UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

Curso de Graduação em Engenharia Civil

LAURA ADAMS

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO ATRAVÉS DE TANQUE SÉPTICO DE CÂMARA ÚNICA- – ESTUDO DE CASO

Ijuí/RS

2012

LAURA ADAMS

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO ATRAVÉS DE TANQUE SÉPTICO DE CÂMARA ÚNICA--ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Giuliano Crauss Daronco

Ijuí/RS

2012

LAURA ADAMS

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO ATRAVÉS DE TANQUE SÉPTICO DE CÂMARA ÚNICA – ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelos membros da banca examinadora.

Banca examinadora

_____

Prof. Giuliano Crauss Daronco, M. Eng. – Orientador
UNIJUÍ/DCEEng.

_____

Prof. Cristina Eliza Pozzobon, M. Eng.
UNIJUÍ/DCEEng.

Ijuí, 31 de maio de 2012.

AGRADECIMENTOS

Por ter chegado até aqui, momento de desenvolver um trabalho de conclusão de curso de graduação, agredeço à graça Divina de descender destes, que são meus pais. A eles, minha mais profunda admiração e respeito pelas pessoas que são e sincera gratidão pela educação familiar/pessoal e científica que sempre me proporcionaram, sem mensurar esforços. Ao meu irmão, minha lembrança de agradecimento pelo exemplo que até hoje me concede.

Para a realização e desenvolvimento deste trabalho, agradeço ao meu pai, conselheiro fundamental e à minha mãe, pela ouvinte que foi quando precisei dar voz às minhas ideias, anseios e desafios. Ao professor Giuliano Crauss Daronco, pela predisposição em aceitar ser meu orientador e depois, pelo apoio e ajuda concedida. Também agradeço o auxílio do amigo e pesquisador Rodrigo Lange, que pode contribuir com sua experiência científica. À Unijuí, e de forma especial ao Curso de Engenharia Civil que, além de tudo, forneceu apoio para a realização das análises laboratorias que o presente trabalho requeriu. À empresa que acolheu esta pesquisa fornecendo o espaço para que a mesma se realizasse. A todos, muito obrigada.

RESUMO

"Os esgotos são tratados por duas razões fundamentais: proteção da saúde pública e preservação do meio ambiente" (BENETTI & BIDONE, 1997, p. 867). A Lei Orgânica da Saúde (Lei 8.080/90) prevê o direito fundamental ao saneamento e meio ambiente. No entanto, segundo dados do IBGE do PNAD de 2008, 2.233 milhões de domicílios brasileiros não contam com qualquer tipo de tratamento ou coleta de esgoto. No país, a adoção de tanques sépticos para este fim foi constatada em 11.909 milhões de unidades familiares (20,69% dos lares brasileiros) e no Estado do Rio Grande do Sul em 2.275 milhões (IBGE-PNAD, 2008). Tal dispositivo se propõe a remover impurezas do esgoto por processos de sedimentação, flotação e digestão, ademais, conforme Chernicharo (2007), ainda são amplamente utilizados em todo o mundo constituindo-se em uma das principais alternativas para o tratamento de esgotos de residência e pequenas áreas não servidas por redes de esgoto. Os tipos de efluentes que podem ser tratados através de tanques sépticos é um assunto que passa despercebido e muitas vezes não entra em discussão nas literaturas. Em virtude disso, percebe-se que os profissionais da área dividem opiniões sobre a maneira como projetar a condução dos despejos. Existem vertentes que alegam o tratamento ser mais eficiente quando são direcionadas para o tanque séptico somente as águas negras (provenientes de vasos sanitários). Outras, não fazem referência ao assunto ou ainda não enxergam problemas em se destinar todo tipo de esgoto doméstico (águas negras e cinzas) para o referido dispositivo (águas cinzas - provenientes de lavagens em geral). A NBR 7229/1993 que é a norma que rege sobre o projeto, construção e operação de tanques sépticos, não aborda o assunto de forma clara e assim abre precedentes para que a decisão seja a do projetista. Percebeu-se aí, a contribuição que uma investigação experimental poderia fazer, na tentativa de começar a procurar por respostas e fazer a comunidade acadêmica voltar olhares para um assunto que pode estar passando despercebido mas que urge por atenção. Foram feitas análises laboratoriais de amostras tratadas provenientes de dois tanques sépticos, sendo que um deles recebeu somente águas negras e o outro águas negras e cinzas. Após estudo dos resultados dos parâmetros analisados, chegou-se a conclusão de que o tanque séptico que recebe somente efluentes cloacais fornece um tratamento melhor . No entanto, não se pôde afirmar que o pior desempenho do tanque de águas mistas tenha sido em consequência exclusiva da presença de produtos químicos, uma vez que abriram-se precedentes para cogitar a possibilidade de contribuição ou não de eficiência estar atrelada a maior ou menor diluição do conteúdo.

Palavras-chaves: **esgoto doméstico**, **tanque séptico**, **tratamento da água**.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tanque séptico de câmara única 18
Figura 2: Funcionamento geral de um tanque séptico 20
Figura 3: Tanque séptico de câmara em série 21
Figura 4: Tanque séptico de câmara sobreposta 22
Figura 5: Maquete da edificação com os tanques sépticos 25
Figura 6: Relações de distâncias e medidas para o dimensionamento de tanques sépticos 29
Figura 7: Planta baixa dos tanques sépticos 30
Figura 8: Corte C-C dos tanques sépticos 30
Figura 9: Válvula direcionadora e tanques sépticos 31
Figura 10: Materiais para a coleta 39
Figura 11: Amostras da análise 1: amostra “A” (esq.) e amostra “B” (dir.) 44
Figura 12: Gráfico comparativo dos parâmetros em valores absolutos – análise 1 45
Figura 13: Gráfico comparativo do parâmetro coliformes termorolerantes em valores absolutos – análise 1 45
Figura 14: Amostras da análise 2: amostra “A” (esq.) e amostra “B” (dir.) 46
Figura 15: Gráfico comparativo dos parâmetros em valores absolutos – análise 2 46
Figura 16: Gráfico comparativo do parâmetro coliformes termorolerantes em valores absolutos – análise 2 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante 26
Tabela 2: Período de dentenção dos despejos, por faixa de contrinuição diária 27
Tabela 3: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio 27
Tabela 4: Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil 28
Tabela 5: Resultados diretos 40
Tabela 6: Resultados em termos absolutos em relação ao volume diário de cada tanque séptico 43

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR: Denominação de Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas

pH: potencial hidrogeniônico (indicador de acidez, neutralidade ou alcalinidade)

DBO: Demanda bioquímica de oxigênio

DQO: Demanda química de oxigênio

CAESB: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

FUNASA: Fundação Nacional de Saúde

CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PNAD: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 TEMA DA PESQUISA 12

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA 12

1.3 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO 12

1.4 OBJETIVOS 12

1.4.1 Objetivo geral 12

1.4.2 Objetivos específicos 13

1.5 JUSTIFICATIVAS 13

2 REVISÃO DA LITERATURA 15

2.1 DEFINIÇÃO DE ESGOTO 15

2.2 CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO DO ESGOTO 15

2.3 TRATAMENTO DE ESGOTO 16

2.4 O PARÂMETRO DBO 17

2.5 TANQUES SÉPTICOS 17

2.5.1 Considerações gerais 17

2.5.2 Breve histórico 19

2.5.3 Aplicação e indicação 19

2.5.4 Descrição e funcionamento 20

2.6 DIGESTÃO ANAERÓBIA 22

3 METODOLOGIA 24

3.1 CLASSIFICAÇÕES DA PESQUISA 24

3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA 24

3.2.1 Procedimento de coleta e interpretação dos dados 34

3.2.2 Parâmetros selecionados 35
3.2.3 Materiais e equipamentos 38
3.2.4 Análise dos dados 39
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS 40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 44
5.1 CONCLUSÕES 44
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 49
ANEXO A – CÁLCULO DOS PARÂMETROS EM TERMOS ABSOLUTOS 51
ANEXO B – RELATÓRIOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS 55

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA DA PESQUISA

Tratamento de esgoto doméstico por sistema simplificado.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Eficiência do tratamento de efluentes domésticos, baseada em parâmetros selecionados, através de tanque séptico de câmara única com e sem separação de águas cinzas (provenientes de lavagens em geral) das negras (provenientes de vasos sanitários).

1.3 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO

Pesquisar o desempenho do tanque séptico de câmara única em duas situações de projeto. O desempenho será avaliado por meio de um conjunto de parâmetros selecionados. A primeira situação levará em consideração que todo o efluente doméstico (águas negras e cinzas) seja conduzido ao tanque. Na segunda situação, somente águas negras serão destinadas ao tanque séptico. Com as análises laboratoriais do tratamento dado em cada situação, será possível responder a seguinte questão: para qual dos dois tipos de efluentes o tanque séptico de câmara única fornecerá os melhores resultados para os parâmetros em questão?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Pesquisar entre duas situações de despejo doméstico aquela que apresenta a maior eficiência de tratamento quando se utiliza tanque séptico de câmara única e se avalia os parâmetros arbitrados.

Sendo:

Situação a: todos os efluentes domésticos (águas negras e cinzas) sendo conduzidos ao tanque séptico.

Situação b: somente águas negras sendo conduzidas ao tanque séptico.

1.4.2 Objetivos específicos

- Dimensionar e construir, segundo a NBR 7229/1993, dois tanques sépticos de câmara única (tanque "A" e "B");
- Arquitetar uma instalação que possibilite proporcionar despejos diferenciados para cada um dos tanques;
- Elencar parâmetros a serem analisados;
- Interpretar os resultados obtidos.

1.5 JUSTIFICATIVAS

As águas usadas nas atividades domésticas e aquelas advindas das necessidades fisiológicas do ser humano se transformam no resíduo líquido que é conhecido como "esgoto". Este pode causar sérios problemas tanto ao meio ambiente quanto à saúde das pessoas, caso não receba o destino correto.

A Constituição Federal de 1988, através do artigo 225, prescreve que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, cabendo ao Poder Público e à coletividade o dever de preservá-lo para as presentes e futuras gerações. E a Lei Orgânica da Saúde (Lei 8080/90) prevê o direito fundamental ao saneamento e meio ambiente. No entanto, segundo dados do IBGE do PNAD de 2008, 2.233 milhões de domicílios brasileiros não contam com qualquer tipo de tratamento ou coleta de esgoto.

Quando a cidade não dispõe de estações de tratamento, podem-se esperar dois casos: despejo direto em rios ou fossas rudimentares ou tratamentos simplificados onde cada residência possui uma instalação capaz de fornecer algum tipo de tratamento dos efluentes por ela gerados.

No país, a adoção de tanques sépticos para este fim foi constatada em 11.909 milhões de unidades familiares (20,69% dos lares brasileiros) e no Estado do Rio Grande do Sul em 2.275 milhões (IBGE-PNAD, 2008). Tal dispositivo se propõe a remover impurezas do esgoto por processos de sedimentação, flotação e digestão, ademais, conforme Chernicharo (2007), ainda são amplamente utilizados em todo o mundo constituindo-se em uma das principais alternativas para o tratamento de esgotos de residência e pequenas áreas não servidas por redes de esgoto. A norma que rege sobre sua construção, uso e operação é a NBR 7229 de 1993.

Os tipos de efluentes que podem ser tratados através de tanques sépticos é um assunto que passa despercebido e muitas vezes não entra em discussão nas literaturas. Em virtude disso, percebe-se que os profissionais da área dividem opiniões sobre a maneira como projetar a condução dos despejos.

Segundo Foresti *et al.* (1999), as águas negras (provenientes de vasos sanitários) possuem elevada contaminação orgânica e o tratamento em separado destas águas torna-se mais eficiente, pois não é afetado pelos produtos químicos das águas cinzas (provenientes de lavagens em geral). Além disso, é apontado mais um ganho de eficiência por trabalhar com elevada concentração de matéria orgânica (sem diluição provocada por águas cinzas). A NBR 7229 não aborda o assunto em específico, o que leva a entender que não existem impedimentos para tais tipos de lançamento e, por isso, abre precedentes para que a decisão seja a do projetista. Já no Manual de Saneamento da Funasa (2006) consta que o tanque séptico pode receber todos os despejos domésticos (de cozinhas, lavanderias domiciliares, lavatórios, vasos sanitários, bidês, banheiros, chuveiros, mictórios, ralos de piso de compartimento interior, etc.). Outros autores, como Creder (2006), não fazem nenhuma referência ao assunto e dessa forma não restringem o leitor a tirar suas próprias conclusões.

