



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE TANQUE SÉPTICO NO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO E PROPOSIÇÃO DE TECNOLOGIA COMPLEMENTAR POR MEIO DE MODELO DE APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

Valdemir Fonseca da Silva – valsilverstone@hotmail.com
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS
Rua Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580 | Bairro São Pedro
CEP 97900-000 - Cerro Largo – Rio Grande do Sul

Alcione Aparecida de Almeida Alves – alcione.almeida@uffs.edu.br
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS

Aline Raquel Müller Tones – aline.tones@uffs.edu.br
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS

Bárbara Luiza Brandenburg dos Santos – barbara.brandenburg@outlook.com
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS

Júlia Villela Toledo Ferreira – juliavillela3@gmail.com
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS

Resumo: A presente pesquisa avaliou a eficiência de tanque séptico (TS) como tratamento primário na estação de tratamento de esgoto (ETE) de um município da região das Missões no estado do Rio Grande do Sul, e propôs-se a definição de implementação de tecnologia de baixo custo baseado na metodologia de apoio multicritério a decisão (AMD) – árvore de decisão. Para a avaliação da eficiência do tratamento foram analisados ao longo do ano de 2016 os seguintes parâmetros: temperatura, cor, turbidez, sólidos suspensos e sedimentáveis, oxigênio dissolvido, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), potencial hidrogeniônico (pH), absorvância, óleos e graxas, condutividade elétrica, coliformes totais e termotolerantes. Os resultados indicaram a remoção de 26,44 % (DQO), 30,72 % (DBO), 19,69 % (óleos e graxas), 40,47 % (sólidos sedimentáveis), 61,24% (sólidos em suspensão) e 94,13% (coliformes termotolerantes). Os resultados demonstraram a necessidade de melhorias na estação de tratamento de esgoto (ETE), bem como a adição de pós-tratamento para possibilitar que os valores dos parâmetros analisados atendam as legislações ambientais vigentes. Por fim, baseado na AMD foi sugerido as seguintes tecnologias complementares: (a) filtro anaeróbio (FA) pós TS; (b) wetlands construídos (WC) de fluxo horizontal seguido de vertical pós TS; (c) WC de fluxo horizontal seguido de vertical pós sistema de tratamento de TS e FA; (c) descartou-se inicialmente a instalação de lagoas devido a área disponível na ETE. Por fim, as tecnologias sugeridas poderão auxiliar na melhoria da qualidade do esgoto sanitário anteriormente ao seu lançamento em corpo hídrico.

Palavras-chave: Estação de tratamento de efluentes; Tanque séptico; árvore de decisão.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF SEPTIC TANK IN THE TREATMENT OF SANITARY SEWAGE AND PROPOSITION OF COMPLEMENTARY TECHNOLOGY BY MODEL OF MULTICRITERARY SUPPORT TO THE DECISION

Abstract: *The present study evaluated the efficiency of septic tank (TS) as a primary treatment in the sewage treatment plant of a municipality of the Missões region in the state of Rio Grande do Sul, and it was proposed to define the implementation of low cost based on multicriteria decision support methodology (AMD) - decision tree. For the evaluation of the treatment efficiency, the following parameters were analyzed during the year 2016: temperature, color, turbidity, suspended solids and sedimentable, dissolved oxygen, chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), potential hydrogenation (pH), absorbance, oils and greases, electrical conductivity, total coliforms and thermotolerant. The results indicated the removal of 26.44% (COD), 30.72% (BOD), 19.69% (oils and greases), 40.47% (sedimentable solids), 61.24% and 94.13% (thermotolerant coliforms). The results demonstrated the need for improvements in the sewage treatment plant (ETS), as well as the addition of post-treatment to enable the values of the analyzed parameters to comply with current environmental legislation. Finally, based on AMD, the following complementary technologies were suggested: (a) post-TS anaerobic filter (AF); (b) constructed wetlands (WC) of horizontal flow followed by vertical post TS; (c) WC of horizontal flow followed by vertical post treatment system of TS and FA; (c) the lagoon installation was initially discarded due to the available area in the ETE. Finally, the technologies suggested may help improve the quality of sanitary sewage prior to its launch in the water body.*

Keywords: *Effluent treatment plant; Septic tank; decision tree.*

1. INTRODUÇÃO

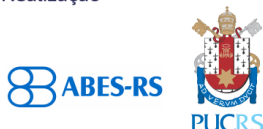
O planeta Terra é formado por aproximadamente 66,66 % de água, mas somente cerca de 0,008 % do total desse recurso é potável, se não bastasse isso, grande parte das fontes, como rios, mares e lagos, estão sendo contaminadas pela ação antrópica. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), 50 % da taxa de doenças e morte nos países em desenvolvimento ocorrem por falta de água ou pela sua contaminação.

A água é o recurso natural mais importante do mundo, afinal sem ela não haveria vida, no entanto, este recurso escasso vem sendo cada vez mais agredido pelo homem, por isso, há um aumento significativo na preocupação com os impactos negativos causados pelo lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgotos (ETE) em corpos hídricos. Não apenas no Brasil, mas em diversos países têm-se buscado alternativas para devolver corretamente o efluente tratado. A partir dessa preocupação, foram criadas diversas legislações ambientais, critérios, políticas e revisões, buscando orientar, tanto na seleção dos locais de descarga quanto no nível de eficiência do tratamento exigido, para garantir que o impacto ambiental provocado pela disposição destes efluentes tratados seja o menor possível.

Para evitar a poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos é necessário submeter as águas residuárias a tratamento antes de lança-las em corpos hídricos, o que poderá reduzir ou mesmo eliminar a disseminação de doenças de veiculação hídricas (SILVA et al., 2004).

