

## II-563 - ANÁLISE DO TRATAMENTO BIOLÓGICO DE UM EFLUENTE VINÍCOLA ATRAVÉS DE REATORES SEQUENCIADOS UASB-FBAS

**Daniel Shuzo Ikeno<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Campo Mourão. Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba (PPGEC/UTFPR).

**Bruna Pavoni Ximendes da Silva**

Acadêmica em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba (DAQBI/UTFPR).

**Fernando Hermes Passig**

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre e Doutor em Engenharia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente do Departamento Acadêmico de Química e Biologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba (DAQBI/UTFPR).

**Karina Querne de Carvalho**

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Mestre e Doutora em Engenharia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba (DACOC/UTFPR).

**Flávio Bentes Freire**

Engenheiro Civil pela Universidade de São Paulo (EESC/USP). Mestre e Doutor em Engenharia pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Docente do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba (DACOC/UTFPR).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Deputado Heitor de Alencar Furtado, 5000 - Ecoville - Curitiba - Paraná - CEP: 81280-340 - Brasil - Tel: +55 (41) 3279-4500 - Fax: +55 (41) 3279-4585 - e-mail: [dan.ikeno86@gmail.com](mailto:dan.ikeno86@gmail.com)

### RESUMO

O aumento da produtividade agrícola de uvas no Brasil ocasiona maior produção de sucos, vinhos e bebidas derivadas e consequentemente a maior geração de efluentes oriundos deste processamento industrial. Neste trabalho foi avaliado o tratamento destes efluentes por processo biológico combinado anaeróbio-aeróbio composto de um reator UASB seguido de um FBAS na remoção de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. Os reatores, com volume de 1,0 L (cada), foram operados com vazão de 1,21 L.d<sup>-1</sup> e TDH de 24 h em fluxo contínuo. O efluente usado na alimentação foi coletado em uma indústria no município de Campo Largo (PR). Matrizes cúbicas de espuma de poliuretano foram usadas como meio suporte no FBAS. Foram determinados pH, temperatura do líquido, alcalinidade total e a bicarbonato, ácidos voláteis, DQO, DBO<sub>5,20</sub>, NTK, N-Amon, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, ST, SS e compostos fenólicos em amostras do afluente e efluente do aparato experimental. Foi possível verificar eficiências médias de remoção de 62,7% e 96,2% de DQO no UASB e FBAS, respectivamente e de 98% de nitrogênio amoniacal no FBAS. Constata-se que o sistema combinado proposto se mostra adequado ao tratamento do efluente vinícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência, Vinícola, Processos Combinados.

### INTRODUÇÃO

No cenário mundial de 2012, de acordo com dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2012), o Brasil se enquadra na 12<sup>a</sup> posição no ranking de produtores de uva e 13<sup>a</sup> em produção de vinho.

Malandra (2003) ressalta que vinícolas que despejam seus efluentes em redes de esgoto em áreas urbanas, sem tratamento, descaracterizam qualidade e quantidade dos esgotos a serem tratados nas estações de tratamento. Em zonas rurais estes efluentes são destinados à rega de áreas de cultivo, devido a maior dificuldade de implantação de rede coletora de esgotos nestas áreas.

A produção industrial ou artesanal de sucos e vinhos é caracterizada por diferentes atividades e etapas ao longo do ano, gerando efluente vinícola com características qualitativas e quantitativas variáveis em função do local, tecnologia, consumo de água ou tipo de produto gerado (suco de uva, uva verde, vinho branco ou tinto,

espumante, dentre outros). Em geral, a maior concentração e variação de matéria orgânica, diária e sazonal, acarreta na demanda por sistemas de tratamento adequados e flexíveis a essas alternâncias (PIRRA, 2005 e PETRUCCIOLI et al., 2000).

Exemplos de tratamento de efluentes de vinícolas indicam remoções de 80 a 98% de DQO em reatores anaeróbios e de 90 a 99% em filtros aeróbios (MOLETTA, 2005; ANDREOTOLLA et al., 2007). Diversas pesquisas são desenvolvidas com processos biológicos tratando efluentes vinícolas utilizando reator UASB, lodos ativados, filtros aeróbio e anaeróbio de leito fixo (KALYUZHNYI et al., 2000; PETRUCCIOLI et al., 2000; ANDREOTOLLA et al., 2005; MOLETTA, 2005; PIRRA, 2005; MOLINA et al., 2007; GANESH et al., 2009).