Percebe-se aí, a contribuição que uma investigação experimental poderia fazer, na tentativa de começar a procurar por respostas e fazer a comunidade acadêmica voltar olhares para um assunto que pode estar passando despercebido mas que urge por atenção. E é neste sentido que é colocada a proposta deste trabalho que é a de elaborar um experimento a partir do qual se possa buscar o resultado gerado por cada situação (tipo de despejo).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 DEFINIÇÃO DE ESGOTO

A água residuária de atividade higiênica e/ou de limpeza é definida pela NBR 7229/1993 como sendo esgoto doméstico. E, pela mesma norma, esgoto sanitário trata-se do conjunto de água de esgoto doméstico, água de infiltração (que infiltra dentro dos sistemas de canalização ou tratamento de esgoto) e água de despejo industrial admissível a tratamento conjunto.

2.2 CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO DO ESGOTO

Estudos comprovam que, 99,9% da composição do esgoto doméstico é água e somente 0,1% corresponde a impurezas, uma relação que se mantém razoavelmente constante. Estas impurezas são o motivo pelo qual se faz necessário o tratamento dos esgotos (CETESB, 1988), e são compreendidas por: sólidos suspensos, sólidos dissolvidos inorgânicos, compostos orgânicos (proteínas: 40% a 60%; carboidratos: 25% a 50%; óleos e graxas: 10%), nutrientes (nitrogênio e fósforo), metais, sólidos inertes grosseiros, compostos não biodegradáveis, organismos patogênicos e, quando há atividade industrial ou acidentes, existe ainda uma parcela de contaminantes tóxicos. (Andrade Neto *et al.,* 1999 *apud* CAMPOS, 1999). As principais características do esgoto, conforme a Funasa (2006), são:

- Características físicas: temperatura, cor e turbidez, matéria sólida, odor e variação de vazão;
- Características químicas: matéria orgânica e matéria inorgânica;
- Características biológicas: microrganismos e indicadores de poluição (coliformes)

2.3 TRATAMENTO DE ESGOTO

Para Benetti & Bidone (1997):

> Os esgotos são tratados por duas razões fundamentais: proteção da saúde pública e preservação do meio ambiente. Assim é que o objetivo principal do tratamento dos esgotos é a remoção da água de impurezas físicas, químicas e biológicas, principalmente os organismos patogênicos (BENETTI & BIDONE, 1997, p. 867).

Uma alternativa que foi e ainda é empregada é a disposição de esgotos brutos no solo ou em corpos receptores como lagoas, rios e oceanos. Observa-se que em alguns casos os esgotos provocam a total degradação do ambiente e, em outros casos, o meio demonstra ter condições de receber e decompor os contaminantes até alcançar um nível que não cause problemas ou alterações acentuadas que prejudiquem o ecossistema. Ocorrer um ou outro destes casos depende da carga orgânica que é lançada.

Isso comprova que a natureza tem condições de promover algum tipo de tratamento dos esgotos, desde que não ocorra sobrecarga e que haja boas condições ambientais que permitam a proliferação dos organismos que decompõe a matéria orgânica. Estações de tratamento de esgoto ou sistemas simplificados de tratamento de esgoto são justamente projetos que exploram esses organismos que estão presentes no solo e na água.

Atualmente, há muitas alternativas para o tratamento de esgotos, desde sofisticadas estações completamente automatizadas a disposição simples no solo (controlada). Cada cidade, em função de suas características próprias, deve receber aquela solução que corresponda a um custo e eficiência compatíveis com as circunstâncias que prevalecem no local. (Andrade Neto *et al.,* 1999 *apud* CAMPOS, 1999)

De modo geral, em se tratando de tratamento de esgotos, principalmente quando são referidas as estações de tratamento de esgoto (ETE´s), se convencionam níveis de tratamento que, conforme observa Von Sperling (2005), são:

-Tratamento preliminar: objetiva a remoção de sólidos grosseiros;

-Tratamento primário: visa a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica, predominando os mecanismos físicos;

-Tratamento secundário: se destina a remoção da matéria orgânica e de nutrientes (nitrogênio e fósforo), através de mecanismos biológicos;

-Tratamento terciário: objetiva a remoção de poluentes específicos, usualmente tóxicos ou compostos não biodegradáveis, ou ainda a remoção complementar de poluentes ainda remanescentes do tratamento secundário.

É comum que as estações encontradas no Brasil sejam construídas para alcançar o nível secundário, porém existem muitas situações em que é obrigatório o nível denominado terciário. (ANDRADE NETO *et at.,* 1999 *apud* Campos, 1999)

Também existe a classificação dos processos de tratamento em físicos, químicos e biológicos. (VON SPERLING, 2005):

- Físicos: predominância de atividades de decantação, filtração, incineração, diluição ou homogeneização;
- Químicos: quando há adição de produtos químicos;
- Biológicos: quando há a ação de microrganismos.

2.4 O PARÂMETRO DBO

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é um importante parâmetro para o reconhecimento do grau de poluição de um esgoto pois é, indiretamente, um indicador da quantidade de matéria orgânica presente no mesmo. A DBO mensura a quantidade de oxigênio dissolvido que será requerida pelos microrganismos para realizar a digestão da matéria orgânica. Assim, quanto mais poluído for o esgoto, maior será a DBO (quanto maior a presença de matéria orgânica, maior vai ser a quantidade de oxigênio necessária para decompô-la). De acordo com Von Sperling (2005), a DBO média de um esgoto doméstico é de 300 miligramas por litro.

2.5 TANQUES SÉPTICOS

2.5.1 Considerações gerais

Popularmente, os tanques sépticos (Figura 1) podem ser conhecidos como “fossas sépticas”. Segundo o dicionário Michaelis, fossa é, entre outros significados: “buraco, cova,” ou “escavação igual à de um poço para a qual se canalizam as dejeções e as águas servidas das habitações onde não há rede de esgoto”. Para Branco e Hess (1972), “tanque séptico é construído em alvenaria ou outro material, enquanto fossa séptica se trata de um simples buraco ou fossa cavada no solo”. Para além disso, ressalva-se que o termo decanto-digestor é frequentemente utilizado nas literaturas sendo ele sinônimo de tanque séptico.

Até 1993, a NBR 7229 - “Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos” - utilizava o termo fossa séptica e, a partir de então, após revisão, passou a empregar

a nomenclatura tanque séptico. Tal norma define que o referido dispositivo consiste em uma "unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão". Os tanques sépticos são unidades utilizadas, principalmente, em áreas desprovidas de redes de esgotos.

De acordo com Andrade Neto *et al.* (1999, *apud* Campos, 1999), os tanques sépticos tratam-se de tanques utilizados com o objetivo de reter por decantação os sólidos contidos nos esgotos, propiciar a decomposição dos sólidos orgânicos decantados no seu próprio interior e acumular temporariamente os resíduos, com volume reduzidos pela digestão anaeróbia, até que sejam removidos em períodos de meses ou anos.

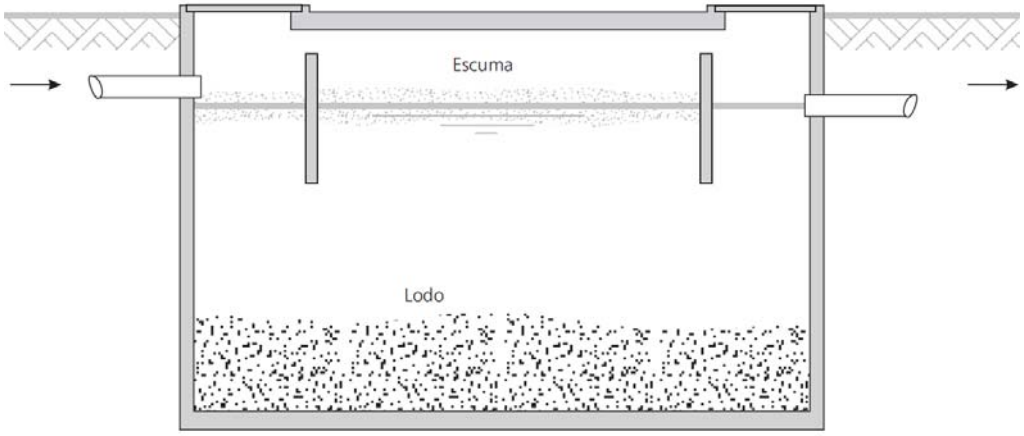

Figura 1: Tanque séptico de câmara única.
Fonte: Andrade Neto *et al.* (1999, *apud* Campos, 1999).

Von Sperling (2005), observa que os tanques sépticos são instalações que promovem o tratamento primário (sedimentação) e o tratamento secundário (biológico). A eficiência destes dispositivos depende de vários fatores, entre eles citam-se: carga orgânica volumétrica, carga hidráulica, geometria, compartimentos e arranjos das câmaras (nos casos a que compete), temperatura e condições de operação. Os dispositivos de entrada e saída (septos, tês, cortinas ou chicanas) são muito importantes para a eficiência posto que, o de entrada diminui a área relativa de turbulência, favorecendo a decantação, e o de saída retém a escuma e permite a tomada do efluente no nível em que o líquido é mais clarificado. Quanto às condições operacionais os fatores que mais influem são o pH, temperatura, presença de elementos nutrientes e a ausência de materiais tóxicos no efluente. Por tudo isso, se percebe a razão que faz com que a eficiência de um dispositivo para outro seja variável. Estima-se que a remoção de DBO se situe entre 40% a 70% e a remoção dos sólidos suspensos entre 50% a 80%.(ANDRADE NETO *et at.,* 1999 *apud* Campos, 1999).

2.5.2 Breve histórico

Segundo Andrade Neto (1997), em 1872, na França, Jean Louis Mouras percebeu que, em um tanque de alvenaria por ele construído para receber o esgoto da cozinha, o volume de sólidos acumulados durante 12 anos era menor do que o esperado.

Até 1881 , com a colaboração de Abade Moigne, Mouras realizou uma série de experiências e naquele ano o invento foi patenteado como “Fossas Mouras”. Mais tarde, na Grã Bretanha, Donald Cameron patenteou o “tanque séptico”. O termo séptico foi usado na intenção de lembrar à população que a eficiência do tanque dependia das bactérias que nele vivem, posto que, *sepsis* em latim significa putrefação, fenômeno em que intervém a atividade microbiológica, decomposição.

A partir de 1903 foram desenvolvidos outros tipos de tanques como o “Tanque Hidrolítico” (tanque séptico com subdivisão interna - W. O. Travis, 1903) e em 1905 Karl Imhoff concebeu o “Tanque Imhoff” (tanque séptico com câmaras sobrepostas).

No Brasil, acredita-se que o primeiro tanque séptico tenha sido instalado em Campinas-SP no ano de 1892 (AZEVEDO NETTO, 1985), mas foi a partir de 1930 que começaram a ser difundidos. No ano de 1963 a Associação Brasileira de Normas Técnicas publica a norma para o projeto dos mesmos.

2.5.3 Aplicação e indicação

Os tanques sépticos (Figura 1) são alternativas de tratamento simplificado indicados, principalmente, para áreas desprovidas de rede pública de esgoto constituindo-se em soluções individuais ou para atendimento a pequenas comunidades. Também pode ser usado para proporcionar a retenção prévia de sólidos, nos casos em que a rede coletora é subdimensionada ou possui pouca declividade. A NBR 7229 (1993), prescreve que os tanques sépticos são aplicados para o tratamento de esgoto doméstico e , em casos plenamente justificados, para o tratamento de esgoto sanitário. Quanto às restrições de encaminhamentos ao dispositivo, cita:

> 4.3.2 É vedado o encaminhamento ao tanque séptico de:
>
> a) águas pluviais;
> b) despejos capazes de causar interferência negativa em qualquer fase do processo de tratamento ou a elevação excessiva da vazão do esgoto afluente, como os provenientes de piscinas e de lavagem de reservatório de águas. (NBR 7229, 1993, p.3).

2.5.4 Descrição e funcionamento

Conforme Andrade Neto *et al.*(1999, *apud* Campos, 1999), os tanques sépticos reúnem os objetivos dos decantadores e digestores em uma mesma unidade, na qual ocorrem , simultaneamente, várias funções: decantação, sedimentação e flotação dos sólidos dos esgotos e degradação e digestão dos sólidos sedimentados (lodo) e do material flutuante (escuma). Além disso, proporcionam o tratamento anaeróbio da fase líquida em escoamento, devido à mistura natural do lodo com os esgotos.

O principal fenômeno ativo sobre a fase líquida é de ação física (decantação com sedimentação e flotação). Entende-se por decantação a separação de fases (sólidos, líquidos e gases) por diferença de massa específica. A sedimentação é o processo de deposição de sólidos por ação da gravidade. E a flotação ocorre devida a formação de pequenas bolhas de gases produzidas na digestão anaeróbia que acabam por provocar a ascensão de partículas sólidas.