Atualmente existem inúmeras tecnologias disponíveis para tratamento de esgotos sanitários visando impedir, ou ao menos minimizar os impactos ambientais que os efluentes oriundos

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

das ETE causam ao serem devolvidos ao corpo hídrico receptor sem tratamento adequado, a escolha de um ou outro sistema varia de acordo com as condições do local de implantação, bem como a disponibilidade de área, de mão-de-obra especializada, e da disponibilidade financeira, da eficiência que se deseja alcançar, dentre outros.

Mesmo com a existências de diversas possibilidades de tratamento, a falta deste associada a existência de poucas redes coletoras de esgoto, ainda tem ocasionando graves problemas relacionados a saúde pública e a degradação ambiental, pois a maior parte dos efluentes não possui destinação adequada, sendo despejado nos rios, lagos, lagoas e no solo sem qualquer tratamento prévio (ANDRADE NETO, 1997).

De acordo com a Pesquisa Nacional em Saneamento Básico realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2008, dos 5.564 municípios brasileiros, apenas 3.069, ou 55 %, contavam com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, ainda que parcialmente.

Considerando, no entanto, apenas os 214 municípios com mais de 100 mil habitantes, esse índice sobe para 95 %, sendo que todos os municípios com mais de 500 mil habitantes contam com rede coletora.

Segundo a Pesquisa Nacional em Saneamento Básico realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2008, de 5.564 municípios brasileiros, somente 3.069, ou 55 %, recebiam serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, mesmo que parcialmente. Considerando apenas os 214 municípios com mais de 100 mil habitantes, o índice é de 95 %, e todos municípios de mais que 500 mil habitantes possuem rede coletora.

Portanto, as ETE surgem com o objetivo de minimizar os impactos causados ao meio ambiente pelo despejo de esgotos, visto que a conservação do ecossistema é fundamental, faz-se necessário um tratamento adequado e eficiente dos efluentes gerados. Assim, este estudo teve como foco principal, avaliar a eficiência do processo de tratamento primário na ETE de um município da Região das Missões no Estado do Rio Grande do Sul (RS), por meio da análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos do efluente nela tratado, e propor tecnologias preliminares de baixo custo com intuito de propiciar o aumento da eficiência no tratamento.

Neste sentido, a presente pesquisa teve por objetivo geral avaliar a eficiência do processo de tratamento primário (Tanque Séptico) na ETE de um Município localizado na região das Missões/RS e propor tecnologia complementar baseado na metodologia de apoio multicritério a decisão (AMD) – árvore de decisão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As características gerais da ETE estudada correspondem a: vazão máxima de $3,11 \text{ L s}^{-1}$, atendendo uma população de 1.245 habitantes e foi construída com base na NBR 7229/93; altura útil (2,5 m); largura útil (7 m); comprimento (7,5 m); área ($48,8 \text{ m}^2$); volume (122 m^3). Nas figuras 1 e 2 destacam-se os pontos de coleta do efluente à montante e a jusante do TS da ETE.

Figura 1 - Primeiro ponto de coleta (bruto).



Figura 2 - Segundo ponto de coleta (tratado).



Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos monitorados ao longo do ano de 2016 (de abril a novembro) foram: absorvância, condutividade, cor, temperatura, turbidez, sólidos sedimentáveis e suspensos, Potencial Hidrogeniônico (pH), óleos e graxas, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), demanda química de oxigênio (DQO), coliformes fecais (CF) e termotolerantes seguindo a metodologia da American Public Health Association (APHA, 2005). Posteriormente avaliou-se o atendimento as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005 e 430/2011, bem como a Resolução 355/2017 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA).

As coletas foram realizadas mensalmente com início em abril e término em novembro de 2016. As coletas foram padronizadas e realizadas conforme a NBR 9898/1987 e o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Foram coletadas amostras na entrada e na saída do tanque-séptico e a análise dos parâmetros foi realizada a campo para os parâmetros pH, Temperatura, OD e Condutividade e, para os demais logo após as coletas a fim de minimizar erros e variabilidades de análise posteriormente analisadas no Laboratório de Águas e Ecotoxicologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo. As amostras foram devidamente identificadas e acondicionadas de acordo com ABNT NBR 9898/1987.

2.1. Eficiência de remoção do tanque séptico

A avaliação do sistema foi realizada por meio da análise do dimensionamento do projeto da ETE, de acordo com a ABNT/NBR 7229 de 1993 e a ABNT/NBR 13969 de 1997, essa avaliação teve com objetivo verificar se o sistema foi corretamente projetado e executado para atender a vazão e alcançar a eficiência de tratamento esperada.

2.2. Análise multivariada de decisão (AMD) – árvore de decisão.

A árvore de decisão considerando a AMD, foi desenvolvida na presente pesquisa com o propósito de auxiliar aos tomadores de decisão na escolha do melhor sistema de tratamento de esgoto, por meio de técnicas acessíveis como a árvore de decisão, por meio da qual é possível transferir os dados e características locais para se obter uma solução apropriada para o seu contexto.

O primeiro passo para o desenvolvimento do processo consistiu na elaboração de um do fluxograma, no qual foi feita a identificação do problema, esta etapa consistiu em escolher um sistema de tratamento de esgoto sanitário com o melhor desempenho econômico e que suprisse a vazão gerada na ETE, além de ser de fácil operação e manutenção. O segundo passo foi a identificação das alternativas possíveis. No terceiro passo fez-se a reavaliação, na qual observou-se quais variáveis possuíam maior influência no sistema.

Feito isso, passou-se para a definição das variáveis, ou seja, as perguntas que deveriam ser respondida com o uso da árvore de decisão e ficou definido considerando os critérios mais relevantes utilizados para indicar um sistema apropriado de tratamento de esgotos, conforme descrito por Oliveira (2004). Sendo o direcionamento da escolha da tecnologia baseado nos seguintes questionamentos: 1 - A tecnologia proposta é existente na ETE? 2 - A referida tecnologia esta ou estará corretamente dimensionada? 3 - A tecnologia se existente poderá ser redimensionada, se necessário? 4 - Existe área disponível para implantação da tecnologia proposta? 5 - Exige tratamento primário (pré-tratamento) para a implantação desta tecnologia posterior?

