando-se gotas de solução de NaOH 10%.

As condições adotadas para todos os ensaios experimentais estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Condições dos ensaios.

Variável	-1	0	+1
----------	----	---	----



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

pH	5,0	6,0	7,0
[FeCl ₃] (mg L ⁻¹)	800	1000	1200

Para cada ponto do planejamento, a coagulação/floculação foi conduzida com 250 mL de efluente bruto, 10% (v/v) da solução coagulante e 2% de polímero catiônico (agente floculante). As amostras foram agitadas durante 10 minutos (5 minutos de agitação rápida na adição de agente coagulante e 5 minutos de agitação lenta na adição de floculante), após a coagulação e posterior filtração das amostras foi realizada a DQO resultante de cada ponto do planejamento. A partir de um teste de médias para esta análise (teste de Tukey, $\alpha = 0,05$, utilizando o *software* Statistica - Stat Soft®, versão 10), foi fixada uma condição de pH e concentração de FeCl₃.

A amostra selecionada na etapa de coagulação/floculação (200 mL) foi submetida a ozonização utilizando um gerador de ozônio O3R (50% O₃ com fluxo de 1,5 gO₃ h⁻¹). Após o início da injeção de O₃, a cada 5 minutos eram retiradas alíquotas de 1 mL nos 30 minutos iniciais da reação e a cada 10 minutos nos 30 minutos finais, para análise espectrofotométrica por UV-vis para se observar a variação espectral. Ao final do processo o efluente foi caracterizado quanto a pH, turbidez, DQO, COT, sólidos totais, voláteis e fixos.

Resultados e Discussão

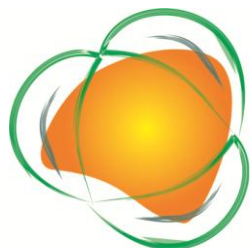
Na Tabela 3 encontra-se a caracterização físico-química média da manipueira e os respectivos desvios padrão.

Tabela 3 – Caracterização média da manipueira.

Parâmetros	Concentração
pH	3,74 ± 0,02
Turbidez (NTU)	171 ± 2
DQO (mgO ₂ L ⁻¹)	16884,44 ± 1238,88
COT (mg L ⁻¹)	2892,4
Sólidos totais (%)	0,912 ± 0,091
Sólidos voláteis (%)	0,247 ± 0,117
Sólidos fixos (%)	0,665 ± 0,133
Sólidos sedimentáveis (mL L ⁻¹)	69 ± 4

A manipueira é um resíduo rico em açúcares, amidos, proteínas, sais e outras substâncias (REBOUÇAS et al., 2015), o que eleva seu teor de matéria orgânica (conteúdo encontrado nas frações de sólidos voláteis e medida indiretamente pela DQO). Efluentes agroindustriais, no geral, não contêm substâncias recalcitrantes (PAULO et al., 2013). No entanto, por natureza, a manipueira apresenta baixo pH, alta DQO, COT e sólidos em suspensão (SUN et al., 2012), evidenciado pelas respostas analíticas obtidas e confirmando sua periculosidade.

O pré-tratamento é uma etapa fundamental para a redução da DQO da manipueira, visto que uma das principais limitações dos POA é a faixa em que se



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

atingem as maiores degradações, em concentrações menores de 5000 mg L⁻¹ (ANDREOZZI et al., 1999). Na Tabela 4 apresenta-se o resultado experimental do planejamento fatorial 3² para os ensaios de coagulação/floculação e as respectivas reduções na DQO das amostras (diferença entre DQO do efluente bruto e DQO pós tratamento primário).

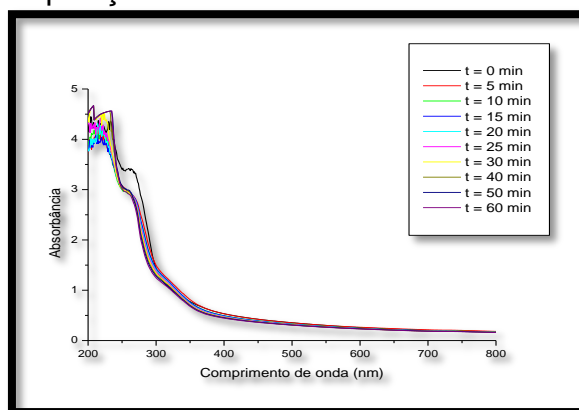
Tabela 4 – Média da redução de DQO nos ensaios de coagulação/floculação¹.