As partículas com densidade maior que a da água sedimentam, acumulando-se gradativamente no fundo do tanque, enquanto as menos densas flutuam naturalmente ou ajudadas pela flotação, formando a camada de escuma. Esta camada pode atingir de 20 a 25 cm de espessura e parte dela é constituída por gorduras (óleos e graxas), no entanto são produtos orgânicos e biodegradáveis que ganham maior preponderância. Na Figura 2 se tem um esquema ilustrativo dos processos que ocorrem num tanque séptico.

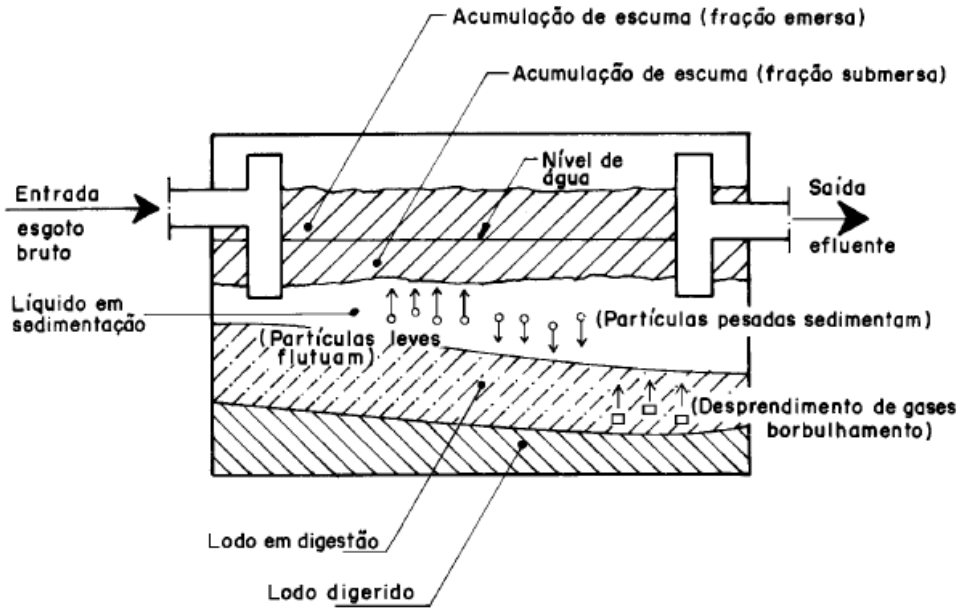

Figura 2: Funcionamento geral de um tanque séptico.
Fonte: NBR 7229 (1993).

Em seguimento, parte dos sólidos decantados e do lodo ativado produzido mistura-se com a fase líquida em decorrência da turbulência do fluxo, da mudança de densidade do lodo sedimentado e da escuma, das correntes de convecção térmica e da ascensão dos gases. Esta movimentação interna dos fluidos prejudica a sedimentação, mas, por outro lado, a dispersão do lodo ativo na fase líquida aumenta a eficiência do reator na remoção da matéria orgânica dissolvida. Chama-se a atenção que a maior parte da atividade biológica ocorre no lodo decantado, porém a ação biológica na fase líquida não deve ser desprezada, sobretudo em climas quentes.

A NBR 7229 (1993) traz dois tipos de tanques sépticos: os de câmara única e os de câmara em série. No entanto, ainda existe um terceiro que é o decanto-digestor de câmaras sobrepostas. Os três tipos diferem quanto ao funcionamento e eficiência no tratamento dos esgotos. A Figura 3 exemplifica um decanto-digestor de câmara em série. Este consiste em um tanque único que possui dois ou mais compartimentos dispostos sequencialmente, no sentido do fluxo do líquido. As paredes que dividem uma câmara da outra possuem aberturas para a passagem do esgoto. A primeira câmara constitui o reator biológico na unidade e é onde ocorre a sedimentação em sua maior parte (acúmulo de lodo). Na segunda câmara, que possui menos lodo, se torna possível uma sedimentação mais tranquila em virtude da menor interferência das bolhas de gases resultantes do processo anaeróbio, que acaba por acontecer em maior grau na primeira câmara, proporcionado assim uma remoção mais eficiente dos sólidos suspensos.

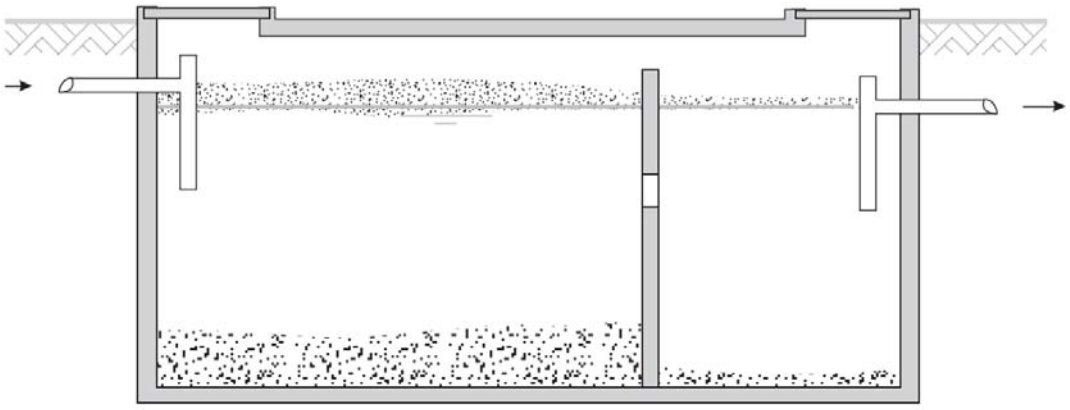

Figura 3: Tanque séptico de câmara em série.
Fonte: Andrade Neto *et al.* (1999, *apud* Campos, 1999).

Os de câmara sobrepostas (Figura 4) possuem duas câmaras dispostas verticalmente. Para separar as fases líquida-sólida-gasosa, existem duas placas inclinadas no seu interior.

Elas permitem que o lodo sedimente na parte superior sem a interferência de bolhas de gases produzidas na câmara inferior, que é onde ocorre a digestão e acúmulo do lodo.

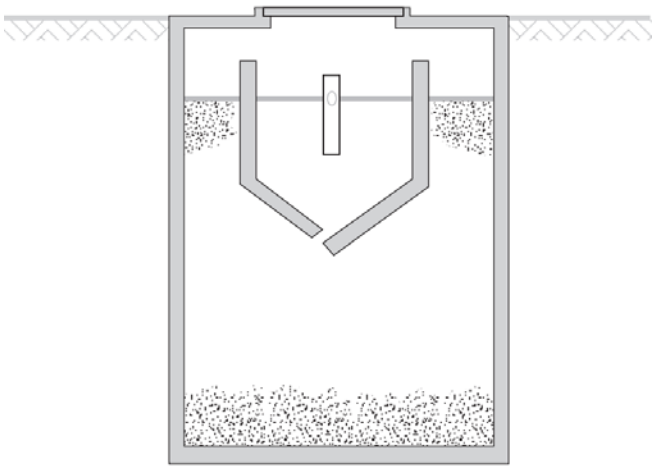

Figura 4: Tanque séptico de câmara sobreposta.
Fonte: Andrade Neto *et al.* (1999, *apud* Campos, 1999).

Assim, de um modo geral, pode-se resumir que o funcionamento do tanque séptico é caracterizado pela retenção e decantação do esgoto, digestão anaeróbia do lodo e a redução de volume do lodo. (JORDÃO E PESSÔA, 1995)

2.6 DIGESTÃO ANAERÓBIA

A remoção da matéria orgânica do esgoto é feita por processos bioquímicos ocorrentes dentro do tanque séptico. Entenda-se por processos bioquímicos, a digestão anaeróbia provocada por consórcio de diferentes microrganismos que, na ausência de oxigênio dissolvido, transformam compostos orgânicos complexos (carboidratos, proteínas e lipídios) em produtos mais simples como o metano e o gás carbônico. Os microrganismos envolvidos são, principalmente, bactérias heterótrofas. Através deste processo fermentativo (anaeróbico) elas removem a matéria orgânica do esgoto quando a desprendem da fase líquida e a transferem para o estado gasoso, formando o biogás, que corresponde a uma grande parte dos produtos da digestão anaeróbia.

Este processo bioquímico é complexo e é formado por várias reações sequenciais onde cada uma corresponde a sua população bacteriana específica. Basicamente, existem quatro etapas que distinguem o processo global da conversão. São elas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e matanogênese.

- Hidrólise: é um processo de liquefação promovido pelas exo-enzimas que são excretadas pelas bactérias fermentativas. Elas convertem o material particulado em compostos dissolvidos de menor peso molecular. As proteínas transformam-se em aminoácidos e os carboidratos são convertidos em ácidos graxos e glicerina.

- Acidogênese: os compostos dissolvidos gerados na hidrólise são absorvidos nas células de bactérias fermentativas e, por meio da acidogênese, excretadas sob a forma de substâncias orgânicas simples como ácidos graxos voláteis de cadeia curta, álcoois, ácido lático e compostos minerais. A fermentação acidogênica é promovida por um grupo diversificado de bactérias as quais em sua maioria são anaeróbias. Porém, algumas espécies são facultativas e podem metabolizar material orgânico por oxidação (processo aeróbio).

- Acetogênese: é a conversão dos produtos da acidogênese em compostos que formam os substratos para a produção do metano: acetato, hidrogênio e dióxido de carbono. Estima-se que 70% da DQO digerida é convertida em ácido acético e que o restante seja hidrogênio.

- Metanogênese: produção de metano a partir de bactérias acetotróficas, quando provém da redução de ácido acético, ou a partir de bactérias hidrogenotróficas, quando provém da redução de carbono.

Observa-se que, além dos processos fermentativos que levam à produção de biogás, podem ocorrer outros processos no tanque séptico. Neste não se encontra oxigênio dissolvido, mas pode haver a presença de oxidantes como nitrato e sulfato que permitem o desenvolvimento de bactérias que usam o catabolismo oxidativo. (ANDRADE NETO *et at.,* 1999 *apud* Campos, 1999).

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa será do tipo experimental, uma vez que existe um objeto de estudo e a identificação de variáveis capazes de influenciá-la, sobre as quais se terá controle. Dessa forma, torna-se possível o estudo dos efeitos que as mesmas produzem no objeto. Quanto a forma de abordagem, a pesquisa pode ser classificada tanto como quantitativa como qualitativa. Isto porque serão necessárias as quantificações, feitas em laboratório, dos parâmetros das amostras. E qualitativa, porque objetivará apontar aquela concepção de projeto que demonstra, através dos laudos de análise, melhor desempenho frente aos parâmetros selecionados.

3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

O experimento foi realizado em uma empresa, situada na cidade de Panambi - RS, que dispunha de um banheiro sobre pilotis, utilizado por cinco pessoas. O local escolhido se justificou tão somente pela facilidade de acesso às instalações – canalizações/ramais de descarga e esgoto aparentes – as quais permitiram as devidas modificações necessárias à realização do experimento, como pela proximidade de fatos, uma vez que a empresa estava prestes a realizar a manutenção das instalações sanitárias e se predispôs a ceder o local para a realização da pesquisa antes disso ser feito.

No nível do pavimento pilotis e logo abaixo da canalização da saída cloacal, foram construídos dois tanques sépticos de alvenaria, um ao lado do outro, sendo que tampas e lastros foram executados em concreto armado. Na Figura 5 se tem uma imagem da maquete 3D que demonstra a situação da edificação bem como o posicionamento dos tanques sépticos construídos (representados em azul).

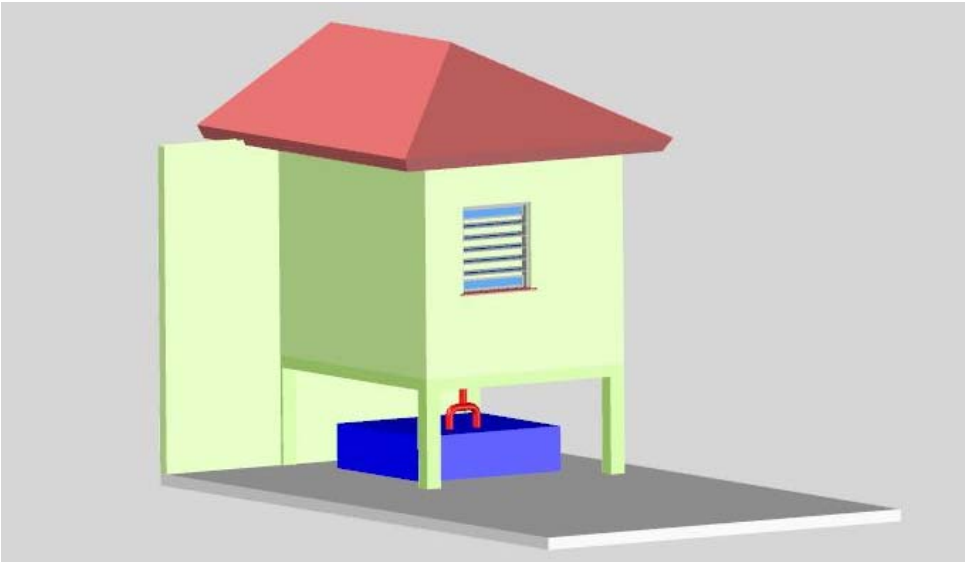

Figura 5: Maquete da edificação com os tanques sépticos.
Fonte: Própria autora.

