

## II-523 - ESTUDO DE VIABILIDADE DE INSTALAÇÕES E OPÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO PARA UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

### **Giuliano Crauss Daronco<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Especialista em Educação Profissional. Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH/UFRGS.

### **Luís César da Cruz de Souza**

Engenheiro Civil pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ).

### **Moacir da Luz Soares**

Engenheiro Civil pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ).

### **Tâmela Campus**

Graduando do Curso de Engenharia Civil (UNIJUÍ).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Borges de Medeiros, 550/403 – Santa Rosa - RS - CEP: 98900-000 - Brasil - Tel: (55)9976 8080 e-mail: [giuliano@daranco.com.br](mailto:giuliano@daranco.com.br)

### **RESUMO**

Segundo dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) em agosto de 2010, através da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, mostram o Rio Grande do Sul no ranking dos 10 estados brasileiros com pior tratamento de esgoto nos municípios. De acordo com o IBGE, apenas 15,1% das cidades gaúchas contam com o serviço de esgotamento sanitário, classificando o estado do Rio Grande do Sul abaixo da média nacional, de 28,5%. Frente a esse problema, colaborando para diminuir o déficit de saneamento existente nas regiões desprovidas de tratamento, uma das opções factíveis é o uso de ETES descentralizadas (tecnologia limpa), cujas vantagens técnicas de tratamento de esgoto, possibilitam sua implantação próxima à fonte, além de baixo custo e de implantação e manutenção. Outro fato faz-se referência à nova lei do saneamento básico (Lei N<sup>o</sup> 11445, 2007), que prescreve soluções diferenciadas para a problemática. Dessa forma, o presente trabalho tem por finalidade o estudo de viabilidade de instalações e opções de tratamento de esgoto sanitário para pequenas bacias hidrográficas, com populações reduzidas, no qual, o campus da UNIJUÍ-Ijuí/RS se enquadra, servindo como futuro modelo de tratamento para pequenos municípios. O uso um algoritmo de seleção de sistemas de tratamento de esgoto em pequenas comunidades foi escolhido como base para auxiliar na escolha da solução a ser adotada, com base técnica e econômica, o qual considera uma tendência particular da região investigada, caracterizada pela disponibilidade área a custo acessível, sua topografia, suas atividades predominantes, características de seus solos e águas e outros fatores determinantes como nível do lençol freático, disponibilidade de energia elétrica, possibilidade de efetuar alguma movimentação de terra. Através deste algoritmo, foi possível visualizar a seleção de três opções possivelmente mais viáveis de serem implantadas na área de projeto estudada, lagoa aerada seguida de uma lagoa de decantação, valos de oxidação e um sistema combinado de digestor anaeróbio de fluxo ascendente seguido de lagoa areada seguida de lagoa de decantação. Por fim, requisitos de área disponível para implantação, como também custos de investimento, operação e manutenção serão os itens mais relevantes na escolha da melhor opção entre as selecionadas. Nesse sentido, de forma positiva, os aproveitamentos dos resíduos lançados fora, de indesejáveis, podem passar a úteis, seja na forma de fertilizante, de gás combustível, ou simplesmente água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento de esgoto, Opções de tratamento, Viabilidade, Pequenas bacias hidrográficas, Campus universitário.

### **INTRODUÇÃO**

As cobranças atuais das legislações, quanto às responsabilidades ambientais têm impulsionado o Poder Público e as entidades privadas a um maior compromisso com o meio ambiente. Sendo assim, um dos indicadores da responsabilidade ambiental de uma organização é a minimização, tratamento e destino adequado de suas águas residuárias. No entanto, o procedimento para se atingir o ideal não é só técnico como também econômico, analisando fielmente a relação custo/benefício na escolha da melhor e mais oportuna solução para o tratamento.

A motivação pela realização deste trabalho aconteceu em virtude do baixo índice de esgoto tratado no Brasil, sobretudo em municípios com população abaixo de 10.000 habitantes, de acordo com dados apresentados na tabela 01. Igualmente, deve-se observar que cerca de 50% das cidades brasileiras têm menos de 10.000 habitantes, conforme exposto na tabela 02, fato que não as considera desobrigadas das responsabilidades de tratamento das suas águas residuárias.

**Tabela 01 – Esgoto coletado e tratado, segundo classes de tamanho da população – Brasil 2000.**

<b>Classes de tamanho da população</b>	<b>Esgoto coletado, volume (m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>Esgoto tratado, volume (m<sup>3</sup>/d)</b>	<b>Proporção de esgoto tratado</b>
Até 5.000	599.029	60.875	10,16%
De 5.001 a 10.000	420.843	68.092	16,18%
De 10.001 a 20.000	687.864	174.379	25,35%
De 20.001 a 50.000	2.036.736	422.830	20,76%
De 50.001 a 100.000	1.115.946	404.455	36,24%
De 100.001 a 200.000	1.952.907	580.952	29,75%
De 200.001 a 500.000	2.219.725	740.818	33,37%
De 500.001 a 1.000.000	905.083	259.007	28,62%
Mais de 1.000.000	4.631.946	2.425.763	52,37%

**Fonte: IBGE (2000, apud Oliveira 2004).**

**Tabela 02 – Distribuição das cidades em classes de tamanho da população – Brasil 2004.**

<b>Classes de tamanho da população - 2004</b>	<b>Número de Cidades</b>	<b>% de Cidades</b>	<b>% Acumulada</b>
Até 5.000	1.359	24,44%	24,44%
De 5.001 a 10.000	1.312	23,60%	48,04%
De 10.001 a 20.000	1.317	23,69%	71,73%
De 20.001 a 50.000	1.010	18,17%	89,89%
De 50.001 a 100.000	309	5,56%	95,45%
De 100.001 a 200.000	131	2,36%	97,81%
De 200.001 a 500.000	88	1,58%	99,39%
De 500.001 a 1.000.000	20	0,36%	99,75%
Mais de 1.000.000	14	0,25%	100,00%
<b>Totais</b>	<b>5560</b>	<b>100,00%</b>	

**Fonte: IBGE (2004, apud Oliveira 2004).**

Em virtude dos fatos citados, tem-se por objetivo geral a busca de uma melhor alternativa, técnica e econômica, para o tratamento do esgoto doméstico gerado no Campus da Unijuí/Ijuí – RS e como objetivos específicos:

- Apresentar alternativas possíveis de aplicação no tratamento do esgoto para cidade até 10.000 habitantes;
- Analisar as alternativas selecionadas, de acordo com um algoritmo para seleção de sistemas de tratamento, conforme a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1988);
- Sugerir a aplicação do sistema mais adequado ao local; com base técnica, econômica e ambientalmente viável.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **PLANEJAMENTO**

A coleta de dados foi realizada em duas fases, na literatura procuraram-se informações sobre as opções de tratamento de esgoto para pequenas comunidades, formas de avaliação entre as alternativas e possíveis fatores que poderiam auxiliar na escolha do sistema mais viável técnico e econômico.

A segunda fase foi necessária para complementar dados não disponíveis na literatura como dados topográficos da área de projeto, características do solo, nível do lençol freático, disponibilidade de energia elétrica, disponibilidade de terreno, possibilidade de movimentação de solo e restrições ambientais.

A interpretação dos dados da pesquisa foi realizada através de respostas maximizadas (sim) e minimizadas (não) as perguntas sugeridas pelo algoritmo de seleção de sistemas de tratamento de esgotos, proposto pela CETESB (1988), conforme figura 01.

Entre as alternativas selecionadas, fatores como área necessária para implantação, custo de investimento, custo de operação e manutenção, confiabilidade, necessidade de mão-de-obra para operação, requerimento de energia para operação, produção de lodo a ser disposto, remoção da matéria orgânica, remoção de nutrientes, presença de patogênicos no efluente e restrições de alguns sistemas quanto a vazões diárias de esgoto, contribuíram no processo comparativo que resultou na escolha da melhor alternativa técnica e econômica.

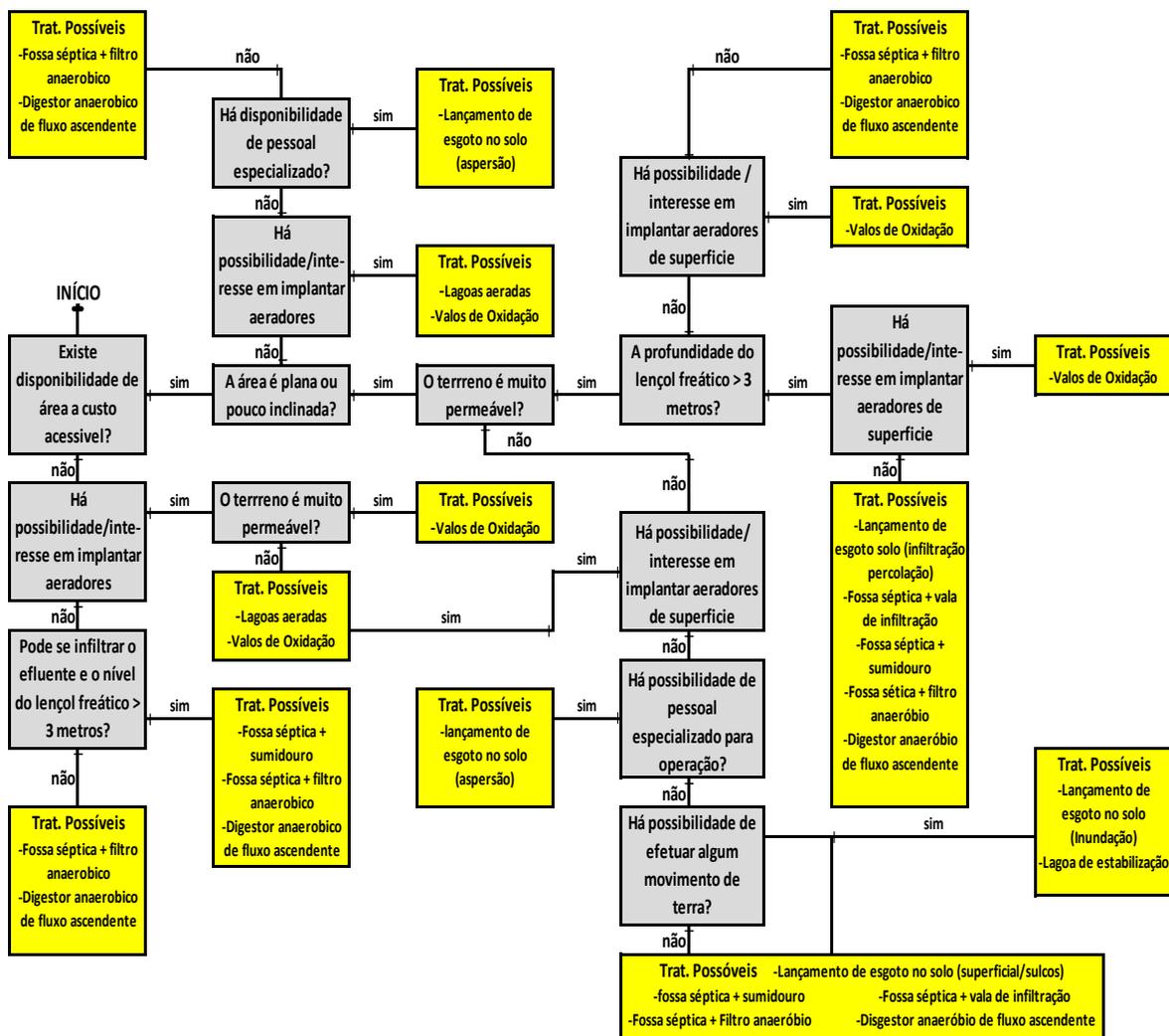


Figura 01: Algoritmo para seleção de sistemas de tratamento de esgotos em pequenas comunidades. Fonte: CESTEB (1988).

### ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado em um campus universitário, localizado na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, mais precisamente no Município de Ijuí, no campus da Unijuí, ilustrado na figura 02.

Souza (2009) apresentou a tipologia do esgoto gerado na área de projeto, no qual o esgoto sanitário tem o tratamento realizado na quase totalidade por fossas sépticas seguidas de sumidouro, salvo pelo prédio da

biblioteca, com grande área construída, onde o tratamento é realizado por fossa séptica seguida de filtro anaeróbio.

O mesmo autor exhibe os estudos populacionais, cujo ano base é 2009, admitindo um período de projeto de 20 anos, recomendado pela literatura, a projeção futura realizada através de uma regressão linear resultou numa população final estimada de 7415 habitantes.

A vazão afluyente para a escolha e o dimensionamento da estação de tratamento de esgoto é o resultado da multiplicação da população final estimada pela taxa de contribuição diária de despejos. Neste caso a contribuição é de 50 litros/dia, sendo assim, conseqüentemente, a vazão contribuinte a estação de 370,75 m<sup>3</sup>/dia.



**Figura 02: Vista aérea do campus da Unijuí – Ijuí/RS.**  
Fonte: Departamento do Patrimônio da Unijuí.

## RESULTADOS

### DISPONIBILIDADE DE ÁREA

A figura 03 apresenta o espaço físico da área de projeto, no qual através de interpretação do mapeamento geológico, análise do projeto planialtimétrico e investigações de campo, foram possível verificar disponibilidade de área para locação da estação de tratamento de esgoto.

A região disponível é favorecida com área aproximada de 25 x 60 m e encontrasse na elevação média 293 m em relação ao nível do mar, abaixo de todas as cotas das edificações da área de projeto. Dessa forma contribuindo para a funcionalidade da rede coletora, toda por gravidade.



**Figura 03: Vista aérea do espaço físico do campus da Unijuí – Ijuí/RS.**  
Fonte: Adaptado de Google Earth (2010).

## PROPOSTA PARA O TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Como resultado da análise realizada, entre as várias alternativas estudadas, através de adaptações da literatura e interpretação do algoritmo de seleção de sistemas da CETESB (1988), obteve-se a escolha da opção mais adequada para a situação em julgamento. Segundo Von Sperling (2005), os reatores UASB são uma das principais tendências contemporâneas de tratamento de esgotos no Brasil, como unidades únicas, ou seguidas de uma forma de pós-tratamento, confirmando a escolha proposta neste trabalho.

A fim de garantir um efluente final com maior qualidade, cujo destino final será o corpo receptor do Arroio Espinho, optou-se por sugerir um sistema com pós-tratamento.

Sendo assim, proposto uma alternativa que não demandasse uma área exagerada de terreno, tão pouco necessitasse de energia elétrica para o tratamento, por conseqüência um sistema de menor valor tanto de implantação como de operação e manutenção.

**Tabela 03 – Pré-seleção de alternativas, conforme algoritmo da CETESB (1988).**

<i>Alternativa</i>	<i>Situação</i>
Fossa séptica + sumidouro	Selecionada
Fossa séptica + valas de infiltração	Selecionada
Fossa séptica + filtro anaeróbio	Selecionada
Lagoa facultativa	Excluída
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa	Excluída
Lagoa aerada facultativa	Excluída
Lagoa aerada de mistura completa + lagoa de sedimentação	Excluída
Lagoa aeróbia	Excluída
Lagoas de maturação	Excluída
Lagoas de polimento	Excluída
Disposição no solo - irrigação por aspersão	Excluída
Disposição no solo - irrigação por sulcos	Excluída
Disposição no solo - irrigação por inundação	Excluída
Disposição no solo - infiltração rápida (infiltração – percolação)	Selecionada
Disposição no solo - escoamento superficial	Excluída
Reator anaeróbio de fluxo ascendente	Selecionada
Valos de oxidação	Excluída

O sistema composto por Reator anaeróbio de fluxo ascendente seguido de filtro anaeróbio, foi a alternativa indicada para o tratamento do esgoto doméstico, gerado no campus da Unijuí – Ijuí/RS.

A tabela 04 apresenta algumas características estimadas com valores médios, adaptados da literatura, dos sistemas compostos por UASB seguidos de pós-tratamento, cujo sistema sugerido está exibido em vermelho.

**Tabela 04 – Principais características estimadas dos sistemas UASB seguidos de pós-tratamento – População de 7415 habitantes.**

Sistema	Demanda de área (m²)	Potência para aeração		Volume de lodo		Custos	
		Instalada (W)	Consumida (kWh/ano)	Líquido a ser tratado (m³/ano)	Desidratado a ser disposto (m³/ano)	Implantação (R\$)	Operação e manutenção (R\$/ano)
Fossa séptica + sumidouro	5191	0	0	1743	185	296.600,00	14.830,00
Tanque séptico + Filtro anaeróbico	2039	0	0	4375	278	778.575,00	59.320,00
Tanque séptico + infiltração	9269	0	0	1743	185	593.200,00	29.660,00
Lagoa facultativa	22245	0	0	463	167	444.900,00	22.245,00
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa	16684	0	0	797	297	389.287,50	22.245,00
Lagoa aerada facultativa	2781	11864	107518	927	137	519.050,00	51.905,00
Lagoa aerada mistura completa + lagoa sedimentação	2225	15942	140885	1539	167	519.050,00	51.905,00
Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa de maturação	29660	0	0	797	297	556.125,00	27.806,25
Infiltração lenta	222450	0	0	-	-	296.600,00	14.830,00
Infiltração rápida	25953	0	0	-	-	370.750,00	18.537,50
Escoamento superficial	20391	0	0	-	-	444.900,00	22.245,00
Reator UASB	482	0	0	1075	167	296.600,00	22.245,00
Valos de oxidação	1854	25953	163130	-	467	852.725,00	103.810,00

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005).

Verificando a tabela 04, fica mais esclarecida a proposta, pois entre os sistemas UASB seguidos de pós-tratamento, a combinação com o filtro anaeróbio comprova-se ser viável tanto na parte técnica como também em questões econômicas.

Algumas vantagens da combinação deste sistema são a boa qualidade do efluente final, onde 70% de remoção dos poluentes acontecem no Reator UASB e no final do processo, o efluente, após o filtro anaeróbio encontra-se com 95% de remoção das cargas poluidoras. Além da facilidade de operação e menores demanda de área, não possui consumo de energia nos processos de tratamento.

Por fim, cabe salientar que os critérios apresentados na tabela anterior, serviram como valores pré-dimensionados, com intenção de demonstrar a escolha do melhor sistema de aplicação no caso em estudo. Entretanto, na aplicação efetiva da alternativa, o conjunto deverá ser devidamente dimensionado.

## CONCLUSÕES

A presente pesquisa buscou averiguar a melhor alternativa passível de aplicação no tratamento do esgoto doméstico gerado no campus da Unijuí – Ijuí/RS, servindo assim com opção para municípios com população inferior a 10.000 habitantes. Para isso, foi preciso estudos de alguns sistemas de tratamento, aplicáveis em pequenas comunidades.

Na avaliação dos sistemas apresentados foi utilizado um método da CETESB (1988), que sugere a seleção de alternativas para o estudo de caso, por intermédio de um algoritmo.

Em virtude disso, os custos de se fazer análises e orçamentos criteriosos dos diversos sistemas de tratamento para, então, identificar as melhores alternativas, foram reduzidos, focando-se nas opções selecionadas, sugeridas pela metodologia adotada.

Nas comparações dos cinco sistemas selecionados, através dos principais critérios sugeridos pela literatura, os resultados apontam o reator anaeróbio de fluxo ascendente como a melhor alternativa correspondente a aspectos técnicos e econômicos.

O fato de se indicar um pós-tratamento para o sistema contribuiu numa melhor qualidade do efluente final, cujo destino é o Arroio Moinho.

O conjunto Reator UASB seguido de filtro anaeróbio, se mostrou a melhor opção entre os sistemas apresentados para o pós-tratamento de reatores anaeróbios.

De modo promissor, os resultados encontrados sugerem que a metodologia adotada poderá auxiliar na escolha de sistemas de tratamento de esgotos domésticos para pequenas comunidades, através de seu pré-dimensionamento, com base em particularidades típicas de cada localidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Opções para tratamento de esgotos de pequenas comunidades. São Paulo: CETESB, 1988. 36 p.
2. OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Modelo para tomada de decisão na escolha de um sistema de tratamento de esgoto sanitário. 2004. 293 f. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
3. SOUZA, Luís César. Alternativa paralela para o tratamento de esgoto no município de Ijuí/RS: Estudo de caso, campus da Unijuí - Ijuí/RS. 2009. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Grau de Engenheiro civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.
4. VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 452 p.