Porém mesmo com estes valores significativos de eficiência de remoção, há necessidade de complementar os processos de tratamento para atender os valores estabelecidos na Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 5 mg.L<sup>-1</sup> de DBO, 3,7 mg.L<sup>-1</sup> de nitrogênio amoniacal (pH < 7,5), 0,1 mg.L<sup>-1</sup> de fósforo total em ambiente lótico e 0,003 mg.L<sup>-1</sup> de compostos fenólicos totais para rios Classe 2. Na Resolução N° 70/2009 (anexo 7) do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Paraná os limites estabelecidos para o lançamento de efluentes de indústria vinícola são de 50 mg.L<sup>-1</sup> de DBO e 200 mg.L<sup>-1</sup> de DQO.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o desempenho de um reator anaeróbio de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB) seguido de um filtro biológico aerado submerso (FBAS) no tratamento de efluente vinícola.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE VINÍCOLA

O efluente foi gentilmente cedido por uma vinícola, localizada na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. Na vinícola são gerados aproximadamente 140.000 L.d<sup>-1</sup> de efluentes oriundos do processamento industrial (engarrafamento de vinhos e sucos de uva) e da lavagem e limpeza de equipamentos e instalações. Os resultados da caracterização físico-química do efluente da vinícola são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1: Caracterização do efluente de vinícola utilizado na alimentação.**

Parâmetros	Un.	N	Média	DP	Mín	Máx
pH	-	3	7,00	0,25	6,70	7,20
Temp.	°C	3	20,50	3,99	16,90	24,80
DQO	mg.L <sup>-1</sup>	3	3928,20	1739,32	2500,30	5865,30
DBO <sub>5,20</sub>						
Alc. Total	mg.L <sup>-1</sup>	3	467,60	641,15	33,50	1204,10
Ác. Vol.	mg.L <sup>-1</sup>	3	1756,30	1108,86	881,10	3009,40
ST	mg.L <sup>-1</sup>	3	6165,30	3227,21	2723,20	9122,80
STV	mg.L <sup>-1</sup>	3	3870,20	2294,01	1413,00	5955,60
STF	mg.L <sup>-1</sup>	3	2295,10	933,64	1310,20	3167,20
SST	mg.L <sup>-1</sup>	3	1183,40	785,20	396,00	1966,40
SSV	mg.L <sup>-1</sup>	3	846,30	486,84	324,40	1288,20
SSF	mg.L <sup>-1</sup>	3	337,10	310,27	71,60	678,2
NTK	mg.L <sup>-1</sup>	3	168,29	8,84	159,71	177,37
N-Amon	mg.L <sup>-1</sup>	3	51,03	23,11	33,65	77,25
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	1	-	-	-	87,00
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	1	-	-	-	1040,00
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	mg.L <sup>-1</sup>	1	-	-	-	26400,00

Legenda: pH: potencial Hidrogeniônico; Temp.: Temperatura do líquido; DQO: demanda química de oxigênio; DBO<sub>5,20</sub>: demanda bioquímica de oxigênio; Alc. Total: alcalinidade total; Ác. Vol: ácidos voláteis; ST: sólidos totais; STV: sólidos totais voláteis; STF: sólidos totais fixos; SST: sólidos suspensos totais; SSV: sólidos suspensos voláteis; SSF: sólidos suspensos fixos; NTK: nitrogênio total Kjeldahl; N-Amon: nitrogênio amoniacal; N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>: nitrito; N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: nitrato; PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>: fósforo total.

## UASB E FBAS

Os reatores, confeccionados em *plexiglass*, possuem 55 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro interno, com volume total de 1,0 L. O separador trifásico possui 3,0 cm de altura e 3,7 cm de diâmetro (Figura 1).

A alimentação do aparato experimental foi feita por bomba dosadora tipo pistão com fluxo em pulso da marca Prominent, modelo Comb 1201 com vazão afluente de 1,21 L.d<sup>-1</sup>, TDH de 24 h e taxa de recirculação do efluente aeróbio para o reator UASB de 50%. Na alimentação foi feita diluição do efluente vinícola para adaptação da biomassa utilizada na inoculação dos reatores.

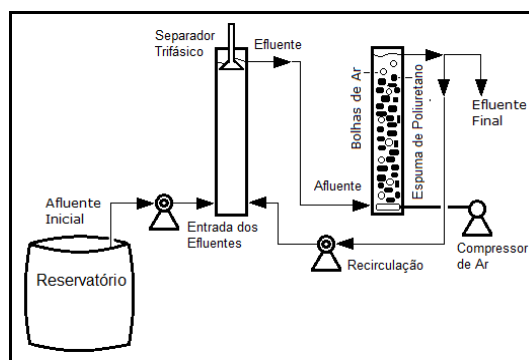


Figura 1. Desenho esquemático do aparato experimental.

Matrizes cúbicas de espuma de poliuretano, com arestas de 1 cm, densidade aparente de 23 kg.m<sup>-3</sup> e porosidade de 95%, foram dispostas até a altura de aproximadamente 34 cm no FBAS, como meio suporte para imobilização da biomassa, de acordo com procedimentos descritos por Abreu e Zaiat (2008).

## LODO DE INÓCULO

A inoculação foi feita com 650 mL e 280 mL de lodo anaeróbio de um reator de manta de lodo e fluxo ascendente (RALF) de uma Estação de Tratamento de Esgotos do município de Curitiba, no UASB e FBAS, respectivamente.

Foi verificada coloração negra no lodo e concentração de ST de 3974 mg.L<sup>-1</sup>, sendo 2552 mg.L<sup>-1</sup> de STV (56%) e 1422 mg.L<sup>-1</sup> de STF (44%) de acordo com metodologia descrita por Eaton et al. (2005). As principais morfologias observadas no lodo por microscopia óptica comum com um microscópio de epifluorescência Marca Bel (objetiva 100x) foram cocos, bacilos e morfologias semelhantes à *Methanosarcina sp.* no Laboratório de Microbiologia Ambiental da Universidade Federal de São Carlos (UFScar), câmpus Sorocaba.

## OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DO APARATO EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Saneamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Curitiba, sede Ecoville.

O desempenho do sistema anaeróbio-aeróbio foi avaliado com determinação dos mesmos parâmetros da caracterização do efluente vinícola por meio de perfis de amostragem temporal com coleta de amostras compostas do efluente vinícola e do efluente do UASB e do FBAS a cada 4 h durante 24 h. Os parâmetros pH, temperatura do líquido, DQO, DBO<sub>5,20</sub>, NTK, N-Amon, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, ST e SS foram determinados de acordo com metodologias descritas por Eaton et al. (2005); alcalinidade total e a bicarbonato de acordo com metodologia descrita por Ripley et al. (1986); ácidos voláteis de acordo com metodologia descrita por Dilallo e Albertson (1961); e compostos fenólicos de acordo com metodologia descrita por Field et al. (1987). As análises físico-químicas foram realizadas em duplicata no Laboratório de Saneamento da UTFPR, câmpus Curitiba, sede Ecoville.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após quatro meses da inoculação, foi verificado o estado de equilíbrio dinâmico aparente dos reatores. Na Tabela 2 é expresso um resumo dos resultados obtidos nos perfis amostragem temporal.

**Tabela 2: Resumo dos resultados dos perfis de amostragem temporal do sistema UASB-FBAS.**

Parâmetro	Un.	1			2			3		
		Afluente	UASB	FBAS	Afluente	UASB	FBAS	Afluente	UASB	FBAS
pH	-	6,4	6,3	7,4	7,6	6,9	7,9	5,6	7,2	7,4
Temperatura	°C	24,1	24,9	24,1	22,0	22,8	22,1	21,1	21,5	20,7
Alc. Total	mg.L <sup>-1</sup>	172,6	143,8	187,8	247,0	295,3	278,3	194,6	289,3	236,9
Ác. Voláteis	mg.L <sup>-1</sup>	87,6	114,6	-	13,6	6,3	-	21,1	5,9	-
DQOb	mg.L <sup>-1</sup>	667,8	367,8	30,3	554,0	241,5	32,8	951,5	102,8	116,5
Rem. DQOb	%	-	45	95	-	56	94	-	89	88
DQOf	mg.L <sup>-1</sup>	566,5	316,5	16,5	454,0	207,8	25,3	950,3	97,8	29,0
Rem. DQOf	%	-	44	97	-	54	94	-	90	97
DBO	mg.L <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-	-	617	456	128
ST	mg.L <sup>-1</sup>	-	-	-	1116	128	534	-	-	-
STF	mg.L <sup>-1</sup>	-	-	-	642	46	460	-	-	-
STV	mg.L <sup>-1</sup>	-	-	-	474	82	74	-	-	-
SST	mg.L <sup>-1</sup>	-	-	-	370	262	182	-	-	-
SSF	mg.L <sup>-1</sup>	-	-	-	226	184	106	-	-	-
SSV	mg.L <sup>-1</sup>	-	-	-	144	78	76	-	-	-
O <sub>2</sub> Diss.	mg.L <sup>-1</sup>	0,8	-	6,1	0,5	-	5,4	0,9	-	5,2
N-Amon	mg.L <sup>-1</sup>	7,5	-	0,0	11,7	-	1,6	29,8	-	0,2
Rem. N-Amon	%	-	-	100	-	-	86	-	-	99
Nitrito	mg.L <sup>-1</sup>	0,06	-	1,7	0,03	-	0,05	0,03	-	1,4
Nitrato	mg.L <sup>-1</sup>	13,5	-	5,8	3,3	-	65,8	4,1	-	7,1
Fósforo Tot.	mg.L <sup>-1</sup>	11,9	-	26,0	19,8	-	29,6	22,4	-	19,8

Legenda: DQOb: demanda química de oxigênio bruta; Rem. DQOb: porcentagem de remoção de DQOb; DQOf: demanda química de oxigênio filtrada; Rem. DQOf: porcentagem de remoção de DQOf; Rem. N-Amon: porcentagem de remoção de N-Amon; Rem. CFT: porcentagem de remoção de CFT; Os resultados de DQO são médias de duplicatas.

Os resultados obtidos correspondem as análises realizadas entre o 133° e 189° dia de operação do sistema. Foi verificado no afluente (substrato) pH médio de  $6,4 \pm 0,7$ , SST de  $370 \text{ mg.L}^{-1}$  e SSV de  $144 \text{ mg.L}^{-1}$  e estes valores foram similares aos obtidos por Vlysses et al. (2005) com pH de 6,0 a 6,2; SST de 140 a  $220 \text{ mg.L}^{-1}$ , SSV de 128 a  $220 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Foram obtidas concentrações de matéria orgânica de  $667,8 \pm 151,4 \text{ mgDQO.L}^{-1}$  e  $566,5 \pm 195,4 \text{ mgDQO.L}^{-1}$  em amostras bruta e filtrada, respectivamente, similar ao observado por Bustamante et al. (2005) de  $738 \text{ mgDQO.L}^{-1}$  em efluente de vinícola.

Os valores obtidos na caracterização do afluente para temperatura ( $22,0 \pm 1,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), alcalinidade total ( $289,3 \pm 28,2 \text{ mg.L}^{-1}$ ), ácidos voláteis ( $21,1 \pm 31,2 \text{ mg.L}^{-1}$ ), nitrogênio amoniacal ( $11,7 \pm 9,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ), nitrito ( $0,003 \pm 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ ), nitrato ( $4,1 \pm 4,4 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e fósforo total ( $19,8 \pm 4,1 \text{ mg.L}^{-1}$ ) foram similares aos verificados por Ortigara et al. (2010) e Konrad et al. (2013).

Nas amostras do efluente do reator UASB, foram obtidos pH de  $6,9 \pm 0,3$ , temperatura de  $22,8 \pm 1,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , alcalinidade total de  $236,9 \pm 66,0 \text{ mg.L}^{-1}$ , ácidos voláteis de  $114,6 \pm 48,2 \text{ mg.L}^{-1}$ , DQOb de  $241,5 \pm 89,7 \text{ mg.L}^{-1}$ , DQOf de  $207,8 \pm 73,1 \text{ mg.L}^{-1}$ . Kalyuzhni et al. (2000) observaram melhores respostas de um reator UASB tratando efluente vinícola quando operado em condições mesofílica e sub-mesofílica comparadas à condição psicrofílica.

As eficiências médias de remoção de DQOb e DQOf no UASB foram de 56,4% e 54,2%, respectivamente, e é possível notar a melhoria no comportamento do reator do 1° para o 3° perfil de 45% e 44% e 89% e 90%, respectivamente. Moletta (2005), Molina et al. (2006) e Ganesh et al. (2009) observaram eficiências de 99,7%, 96% e 99%, respectivamente, em reatores anaeróbios tratando efluente de vinícola.

Nas amostras do efluente do FBAS foi possível notar pH de  $7,4 \pm 0,2$ , temperatura de  $22,1 \pm 1,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , alcalinidade total de  $191,2 \pm 31,0 \text{ mg.L}^{-1}$ , DQOb de  $32,8 \pm 37,8 \text{ mg.L}^{-1}$ , DQOf de  $25,3 \pm 4,7 \text{ mg.L}^{-1}$ , nitrogênio

amoniacoal de  $0,2 \pm 0,7 \text{ mg.L}^{-1}$ , nitrito de  $1,7 \pm 28,6 \text{ mg.L}^{-1}$ , nitrato de  $7,1 \pm 4,4 \text{ mg.L}^{-1}$ , fósforo total de  $26,0 \pm 3,6 \text{ mg.L}^{-1}$  e CFT de  $69,0 \pm 6,9 \text{ mg.L}^{-1}$ .

No FBAS foi verificada remoção de 98,3% de nitrogênio amoniacoal, similar ao obtido por Andreottola et al. (2007) de 90,8% em filtros aeróbios tratando efluente vinícola.

As eficiências médias de remoção de DQOb e DQOf e no FBAS foram de 97% e 94%, com concentração remanescente de  $25,3 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $32,8 \text{ mg.L}^{-1}$ , respectivamente, similares as obtidas por Petruccioli et al. (2000) e Andreottola et al. (2005).

É possível notar que o efluente final do sistema combinado UASB-FBAS atende aos padrões de enquadramento para corpos hídricos classe 2 quanto à DQO e nitrogênio amoniacoal, pois os valores obtidos de  $32,8 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$  são inferiores a  $200,0 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $20,0 \text{ mg.L}^{-1}$ , respectivamente, estabelecidos na Resolução CONAMA N° 430/2011 e Resolução CEMA 70/2009.

## CONCLUSÕES

Com a caracterização do efluente vinícola foi possível concluir que este apresenta características similares às aquelas reportadas na literatura técnico-científica.

A eficiência de remoção de matéria orgânica em termos de DQO pelo sistema combinado UASB-FBAS resultou em 97% para amostras brutas e 94% para amostras filtradas com concentrações inferiores ao limite estabelecido na Resolução CEMA 70/2009 do Estado do Paraná. A remoção de nitrogênio amoniacoal foi de 98,4%. O sistema proposto se mostrou adequado ao tratamento do efluente vinícola estudado.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Capes, Fundação Araucária, Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI) e Governo do Estado do Paraná, pela bolsa do mestrando Daniel Shuzo Ikeno; à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela bolsa de iniciação científica da graduanda Bruna Pavoni Ximendes da Silva; a Profa. Dra. Iolanda Cristina Silveira Duarte do Departamento de Biologia da Universidade Federal de São Carlos (UFScar), câmpus Sorocaba, pelos exames microbiológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, S. B., ZAIAT, M. Desempenho de Reator Anaeróbio-Aeróbio de Leito no Tratamento de Esgoto Sanitário. Eng. Sanit. Ambient. v. 13, n. 8, p. 181-188p. abr. 2008.
2. ANDREOTTOLA, G., FOLADORI, P., NARDELLI, P., DENICOLO, A. Treatment of Winery Wastewater in a Full-Scale Fixed Bed Biofilm Reactor. Water Science and Technology. v. 51, n. 1, p. 71-79. 2005.
3. BASHA, K. M. I., RAJEDRAN, A., THANGAVELU, V. Recent Advanced in the Biodegradation of Phenol: A Review. Asian J. Exp. Biol. Sci. v. 1, n. 2, p. 219-234. 2010.
4. BOHMER, V. J., ROUX, A. Biological Treatment of Phenol Containing Effluent From Coal Gasification Plant Scrubber. 2000 Bienal Conference. jun, 2000.
5. BUSTAMANTE, M. A., PAREDES, C., MORAL, R., MORENO-CASELLES, J., PÉREZ-ESPINOSA, A., PÉREZ-MURCIA, M. D. Uses of Winery and Distillery Effluents in Agriculture: Characterization of Nutrient and Hazardous Components. Water Science and Technology. v. 51, n. 1, p. 145-151, 2005.
6. CEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução 70/2009. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/RESOLUCOES/resolucao\\_cema\\_70\\_2009.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/resolucao_cema_70_2009.pdf)>. 2009.
7. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357/05. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. 2005.
8. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 430/11. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol\\_lanceflue\\_30e31mar11.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf)>. 2011.
9. GANESH, R., RAJINIKANTH, R., THANIKAL, J. V., RAMANUJAM, R. A., TORRIJOS, M. Anaerobic Treatment of Winery Wastewater in Fixed Bed Reactors. Bioprocess Biosyst Eng. v. 33, 619-628p. out, 2009.



10. KALYUZHNYI, S. V., GLADCHENKO, M. A., SKYLAR, V. I., KURAKOVA, O. V., SHCHERBAKOV, S. S. The UASB Treatment of Winery Wastewater Under Submesophilic and Psychrophilic Conditions. *Environmental Technology*. v. 21, p. 919-925. 2000.
11. KONRAD, O., LUMI, M., SECCHI, F.J., BRIETZKE, D.T., SALVIATO, L.F. Eficiência no polimento do efluente de vinícola utilizando o sistema de “wetland” construído. *Engenharia Ambiental*, v. 10, n. 3, p. 178-187. 2013.
12. MAIORANO, A. E., ZUCCOLO-FERRI, M., CARTER, J. M., COSTA, A. J. M. da., LEITE, J. V., SANCHEZ, C. R., MAGOSSY, L. R., ANDRADE, R. J., TERRA, M. H. Influência das Condições de Aeração no Tratamento de Efluentes Fenólicos com Biofilmes em Reator Aeróbio. *Eng. San. Ambient.* v. 10, n. 4, p. 285-289 p. dez, 2005.
13. MALANDRA, L., WOLFAARDT, G., ZIETSMAN, A., VILJOEN-BLOOM, M. Microbiology of a Biological Contact for Winery Wastewater Treatment. *Water Research*. v. 37, p. 4125-4134. mai, 2003.
14. MOLETTA, R. Winery and Distillery Wastewater Treatment by Anaerobic Digestion. *Water Science and Technology*. v. 51, n. 1, p. 137-144. 2005.
15. MOLINA, F., RUIZ-FILIPPI, G., GARCÍA, C., ROCA, E., LEMA, J. M. Winery Effluent Treatment at an Anaerobic Hybrid USBF Pilot Plant Under Normal and Abnormal Operation. *Water Science & Technology*. v. 56, n. 2, p. 25-31, 2007.
16. Ortigara, A.R.C., Sant’anna, F.S.P., Bento, A.P., Sezerino, P.H. Tratamento de efluente vinícola empregando biofiltro aerado submerso em escala laboratorial. *Engenharia Ambiental*, v. 7, n. 2, p. 041-054. 2010.
17. PETRUCCIOLI, M., DUARTE, J. C., FEDERICI, F. High-Rate Aerobic Treatment of Winery Wastewater using Bioreactors with Free and Immobilized Activated Sludge. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. v. 90, n. 4, p. 381-386. jun, 2000.
18. PIRRA, A. J. D. Caracterização e Tratamento de Efluentes Vinícolas da Região Demarcada do Douro. Vila Real - Portugal. 2005. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – Departamento de Fitotecnica e Engenharia Rural. 2005.
19. VLYSSIDES, A. G., BARAMPOUTI, E. M., MAI, S. Wastewater Characteristics from Greek Wineries and Distilleries. *Water Science and Technology*. v. 51, n. 1, p. 53-60, 2005.