Para ser contemplada toda a altura necessária aos taques, parte deles ficou enterrada e parte não, uma vez que haviam as limitações arquitetônicas inerentes à construção já edificada (banheiro). A argamassa de assentamento dos tijolos maciços foi elaborada no traço 1:3 (cimento:areia) e continha aditivo hidrofugante (sika). Foi procedido, interna e externamente, o chapisco e o emboço respectivamente e, na parte interna, foi feita a aplicação de três demãos de impermeabilizante (selamix). As paredes foram executadas em meio tijolo maciço; revestimento rígido de 1,5 cm, resultando a alvenaria uma espessura final de aproximadamente 15 cm.

O dimensionamento dos tanques foi feito de acordo com a NBR 7229/1993 e pode ser conferido abaixo:

$$V = 1000 + N(C \times T + K \times Lf)$$

Onde:

V = volume útil em litros;

N = número de pessoas ou unidades de contribuição;

C = contruibuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia;

T = período de detenção, em dias;

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco;

Lf = contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia.

Assim, considerando o uso por 5 pessoas e os seguintes parâmetros de entrada:

- Prédio: ocupantes temporários, fábrica em geral; (Tabela 1)

Tabela 1:Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante.

Unid.: L

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
- alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
- fábrica em geral	pessoa	70	0,30
- escritório	pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	50	0,20
- bares	pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	lugar	2	0,02
- sanitários públicos	bacia sanitária	480	4,0

Fonte: Adaptado de NBR 7229 (1993).

- Contruibuição diária(l): até 1500; (Tabela 2)

Tabela 2: Período de dentenção dos despejos, por faixa de contribuição diária.

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: Adaptado de NBR 7229 (1993).

- Intervalo entre limpezas: 1ano; temperatura ambiente (ºC): t > 20 (fixado para a estação do ano na qual transcorreu o experimento – verão; (Tabela 3)

Tabela 3: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio.

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: Adaptado de NBR 7229 (1993).

Tem-se:

$$V = 1000 + 5\,pessoas(70\frac{litros}{pessoa} \times 1dia + 57 \times 0{,}3\frac{litros}{pessoa \times\ dia})$$

$$V = 1.435\ litros$$

A NBR 72229/1993 permite que os tanques tenham geometria prismático retangular ou cilíndrica. Neste caso, foi escolhida a geometria retangular, uma vez que se priorizou a ocupação da área horizontal disponível em favor da minimização da profundidade.

A mesma norma ainda fixa medidas mínimas e máximas a serem obedecidas. Na Tabela 4 abaixo estão representados tais valores. Para o caso deste trabalho, onde se tem volume útil até 6 m3 tem-se que a profundidade útil mínima é 1,20 m e a máxima 2,20 m.

Tabela 4: Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil.

Volume útil (m3)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Fonte: Adaptado de NBR 7229 (1993).

Os tanques também devem ter largura interna mínima de 0,80 m e relação comprimento/largura mínima de 2:1 e máxima de 4:1.

Além disso, para a fixação das dimensões dos tanques é necessário que se respeitem algumas relações de distâncias e medidas que podem ser verificadas na Figura 06.

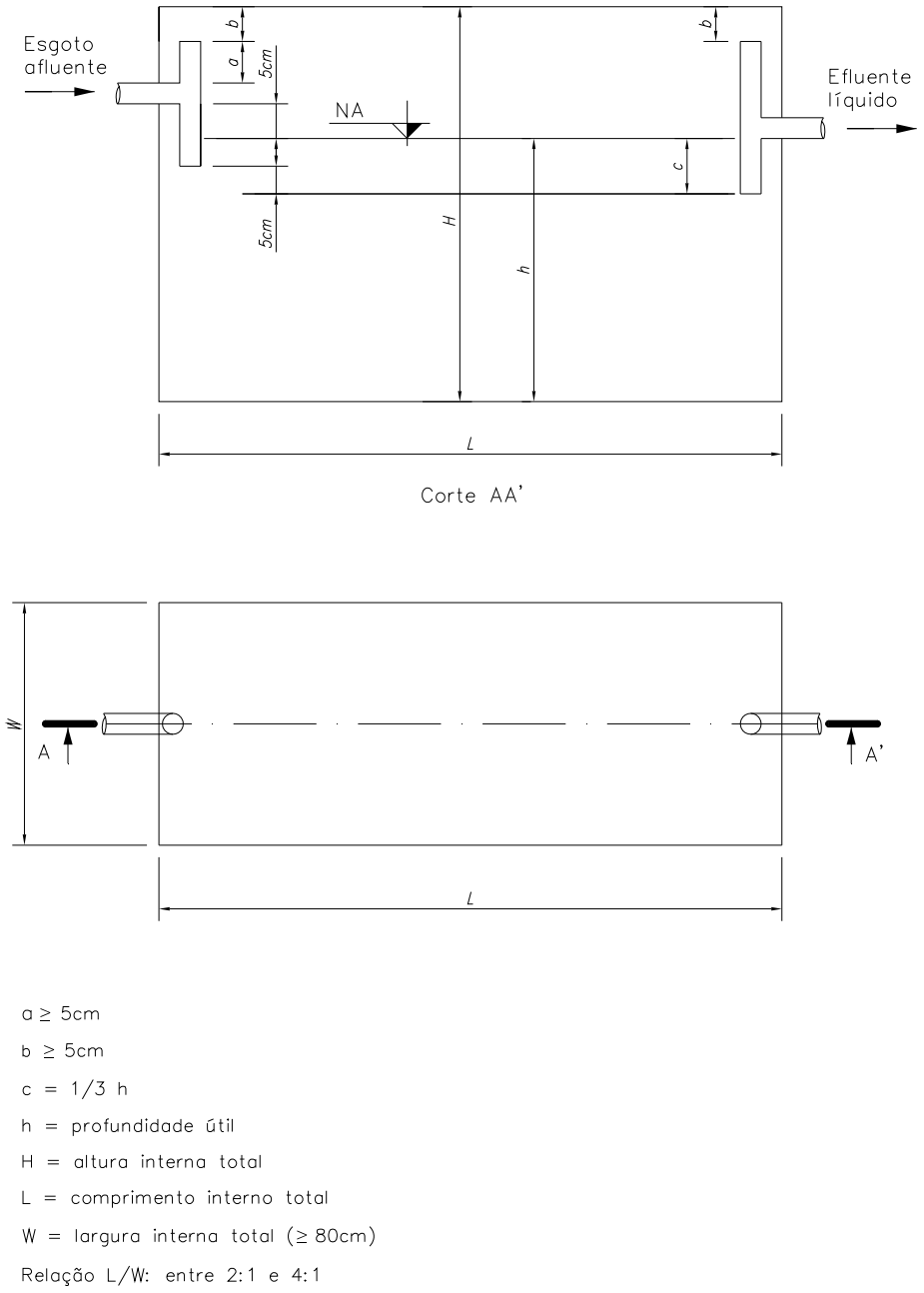

Figura 6: Relações de distâncias e medidas para o dimensionamento de tanques sépticos
Fonte: Adaptado de NBR 7229 (1993)

De maneira a cumprir todas as premissas acima dispostas, definiram-se as dimensões dos tanques sépticos de modo que os mesmos dispusessem, no mínimo, o volume requerido

calculado em 1.435 litros. A Figura 7 consta da planta baixa dos tanques e a Figura 8 de um corte transversal.

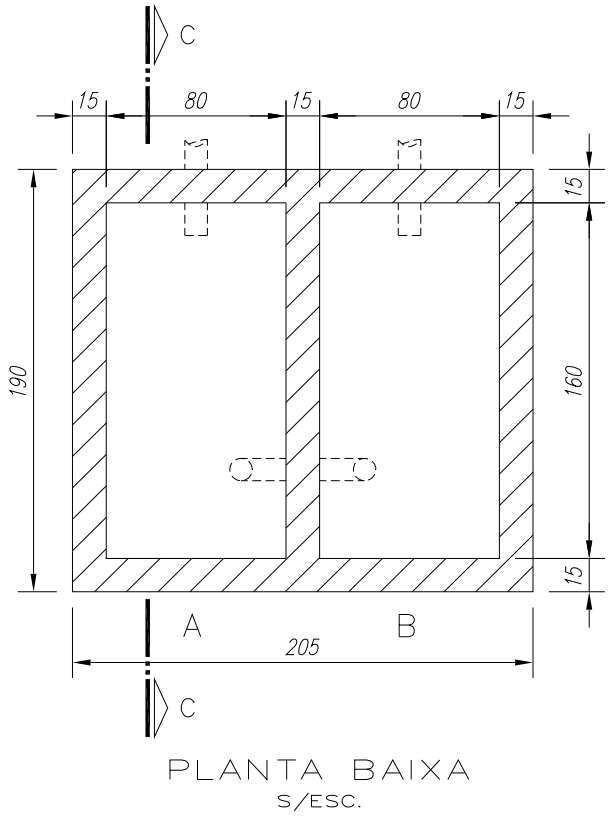

Figura 7: Planta baixa dos tanques sépticos.
Fonte: Própria autora.

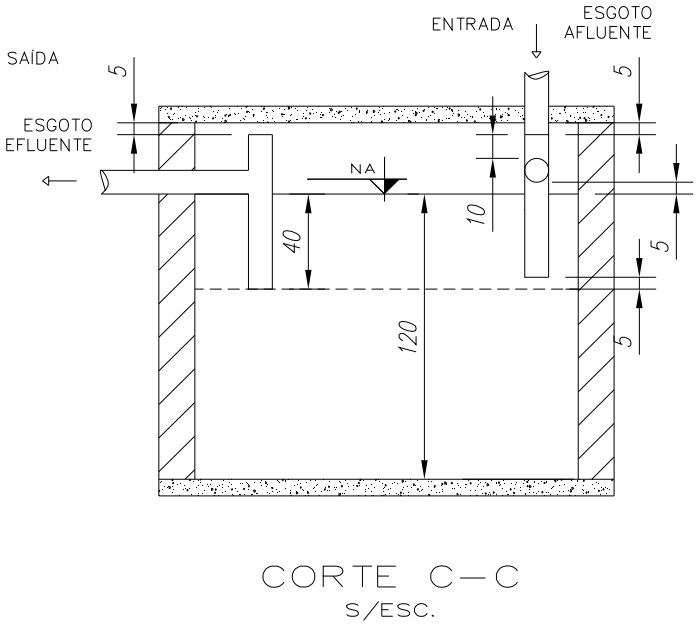

Figura 8: Corte C-C dos tanques sépticos.
Fonte: Própria autora.

Para que fosse garantido um melhor controle sobre os despejos que seriam destinados aos dois tanques sépticos (TS's) construídos, optou-se por somente interligar a eles o vaso sanitário. Os ramais de esgoto existentes, que faziam a condução dos efluentes cinzas do banheiro (chuveiro e lavatório), foram desviados para um outro tanque séptico disponível no local e, assim, ficaram isolados da pesquisa.

Nomearam-se os tanques de "A" e "B". O tanque "A" recebeu contribuições de águas negras e cinzas. Já o tanque "B" recebeu somente águas negras. O controle dos despejos deu-se por meio de uma válvula que foi instalada na canalização de saída do vaso sanitário a qual permitiu o direcionamento dos despejos para o tanque "A" ou "B". Isto possibilitou que os dois operassem em paralelo. O paralelismo se deu uma vez que, num dia o efluente contribuía num tanque, e no outro dia contribuía no outro tanque séptico (Quadro 1). O benefício que se enxergou nessa concepção de projeto foi a de que os dois tanques estiveram funcionando durante a mesma estação do ano, e assim, submetidos às mesmas condições de temperatura – variante conhecida por influenciar a velocidade de reações químicas.

A Figura 9 é uma vista frontal dos tanques onde se pode visualizar o ramal de descarga do vaso sanitário (cano que, na parte superior da foto, atravessa a laje pré-moldada), em seguida a bifurcação, dada pela válvula, e depois, para cada lado, os trechos de canos respectivos a cada tanque.

