

EFICIÊNCIA DO USO DO BSF MODIFICADO COM PALIGORSQUITA E FARINHA DE CASCA DE BANANA NA REDUÇÃO DE POLUENTES EM EFLUENTES DE LATICÍNIOS

Sanduel Oliveira de Andrade¹; Camilla Maria da Silva Vieira¹; Alline Thamara de Sousa Domingos²; Monasses Marques da Nóbrega³; Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira⁴
(¹Universidade Federal de Campina Grande, agrosanduelandrade@gmail.com; ¹Universidade Federal de Campina Grande; ²E.E.E.M. Monsenhor Vicente Freitas, allinethamara_pb@hotmail.com; ³E.E.E.M. Monsenhor Vicente Freitas, monassesmc@hotmail.com; ⁴Universidade Federal de Campina Grande, prof.andreabrandao@gmail.com)

Resumo do artigo: A agroindústria de laticínios possui grande importância para a economia, em especial do pequeno agricultor, que tem a possibilidade de agregar valor à sua produção. Em contrapartida, as agroindústrias têm gerado uma quantidade considerável de rejeitos, incluindo o soro de leite e a salmoura, que em certos casos, quando descartados de forma indevida, pode ocasionar sérios impactos ambientais negativos. Estes efluentes geralmente são caracterizados por apresentar elevada concentração de carga orgânica e sódio. Diante disso, objetiva-se com o artigo, avaliar a eficiência do BSF (*Bio Sand Filter*) modificado com Paligorsquita e casca de banana na redução de contaminantes físico-químicos em água residuária. Os resultados mostraram que os filtros que levaram em sua composição o argilomineral Paligorsquita foram os que apresentaram melhores resultados, removendo cerca de 73,5% no nível de contaminantes. Em contrapartida, a menor eficiência foi observada nos filtros que continham a farinha da casca de banana, reduzindo cerca de 59,7% da carga poluidora total. Com isso, mostra que Paligorsquita apresenta um alto potencial para remoção de determinados poluentes em água, sendo utilizado concomitantemente com outro substrato.

Palavras-chave: Água residuária, Agricultura Familiar, semiárido, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A agroindústria de laticínios desempenha uma grande importância na economia de determinadas regiões, em especial, a Região Nordeste do Brasil. Uma parcela considerável da agroindústria citada é de natureza familiar, agregando valor ao leite produzido na comunidade ou adjacências. Entretanto, é possível observar a geração de um volume considerável de efluentes que, geralmente, são caracterizados por apresentar elevados níveis de carga orgânica, como carboidratos, proteínas e gorduras oriundas do leite (DEMIREL et al., 2005).

Copetti (2010) ainda destaca que a falta de gestão dos resíduos oriundos do processo produtivo de uma agroindústria gera um elevado grau de risco de contaminação, incluindo solo e água. Prazeres et al. (2012) afirmam que a contaminação inorgânica em efluentes de la-

ticínios ocorre principalmente pelo descarte da salmoura e está associado a presença de sais de NaCl, KCl e Ca.

Andrade et al. (2015) afirmam que este efluente possui alto potencial poluidor, e que seu descarte no meio ambiente sem o devido tratamento poderá contaminar o solo, bem como corpos hídricos superficiais e subterrâneos. O descarte incorreto deste efluente no solo aumentará consideravelmente as chances de salinizá-lo, comprometendo o desenvolvimento de inúmeras espécies vegetais em virtude da elevada concentração de sais existente na salmoura.

Diante deste fato, diversos trabalhos têm sido realizados no intuito de avaliar a eficiência dos métodos de tratamento (ELAKKIYA; MATHESWARAN, 2013; AYDINER et al., 2016; SCHNEIDER; TOPALOVA, 2011).

O filtro de areia, denominado de *Bio Sand Filter*, tem sido utilizado em diversos países, em especial os que possuem uma acentuada taxa de vulnerabilidade social, para tratamento de água para consumo humano e animal. Duke et al. (2006) estimam que cerca de 80 mil filtros têm sido instalados em países subdesenvolvidos, atendo a mais de 500 mil pessoas.