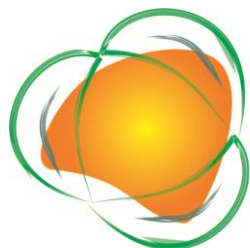
pH	Concentração FeCl ₃ (mg L ⁻¹)	DQO pós-coagulação (mgO ₂ L ⁻¹)	Média redução DQO (mgO ₂ L ⁻¹)
6,0	1200	5284,44 ± 555,11	11600,00 a ± 555,11
7,0	1000	12217,78 ± 1195,05	3977,78 b,d ± 94,28
5,0	800	12217,78 ± 3738,88	6711,11 c,d ± 1697,05
5,0	1000	10217,78 ± 857,21	6666,67 c,d ± 857,21
7,0	1200	14040,00 ± 1622,07	2844,44 b ± 188,56
6,0	800	9062,22 ± 671,10	7822,22 c ± 671,10
7,0	800	13240,00 ± 734,34	3644,44 b,d ± 942,81
5,0	1200	5195,56 ± 734,34	11688,89 a ± 734,34
6,0	1000	10528,89 ± 1085,94	5815,87 c,d ± 76,98
6,0	1000	13106,67 ± 4310,88	6355,56 c,d ± 188,56
6,0	1000	10484,44 ± 76,98	6266,67 c,d ± 0
6,0	1000	12928,89 ± 229,11	6400,00 c,d ± 76,98

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Observa-se que maiores reduções em DQO foram obtidas com pH 5,0 e 6,0 e concentração de FeCl₃ de 1200 mg L⁻¹. Para o tratamento sequencial de ozonização realizou-se a quantificação de Fe²⁺ destas amostras, verificando uma maior quantidade no experimento 1 (pH = 6,0, 1200 mg L⁻¹ FeCl₃), com concentração de 17,4 mg L⁻¹, optando-se por executar a ozonização neste ponto. Além disso, a decomposição do ozônio é mais acelerada em pH alcalino (ASSALIN et al., 2004), sustentando também a escolha do pH 6,0 para os ensaios de ozonização.

A Figura 1 apresenta a variação da absorbância do efluente (200 a 800 nm) conforme o tempo de exposição em ozônio.





XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Figura 1: Variação dos espectros de absorção com o tempo de exposição em O₃.

Na literatura, o ozônio é tido como um dos agentes oxidantes mais efetivos para a remoção de cor dos efluentes, pelo potencial de degradação dos grupos cromóforos presentes nas águas residuárias (ALMEIDA et al., 2004). Ainda que a manipueira seja uma mistura complexa de compostos orgânicos, pôde-se observar redução da absorbância conforme o tratamento foi conduzido.

Na tabela 5, verifica-se as características do efluente ao final dos tratamentos de coagulação/floculação seguida de ozonização e as respectivas porcentagens de redução nos parâmetros avaliados.

Tabela 5 – Característica do efluente final (coagulação-floculação seguido do processo de ozonização) e redução dos parâmetros avaliados.

Parâmetros	Efluente bruto	Efluente final	Redução (%)
pH	3,74 ± 0,02	6,0 ± 0,05	n.a.
Turbidez (NTU)	171 ± 2	44,73 ± 0,49	73,84
DQO (mgO ₂ L ⁻¹)	16884,44 ± 1238,88	7106,67 ± 705,53	57,91
COT (mg L ⁻¹)	2892,4	2880,53 ± 30,52	0,41
Sólidos totais (%)	0,912 ± 0,091	0,734 ± 0,005	19,52
Sólidos voláteis (%)	0,247 ± 0,117	0,137 ± 0,011	44,53
Sólidos fixos (%)	0,665 ± 0,133	0,597 ± 0,017	10,22

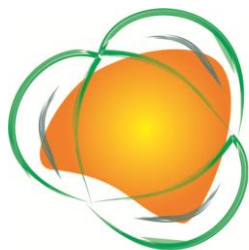
*n.a.: não se aplica.

A turbidez foi o parâmetro em que a ozonização teve maior influência, apresentando uma redução de cerca de 74% em relação ao efluente não tratado. A DQO apresentou uma redução superior a 50%. A limitada remoção de matéria orgânica, representada pelos dados de DQO, COT e sólidos voláteis após o processo de ozonização pode ter sido ocasionada pela baixa eficiência na mineralização dos mais variados componentes orgânicos (ALMEIDA et al., 2004). Por consequência, resultados similares puderam ser alcançados nas avaliações de sólidos totais, voláteis e fixos, sendo observadas maior redução no teor de sólidos voláteis (cerca de 44%).

Conclusões

A aplicação de processos primários de tratamentos de efluentes é de suma importância quando se objetiva a melhora na qualidade ambiental de rejeitos com elevado potencial poluidor, como a manipueira, além de otimizar etapas posteriores. Maiores reduções em termos de DQO na coagulação/floculação foram obtidas em pH 6,0 e concentração de agente coagulante de 1200 mg L⁻¹. A aplicação de ozônio em concentração de 50% e fluxo de 1,5 gO₃ h⁻¹ é satisfatória para a redução de cor, mas no que se refere a remoção de matéria orgânica, há necessidade de aprimorar o tratamento terciário do rejeito estudado.

Agradecimento



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

À CAPES pela bolsa concedida.

Referências

ABNT (Associação Brasileira e Normas Técnicas): NBR 10561. Águas – Determinação de resíduo sedimentável (sólidos sedimentáveis) - Método do cone de Imhoff. Rio de Janeiro, 1988. 2 p.

ALMEIDA, E. S.; ASSALIN, M. R.; ROSA, M. A. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. *Química Nova*, v. 27, n. 5, p. 818-824, 2004.

ANDREOZZI, R.; CAPRIO, V.; INSOLA, A.; MAROTTA, R. Advanced oxidation processes (AOP) for water purification and recovery. *Catalysis Today*, v. 53, p. 51-59, 1999.

APHA. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20ª edição. Washington: APHA/AWWA.

ASSALIN, M. R.; ALMEIDA, E. S.; ROSA, M. A.; MORAES, S. G.; DURAN, N. Application of ozonation process in industrial wastewaters: textile, kraft E1 and whey effluents. *Environmental Technology*, v. 25, p. 867-872, 2004.

CAMPOS, A. T.; DAGA, J.; RODRIGUES, E. E.; FRANZENER, G.; SUGUIY, M. M. T.; SYPPERRECK, V. L. G. Tratamento de águas residuárias de fecularia por meio de lagoas de estabilização. *Engenharia Agrícola*, v. 26, n. 1, p. 235-242, 2006.

CARLOS, L.; MÁRTIRE, D. O.; GONZALEZ, M. C.; GOMIS, J.; BERNABEU, A.; AMAT, A. M.; ARQUES, A. Photochemical fate of a mixture of emerging pollutants in the presence of humic substances. *Water Research*, v. 46, p. 4732-4740, 2012.

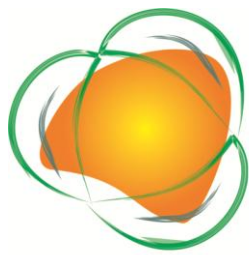
CHINWETKITVANICH, S.; TUNTOOLVEST, M.; PANSWAD, T. Anaerobic decolorization of reactive dye bath effluents by a two-stage UASB system with tapioca as a co-substrate. *Water Research*, v. 34, p. 2223-2232, 2000.

HORWITZ, W. 2000. Official methods of analysis of AOAC international. Volume 2. 17ª edição. AOAC international.

KAEWKANNETRA, P.; IMAI, T.; GARCIA-GARCIA, F. J.; CHIU, T. Y. Cyanide removal from cassava mill wastewater using *Azotobacter vinelandii* TISTR 1094 with mixed microorganisms in activated sludge treatment system. *Journal of Hazardous Materials*, v. 172, p. 224-228, 2009.

LIANG, L.; TAN, J.; PENG, Y.; XIA, W.; XIE, G. The role of polyaluminum chloride in kaolinite aggregation in the sequent coagulation and flocculation process. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 468, p. 57-61, 2016.

LUTTERBECK, C. A.; WILDE, M. L.; BAGINSKA, E.; LEDER, C.; MACHADO, E. L.; KÜMMERER, K. Degradation of 5-FU by means of advanced (photo)oxidation processes: UV/H₂O₂, UV/Fe²⁺/H₂O₂ and UV/TiO₂ - Comparison of transformation products, ready



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

biodegradability and toxicity. *Science of the Total Environment*, v. 527-528, p. 232-245, 2015.

MARTÍN-RILO, S.; COIMBRA, R. N.; MARTÍN-VILLACORTA, J.; OTERO, M. Treatment of dairy industry wastewater by oxygen injection: performance and outlay parameters from the full scale implementation. *Journal of Cleaner Production*, v. 86, p. 15-23, 2015.

MATILAINEN, A.; SILLANPÄÄ, M. Removal of natural organic matter from drinking water by advanced oxidation processes. *Chemosphere*, v. 80, p. 351-365, 2010.

NASU, E. G. C.; PIRES, E.; FORMENTINI, H. M.; FURLANETTO, C. Efeito de manipueira sobre *Meloidogyne incognita* em ensaios in vitro e em tomateiros em casa de vegetação. *Tropical Plant Pathology*, v. 35, n. 1, p. 32-36, 2010.

OLLER, I.; MALATO, S.; SÁNCHEZ-PÉREZ, J. A. Combination of advanced oxidation processes and biological treatments for wastewater decontamination - A review. *Science of the Total Environment*, v. 409, p. 4141-4166, 2011.

PAULO, P. L.; COLMAN-NOVAES, T. A.; OBREGÃO, L. D. S.; BONCZ, M. Á. Anaerobic digestion of cassava wastewater pre-treated by fungi. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 169, p. 2457-2466, 2013.

RAJBHANDARI, B. K.; ANNACHHATRE, A. P. Anaerobic ponds treatment of starch wastewater: case study in Thailand. *Bioresource Technology*, v. 95, p. 135-143, 2004.

REBOUÇAS, C. S.; FREITAS, A. G. B.; BERY, C. C. S.; SILVA, I. P.; OLIVEIRA JR, A. M.; SILVA, G. F. Utilização de um sistema para a redução do ácido cianídrico presente na manipueira utilizando energia solar. *Revista Geintec*, v. 5, n. 1, p. 1809-1819, 2015.

SCHOENHALS, M.; SENA, R. F.; JOSÉ, H. J. Avaliação da eficiência do processo de coagulação/flotação aplicado como tratamento primário de efluentes de abatedouro de frangos. *Engenharia Ambiental*, v. 3, n. 2, p. 005-024, 2006.

SUN, L.; WAN, S.; YU, Z.; WANG, Y.; WANG, S. Anaerobic biological treatment of high strength cassava starch wastewater in a new type up-flow multistage anaerobic reactor. *Bioresource Technology*, v. 104, p. 280-288, 2012.

VIANA, L. A.; DÜSMAN, E.; VICENTINI, V. E. P. Mutagenicity and cytotoxicity of liquid waste, press water and pond water, produced in the cassava flour industry, and of antitoxic sodium thiosulfate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 94, p. 453-458, 2014.

VIDAL, G.; CARVALHO, A.; MÉNDEZ, R.; LEMA, J. M. Influence of the content in fats and proteins on the anaerobic biodegradability of dairy wastewaters. *Bioresource Technology*, v. 74, p. 231-239, 2000.

ZHANG, J.; XU, J. Y.; WANG, D. Q.; REN, N. Q. Anaerobic digestion of Cassava pulp with sewage sludge inocula. *Bioresources*, v. 11, n. 1, p. 451-465, 2016.