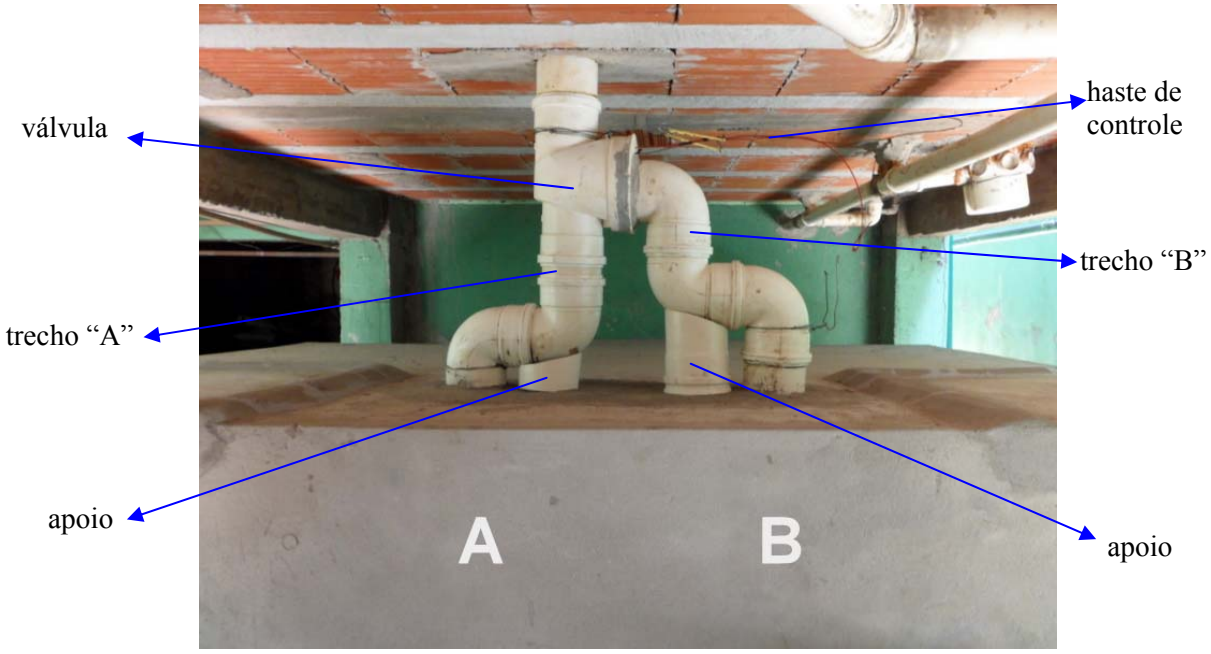

Figura 9: Válvula direcionadora e tanques sépticos.
Fonte: Própria autora.

Para dirimir/atenuar eventuais vícios de rotina/hábitos e assim tender a manter o equilíbrio das contribuições em cada tanque, procedeu-se a inversão semanal dos dias nos quais cada tanque séptico estava ativo. Exemplificando: se numa semana na segunda-feira o tanque séptico "A" estivesse para receber os despejos, na segunda-feira da semana seguinte o tanque séptico "B" estaria recebendo os despejos. O domingo serviu como dia neutro no qual não houve quaisquer tipos de operações. O Quadro 1 ilustra a rotina de operação dos tanques.

Quadro 1: Rotina de operação dos tanques sépticos.

Dia	Tanque séptico A ativo	Tanque séptico B ativo
segunda-feira	X	
terça-feira		X
quarta-feira	X	
quinta-feira		X
sexta-feira	X	
sábado		X
domingo		
segunda-feira	X	
terça-feira		X
quarta-feira	X	
quinta-feira		X
sexta-feira	X	
sábado		X
domingo		
segunda-feira	X	
terça-feira		X
quarta-feira	X	
⋮	⋮	⋮

Fonte: Própria autora.

A adição de águas cinzas (provenientes de lavagens em geral) no tanque "A" foi feita manualmente, despejando-a no vaso sanitário, e teve proporções fixas de produtos de limpeza e água. A relação dos produtos utilizados bem como suas quantidades e o volume de água foram estabelecidas segundo a intenção de se simular o despejo de águas cinzas diários que seriam usuais em uma residência. Os quadros a seguir demonstram a composição elaborada para formar os efluentes cinzas. Foram consideradas parcelas relativas a banhos, limpeza do banheiro, lavagem de roupa e louça.

Quadro 2: Composição das águas cinzas – parcela relativa a banhos.

Número de pessoas	Tipo de Adição	Quantidade por pessoa (ml)	TOTAL (ml)
5	Água	38.000,0	190.000,0
5	Sabonete	7,5	37,5
2	Shampoo	15,0	30,0
2	Condicionador	7,5	15,0

Fonte: Própria autora.

Na composição das águas cinzas geradas nos banhos foi considerado que o consumo de água seria o volume gasto em 5 minutos de uso que resulta em, aproximadamente, 38 litros por banho. Esse valor foi estimado experimentalmente em chuveiros, para os quais foi utilizada a mesma abertura de registro, e depois foi feita a média do consumo. No que diz respeito a lavagem de cabelo, adotou-se que, das 5 pessoas somente 2 lavariam. Isto porque a lavagem diária pode não ser uma regra.

Quadro 3: Composição das águas cinzas – parcela retaliva à limpeza do banheiro, lavagem de roupa e louça.

Parcela relativa à limpeza do banheiro		Parcela relativa à lavagem de roupa		Parcela relativa à lavagem de louça	
Tipo de adição	Quantidade (ml)	Tipo de adição	Quantidade (ml)	Tipo de adição	Quantidade (ml)
Água	5.000,0	Água	95.000,0	Água	5.000,0
Detergente	15,0	Sabão em pó	250,0	Detergente	15,0
Desinfetante	15,0	Amaciante	125,0		
Água sanitária	15,0				

Fonte: Própria autora.

Quadro 4: Composição das águas cinzas – resumo.

Tipo de adição	TOTAL
Sabonete	37,5 ml
Shampoo	30 ml
Condicionador	15 ml
Detergente	30 ml
Desinfetante	15 ml
Água sanitária	15 ml
Sabão em pó	250 ml
Amaciante	125 ml
TOTAL	517,5ml
Água	295 l

Fonte: Própria autora.

Contribuindo para que o TS "A" fosse exposto, aos mais diferentes tipos de composições químicas que eventualmente um mesmo produto pode vir a apresentar quando difere em marca comercial, procurou-se praticar a variação dessas marcas na elaboração das águas cinzas tanto quanto foi possível.

De forma a acelerar o funcionamento biológico dos tanques e sendo também uma maneira de colaborar para que prazos fossem cumpridos, foi procedida a adição de esterco de gado nos dois tanques. Tal iniciativa foi embasada em Leme (2008) e em cartilha contendo informações a respeito da fossa séptica biodigestora desenvolvida pela Embrapa. Leme (2008) prescreve que a adição inicial de 50 a 100 litros de lodo proveniente de tanques sépticos antigos ou de solo rico em úmus evita o problema de maus odores geralmente ocorrentes no inicio da operação. Já a cartilha da Embrapa dá a instrução da adição de esterco fresco de bovinos (ou de outro animal ruminante) e de água na mesma quantidade. Assim, foi depositado em cada tanque 35 kg de esterco de gado fresco e 35 litros de água.

Para este trabalho foram feitas duas análises dos efluentes tratados por cada um dos tanques sépticos (TS "A" e TS "B"), em duas datas distintas. A realização de mais análises foi tida como uma situação ideal e até recomendável de modo que conferiria maior precisão à pesquisa. No entanto, por hora, optou-se por uma investigação a um nível mais experimental.

3.2.1 Procedimento de coleta e interpretação dos dados

A primeira amostragem foi feita após o transcorrimento de aproximadamente quarenta e dois dias do início da operação do experimento e a segunda amostragem após 34 dias da primeira. Em cada amostragem foram coletadas amostras do tanque "A" e "B". A obtenção

das amostras foi possível através de uma caixa de inspeção na qual descarregava o cano da saída dos tanques sépticos. A coleta, acondicionamento e transporte (condições de prazo e conservação) das mesmas foram feitas de acordo com as instruções do Laboratório de Análises Ambientais e Alimentos da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí) o qual foi o laboratório que procedeu as análises do presente trabalho.

Os parâmetros analisados foram: $DBO_{5,20}$, DQO, nitrogênio total, fósforo total, sólidos em suspensão e coliformes termotolerantes (fecais). A escolha destes parâmetros foi baseada em diversos artigos e trabalhos da área de tratamento de efluentes. Verificou-se que certos parâmetros geralmente constavam nas análises e estes então, foram selecionados para o presente trabalho. Citam-se Jordão e Pessôa (1995) que trazem que a eficiência dos tanques sépticos é expressa em parâmetros sendo os mais usuais, dois: sólidos em suspensão e DBO. E que as quantidades de cloretos, nitrogênio amoniacal, material graxo e outras substâncias, podem interessar em casos particulares. Von sperling (2005), cita que os principais parâmetros que merecem destaque face à sua importância são: sólidos, indicadores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e indicadores de contaminação fecal. A NBR 13969/1997 prescreve que para efluentes domésticos serem, por exemplo, lançados em águas superficiais, devem ser respeitados valores mínimos para os parâmetros: DBO5,20, DQO, pH, temperatura, óleos e graxas, oxigênio dissolvido, sólidos sedimentáveis, sólidos não filtráveis totais, coliformes fecais, nitrogênio amonical, nitrato e fosfato.

3.2.2 Parâmetros selecionados

A seguir, uma breve abordagem sobre os parâmetros selecionados baseada, principalmente, em Von Sperling (2005), com contribuições de outras fontes convenientemente citadas.

$DBO_{5,20}$ e DQO:

Parâmetros para a mensuração da quantidade de matéria orgânica presente nos corpos d'água e esgotos. O principal problema da poluição das águas é o consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos decompositores. Naturalmente, existe matéria orgânica nos rios, lagos e represas. Trata-se dos resquícios de vegetais, animais e microrganismos que habitaram as águas. A origem antropológica da matéria orgânica, adicional à natural, são os despejos domésticos e industriais.

Tanto a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) quanto a demanda química de oxigênio (DQO) são medidas indiretas da quantidade de matéria orgânica presente numa amostra e se configuram nos parâmetros de maior importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água. No teste de medição da $DBO_{5,20}$ a amostra fica incubada a 20°C , durante 5 dias e, conforme Pozzobon (2008), corresponde a quantidade de oxigênio dissolvido necessária para que as bactérias possam oxidar (decompor) a matéria orgânica (biodegradável). E que a DQO representa a quantidade de oxigênio dissolvido, cedida por via química, para a oxidação da matéria orgânica biodegradável e não-biodegradável.

FÓSFORO TOTAL:

São três as origens naturais do fósforo: ser elemento integrante da composição celular de microrganismos, provir de decomposição de matéria orgânica ou de dissoluções de compostos do solo. As origens antropogênicas são mais numerosas e podem ser: despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. O fósforo não constitui problema de ordem sanitária nas águas de abastecimento. É um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e para o crescimento de plantas aquáticas. No entanto, quando em elevadas concentrações, pode comprometer a vida aquática de lagos e represas. Pelo seu efeito fertilizante, promove o crescimento excessivo destas plantas e então a escassez de oxigênio nas águas (processo de eutrofização das águas).

NITROGÊNIO TOTAL:

O reservatório natural do nitrogênio é o ar atmosférico, mistura de gases da qual o nitrogênio representa 78,08%. Na atmosfera o nitrogênio também pode aparecer na forma de amônia, em menores quantidades. (NUVOLARI, 2003)

No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado na forma de nitrogênio molecular (escapando para a atmosfera), nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia, nitrito e nitrato.

Como origem natural, é constituinte de proteínas e vários compostos orgânicos, além de integrar a composição celular de microrganismos. A origem antropogênica se dá através de despejos domésticos, despejos industriais, excrementos de animais e fertilizantes.

Desaconselha-se o uso doméstico de águas que contenham determinada concentração de nitratos pelo risco associado a doenças como a metahemoglobinemia (síndrome do bebê

azul). Da mesma maneira que o fósforo, o nitrogênio é elemento indispensável para o crescimento de microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos, como também para o crescimento de plantas aquáticas (fertilizante) e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização).

No processo bioquímico de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica em consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar a vida aquática, além disso, o nitrogênio na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes.