Melamed et al. (2002) cita a eficácia do uso de um argilomineral denominado Paligorsquita, $(Mg,Al)_5Si_8O_{20}(OH)_2(OH_2)_4 \cdot 4H_2O$, para purificação de águas domésticas. Em virtude da presença de microporos e canais na estrutura deste argilomineral, bem como a natureza alongada das partículas e a sua granulometria fina, conferem uma alta superfície específica e capacidade de sorção de diferentes tipos de espécies (OLIVEIRA, 2011).

Martins et al. (2015) também utilizaram a Farinha da Casca de Banana para tratamento de efluentes, em virtude da sua capacidade de adsorção de alguns contaminantes, obtendo bons resultados na remoção de certos metais pesados.

Diante do exposto, objetiva-se com o presente artigo, avaliar a eficiência do BSF (*Bio Sand Filter*) modificado com Paligorsquita e farinha de casca de banana na redução de contaminantes físico-químicos em águas residuárias.

METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Águas da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, no período de agosto a outubro de 2016. Foram confeccionados quatro filtros de areia (*Bio Sand Filter*) modificados, de fluxo descendente, com Farinha de Casca de Banana e Paligorsquita e um filtro sem modificação, que serviu como Testemunha. Para a fabricação dos filtros foram utilizados 90 cm de tubo de PVC, com diâmetro de 100 mm e uma capa na extremidade inferior. Para coleta do efluente tratado foi

inserido uma torneira para filtro. Na intenção de destacar as camadas e o fluxo do efluente, foi realizada uma secção longitudinal, vedado com material transparente, ilustrada na Figura 1.



Figura 1. Fabricação dos filtros utilizando tubo de PVC de 100 mm. Fonte: Autores (2016).

Os filtros, foram produzidos composição descrita Figura 2:

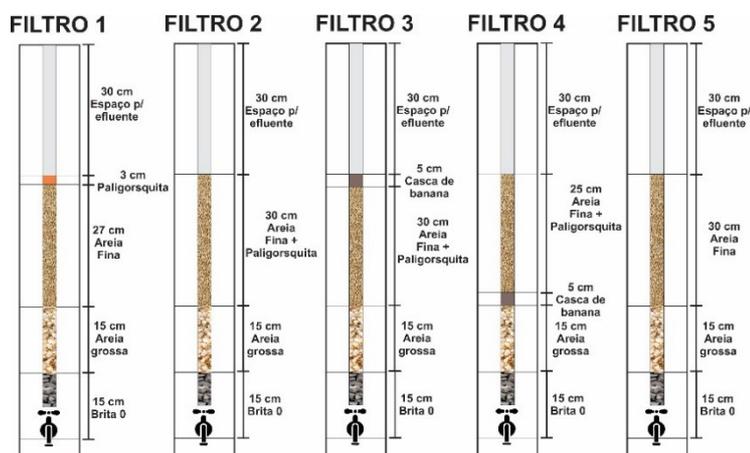


Figura 2. Composição dos filtros utilizados no experimento. Fonte: Autores (2016).

1. Composto de 4 camadas, sendo uma camada de 3 cm de Paligorsquita, seguido de 27 cm de areia fina, 15 cm de areia grossa e 15 cm de brita nº 0, adquirida comercialmente;
2. Composto de 3 camadas, sendo uma camada de 30 cm de Paligorsquita misturada com areia fina, 15 cm de areia grossa e 15 cm de brita nº 0, adquirida comercialmente;
3. Composto de 4 camadas, sendo uma camada de 5 cm de farinha de casca de banana, seguido de 25 cm de areia fina, 15 cm de areia grossa e 15 cm de brita nº 0, adquirida comercialmente;

4. Composto de 4 camadas, sendo uma camada de 25 cm de Paligorsquita misturada com areia fina, 5 cm de farinha de casca de banana, 15 cm de areia grossa e 15 cm de brita nº 0, adquirida comercialmente;

5. Composto de 3 camadas, sendo uma camada de 30 cm de areia fina, 15 cm de areia grossa e 15 cm de brita nº 0, adquirida comercialmente, que servirá de testemunha;

Para obtenção da Paligorsquita foram coletadas amostras do sólido natural originadas da região de Guadalupe no Estado do Piauí.

A Farinha da Casca da Banana foi produzida a partir de cascas coletadas na Indústria de Doce Campo Verde localizada no município de Pombal - PB. As cascas foram lavadas com água corrente e cortadas em partes de aproximadamente 5 cm de comprimento e foi posto para secar por 20 horas ao sol e posteriormente transferidas para estufa de secagem com circulação de ar com temperatura de 65°C por 48 horas. Após a secagem o material fora triturado em moinho de facas e peneirado para obtenção de frações composta de partículas com tamanho entre 0,15 a 1,18 mm (MARTINS et al., 2015).

O efluente utilizado nos filtros foi coletado em uma agroindústria familiar de laticínios localizada na zona rural do município de Pombal-PB. O efluente foi acondicionado em recipientes plásticos vedados e transportados para o laboratório, onde foram realizadas análises físico-químicas tanto no efluente bruto quanto no efluente tratado, sendo avaliados os seguintes parâmetros: pH, Turbidez, Condutividade Elétrica, Cor Aparente (CA), Cor Verdadeira (CV), Oxigênio Dissolvido (OD); Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Sólidos Totais (ST), Sólidos Totais Fixos (STF) e Sólidos Totais Voláteis (STV). Foram utilizados os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AWWA/APHA/WEF, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos parâmetros analisados, tanto do efluente bruto quanto nos tratamentos submetidos, estão sintetizados na Tabela 1.

As amostras do efluente bruto coletados na agroindústria apresentou pH ligeiramente alcalino, na ordem de 7,71. Vale salientar que o efluente consistiu basicamente da salmoura (água + soro + cloreto de sódio) gerada no processo de fabricação do queijo. Mendonça et al. (2015) destacam que há grande variação na faixa de pH de efluentes de laticínios (3 a 11). Andrade (2011) explica que, em muitos casos, esta variação pode ser em decorrência do uso de produtos de limpeza e sanitização.

A Condutividade Elétrica encontrada no efluente gerado foi de 21.170 $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$, indicando elevadas concentrações de sais. Fato este, devido à grande quantidade de sal comum adicionado a massa gerada após a coagulação do leite. Mendes et al. (2015) constataram valores menores, na ordem de 8.680 $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$, para efluente oriundo da indústria de laticínios devido, possivelmente, a uma maior diluição da salmoura.

Tabela 1. Valores dos parâmetros do efluente coletado na agroindústria de laticínios.

PARÂMETROS*/TRATAMENTOS**	EB	F1	F2	F3	F4	F5
pH	7,71	5,82	6,41	5,26	5,27	6,28
CE ($\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$)	21160	6730	6410	7380	7730	5320
ST ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	47417	25264	23956	36680	32968	26424
STF ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	33315	10520	10260	18320	16076	12400
STV ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)	14102	14744	13696	18360	16892	14024
OD ($\text{mg} \text{O}_2.\text{L}^{-1}$)	4,02	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5
Turbidez (NTU)	1690	92	148	620	160	232
CA (uH)	241000	1516	624	4120	3040	7200
CV (uH)	93000	472	604	1840	2560	2240
DBO ($\text{mg} \text{O}_2.\text{L}^{-1}$)	367,66	78,5	122,3	197,6	116,2	79
DQO ($\text{mg} \text{O}_2.\text{L}^{-1}$)	79042	7425	7425	40120	35329	22156

*pH-Potencial Hidrogeniônico; CE – Condutividade Elétrica; ST – Sólidos Totais; STF – Sólidos Totais Fixos; STV – Sólidos Totais Voláteis; OD – Oxigênio Dissolvido; CA – Cor Aparente; CV – Cor Verdadeira; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; DQO – Demanda Química de Oxigênio.

**EB – Efluente Bruto; F1 – Filtro 1; F2 – Filtro 2; F3 – Filtro 3; F4 – Filtro 4; F5 – Filtro 5.

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Saraiva (2008), salienta o descarte de elevado volume da salmoura resulta em aumento da carga orgânica e da condutividade, pois esta solução é rica em sólidos suspensos, microrganismos, sais de cálcio, magnésio, lactose e ácido láctico.

Na comunidade foi observado que a salmoura produzida na fabricação do queijo coalho é lançada diretamente ao solo, podendo comprometer o desenvolvimento da maioria das espécies vegetais, por não tolerarem altos níveis de salinidade. Outra problemática diz respeito a lixiviação destes sais para um corpo hídrico, em virtude de animais de água doce também não tolerarem elevadas concentrações de sais, provocando estresse e conseqüentemente, interferindo em sua função metabólica e nos níveis de saturação de oxigênio (ANA, 2011).

No tocante ao alto teor de Sólidos Totais, este apresentou elevada concentração, na ordem de 47.417 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$. Também foi possível observar que 70,3% destes sólidos corresponde a fração orgânica presente no efluente, conforme mostra o teor de sólidos voláteis, na ordem de 33.315 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$. A fração mineral correspondeu a 29,7% (14.102 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$), possivelmente ocasionado pelo elevado teor de NaCl utilizado do processo de salga do queijo tipo Coalho. Macêdo (2013) afirma que boa parte das impurezas existentes nas águas, com exceção dos gases dissolvidos, corroboram para incrementar os sólidos existentes.

Os valores referentes à Turbidez do efluente bruto apresentaram valores na ordem de 1690 NTU, indicando elevada carga de material em suspensão. No tocante a Cor Aparente, foi possível observar valores extremamente elevados, chegando a ordem de 241.000 uH. Já na Cor Verdadeira, houve um acentuado decréscimo deste valor, na ordem de 93.000uH. Verifica-se, portanto, que o efluente continha uma alta concentração de sólidos suspensos, uma vez que a sua cor aparente era bastante superior a real.

O teor de OD no efluente agroindustrial analisado foi de 4,02 mg O₂.L⁻¹. Para Abrahão (2006), o OD é influenciado pela temperatura e por sais dissolvidos no efluente. Wilhelm Filho et al. (2005) citam que níveis críticos de OD em água reduz significativamente o consumo de alimentos pelos peixes, podendo gerar perda de peso. Quanto a DBO foi possível observar que o efluente bruto apresentou valores de 367,66 mg O₂.L⁻¹. Lima et al. (2013) obtiveram valores médios de 913 mg O₂.L⁻¹. Entretanto, Machado et al. (2002) afirmam que os efluentes de laticínios podem atingir patamares mais elevados como 4.000 mg O₂.L⁻¹. Mendes et al. (2015) encontrou valores na ordem de 29.400 mg O₂.L⁻¹.

Os valores de DQO encontrados no efluente agroindustrial estudado foi da ordem de 79.042 mg O₂.L⁻¹. Mendes et al. (2015) também encontraram valores bem elevados de DQO em efluentes de laticínios, chegando a 224.800 mg O₂.L⁻¹. Naime et al. (2009) afirmam que o despejo do efluente com alto valor de DQO diretamente ao solo tem elevado as chances de poluição dos corpos hídricos subterrâneos, também levando em consideração a capacidade de infiltração do solo.

A Tabela 2 destaca, em porcentagem, a eficiência dos filtros na redução dos valores dos parâmetros avaliados em relação ao efluente bruto. Para facilitar o entendimento, atribuiu-se o sinal negativo para indicar redução da concentração dos parâmetros observados, enquanto o positivo indicou a elevação destes.

Tabela 2. Eficiência de redução do potencial poluidor do efluente em relação aos tratamentos submetidos

PARÂMETROS*/TRATAMENTOS**	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	F4 (%)	F5 (%)
pH	-24,5	-16,9	-31,8	-31,6	-18,5
CE (µs.cm ⁻¹)	-68,2	-69,7	-65,1	-63,5	-74,9
ST (mg.L ⁻¹)	-46,7	-49,5	-22,6	-30,5	-44,3
STF (mg.L ⁻¹)	-68,4	-27,2	+29,9	+14,0	-12,1
STV (mg.L ⁻¹)	-55,7	-58,9	-44,9	-49,3	-57,9
Turbidez (NTU)	-94,6	-91,2	-63,3	-90,5	-86,3
CA (uH)	-99,4	-99,7	-98,3	-98,7	-97,0
CV (uH)	-99,5	-99,4	-98,0	-97,2	-97,6
OD (mg O ₂ .L ⁻¹)	-82,6	-82,6	-80,1	-85,1	-87,6
DBO (mg O ₂ .L ⁻¹)	-78,6	-66,7	-46,3	-68,4	-78,5
DQO (mg O ₂ .L ⁻¹)	-90,6	-90,6	-49,2	-55,3	-72,0

MÉDIA GERAL	-73,5	-68,4	-51,8	-59,7	-66,1
--------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

*pH-Potencial Hidrogeniônico; CE – Condutividade Elétrica; ST – Sólidos Totais; STF – Sólidos Totais Fixos; STV – Sólidos Totais Voláteis; OD – Oxigênio Dissolvido; CA – Cor Aparente; CV – Cor Verdadeira; DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; DQO – Demanda Química de Oxigênio.

F1 – Filtro 1; F2 – Filtro 2; F3 – Filtro 3; F4 – Filtro 4; F5 – Filtro 5.

Fonte: Própria.

Foi possível observar no tocante ao pH uma considerável redução em todos tratamentos submetidos, tornando-se ligeiramente ácidos, corroborando com os resultados obtidos por Tonetti et al. (2012), na qual observou uma grande queda no pH, que antes da filtração apresentava valores na ordem de 6,9, chegando a atingir valores inferiores a 5 no final do processo. Tonetti et al. (2012) afirmam que este decréscimo nos índices de pH se dá, provavelmente, pelo processo de nitrificação. Entretanto, em nenhum dos tratamentos, os valores foram abaixo do limite estabelecido legislação brasileira para o lançamento em corpos hídricos, que tolera uma faixa de pH entre 5 e 9 (CONAMA, 2011).

Quanto a CE percebe-se que a adição dos substratos utilizados não surtiu efeitos positivos quando comparados a testemunha (F5). Suwannopadol et al. (2012) salientam que o excesso de sódio inibirá a produção do gás metano em sistemas de tratamento anaeróbios, comprometendo seu desempenho.

No que se refere aos sólidos totais, foi possível observar uma redução de 22,6%, no Filtro 3, a 49,5%, no Filtro 2. A menor eficiência foi constatada nos Filtros 3 e 4, que possuíam a Farinha da Casca de Banana, onde chegou a apresentar uma elevação nos teores de Sólidos Totais Fixos na ordem de 14% a 29,9%, em virtude da possível lixiviação de alguns componentes existente neste substrato. O Filtro 2 apresentou maior eficiência na remoção dos níveis da fração orgânica presente no efluente, representado pelos Sólidos Totais Voláteis, atingindo o nível de 58,9% de remoção. A Legislação CONAMA nº 430/2011 estabelece que, para ser lançado ao meio ambiente, a eficiência mínima de remoção dos sólidos suspensos é de 20%, após desarenação.

Quanto a Turbidez, o índice de remoção nos efluentes tratados variou de 63,3% até 94,6%, com destaque para Filtro 1, no qual obteve uma taxa de remoção de 94,6%. Vale destacar que os maiores valores de turbidez se deram nos Filtros 3 e 4, que levaram a Farinha de Casca de Banana em sua composição, conforme ilustra a Figura 3. A Resolução CONAMA nº 430/2011 não faz ressalvas quanto aos valores de turbidez para lançamento de efluentes. Entretanto, Pádua (2001) ressalta que elevados teores de turbidez poderá ocasionar uma má aparência visual e elevados índices de componentes dissolvidos, que vão desde a matéria orgânica até microrganismos patogênicos.

No tocante a redução da cor, foi possível observar que todos os filtros avaliados foram eficientes para redução deste parâmetro variando de 97% a 99,7%, sendo este último valor obtido no Filtro 2.



Figura 3. Nível de turbidez apresentado nas amostras de efluente tratado. Fonte: Autores (2016).

A Resolução CONAMA nº 430/2011 não faz ressalvas quanto aos valores de turbidez para lançamento de efluentes. Entretanto, em todos os filtros avaliados, apresentavam valores acima do limite permitido para o enquadramento em corpos de água de classe 1, deste modo, sendo impróprias para alguns fins, a exemplo da irrigação de hortaliças e na aquicultura (TONETTI et al., 2012).

Percebe-se também que uma acentuada queda nas concentrações de OD nos cinco filtros avaliados, variando entre 80,1% e 87,6%. Para Von Sperling (2014), a diminuição deste parâmetro criará um ambiente favorável para a proliferação de bactérias anaeróbias, gerando gases com odores desagradáveis, fato este que ocorreu com o efluente após algumas horas retida nos filtros. A Resolução CONAMA nº 430/2011 não estabeleceu novos valores para o oxigênio dissolvido. Com isso, foi levado em consideração os valores descritos na Resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece o limite mínimo de $5 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$, pelo qual nenhum filtro avaliado se enquadrou nesta normativa.

Foi possível observar que os níveis de concentração de OD inserido nos filtros foi decaindo ao passar dos dias, adquirindo características de filtro anaeróbio. Karadag (2015) destaca que o tratamento anaeróbico de efluentes opera eficientemente sobre altas concentrações de matéria orgânica.

O percentual de remoção obtido para a DBO nos tratamentos submetidos variou de 46,3%, no Filtro 3, a 78,6% no Filtro 1. Portanto, o Filtro 1 obteve maior eficiência na redução dos valores deste parâmetro. Com base nas condições de lançamento de efluentes, para atender à Resolução CONAMA nº 430/2011, este deverá reduzir a carga de DBO em 60%. Neste caso, apenas o Filtro 3 não atendeu a esta normativa.

Já na DQO pode-se constatar uma maior eficiência na remoção nos Filtros 1 e 2, com 90,6% cada. Em contrapartida, os Filtros 3 e 4, que utilizaram a Farinha da Casca de Banana, foram os que apresentaram menor eficiência. Presume-se que esta ineficiência, tanto na DBO quanto na DQO, se dá pelo fato deste substrato ser de origem orgânica e que, parte deste ter sido lixiviado juntamente com o efluente.

CONCLUSÃO

Mediante resultados apresentados, foi possível concluir que os Filtros 1 e 2, que levaram em sua composição a Paligorsquita, foram os mais eficientes, removendo 73,5% e 68,4% respectivamente. Em contrapartida, também foi possível observar que os piores resultados se deram nos Filtros 3 e 4, que levaram consigo a Farinha de Casca de Banana, reduzindo apenas 51,8% e 59,7% respectivamente, eficiência menor quando comparado a Testemunha. Com isso, mostra que Paligorsquita apresenta um alto potencial para remoção de determinados poluentes em água, sendo utilizado concomitantemente com outro substrato.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S. S. **Tratamento de água residuária de laticínios em sistemas alagados construídos cultivados com forrageiras**. Mestrado, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.
- ANA. Agência Nacional das Águas. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília, 2011. 154p. Disponível em: <http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ANA%202011%20Cuidando%20das%20águas%20%20PORTUGUESE.pdf>. Acesso em: 30 set. 2016.
- ANDRADE, L. H. **Tratamento de efluente de indústria de laticínios por duas configurações de biorreator com membranas e nanofiltração visando o reuso**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. 2011. 214p.
- ANDRADE, S. O. de. **Diagnóstico do potencial poluidor das agroindústrias familiares sobre o rio Piancó**. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, 2016.
- AYDINER, C., SEN, U., KOSEOGLU-IMER, D.Y. AND DOGAN, E.C. Hierarchical prioritization of innovative treatment systems for sustainable dairy wastewater management. **Journal of Cleaner Production**, 112, 2016, pp.4605-4617.

BRASIL, CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 28 out. 2016.

DEMIREL, B., YENIGUN, O. AND ONAY, T.T. DEMIREL. Anaerobic treatment of dairy wastewaters: a review. **Process Biochemistry**, v. 40, n. 8, p. 2583-2595, 2005.

ELAKKIYA, E. AND MATHESWARAN, M. Comparison of anodic metabolisms in bioelectricity production during treatment of dairy wastewater in Microbial Fuel Cell. **Bioresourcetechnology**, 136, 2013. pp.407-412.

LIMA, L. K. F. D.; PONSANO, E. H. G.; PINTO, M. F. Recuperação de biomassa bacteriana produzida no tratamento de efluente industrial. **Current Agricultural Science and Technology**, 17. 2013.

MACÊDO, J. A. B. D. **Águas & águas: métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas.** Ed. Jorge Macêdo, v.4, Belo Horizonte, 2013. 1055 p.

MARINHO, M. B. **Novas relações sistema produtivo/meio ambiente – do Controle à prevenção da poluição.** 198 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.

MARTINS, W. A., OLIVEIRA, A. M. B. M., MORAIS, C. E. P., OLIVEIRA COELHO, L. F., MEDEIROS, J. F. Reaproveitamento de resíduos agroindustriais de casca banana para tratamento de efluentes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 96-102, 2015.

MELAMED, R.; PEDRO, H. H. B.; LUZ, A. B. Eficiência de minerais industriais na sorção de metais pesados. **XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Anais. Baltar, CAMB**, p. 418-423, 2002.

MENDES, P. R. A.; FARIA, L. F. F. Avaliação do uso de processos de separação por membranas em efluentes de laticínios pré-tratados por coagulação/floculação. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, 1, 2015. 15084-15091.

MENDES, P. R. A.; FARIA, L. F. F. Avaliação do uso de processos de separação por membranas em efluentes de laticínios pré-tratados por coagulação/floculação. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, 1, 2015. 15084-15091.

MENDONÇA, H. V. D.; RIBEIRO, C. B. D. M.; BORGES, A. C.; BASTOS, R. R. Sistemas Alagados Construídos em Batelada: remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio e regulação de pH no tratamento de efluentes de laticínios. **Revista Ambiente & Água**, 10, 2015. 442-453.

NAIME, R. H.; CARVALHO, S.; NASCIMENTO, C. A. Avaliação da qualidade da água utilizada nas agroindústrias familiares do vale dos sinos. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.2, n.1, p. 105-119, jan./abr. 2009 - ISSN 1981-9951.

OLIVEIRA, A. M. B. M. de. **Paligorsquita como adsorvente para íons de metais de transição: Estudos cinéticos e do equilíbrio.** (Tese). Universidade Federal de João Pessoa, João Pessoa, 2011.

OLIVEIRA, A. M. B. M. de. **Paligorsquita como adsorvente para íons de metais de transição: Estudos cinéticos e do equilíbrio.** 115 f. Tese (Doutorado em Química analítica) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

PÁDUA, H. B. **Águas com dureza e alcalinidade elevadas conceitos e comportamentos ambientais observações iniciais na Região de Bonito/MS.** 2001. Disponível em: <www.a-brappesq.com.br/apostila_helcias.doc>. Acesso em: 15 set. 2016.

PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. Cheese whey management: a review. **Journal of Environmental Management**, v. 110, p. 48-68, 2012.

SARAIVA, C. B. **Potencial poluidor de um laticínio de pequeno porte: um estudo de caso.** Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2008. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/39/TDE-2009-06-19T075605Z-1692/Publico/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 19 out. 2016.

SCHNEIDER, I. D.; TOPALOVA, Y. I. Effect of bioaugmentation on anaerobic wastewater treatment in the dairy industry. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 9, p. 4389-4397, 2011.

STAUBER, C. E. et al. Characterisation of the biosand filter for E. coli reductions from household drinking water under controlled laboratory and field use conditions. **Water science and technology**, v. 54, n. 3, p. 1-7, 2006.

SUWANNOPPADOL, S.; HO, G.; CORD-RUWISCH, R. Overcoming sodium toxicity by utilizing grass leaves as co-substrate during the start-up of batch thermophilic anaerobic digestion. **Bioresource technology**, v. 125, p. 188-192, 2012.

TONETTI, A. L.; CORAUCCI FILHO, B.; NICOLAU, C. E.; BARBOSA, M.; TONON, D. Tratamento de esgoto e produção de água de reuso com o emprego de filtros de areia. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 287-294, 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte, Editora UFMG, 2014.



WILHELM FILHO, D.; TORRES, M. A.; ZANIBONI-FILHO, E.; PEDROSA, R. C. Effect of different oxygen tensions on weight gain, feed conversion, and antioxidant status in piapara, *Leporinus elongatus* (Valenciennes, 1847). **Aquaculture**, 244, 2005. 349-357.