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Influência da temperatura e pluviosidade

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Nesta pesquisa, foi realizado o acompanhamento da ETE durante oito meses, período entre abril e novembro de 2016, fato este que permitiu acompanhar as variantes do efeito da temperatura e pluviosidade na eficiência de tratamento do TS, visto que o período abrangeu o outono, inverno e primavera.

Na Tabela 1, pode ser observada a variação de temperatura durante o período de coleta, bem como o volume de chuva acumulado em cada período de coleta.

Tabela 1 - Médias das temperaturas e volume de chuva acumulada.

Períodos de Coleta	Média das mínimas temperaturas (°C)	Média das máximas temperaturas (°C)	Média geral da temperatura (°C)	Volume de chuva acumulado (mm)
Abril	18,40	27,50	22,95	188,70
Mai	12,10	20,20	16,15	95,70
Junho	14,14	22,90	18,52	13,30
Julho	10,30	21,10	15,70	102,90
Agosto	11,90	22,60	17,25	162,50
Setembro	10,10	23,80	16,95	43,30
Outubro	15,30	26,60	20,95	250,30
Novembro	15,60	29,10	22,35	101,10

Fonte: Governo do Estado do Rio Grande do Sul - Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação – Instituto Rio Grandense de Arroz (IRGA), modificada.

Ao se observar que não só a temperatura com a pluviosidade tem influência direta no tratamento do TS da ETE, fez-se necessário uma abordagem mais clara a respeito desses índices, uma vez que o sistema é composto por coletor misto, o que acaba aumentando o volume de efluente destinado ao tratamento em períodos de maior incidência de chuvas, por essa razão foi necessária a quantificação desses índices.

O outono ficou marcado por mudanças bruscas de temperaturas sendo que a mínima registrada no período chegou a -2,14 °C e a máxima chegou a 36 °C, com volume total de chuva em torno de 297,70 mm, sendo que o período ficou caracterizado por um alto índice de chuvas no mês de abril 188,70 mm e uma queda nos meses seguintes 95,70 e 13,30 mm respectivamente.

No inverno a variação de temperatura foi menor, sendo que não houve temperaturas negativas no período, as temperaturas mínimas e máximas foram de 0,7 e 34,5 °C respectivamente. o volume de chuvas acumulados na durante esse período foi maior do que o anterior, com 308,70 mm. No mês de agosto o volume de chuva chegou a 162,50 mm, o maior do inverno e em setembro foi registrado o menor, que foi de 43,30 mm.

Não foi possível acompanhar todo o período da primavera, apenas os meses de outubro e novembro, nos quais observou-se que a temperatura mínima registrada foi de 6,06 °C e a máxima 36,66 °C, porém um fator marcante desse período, foi o alto índice pluviométrico (351,40 mm), deste total 251,30 mm correspondem apenas ao mês de outubro, ou seja, neste mês o volume de chuva corresponde a 26 % do total do período de estudo.

3.2. Eficiência do TS para o tratamento de esgoto doméstico

Na Tabela 2, encontram-se descritos os valores médios de eficiência obtidos durante o ano de 2016, para os parâmetros SS, DQO, DBO e CT.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Tabela 2- Eficiência de remoção do tanque séptico.

Parâmetros	Abril	Maior	Junho	Julho	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Média	Faixa provável de remoção (%)*
DQO	32,17	44,9	54,61	37,08	13,33	6,92	9,48	13	26,44	30 a 40
DBO	18,77	54,19	56,13	37,07	13,4	20,25	22,38	23,59	30,72	35 a 60
Óleos e graxas	13,33	28,57	31,03	19,51	22,86	24,24	17,95	40	19,69	-
Sólidos sedimentáveis	-6,67	62,18	-4,76	90,5	67,06	57,14	58,33	90	40,47	-
Sólidos em suspensão	61,14	66,96	63,24	59,02	41,82	51,61	82,93	63,16	61,24	60 a 70
Coliformes Termotolerantes	-	98,64	-	91,55	-	-	92,19		94,13	30 a 40

Nota: (*) Valores médios de remoção por TS conforme descrito por Von Sperling (1996).

A eficiência de remoção, dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, do TS, observada nos estudos e descrita na Tabela 2 foi relativamente baixa, quando comparada as faixas prováveis de remoção de poluentes para esse tratamento em TS.

Pode-se observar que a eficiência de remoção de DQO ficou em média 26,44 %, enquanto que a DBO_{5,20} obteve uma média de 30,72 % de eficiência, porém mesmo estando abaixo do estipulado pela legislação para lançamento em corpo receptor ou mesmo para eficiência do TS, esse valor para DBO_{5,20} ficou dentro do que foi estipulado em projeto para eficiência de remoção deste parâmetro. Já a eficiência de remoção para os sólidos sedimentáveis, oscilou entre os períodos de coleta, possuindo eficiência negativa nas análises do mês de abril (-6,67 %) e junho (-4,76 %). Essa grande variabilidade dos resultados pode ser atribuída a variação da vazão da ETE, ocorrendo o arraste de matéria orgânica juntamente com o efluente do ponto de entrada para a saída do TS. Para os sólidos em suspensão a eficiência média manteve-se dentro da faixa reportada na literatura, ficando em 61,24 %, assim como os coliformes que tiveram eficiência de remoção de 94,13 %.

Após a avaliação dos resultados de eficiência, percebe-se o TS possui eficiência de tratamento abaixo da faixa provável recomendada para maioria dos parâmetros observados. Devido à baixa eficiência apresentada, grande parte dos parâmetros encontram-se acima das legislações ambientais vigentes, gerando alerta para a necessidade de um pós tratamento.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



3.2.1. Relação entre Demanda química de oxigênio/Demanda bioquímica de oxigênio

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios de DBO e DQO, assim como a relação DQO/DBO, obtidos por meio dos dados de monitoramento do efluente da ETE coletado no ponto de entrada do TS.

Tabela 3 - Valores da correlação de Demanda química de oxigênio (DQO)/Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) das amostras do ponto de entrada do esgoto tratado por tanque séptico.

Correlação DQO/DBO									
Coleta	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Médias
DQO	09,34	631	567,67	777,67	537,67	192,67	232	193,67	442,71
DBO _{5,20}	170,5	990	534,5	777	537,5	79	132,5	97,5	414,81
DQO/ DBO	2,4	0,64	1,06	1	1	2,44	1,75	1,99	1,53

Como pode ser observado na Tabela 3, a relação DQO/DBO na entrada do TS está dentro do valor ideal para tratamento biológico, citado por Jordão e Pessoa (2014), em todas as oito amostragens realizadas. Segundo os autores, os valores ideais para indicação desse tipo de tratamento vão até 2,5.

Conforme observado na Tabela 3 os resultados obtidos para a razão DQO/DBO_{5,20} na entrada do TS tiveram seu menor valor em maio, sendo 0,64, e em setembro esta razão obteve seu maior índice, chegando a 2,44, a média para relação na entrada foi de 1,53, valor que está dentro da faixa descrita por Von Sperling (2005), de 1,5 a 2,5, o que significa que o esgoto tem uma fração biodegradável elevada, sendo aconselhável o tratamento biológico, ainda segundo o autor relação obtida entre DQO/DBO_{5,20} representa um fator importante para verificação da biodegradabilidade de um esgoto ou efluente

Tabela 4 - Valores da correlação de Demanda química de oxigênio (DQO)/Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) das amostras do ponto de saída do esgoto tratado por tanque séptico.

Correlação DQO/DBO na saída do TS									
Coleta	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Médias
DDQO	77,67	47,67	57,67	89,33	66,00	79,33	10,00	68,50	299,52
DDBO	38,50	453,50	234,50	489,00	465,60	63,00	102,85	74,50	252,68
DQO/ DBO	2,00	0,77	1,10	1,00	1,00	2,85	2,04	2,26	1,63

Pode-se observar na Tabela 4 que no mês de setembro a correlação DQO/DBO ficou em 2,85, isso indica que o esgoto não é muito biodegradável e devem ser feitos estudos de tratabilidade para se verificar a viabilidade do tratamento biológico.

Conforme pode ser observado na Tabela 4, os valores encontrados na saída do TS se mantiveram dentro da faixa recomendada para tratamento biológico conforme citado por Jordão e Pessoa (2014), o efluente tratado (saída) obteve seu menor valor em maio 0,77 e o índice mais alto ocorreu no mês de novembro 2,26, estando apenas o mês de setembro fora desse padrão, ficando a média de correlação em 1,63. Tendo em vista as relações DQO/DBO apresentadas do TS, é recomendado que o polimento final dos esgotos tratados seja realizado por meio de tratamento biológico.



Na Tabela 5 estão apresentadas os valores de monitoramento da água bruta e tratada por sistema convencional, sendo estes: Absorvância a 254 nm; Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$); pH; Oxigênio dissolvido (mg L^{-1}).

Na tabela 5 - Monitoramento físico e químico do efluente bruto e tratado por tanque séptico.

Parâmetro	Período de coleta	Entrada	Saída
Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Abril	1256,50 ± 4,95	1094,00 ± 31,11
	Maio	1220,50 ± 2,12	1248,00 ± 42,43
	Junho	1034,50 ± 4,95	1740,00 ± 2,83
	Julho	1460,50 ± 2,12	1346,50 ± 4,95
	Agosto	1386,50 ± 4,95	1506,00 ± 4,24
	Setembro	1126,00 ± 1,41	896,50 ± 65,76
	Outubro	1101,00 ± 4,24	1037,00 ± 7,07
	Novembro	391,90 ± 4,10	353,25 ± 0,07
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Abril	18,00 ± 0,00	19,90 ± 0,14
	Maio	19,80 ± 0,28	19,50 ± 0,28
	Junho	19,10 ± 0,14	18,60 ± 0,00
	Julho	16,55 ± 0,07	17,25 ± 0,07
	Agosto	18,80 ± 0,00	18,40 ± 0,00
	Setembro	17,00 ± 0,14	17,10 ± 0,14
	Outubro	17,65 ± 0,07	17,85 ± 0,07
	Novembro	21,75 ± 0,07	21,75 ± 0,07
pH	Abril	6,82 ± 0,01	7,59 ± 0,03
	Maio	7,88 ± 0,08	7,00 ± 0,08
	Junho	7,70 ± 0,13	6,78 ± 0,14
	Julho	7,78 ± 0,39	7,20 ± 0,02
	Agosto	7,70 ± 0,57	6,99 ± 0,01
	Setembro	8,08 ± 0,04	7,19 ± 0,04
	Outubro	8,01 ± 0,02	7,11 ± 0,03
	Novembro	7,05 ± 0,01	7,06 ± 0,01
Oxigênio dissolvido	Abril	0,70 ± 0,21	7,30 ± 0,23
	Maio	0,10 ± 0,01	0,41 ± 0,01
	Junho	0,27 ± 0,04	0,45 ± 0,31
	Julho	0,24 ± 0,01	0,36 ± 0,01
	Agosto	0,85 ± 0,06	1,38 ± 0,43
	Setembro	1,26 ± 0,01	1,60 ± 0,14
	Outubro	0,20 ± 0,01	0,49 ± 0,04
	Novembro	2,48 ± 0,09	0,21 ± 0,00



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

É possível observar que os valores de condutividade variaram de $391,90 \pm 4,10$ a $1460,50 \pm 2,12 \mu\text{s cm}^{-1}$ na entrada do TS e de $353,25 \pm 0,07$ a $1740,00 \pm 2,83 \mu\text{s cm}^{-1}$ na saída. Percebe-se também que houve uma queda nos últimos três meses, chegando ao mês de novembro com um valor de $353,25 \pm 0,07 \mu\text{s cm}^{-1}$, sendo este o menor valor registrado no período de análises. Observa-se também que o maior valor para condutividade ocorreu no mês de junho $1740,00 \pm 2,83 \mu\text{s cm}^{-1}$ na saída do TS. Esse fato nos faz concluir que os valores de condutividade e volume de chuva foram inversamente proporcionais, uma vez que é possível visualizar que o valor de condutividade foi maior no mês de junho, mês este em que ocorreu o menor índice pluviométrico (13,30 mm) dos meses do estudo como pode ser observado na Tabela 1, no mês de novembro, período marcado pelo alto índice pluviométrico, a condutividade foi a menor registrada na saída do TS $353,25 \pm 0,07 \mu\text{s cm}^{-1}$.

Segundo a Agência Nacional de S Águas (ANA), a condutividade em águas doces naturais é inferior a $500 \mu\text{s cm}^{-1}$, entretanto nos esgotos de acordo com a SNSA (2008), o valor de condutividade é cerca de 2 a 4 vezes superior à da água.

Mesmo com o alto índice pluviométrico registrado no último quadrimestre de estudo, os valores de condutividade para o efluente oriundo do TS se manteve distante da faixa indicada pela CETESB (2009), a qual define que valores superiores a $100 \mu\text{s cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados.

Na Tabela 5 verificam-se as variações de temperatura ao longo dos oito meses de coleta tanto na entrada como na saída do TS, os valores estão acompanhados do seu desvio padrão, observa-se na tabela que as menores temperaturas foram registradas nos meses de julho e setembro, tanto na entrada quanto na saída do TS, a maior temperatura foi registrado no mês de novembro, quando os valores observados não demonstraram variações entre as coletas e forma do esgoto (bruto/tratado).

Conforme pode ser observado na Tabela 5, a menor temperatura registrada na entrada do TS ocorreu no mês de julho $16,55 \pm 0,07 \text{ }^\circ\text{C}$, a maior ocorreu em novembro $21,75 \pm 0,07 \text{ }^\circ\text{C}$. Na saída houve uma alteração em relação a temperatura mais baixa, ao contrário da entrada, na saída o menor valor ocorreu em setembro $17,10 \pm 0,14 \text{ }^\circ\text{C}$, a maior temperatura se manteve igual a da entrada, tanto para o mês, como o valor.

Os valores de temperatura não apresentaram um comportamento constante, sendo que em 50 % das análises ela foi maior na saída do TS. Nos meses de abril, outubro e novembro a temperatura de entrada do efluente foi maior do que a média geral de temperatura do respectivo mês, sendo que nos demais meses a temperatura de entrada do efluente no TS sempre se manteve superior a média da temperatura ambiente.

Segundo a Resolução 430/2011 do CONAMA a temperatura de um efluente para poder ser lançado ao ambiente deve ser inferior a $40 \text{ }^\circ\text{C}$, o que comprova, neste sentido que todas as análises, tanto de entrada, quanto de saída estão dentro do padrão de lançamento exigidos pela legislação estadual.

Entretanto de acordo com Chernicharo (2007), para os processos anaeróbios a temperatura ideal do esgoto é entre 25 e $35 \text{ }^\circ\text{C}$, sendo que abaixo de $15 \text{ }^\circ\text{C}$ a atividade bacteriana fica seriamente comprometida. Portanto, no que tange a temperatura e os valores ficaram dentro do estabelecido pela legislação caso o efluente logo após tratamento primário fosse disposto em corpo hídrico, porém abaixo do recomendado na literatura para atividade biológica.

Conforme pode ser observado na Tabela 5, os valores de pH tanto na entrada, quanto na saída do TS encontram-se dentro da faixa de pH estabelecida pelas legislações para lançamento em corpos hídricos, que varia de 5 a 9 de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 e 6 à 9 pela Resolução CONSEMA 355/2017, a respectiva legislação não determina valores para o efluente do TS e sim para disposição deste efluente em corpo hídrico receptor.

O pH é um parâmetro importante no controle de ETE, sobretudo nos processos anaeróbios e oxidativos, pois influencia a velocidade da nitrificação no processo que é praticamente

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



inibida com pH menor que 5,0. (SANT'ANNA JR., 2010). E, de acordo com Jordão e Pessoa (2014), o pH do esgoto varia normalmente varia de 6,5 a 7,5.

Conforme destaca Cassini (2008), para um bom andamento do tratamento posterior ao TS, o pH deve se manter próximo da neutralidade, visto que as bactérias anaeróbias são sensíveis às alterações de pH, sendo assim torna-se importante o controle desse parâmetro. Portanto um valor de pH próximo da neutralidade indica o bom andamento do processo, enquanto que seu decaimento indica a alteração de algum parâmetro, que deve ser corrigido imediatamente a fim de evitar a diminuição da atividade biológica do sistema.

A Resolução 357/05 CONAMA estabelece para lançamento de efluente, teores de OD não inferiores a $5,0 \text{ mg L}^{-1}$, porém como pode ser observado na Tabela 5, apenas no mês de abril $7,30 \pm 0,23 \text{ mg L}^{-1}$ obteve-se o valor dentro dos padrões estabelecidos na respectiva resolução, nos demais meses o valor manteve-se abaixo dos padrões, sendo que no mês de novembro obteve-se o valor mais alto na entrada $2,48 \pm 0,09 \text{ mg L}^{-1}$ e o valor mais baixo na saída do TS, quando ficou em $0,21 \text{ mg L}^{-1}$. Segundo Jordão e Pessoa (2014), o valor típico de OD para esgotos domésticos é 0 (zero). Portanto o efluente de entrada esteve em 75 % das análises próximo aos valores reportados na literatura.

Em consideração a Resolução 357/05 CONAMA, pode-se verificar que os valores de OD encontrados para a saída do TS, encontram-se abaixo do indicado para lançamento em corpo hídrico receptor, apontando que o tratamento de esgoto para este parâmetro ainda não foi totalmente eficaz, necessitando de um pós-tratamento.

3.3. Avaliação do processo unitário TS

Para a melhor avaliação do sistema, esta etapa foi subdividida em duas fases: avaliação do dimensionamento e operação do TS.

3.3.1. Dimensionamento do Tanque Séptico

Para o dimensionamento do TS a prefeitura municipal contratou uma empresa terceirizada, que projetou as cinco estações de tratamento de esgotos existentes no município.

Na ETE Foi adotado o sistema de TS de câmara única com remoção periódica de lodo armazenado com uso de caminhão de limpeza. A eficiência estimada para o TS foi de 30 % de remoção de $\text{DBO}_{5,20}$, um valor conservador. As unidades do sistema foram dimensionadas para atender uma vazão máxima de $3,11 \text{ L s}^{-1}$, e uma população de 1.245 habitantes.

Para a avaliação do dimensionamento dos TS, foi utilizado os dados de projeto no qual foi efetuado o cálculo do volume total da unidade de tratamento, e as dimensões foram adotadas de forma a atender a área necessária e a profundidade de 2,5 m.

Na Tabela 6 pode ser observada a comparação entre os valores utilizados e calculados no projeto original, para cada um dos dois tanques sépticos, e os valores utilizados e encontrados na avaliação do dimensionamento. Para a realização dos cálculos foram utilizados os valores do projeto original em que: $C = 120 \text{ L hab d}^{-1}$; K foi adotada em $60 \text{ L (hab.d)}^{-1}$; T foi adotado de 12 h, 0,5 d.

Tabela 6 - Dimensões da fossa séptica

Dimensões	Dados de projeto TS	Dados da avaliação
Altura útil (m)	2,50	2,50
Largura útil (m)	2 x 3,25	2 x 4,00
Comprimento (m)	7,50	NA
Área (m ²)	2 x 24,40	2 x 30,00
Volume (m ³)	2 x 61,00	2 x 75,00
Tempo de detenção hidráulico (dia)	0,50	NA

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Conforme observado na Tabela 6 que considerou as normas estabelecidas, a população atendida e os demais dados mencionados acima, pode-se concluir que o volume total calculado necessário para atender a população seria em torno de 75 m³ para cada TS ou 150 m³ de volume total, o que mostra o principal equívoco encontrado no projeto original, onde foi utilizado um volume de 61 m³, para suprir o volume de efluentes gerados pela comunidade seria necessário um aumento de 0,75 m na largura útil do TS.

Os demais dados do dimensionamento estão em conformidade com a NBR 7229 que estabelece um tempo de detenção de doze horas (0,5 dia) para vazões acima de 9 m³, e uma altura útil de até 2,80 m. Esse valor discrepante em relação ao volume pode ter sido influenciado pela escolha do projetista nas dimensões, ou alturas.

Sistemas simples de tratamento, como os sistemas de TS não necessitam muita técnica operacional, sendo que a operação necessária é a realização de limpezas, que devem ocorrer de acordo com a necessidade, ou com o que é estipulado no projeto. Um fator importante foi observado é a necessidade que seja efetuada a retirada do lodo sobrenadante, tanto na fossa como no filtro, estudos da EMPRAPA (2010), apontam que essas medidas são necessárias a fim de evitar incrustações e mau cheiro, e também para que o acúmulo de grande quantidade desse material não diminua a altura útil da fossa.

Outro fato significativo que foi observado corresponde a ocorrência de transbordamento e ineficiência do tratamento na ETE em dias de chuva excessiva, por causa da existência de coletor misto, estando a rede de drenagem pluvial em conjunto com a rede coletora de esgoto doméstico. O tratamento realizado na ETE apresenta problemas devido à disposição de resíduos sólidos diretamente na rede de esgoto, provocando obstrução da rede e redução da eficiência do tratamento.

3.4. AMD – Árvore de decisão

A partir da análise dos resultados ficou claro que o efluente necessita de um sistema de pós-tratamento, visando melhorar a qualidade do efluente do sistema, pois o mesmo em muitas ocasiões não atinge os padrões de qualidade necessária para o lançamento em corpos hídricos. Assim, por meio da AMD, foram estabelecidas algumas alternativas possíveis de serem implantadas na ETE conforme apresentado na Figura 3.

Realização



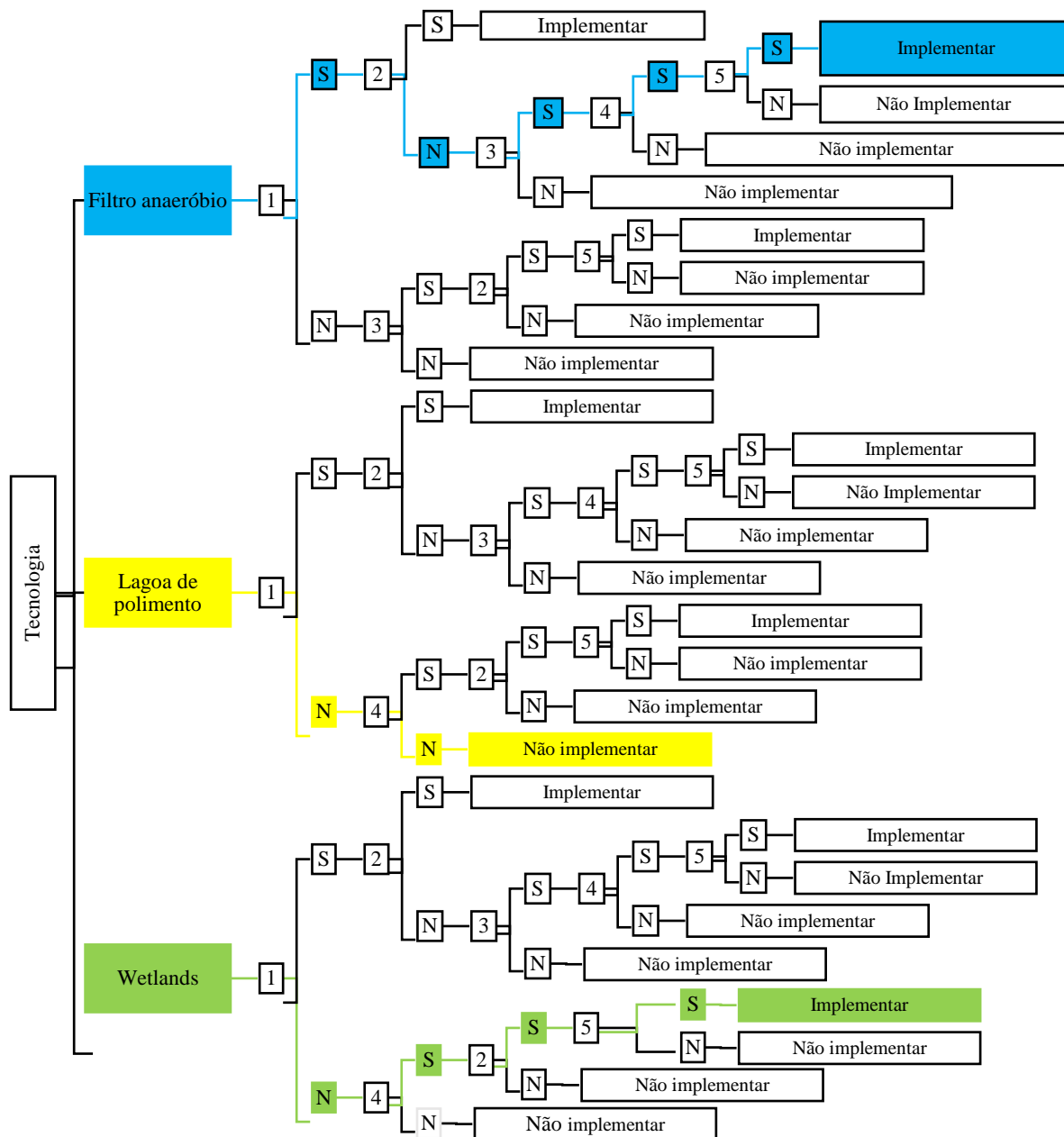
Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

Figura 3 - Árvore de decisão com as tecnologias sugeridas para implantação na ETE "G".



Ao definir um processo de pós tratamento para o efluente gerado na ETE, foi levado em consideração o fato da mesma fazer parte do sistema de esgotamento público municipal, e que ao optar por um processo de pós tratamento, este deveria ser de fácil operação e manutenção, além de possuir características que facilitassem sua construção, baixo custo de instalação e minimizar os impactos no seu entorno, tendo em vista que o sistema será instalado próximo às residências. Para a escolha de do pós tratamento adequado.

Nota-se pela figura 3, que as tecnologias de pós tratamento para os efluentes oriundos da ETE viáveis a serem sugeridas de acordo com a metodologia utilizada são o filtro anaeróbico (FA) e wetlands construídos.



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

Em relação ao FA já existe e opera pós TS na ETE, porém esta se encontra com capacidade inferior a estipulada na NBR 13969/97 para o volume de efluentes que chegam a ETE, com isso faz-se necessário o redimensionamento do mesmo, para que assim o processo de tratamento possa ocorrer de maneira eficiente, com tudo essa tecnologia ainda é a forma mais simples de elevar a eficiência do processo na ETE.

De acordo com a AMD – árvore de decisão, a segunda opção de pós-tratamento sugerida para implantação na ETE foi com WC, que por se tratar de sistema baseado na filtração, no qual se faz necessário o conhecimento prévio das características do material filtrante bem como a utilização de unidades de tratamento primário, podendo ser indicado no tratamento do efluente pós TS na ETE. Os WC são ainda compatível com a área existente, além de ser um sistema de fácil operação e manutenção conforme descrito por (CHERNICHARO et al., 2001), seguindo as mesmas características das ETE do município.

No entanto, os wetlands construídos poderão ser aplicados considerando duas possibilidades: 1º - Logo após o tanque séptico, uma vez que esse sistema necessita apenas de um tratamento primário anterior (PHILIPPI e SEZERINO, 2004); 2º - Após o sistema TS e FA, o que aumentaria a eficiência do processo de tratamento.

Com relação ao tipo de sistema de WC a ser aplicado, neste caso sugere-se empregar o sistema de wetlands de fluxo vertical e/ou horizontal ou ainda o sistema híbrido, representado por wetlands de fluxo vertical, seguido de fluxo horizontal. Esta definição corrobora com o descrito por Maier (2007), pois além da redução de patógenos e matéria orgânica o sistema híbrido promoverá a nitrificação e desnitrificação da matéria nitrogenada no efluente.

As lagoas de polimento apesar de serem uma boa alternativa para o pós tratamento do efluente gerado na ETE, tornam-se inviáveis no momento devido a indisponibilidade de uma área adequada para sua implantação. Esta definição está de acordo com o descrito por Chernicharo et al. (2011).

Por fim, cabe ressaltar que qualquer uma das alternativas sugeridas poderá ser aplicada para o polimento final dos efluentes oriundos da ETE, entretanto, faz-se necessário que o dimensionamento tanto do TS, como do FA estejam em conformidade com a ABNT NBR 13969/97.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos propostos e os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

Após tratamento do esgoto em TS, em 100 % dos meses analisadas, a temperatura, o pH, óleos e graxas encontram-se dentro do limite aceitável pela Resolução 430/2011 do CONAMA para lançamento em corpo hídrico receptor, diferentemente da cor, turbidez, sólidos sedimentáveis e suspensos, $DBO_{5,20}$. A DQO atendeu os valores máximos previsto na Resolução 355/2017 do CONSEMA que prevê valores de até 400 mg L^{-1} , exceto para os meses de julho e agosto. Quanto ao OD, apenas abril ficou de acordo com a Resolução 357/05 do CONAMA que estipula que o valor de OD deve ser igual ou superior a $5,0 \text{ mg L}^{-1}$, os demais valores ficaram abaixo do mínimo determinado nesta Resolução.

A Resolução 357/2005 do CONAMA estipula que $1.000 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$ é o valor máximo dos coliformes para lançamento no corpo hídrico receptor, e a Resolução 355/2017 do CONSEMA adota $3.000 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$. Nenhum dos três meses atendeu a qualquer uma das duas resoluções. Foi possível constatar ainda que o tratamento do esgoto é apenas parcialmente eficiente para a remoção da matéria orgânica, não atendo os padrões estabelecidos pelas Resoluções 357/2005 e 430/2011 do CONAMA e a Resolução 355/2017 do CONSEMA. O que retrata a necessidade da adição de um pós-tratamento.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

A partir da análise dos resultados ficou evidente a necessidade de um processo de pós-tratamento a fim de melhorar a qualidade do efluente do sistema de tratamento, visto que o mesmo em muitas ocasiões não atinge os padrões de qualidade necessária para o lançamento em corpos hídricos, e por meio da AMD – árvore de decisão, foi sugerido como possíveis tecnologias de pós tratamento: (a) FA pós TS, porém, deve-se considerar que estando o FA instalado e operando na ETE, é primordial que o mesmo seja redimensionado visando atender ao volume de efluentes gerados/; (b) WC de fluxo horizontal seguido de vertical pós TS; (c) WC de fluxo horizontal seguido de vertical pós sistema de tratamento de TS e FA; (c) Descartou-se inicialmente a instalação de lagoas devido a área disponível na ETE.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 9.648: **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário.** [S.n] Rio de Janeiro, 1986.

ABNT. NBR 7229: **Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos.** [S.n] Rio de Janeiro, 1993.

ABNT. NBR 13969: **Tanques Sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação.** [S.n] Rio de Janeiro 1997.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water e wastewater.** New York, NY, 20 ed., 2005.

ANDRADE NETO, Cícero O. de. **Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários - Experiência Brasileira.** Rio de Janeiro: ABES, 1997. v.01. 301p.

AZEVEDO NETO, J. M., **Tanques sépticos: Conhecimentos atuais.** Revista Engenharia Sanitária, 24, 222-229 (1985).

BRASIL. FUNASA - Fundação Nacional de Saúde -. **Manual de saneamento.** 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006 [S.n]. 408 p.

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 357/2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente [S.n] [2011].

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente.** [S.n] [2005]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 26 de abril de 2018.

CASSINI, A.S. **Estudo de Processos Alternativos no Pré-Tratamento de Efluentes Provenientes da Produção de Isolados Protéicos.** 2008. 196 f. Tese de Doutorado- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química Porto Alegre, 2008.

CETESB. **Relatório de qualidade de águas superficiais: Apêndice A: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** [S.l] 2009.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

CHERNICHARO, C. A. de L., - **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: reatores anaeróbios**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, 2007. Vol. 5, 379p.

CHERNICHARO, C. A. L, et al **Introdução**. IN: PROSAB- Programa de Pesquisa em saneamento Básico, **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**, Brasília, p.19-34, 2001.

CONSEMA- O conselho estadual do meio ambiente. **Resolução nº 355 de 13 de julho de 2006**. [S.l]. Disponível em: <http://www.laboratoriogreenlab.com.br/images/pdf_gerais/Consema_355-2017.pdf> Acesso em: 26 de abril de 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades: Campina das Missões – RS**. Rio de Janeiro, 2015.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: SEGRAC, 2014.

MAIER, C. **Qualidade de águas superficiais e tratamento de águas residuárias por meio de zonas de raízes em propriedades de agricultores familiares**. (dissertação de mestrado) 96 p. Universidade Federal de Santa Maria UFSM, 2007.

OLIVEIRA, S. V. W. B. **Modelo para tomada de decisão na escolha de sistema de tratamento de esgoto sanitário**. 2004. 293f. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, São Paulo, 2004. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-19092006-125541/pt-br.php>>. Acesso em: 30 de abril de 2018.

PHILIPPI, L.S. E SEZERINO, P.H. **Aplicação de Sistemas tipo Wetlands no tratamento de Águas Residuárias: Utilização de filtros plantados com macrófitas**. Florianópolis-SC. Ed. Do Autor. 2004. 144p.

SANT'ANNA JR., G. L. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro. Interciência, [S.n.] 2010, 418p.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SNSA). **Esgotamento sanitário: processos de tratamento e reuso de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 2 /** Salvador, 2008. 179 p.

SILVA, G. H. **Sistema de alta eficiência para tratamento de esgoto residencial – estudo de caso na lagoa da conceição**. Monografia. Programa de graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Esgotamento sanitário: processos de tratamento e reuso de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 2**. Salvador: ReCESA, 2008. 179 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v1. 2a edição revisada. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

Realização

ABES-RS



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

VON SPERLING. **Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Vol.1, 3. ed.
Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2005.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375