SÓLIDOS EM SUSPENSÃO:

Fração de sólidos orgânicos e inorgânicos (entre 0,45 μm e 2,0 μm). Não trazem inconvenientes sanitários diretos. No entanto, causam problemas estéticos, pois: diminuem a transparência da água; a turbidez diminui a penetração de luz e, por conseguinte, a taxa fotossintética (diminuindo a reoxigenação); e podem servir de abrigo para organismos patogênicos pondo em risco a eficiência da desinfecção.

COLIFORMES TERMOTOLERANTES ("coliformes fecais"):

A qualidade biológica das águas é um aspecto de grande relevância pois revela a possibilidade de transmissão de doenças. Os parasitas como bactérias, vírus, protozoários e helmintos são os principais grupos de organismos capazes de causarem doenças no homem e estão associados com a água ou com as fezes. A origem desses organismos patogênicos é predominantemente humana, refletindo o nível de saúde da população e as condições de saneamento básico de cada região.

A detecção dos agentes patogênicos em uma amostra d'água é extremamente difícil. Este obstáculo é superado através do estudo dos chamados organismos indicadores de contaminação fecal. O grupo de coliformes totais foi bastante usado como indicador. Tratam-se de organismos predominantemente não patogênicos, mas que dão uma satisfatória indicação de quando uma amostra de água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais. No entanto, pelos coliformes totais abrangerem uma gama de organismos de vida livre (e não somente intestinal) partiu-se para a análise das bactérias do grupo coliformes fecais. Estas são organismos predominantemente originários do trato intestinal humano e de outros animais. Assim, caso detectadas em uma amostra, indicam a potencialidade de a mesma transmitir doenças. O teste é feito a uma elevada temperatura, objetivando a

eliminação de bactérias de origem não fecal. Porém, não há garantia de que prevaleçam bactérias estritamente fecais e, por isso, atualmente julga-se mais adequada a denominação "coliformes termotolerantes" ao invés de "coliformes fecais"

A Escherichia coli é a principal bactéria do grupo de coliformes fecais (termotolerantes) pois é abundante nas fezes humanas e de animais. Apesar de ser a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal, não dá garantia de que a contaminação seja exclusivamente humana, uma vez que pode ser também encontrada em fezes de outros animais.

A detecção da contaminação fecal exclusivamente humana requer a realização de sofisticados testes bioquímicos complementares que, usualmente, não são efetuados em análises rotineiras.

Em esgotos, E. coli é o organismo predominante no grupo de coliformes fecais (termotolerantes), e coliformes fecais (termotolerantes) são o grupo predominante dentre os coliformes totais.

Em tratamento de esgotos, os organismos indicadores são usados como indicadores da eficiência de remoção de patógenos, já que a caracterização da origem fecal não é tão importante, uma vez que se sabe, de antemão, que os esgotos contem matéria e organismos fecais.

3.2.3 Materiais e equipamentos

Foram necessários materiais para a realização do experimento em si e materiais para a coleta e conservação das amostras. Assim sendo:

Materiais para a realização do experimento:

- Concreto, argamassa, tijolos, aditivo hidrofugante e pintura impermeabilizante; para a construção de dois tanques sépticos;
- Canos de PVC para esgoto, anéis de vedação, lixa, estopa, cola e válvulas; para a execução das instalações sanitárias;
- Produtos de limpeza para a composição das águas cinza: água sanitária, desinfetante, detergente, sabão em pó, amaciante, shampoo, sabonete e condicionador;
- Água proveniente da concessionária local para a composição das águas cinzas;
- Efluentes cloacais do banheiro.

Materiais para a coleta e conservação das amostras:

- Luvas;
- Álcool etílico;
- Funil;
- Baldes;
- Recipientes hermeticamente fechados: frascos de vidro, de plástico e garrafas PET;
- Caixa de isopor;
- Gelo.

A Figura 10 consta de uma foto com alguns dos materiais utilizados para a coleta.

Figura 10: Materiais para a coleta.
Fonte: Própria autora.

3.2.4 Análise dos dados

Ao término do experimento, e de posse dos resultados das análises laboratoriais, foi feito o estudo comparativo entre as duas situações no intuito de serem traçadas algumas conclusões e comentários na direção de dissertar à respeito do desempenho do tratamento nas duas situações de projeto e assim, apontar aquele que se demonstrou mais eficiente.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir dos resultados das análises laboratoriais (Anexo B) foi elaborada a Tabela 5 que resume as informações principais.

Tabela 5: Resultados diretos.

Parâmetros	Análise 1: 12/03/2012		Análise 2: 16/04/2012	
	Tanque A	Tanque B	Tanque A	Tanque B
$DBO_{5,20}$ (mg O2/L)	538,00	420,00	121,00	147,50
DQO (mg O2/L)	562,59	430,92	171,71	179,51
Fósforo total (mg/L)	5,51	4,74	5,66	5,80
Nitrogênio total (mg/L)	162,07	159,59	61,46	67,13
Sólidos em suspensão (mg/L)	108,57	75,00	21,40	18,07
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	1.300.000,00	3.000.000,00	300.000,00	230.000,00

Fonte: Própria autora.

Como considerações inicias, julga-se necessário evidenciar a existência de diferenças de concentrações nos dois tanques sépticos, visto que o tanque “A” recebe, além das contribuições cloacais (águas negras), contribuições das águas cinzas. Assim, ele se torna mais diluído que o tanque “B”. Por conseguinte, uma interpretação direta dos resultados das análises laboratoriais (Tabela 5) não seria adequada, uma vez que esse efeito de diluição acaba gerando um mascaramento de valores e então a tomada de conclusões equivocadas.

Constatado este fato, procurou-se por um artifício que tornasse possível a comparação dos resultados das análises de cada tanque, visto que era necessária uma compensação para que as duas situações fossem julgadas a partir de uma realidade equivalente. Neste sentido, foi procedido um estudo para a averiguação do valor absoluto que cada parâmetro teria num dado volume de efluente (volume de saída dos tanques sépticos). Desta forma, adotou-se o volume referente à vazão diária respectiva a cada tanque. Para isso, utilizou-se o valor da contribuição

de esgoto diário por pessoa estabelecido pela NBR 7229/1993 que pode ser verificado na Tabela 1. O tanque "A", além da contribuição diária per capita, recebeu 295 litros de águas cinzas. O tanque "B" recebeu apenas a contribuição diária per capita.

De posse das duas vazões diárias (vazão do tanque "A" e vazão do tanque "B"), calculou-se o valor absoluto que cada parâmetro teria nos respectivos volumes diários. Para isso, se fez o produto da vazão diária de cada tanque pelo resultado laboratorial do respectivo parâmetro de cada tanque, em cada análise (análise 1 e 2). A memória de cálculo completa encontra-se no anexo A. Abaixo, um breve demonstrativo:

Cálculo do valor absoluto de cada parâmetro em um dado volume

Análise 1: 12/03/2012

TANQUE SÉPTICO "A"

Tabela 1 NBR 7229/1993:

Contribuição de esgoto diária per capita = 70 litros (Prédio ocupantes temporários – fábrica em geral)

Número de pessoas = 5

• Volume efluente diário = $(5 \times 70\ litros/dia) + 295\ litros/dia\ = 645\ litros/dia$

• Valores absolutos dos parâmetros em um volume de 645 litros:

<u>- $DBO_{5,20}$:</u> 538,00 mg/l

DBO/dia =$645l \times 538\ mg\ /\ l = 347.010{,}00\ mg$

<u>- DQO:</u> 562,59 mg/l

DQO/dia = $645l \times 562{,}59\ mg/l = 362.870{,}55\ mg$

[...]

Cálculo do valor absoluto de cada parâmetro em um dado volume

Análise 1: 12/03/2012

TANQUE SÉPTICO "B"

Tabela 1 NBR 7229/1993:

Contribuição de esgoto diária per capita = 70 litros (Prédio ocupantes temporários – fábrica em geral)

Número de pessoas = 5

• Volume efluente diário = $(5 \times 70\ litros/dia) = 350\ litros/dia$

• Valores absolutos dos parâmetros em um volume de 350 litros:

- $DBO_{5,20}$: 420,00 mg/l

DBO/dia = $350l \times 420\ mg/l = 147.000{,}00\ mg$

- DQO: 430,92 mg/l

DQO/dia = $350 \times 430{,}92\ mg/l = 150.822{,}00\ mg$

[...]

Feitos todos os cálculos, chega-se aos resultados apresentados a seguir, na Tabela 6. Eles refletem a quantidade total de cada parâmetro no respectivo volume diário de cada tanque para as duas análises (análise 1, em março e análise 2, em abril).

Tabela 6: Resultados em termos absolutos em relação ao volume diário de cada tanque séptico.

Parâmetros	Análise 1: 12/03/2012		Análise 2: 16/04/2012	
	Tanque A	Tanque B	Tanque A	Tanque B
$DBO_{5,20}$ (mg O2)	347.010,00	147.000,00	78.045,00	51.625,00
DQO (mg O2)	362.870,55	150.822,00	110.752,95	62.828,50
Fósforo total (mg)	3.553,95	1.659,00	3.650,70	2.030,00
Nitrogênio total (mg)	104.535,15	55.856,50	39.641,70	23.495,50
Sólidos em suspensão (mg)	70.027,65	26.250,00	13.803,00	6.324,50
Coliformes termotolerantes (NMP)	8.385.000.000,00	10.500.000.000,00	1.935.000.000,00	805.000.000,00

Fonte: Própria autora.

Foi com base na Tabela 6 que se discorreu sobre as conclusões a respeito do desempenho de cada tanque séptico, onde se procurou indicar aquele que apresentou melhor eficiência para os parâmetros analisados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES

Observando-se a Tabela 6, verifica-se que na análise 1, do dia 12 de março de 2012, o tanque séptico “B” apresentou um efluente que possuía valores inferiores ao tanque “A” em todos os parâmetros, a não ser pelos coliformes termotolerantes que se mostraram superiores ficando a diferença em aproximadamente 20,14%. A Figura 11 ilustra as amostras colhidas quando desta primeira análise.

Figura 11: Amostras da análise 1: amostra “A” (esq.) e amostra “B” (dir.).
Fonte: Própria autora.

Nota-se que não seria possível, através da coloração, apontar aquela amostra que aparenta ter o melhor ou pior tratamento, já que as mesmas não diferiram muito neste quesito. Nas Figuras 12 e 13 pode-se comparar graficamente as diferenças de parâmetros existentes.

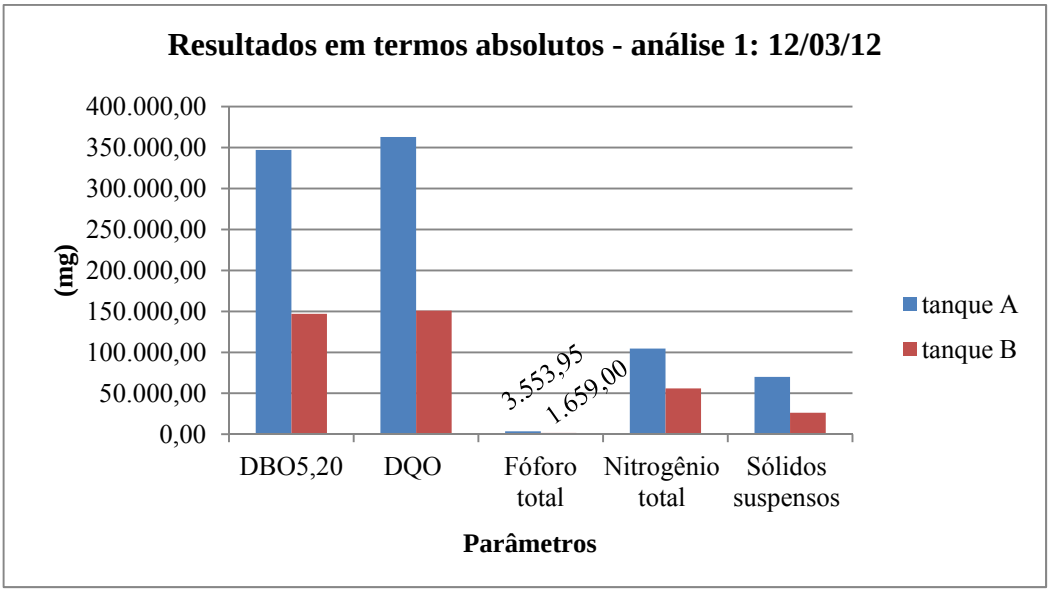

Figura 12: Gráfico comparativo dos parâmetros em valores absolutos – análise 1
Fonte: Própria autora.

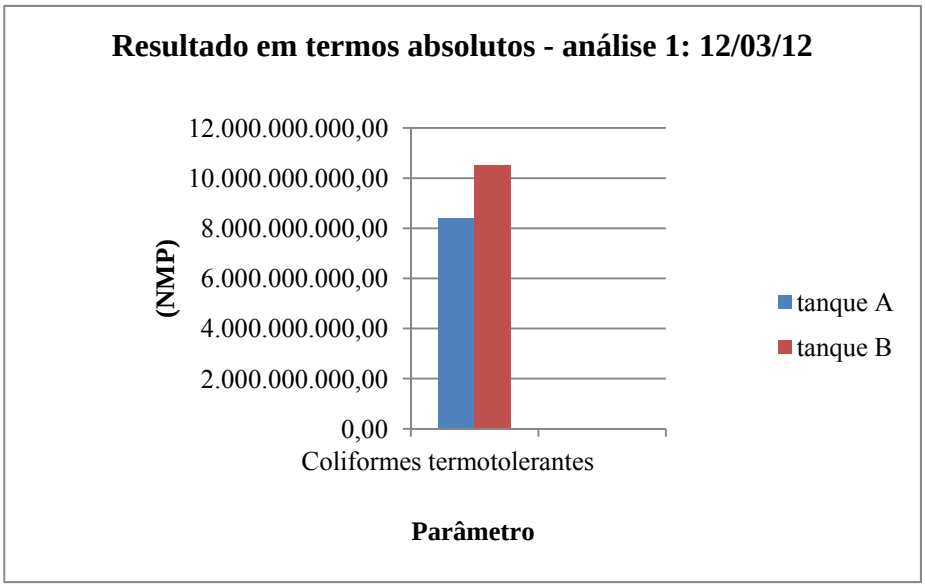

Figura 13:Gráfico comparativo do parâmetro coliformes termorolerantes em valores absolutos – análise 1.
Fonte: Própria autora.

A análise 2, do dia 16 de abril de 2012, mostrou um evidente progresso no tratamento dados ao esgoto do tanque “A” e “B”. Pela Figura 14, onde se tem uma foto das amostras colhidas para a análise, percebe-se que após o transcorrimento de 34 dias da primeira amostragem, os efluentes estão mais clarificados. No entanto, ainda assim, não é possível fazer uma distinção precisa sobre qual teria um melhor ou pior tratamento.

Figura 14: Amostras da análise 2: amostra “A” (esq.) e amostra “B” (dir.).
Fonte: Própria autora

As Figuras 15 e 16 trazem a representação gráfica da diferença de parâmetros existentes entre as duas amostras.

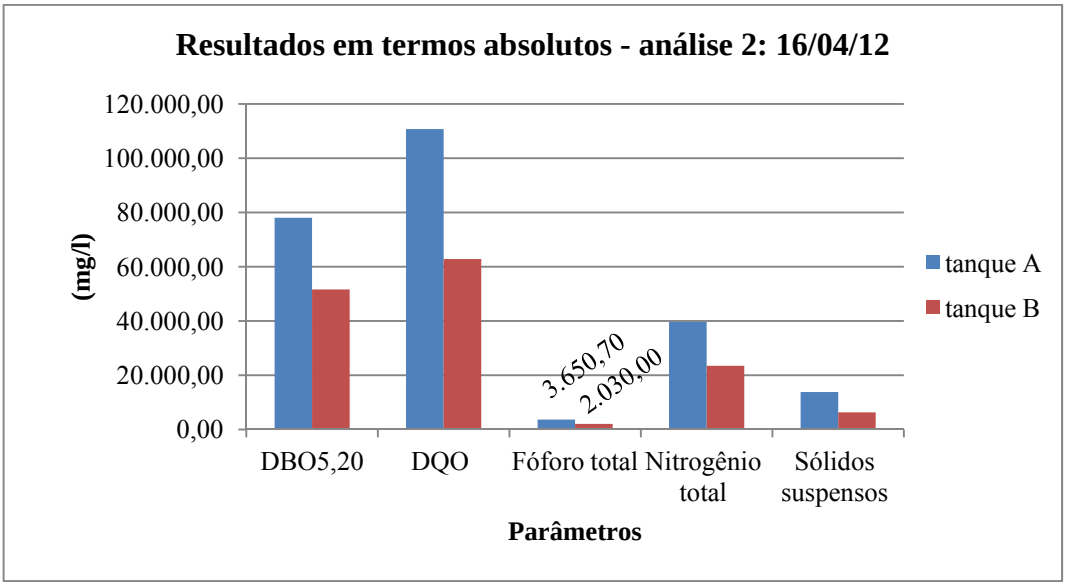

Figura 15: Gráfico comparativo dos parâmetros em valores absolutos – análise 2.
Fonte: Própria autora.

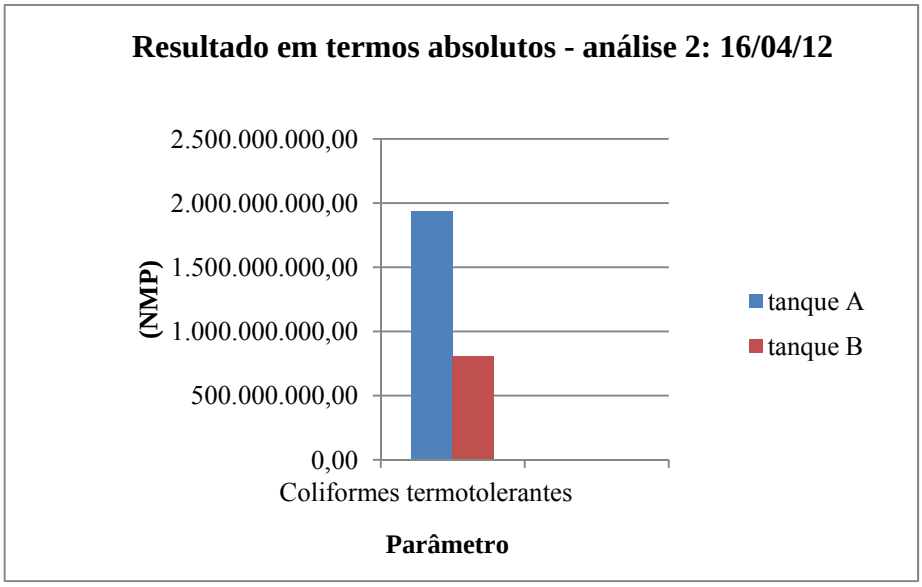

Figura 16:Gráfico comparativo do parâmetro coliformes termorolerantes em valores absolutos – análise 2. Fonte: Própria autora.

Diferentemente da análise 1, desta vez o tanque "B" fornece valores inferiores para todos os parâmetros, inclusive para coliformes termotolerantes onde a diferença chega a aproximadamente 58,40%.

Portanto, concluiu-se que, conforme a pesquisa proposta, os parâmetros analisados e a maneira pela qual se procedeu a interpretação dos resultados, o tanque séptico "B", que recebeu apenas os efluentes cloacais (águas negras), demonstrou um desempenho superior no tratamento dos esgotos, e assim conferiu-se a ele a concepção de projeto mais eficiente.

Ademais, cabe ressaltar que não se pode afirmar, com base neste trabalho, que são os produtos químicos das águas cinzas que tornam o tratamento do tanque séptico "A" menos eficiente haja visto a consideração da possibilidade de apenas ser a maior diluição deste tanque o fator responsável pelas diferenças encontradas.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Repetir a experiência usando água *in natura* ao invés de água com sabões (águas cinzas) para investigar qual é o efeito que se tem quando um tanque séptico é somente mais diluído que o outro;

- Repetir a experiência dando enfoque para as águas cinzas, buscando verificar se tanques sépticos conseguem conferir a elas algum tipo de tratamento;

- Com o mesmo propósito deste trabalho, realizar uma experiência em bancada, utilizando esgoto sintético e protótipos de tanques sépticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: **Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação** - elaboração. Rio de Janeiro, 1997, 60 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos** - elaboração. Rio de Janeiro, 1993, 15 p.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. **Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários:** experiência brasileira. Rio de Janeiro: ABES, 1997. 301p.

AZEVEDO NETTO, José M. de. **Tanques sépticos: conhecimentos atuais**. Revista Engenharia Sanitária. Rio de Janeiro: ABES, v.24:2, p. 222-229. 1985

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituiçao.htm> - Acesso em: 25 mar. 2012.

BRASIL. **Lei nº 8.080**, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União**,** Brasília DF, 20 set. 1990. Disponível em: <portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/lei8080.pdf> - Acesso em: 20 nov. 2011.

BENETTI, A. & BIDONE, F**.O meio ambiente e os recursos hídricos**.In: TUCCI, C. E. M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 4)

BRANCO, S. M. e HESS, M. L. **Fossa séptica**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública - USP, 1972.

CAMPOS, J. R. (coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processos anaeróbios e disposição controlada no solo.** Rio de Janeiro: ABES, 1999. 435 p.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Opções para tratamento de esgotos de pequenas comunidades. São Paulo: CETESB, 1988. 36p.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios:** princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2007. 379 p.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 423 p.

FORESTI, E. e*t.al.* **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** Rio de Janeiro: ABES, 1999.

FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de Saneamento. Ministério da Saúde. Brasília, 2004.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

LEME, José de Arruda. **Manual prático de tratamento de águas residuárias. 1.ed.** São Carlos: EdUFSCar – Editora da Universidade Federal de São Carlos, 2007. 596 p.

LUZ, Moacir Soares. **Estudo de viabilidade técnica e econômica de tratamento de esgoto para um campus universitário**. 2010. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Grau de Engenheiro Civil) – UNIJUÍ, Ijuí 2010.

MELLO, Edson José Rezende. **Tratamento de esgoto sanitário:** Avaliação da estação de tratamento de esgoto do Bairro Novo Horizonte na cidade de Araguari – MG. 2007. 86 f. Monografia (Pós-graduação em Engenharia Sanitária) – Uniminas, Uberlândia, 2007.

NUVOLARI, Ariovaldo. (coord.). **Esgoto sanitário:** coleta transporte tratamento e reúso agrícola. 1. ed. São Paulo: Edgard Blüncher Ltda, 2003.520 p.

PILLOTO, Juliana Seixas. **Contribuição para modelagem matemática de comportamento dos tanques sépticos para remoção de matéria orgânica**. 2004. 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – UFPR, Curitiba, 2004.

POZZOBON, Cristina Eliza. **Notas de aula da disciplina de Tecnologia e meio ambiente.** Curso de graduação em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2008.

SAÚDE e renda no campo: saiba como montar um sistema inovador de esgoto sanitário. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2010. 32 p.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos:** princípio do tratamento biológico de águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005. 452 p.

ANEXO A – CÁLCULO DOS PARÂMETROS EM TERMOS ABSOLUTOS

Cálculo do valor absoluto de cada parâmetro em um dado volume

Análise 1: 12/03/2012

TANQUE SÉPTICO "A"

Tabela 1 NBR 7229/1993:

Contribuição de esgoto diária per capita = 70 litros (Prédio ocupantes temporários – fábrica em geral)

Número de pessoas = 5

• Volume efluente diário = $(5 \times 70\ litros/dia) + 295\ litros/dia\ = 645\ litros/dia$

• Valores absolutos dos parâmetros em um volume de 645 litros:

- $DBO_{5,20}$: 538,00 mg/l

DBO/dia = $645l \times 538\, mg/l = 347.010{,}00\ mg$

- DQO: 562,59 mg/l

DQO/dia = $645l \times 562{,}59\, mg/l = 362.870{,}55\ mg$

- FÓSFORO TOTAL: 5,51 mg/l

FÓSFORRO TOTAL/dia = $645l \times 5{,}51\, mg/l = 3.553{,}95\ mg$

- NITROGÊNIO TOTAL: 162,07 mg/l

NITROGÊNIO TOTAL/dia = $645l \times 162{,}07\, mg/l = 104.535{,}15\ mg$

- SÓLIDOS EM SUSPENSÃO: 108,57 mg/l

SÓLIDOS EM SUSPENSÃO/dia = $645l \times 108{,}57\, mg/l = 70.027{,}65\, mg$

- COLIFORMES TERMOTOLERANTES: 1.300.000 em 100 ml

COLIFORMES TERM./dia=$645l \times 10 \times 1.300.000 = 8.385.000.000$

Cálculo do valor absoluto de cada parâmetro em um dado volume

Análise 1: 12/03/2012

TANQUE SÉPTICO "B"

Tabela 1 NBR 7229/1993:

Contribuição de esgoto diária per capita = 70 litros (Prédio ocupantes temporários – fábrica em geral)

Número de pessoas = 5

• Volume efluente diário = $(5 \times 70\ litros/dia) = 350\ litros/dia$

• Valores absolutos dos parâmetros em um volume de 350 litros:

- $DBO_{5,20}$: 420,00 mg/l

DBO/dia = $350l \times 420\, mg/l = 147.000{,}00\, mg$

- DQO: 430,92 mg/l

DQO/dia = $350 \times 430{,}92\, mg/l = 150.822{,}00\, mg$

- FÓSFORO TOTAL: 4,74 mg/l

FÓSFORRO TOTAL/dia = $350l \times 4{,}74\, mg/l = 1.659{,}00\, mg$

- NITROGÊNIO TOTAL: 159,59 mg/l

NITROGÊNIO TOTAL/dia = $350l \times 159{,}59\, mg/l = 55.856{,}50\, mg$

- SÓLIDOS EM SUSPENSÃO: 75 mg/l

SÓLIDOS EM SUSPENSÃO/dia = $350l \times 75\, mg/l = 26.250{,}00\, mg$

- COLIFORMES TERMOTOLERANTES: 3.000.000 em 100 ml

COLIFORMES TERM./dia=$350l \times 10 \times 3.000.000 = 10.500.000000,00$

Cálculo do valor absoluto de cada parâmetro em um dado volume

Análise 2: 16/04/2012

TANQUE SÉPTICO "A"

Tabela 1 NBR 7229/1993:

Contribuição de esgoto diária per capita = 70 litros (Prédio ocupantes temporários – fábrica em geral)

Número de pessoas = 5

• Volume efluente diário = $(5 \times 70\ litros/dia) + 295\ litros/dia\ = 645\ litros/dia$

• Valores absolutos dos parâmetros em um volume de 645 litros:

- $DBO_{5,20}$: 121,00 mg/l

DBO/dia = $645l \times 121,00\ mg/l = 78.045,00\ mg$

- DQO: 171,71 mg/l

DQO/dia = $645l \times 171,71\ mg/l = 110.752,95\ mg$

- FÓSFORO TOTAL: 5,66 mg/l

FÓSFORRO TOTAL/dia = $645l \times 5,66\ mg/l = 3.650,70\ mg$

- NITROGÊNIO TOTAL: 61,46 mg/l

NITROGÊNIO TOTAL/dia = $645l \times 61,46\ mg/l = 39.641,70\ mg$

- SÓLIDOS EM SUSPENSÃO: 21,40 mg/l

SÓLIDOS EM SUSPENSÃO/dia = $645l \times 21,40\ mg/l = 13.803,00\ mg$

- COLIFORMES TERMOTOLERANTES: 300.000 em 100 ml

COLIFORMES TERM./dia=$645l \times 10 \times 300.000 = 1.935.000.000,00$

Cálculo do valor absoluto de cada parâmetro em um dado volume

Análise 2: 16/04/2012

TANQUE SÉPTICO "B"

Tabela 1 NBR 7229/1993:

Contribuição de esgoto diária per capita = 70 litros (Prédio ocupantes temporários – fábrica em geral)

Número de pessoas = 5

• Volume efluente diário = $(5 \times 70\ litros/dia) = 350\ litros/dia$

• Valores absolutos dos parâmetros em um volume de 350 litros:

- $DBO_{5,20}$: 147,50 mg/l

DBO/dia = $350l \times 147{,}50\ mg/l = 51.625{,}00\ mg$

- DQO: 179,51 mg/l

DQO/dia = $350 \times 179{,}51\ mg/l = 62.828{,}50\ mg$

- FÓSFORO TOTAL: 5,80 mg/l

FÓSFORRO TOTAL/dia = $350l \times 5{,}80\ mg/l = 2.030{,}00\ mg$

- NITROGÊNIO TOTAL: 67,13 mg/l

NITROGÊNIO TOTAL/dia = $350l \times 67{,}13\ mg/l = 23.495{,}50\ mg$

- SÓLIDOS EM SUSPENSÃO: 18,07 mg /l

SÓLIDOS EM SUSPENSÃO/dia = $350l \times 18{,}07\ mg/l = 6.324{,}50\ mg$

- COLIFORMES TERMOTOLERANTES: 230.000 em 100 ml

COLIFORMES TERM./dia=$350l \times 10 \times 230.000 = 805.000.000{,}00$

ANEXO B – RELATÓRIOS DAS ANÁLISES LABORATORIAIS

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias Ministeriais n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM 00076/2011
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE **Nº 0177/12**

SOLICITANTE	Laura Adams
ENDEREÇO	Rua Independência, 370 - Panambi/RS
TIPO DE ANÁLISE	Físico-Química
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	Efluente Cloacal A
NÚMERO DA AMOSTRA	211
RESPONSÁVEL PELA COLETA	Laura Adams
DATA DE COLETA E HORA DE COLETA	12/3/12
DATA E HORA DE RECEBIMENTO	12/3/12 16:10
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE	12/03/2012 à 19/03/2012
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO	22/03/12

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	MÉTODO	LD
DBO5 (mg O2/L)	mg O2 /L	538,00	Winkler modificado azida	0,50
DQO (mg O2/L)	mg O2 /L	562,59	Titulométrico	5,00
Fósforo Total (mg/L)	mg/L	5,51	Colorimétrico/Metavanadato	0,10
Nitrogênio Total	mg/L	162,07	Titulométrico	5,00
Sólidos Suspensos	mg/L	108,57	Gravimétrico	0,00

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo requerente.

N.D. Abaixo do limite de detecção do método analítico

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

Valores de referência, Resolução 128/2006 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

L.D. Limite de Detecção

Alessandro Hermann
CRQ 5ª Região Nº 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.
Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUÍ - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br
FIDENE - Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias Ministeriais n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM 00076/2011
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE **Nº 0114/12**

SOLICITANTE	Laura Adams
ENDEREÇO	Rua Independência, 370 - Panambi/RS
TIPO DE ANÁLISE	Microbiológica
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	Efluente Cloacal A
NÚMERO DA AMOSTRA	211
RESPONSÁVEL PELA COLETA	Laura Adams
DATA DE COLETA	12/3/12 10:45
DATA E HORA DE RECEBIMENTO	12/3/12 16:10
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE	12/03/12 à15/03/12
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO	22/03/12

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	MÉTODO	LD
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	1.300.000	Tubos Múltiplos	2

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo requerente.

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

L.D. - Limite de Detecção

Valores de referência, Resolução 128/2006 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

Alessandro Hermann
CRQ 5ª Região Nº 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.
Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUÍ - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br
FIDENE - Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias Ministeriais n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM 00076/2011
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE **Nº 0178/12**

SOLICITANTE	Laura Adams
ENDEREÇO	Rua Independência, 370 - Panambi/RS
TIPO DE ANÁLISE	Físico-Química
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	Efluente Cloacal B
NÚMERO DA AMOSTRA	212
RESPONSÁVEL PELA COLETA	Laura Adams
DATA DE COLETA E HORA DE COLETA	12/3/12
DATA E HORA DE RECEBIMENTO	12/3/12 16:10
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE	12/03/2012 à 19/03/2012
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO	22/03/12

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	MÉTODO	LD
DBO5 (mg O2/L)	mg O2 /L	420,00	Winkler modificado azida	0,50
DQO (mg O2/L)	mg O2 /L	430,92	Titulométrico	5,00
Fósforo Total (mg/L)	mg/L	4,74	Colorimétrico/Metavanadato	0,10
Nitrogênio Total	mg/L	159,59	Titulométrico	5,00
Sólidos Suspensos	mg/L	75,00	Gravimétrico	0,00

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo requerente.

N.D. Abaixo do limite de detecção do método analítico

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

Valores de referência, Resolução 128/2006 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

L.D. Limite de Detecção

Alessandro Hermann
CRQ 5ª Região Nº 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.
Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUÍ - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br
FIDENE - Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias Ministeriais n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM 00076/2011
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE **Nº 0115/12**

SOLICITANTE	Laura Adams
ENDEREÇO	Rua Independência, 370 - Panambi/RS
TIPO DE ANÁLISE	Microbiológica
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	Efluente Cloacal B
NÚMERO DA AMOSTRA	212
RESPONSÁVEL PELA COLETA	Laura Adams
DATA DE COLETA	12/3/12 14:30
DATA E HORA DE RECEBIMENTO	12/3/12 16:10
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE	12/03/12 à15/03/12
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO	22/03/12

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	MÉTODO	LD
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	3.000.000	Tubos Múltiplos	2

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo requerente.

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

L.D. - Limite de Detecção

Valores de referência, Resolução 128/2006 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

Alessandro Hermann
CRQ 5ª Região Nº 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.
Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUÍ - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br
FIDENE - Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias Ministeriais n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM 00076/2011
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE **Nº 0280/12**

SOLICITANTE	Laura Adams
ENDEREÇO	Rua Independência, 370 - Panambi/RS
TIPO DE ANÁLISE	Físico-Química
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	Efluente Cloacal A
NÚMERO DA AMOSTRA	345
RESPONSÁVEL PELA COLETA	Laura Adams
DATA DE COLETA E HORA DE COLETA	16/4/12
DATA E HORA DE RECEBIMENTO	16/4/12 15:10
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE	16/04/2012 à 24/04/2012
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO	24/04/12

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	MÉTODO	LD
DBO5 (mg O2/L)	mg O2 /L	121,00	Winkler modificado azida	0,50
DQO (mg O2/L)	mg O2 /L	171,71	Titulométrico	5,00
Fósforo Total (mg/L)	mg/L	5,66	Colorimétrico/Metavanadato	0,10
Nitrogênio Total	mg/L	61,46	Titulométrico	5,00
Sólidos Suspensos	mg/L	21,40	Gravimétrico	0,00

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo requerente.

N.D. Abaixo do limite de detecção do método analítico

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

Valores de referência, Resolução 128/2006 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

L.D. Limite de Detecção

Alessandro Hermann
CRQ 5ª Região Nº 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.
Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUÍ - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br
FIDENE - Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias Ministeriais n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM 00076/2011
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE **Nº 0199/12**

SOLICITANTE	Laura Adams
ENDEREÇO	Rua Independência, 370 - Panambi/RS
TIPO DE ANÁLISE	Microbiológica
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	Efluente Cloacal A
NÚMERO DA AMOSTRA	345
RESPONSÁVEL PELA COLETA	Laura Adams
DATA DE COLETA	16/4/12 13:30
DATA E HORA DE RECEBIMENTO	16/4/12 15:10
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE	16/04/12 à 20/04/12
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO	24/04/12

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	MÉTODO	LD
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	300.000	Tubos Múltiplos	2

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo requerente.

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

L.D. - Limite de Detecção

Valores de referência, Resolução 128/2006 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

Alessandro Hermann
CRQ 5ª Região Nº 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.
Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUÍ - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br
FIDENE - Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias Ministeriais n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM 00076/2011
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE **Nº 0281/12**

SOLICITANTE	Laura Adams
ENDEREÇO	Rua Independência, 370 - Panambi/RS
TIPO DE ANÁLISE	Físico-Química
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	Efluente Cloacal B
NÚMERO DA AMOSTRA	346
RESPONSÁVEL PELA COLETA	Laura Adams
DATA DE COLETA E HORA DE COLETA	16/4/12
DATA E HORA DE RECEBIMENTO	16/4/12 15:10
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE	16/04/2012 à 24/04/2012
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO	24/04/12

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	MÉTODO	LD
DBO5 (mg O2/L)	mg O2 /L	147,50	Winkler modificado azida	0,50
DQO (mg O2/L)	mg O2 /L	179,51	Titulométrico	5,00
Fósforo Total (mg/L)	mg/L	5,80	Colorimétrico/Metavanadato	0,10
Nitrogênio Total	mg/L	67,13	Titulométrico	5,00
Sólidos Suspensos	mg/L	18,07	Gravimétrico	0,00

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo requerente.

N.D. Abaixo do limite de detecção do método analítico

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

Valores de referência, Resolução 128/2006 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

L.D. Limite de Detecção

Alessandro Hermann
CRQ 5ª Região Nº 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.
Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUÍ - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br
FIDENE - Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias Ministeriais n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM 00076/2011
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE **Nº 0200/12**

SOLICITANTE	Laura Adams
ENDEREÇO	Rua Independência, 370 - Panambi/RS
TIPO DE ANÁLISE	Microbiológica
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	Efluente Cloacal B
NÚMERO DA AMOSTRA	346
RESPONSÁVEL PELA COLETA	Laura Adams
DATA DE COLETA	16/4/12 11:30
DATA E HORA DE RECEBIMENTO	16/4/12 15:10
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE	16/04/12 à 20/04/12
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO	24/04/12

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	MÉTODO	LD
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	230.000	Tubos Múltiplos	2

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo requerente.

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

L.D. - Limite de Detecção

Valores de referência, Resolução 128/2006 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

Alessandro Hermann
CRQ 5ª Região Nº 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.
Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUÍ - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br
FIDENE - Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA