

N. CLASS.	M 608. J
CUTTER	P314p
ANO/EDIÇÃO	2014

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS - UNIS/MG

ENGENHARIA CIVIL

CARLOS ALENCAR PATRÍCIO

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO BAIRRO RURAL BÁRBARAS DO MUNICÍPIO
DE ALFENAS MG**

Varginha

2014

FEPESMIG

CARLOS ALENCAR PATRÍCIO

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO BAIRRO RURAL BÁRBARAS DO MUNICÍPIO
DE ALFENAS MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para avaliação da disciplina de TCC 2, sob orientação do Prof. Doutor Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior.

Varginha

2014

CARLOS ALENCAR PATRÍCIO

**PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO BAIRRO RURAL BÁRBARAS DO MUNICÍPIO
DE ALFENAS MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para avaliação da disciplina de TCC 2, sob orientação do Prof. Doutor Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior.

Aprovado em 02 / 12 / 2014.

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior

Prof. Me. Roberto Luiz Queiroz

Prof. Me. Eduardo Henrique Ferroni

Varginha

2014

Dedico este trabalho à minha esposa Maria José pelo apoio e amor depositado em mim, minhas filhas Lívia e Laura pela sua alegria e aos meus pais pela dedicação ao longo desses anos.

Grupo Educacional UNIS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que tem estado sempre ao meu lado, me guardando e dando forças para prosseguir.

À minha mãe, Luíza, grande mulher de um coração bondoso na qual me incentivou desde criança, a estudar e a dar valor ao estudo.

Agradeço ao meu pai, Assis.

Agradeço à professora e coordenadora Ivana Prado, grande mestra, pelos ensinamentos concedidos ao longo da minha formação e pelo convívio, pelo apoio, pela compreensão e pela amizade.

Agradeço ao professor Leopoldo Uberto, que me orientou, corrigiu e esclareceu as minhas dúvidas e que graças a ele pude realizar essa monografia.

Agradeço a minha esposa Maria José de Figueiredo Patrício, meu benzinho, pela sua paciência, pelo incentivo, por toda a ajuda nos momentos de dúvidas, por todas as críticas e soluções. Sem você tudo seria muito mais difícil.

Agradeço às minhas filhas Lívia e Laura, pelas suas existências, razão do meu existir e que me impulsiona a conquistar novos horizontes.

Agradeço aos meus amigos da Copasa, que me apoiaram e que me incentivaram a não desistir, principalmente nos momentos de cansaço.

Enfim, agradeço a todos que de certa forma contribuíram pela realização desta graduação.

RESUMO

Este trabalho aborda assuntos relativos a alguns aspectos do saneamento rural, com estudo de caso no bairro rural Bárbaras do município de Alfenas/MG, local onde o sistema de tratamento de água e de esgotamento sanitário é deficitário. Após diagnóstico, foi proposto adequação nos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário visando atendimento das exigências legais, com ações que visam à melhoria na eficiência do sistema. Sendo as ações direcionadas para um estudo de viabilidade econômico-financeiro a ser adotado pela prefeitura municipal de Alfenas.

Palavras-chave: Bairro Bárbaras. Tratamento de água. Tratamento de esgoto. Saneamento básico.

ABSTRAT

This paper addresses issues related to some aspects of rural sanitation , with case study in the rural neighborhood Bárbaras, Alfenas /MG, where the system of water treatment and sewage is deficient. After the diagnosis has been proposed in the adequacy of water supply and sewage systems to meet the legal requirements , with actions to improve the system efficiency. Since actions for a study of economic and financial viability to be adopted by the city hall Alfenas.

Keywords: Neighborhood Bárbaras. Water treatment. Sewage treatment. Basic sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fossa ecológica construída no Centro de saúde do bairro Bárbaras, Alfenas/MG.....	21
Figura 2 – Fossa ecológica em fase construtiva	22
Figura 3 - Área de estudo: Bairro Bárbaras, Alfenas/MG	23
Figura 4 - Igreja de Santa Bárbara (A), Escola Municipal Nicolau Coutinho (B), Centro de Saúde (C), estabelecimento comercial e algumas residências (D), salão pastoral (E) e a fábrica de doces (F), do bairro Bárbaras.....	24
Figura 5 - Poço semi-artesiano que abastece a parte central do bairro Bárbaras	24
Figura 6 – Posição da garrafa dentro da cisterna.	29
Figura 7 – Modelo de Clorador Simplificado por Difusão.....	30
Figura 8 – Triagem odontológica – ano 2012	37
Figura 9 – Triagem odontológica – ano 2013	38
Figura 10 – Triagem odontológica – ano 2014	38
Figura 11 – Abastecimento de água	40
Figura 12 – Tratamento de água no domicílio	40
Figura 13 – Destino das fezes e urina	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Contribuição de esgoto “C” e de lodo fresco “L _f ” por tipo de prédio e ocupação.....	27
Tabela 2 – Tempo de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária “T _d ”.....	28
Tabela 3 - Valores da taxa de acumulação de lodo digerido “k”.....	28
Tabela 4 - Dados da qualidade da água do SAA do bairro Bárbaras.....	39
Tabela 5 – Informações para dimensionamento.....	45
Tabela 6 – Parâmetros para dimensionamento da rede de distribuição.....	45
Tabela 7 – Planilha de cálculos da rede de distribuição – perdas de cargas.....	46
Tabela 8 – Planilha de cálculos da rede de distribuição – pressões disponíveis.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ARSAE-MG – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

C - Contribuição de esgoto

CaF₂ – Fluoreto de cálcio ou fluorita

COPASA – Companhia de saneamento de Minas Gerais

EMATER-MG – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

GPS – Global Position System

H₂SiF₆ - Ácido fluossilícico

K – Taxa de acumulação de lodo digerido

L_f - Lodo fresco

m.c.a. – Metros de coluna d'água

Na₂SiF₆ - Fluossilicato de sódio

NaF - Fluoreto de sódio

NBR – Normas Brasileiras

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico

PH – Potencial Hidrogeniônico

RAFA – Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SINAP – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

UNIS/MG – Centro Universitário do Sul de Minas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO GERAL	14
2.1 Objetivos específicos	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Diretrizes para o sistema de abastecimento de água e sistema de esgotamento sanitário..	15
3.2 Tratamento de água	16
3.2.1 Desinfecção	18
3.2.2 Fluoretação	18
3.3 Tratamento de esgoto sanitário	18
3.3.1 Disposição e/ou tratamento de efluente das fossas sépticas	19
3.3.2 A fossa ecológica	19
4 MATERIAL E MÉTODO	23
4.1 Diagnóstico do bairro Bárbaras.....	23
4.2 Delimitação da área de estudo	25
4.3 Clorador simplificado por difusão	28
4.4 Dimensionamento econômico da canalização de recalque.....	31
4.5 Equação de Hazen-Willians.....	32
4.6 Dimensionamento do sistema de tratamento de água e esgotamento sanitário.....	32
4.7 Dimensionamento da rede de distribuição	33
4.8 Dimensionamento da reservação necessária.....	34
4.9 Quantidades de produtos químicos utilizados no tratamento.....	34
4.9.1 Volume de solução de fluossilicato de sódio consumida diariamente.....	35
4.9.2 Consumo de fluossilicato de sódio.....	35
4.9.3 Volume de solução de hipoclorito de cálcio consumida diariamente.....	36

4.9.4 Consumo de hipoclorito de cálcio	36
4.10 Caracterização do bairro Bárbaras	37
4.10.1 Caracterização da saúde bucal.....	37
4.10.2 Caracterização da qualidade da água disponibilizada para o abastecimento	39
4.10.3 Caracterização do SAA e SES do bairro Bárbaras.....	39
5 RESULTADOS.....	42
5.1 Proposta de desinfecção da água nas propriedades isoladas	42
5.2 Proposta de adução, tratamento e distribuição de água da área central do bairro.....	41
5.2.1 Dimensionamento da adutora de água bruta	43
5.2.1.1 Adutora de água bruta atual.....	43
5.2.1.2 Adutora de água bruta proposta	44
5.2.1.3 Adutora de água tratada proposta	45
5.2.1.4 Dimensionamento da reservação necessária	46
5.2.2 Sistema de cloração e fluoretação para o sistema coletivo	47
5.2.2.1 Volume de solução de fluossilicato de sódio consumida diariamente.....	47
5.2.2.1 Volume de solução de fluossilicato de sódio consumida diariamente.....	47
5.2.2.2 Consumo de fluossilicato de sódio.....	47
5.2.2.3 Volume de solução de hipoclorito de cálcio consumida diariamente.	48
5.2.2.4 Consumo de hipoclorito de cálcio	48
5.3 Proposta de coleta, tratamento e disposição do esgoto.	48
5.3.1 Dimensionamento da fossa séptica e filtro anaeróbio para a escola.	49
5.3.2 Dimensionamento da fossa séptica e filtro anaeróbio para o posto de saúde e sala de informática.....	49
5.3.3 Dimensionamento da fossa séptica e filtro anaeróbio para cada residência	49
5.3.4 Dimensionamento da fossa séptica e filtro anaeróbio para o estabelecimento comercial.	50

5.3.5 Dimensionamento da fossa ecológica para a escola.	50
5.3.6 Dimensionamento da fossa ecológica para o posto de saúde e sala de informática.....	51
5.3.7 Dimensionamento da fossa ecológica para cada residência	51
5.3.8 Dimensionamento da fossa ecológica para o estabelecimento comercial.	51
5.4 Execução de planilha orçamentária	51
6 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53
ANEXO 1 - Estimativa de consumo per capita	56
ANEXO 2 - Esquema geral do sistema de tanque séptico.....	57
ANEXO 3 - Ficha de cadastro das famílias “Sistema de Informação de Atenção Básica” ...	58
ANEXO 4 - Tabela de amostragem portaria 2914/2011	59
ANEXO 5 - Cuidados com a água para consumo humano – folder 1.....	60
ANEXO 6 - Cuidados com a água para consumo humano – folder 2	61
ANEXO 7 - Cuidados com a água para consumo humano – folder 2 – Tabelas	62
ANEXO 8 - Procedimento para desinfecção de caixa d’água – folder 3 - Informações	63
ANEXO 9 - Disposição da rede de água a ser implantada na área em estudo	64
ANEXO 10 – Modelo de casa de química a ser implantada na área em estudo	65
ANEXO 11 - Sugestão para base de reservatório em concreto armado.....	66
ANEXO 12 – Planilha orçamentária.....	69

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico tem fundamental importância para o desenvolvimento de uma região, haja vista o impacto sócio-econômico das comunidades atendidas, também garante qualidade de vida e saúde para a população ao implementar as condições sanitárias necessárias ao bem-estar coletivo, disponibilizando água tratada, coleta e tratamento de esgoto, destino adequado do lixo e controle de vetores de doenças, até a higiene pessoal e domiciliar. (COPASA, 2014).

Assim, a consequência direta da implantação ou melhoria de sistemas de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgotos sanitários é a diminuição no índice de doenças de veiculação hídrica, melhoria da saúde bucal, além do aumento da vida média da população beneficiada e da diminuição da mortalidade, principalmente a infantil. (SOARES, 2005).

Como consequência indireta, também ocorre má redução de doenças não relacionadas com a água, ou seja, indivíduos afetados por doenças intestinais de veiculação hídrica ficam mais suscetíveis de contrair outras doenças devido à fraqueza de seus organismos, haja vista que tem suas defesas concentradas no intestino. (SOARES, 2005)

Na sede do município de Alfenas a Copasa, Companhia de Saneamento de Minas Gerais detêm a concessão do serviço público do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário, sendo o município responsável pela limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Como o contrato de concessão de serviços realizado entre a Copasa e o município de Alfenas contemplarem apenas o perímetro urbano, a Copasa não presta o serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário, nos bairros rurais, cabendo esta responsabilidade ao município de Alfenas.

Deste modo, foi escolhido como estudo de caso o bairro rural Bárbaras, localizado no município de Alfenas. O bairro em estudo, não possui um sistema de tratamento de água e de esgotamento sanitário, sendo assim, a população desta comunidade está sujeita a sofrer com problemas relacionados a doenças de veiculação hídrica e problemas de saúde bucal, devido à falta de cloro e flúor na água e problemas ambientais decorrentes a falta de tratamento do esgoto.

2 OBJETIVO GERAL

Propor adequação do sistema de tratamento de água e esgotamento sanitário do bairro rural Bárbaras, município de Alfenas e indicar processos adequados à realidade da área em estudo, sem, contudo, comprometer a qualidade e eficiência de operação dos sistemas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os sistemas de tratamento de água e de esgotamento sanitário da localidade em estudo;
- Identificar os problemas relacionados com a falta de tratamento de água e tratamento de esgoto;
- Avaliar e propor adequação para o sistema de saneamento existente, por meio de soluções construtivas para solucionar os problemas detectados;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este trabalho tem como fundamentação teórica as leis regentes no Brasil, normas técnicas e conceitos técnicos de especialistas em tratamento de água e tratamento de esgoto.

3.1 Diretrizes para o sistema de abastecimento de água e sistema de esgotamento sanitário.

Conforme art. 9º do decreto 7.217 os serviços públicos de esgotamento sanitário são constituídos por uma ou mais das seguintes atividades:

- I - coleta, inclusive ligação predial, dos esgotos sanitários;
- II - transporte dos esgotos sanitários;
- III - tratamento dos esgotos sanitários;
- IV - disposição final dos esgotos sanitários e dos lodos originários da operação de unidades de tratamento coletivas ou individuais, inclusive fossas sépticas.

Considerando que as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico são estabelecidas pela Lei federal nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007, os princípios fundamentais para a prestação de serviços públicos de saneamento deve ser fundamentada conforme art. 2, em:

- I - universalização do acesso;
- II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;
- III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltada para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
- VII - eficiência e sustentabilidade econômica;
- VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;
- IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- X - controle social;
- XI - segurança, qualidade e regularidade;
- XII - integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.
- XIII - adoção de medidas de fomento à moderação do consumo de água.

Conforme Lei federal nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007, o saneamento básico é definido como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

Quanto aos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, estes são estabelecidos pela portaria 2914/2011 do Ministério da saúde, os quais servem de parâmetros para avaliar a água distribuída à população da localidade em estudo.

A lei estadual 18.309/2009 estabelece normas relativas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, cria a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - ARSAE-MG e conforme art. 6º compete a ARSAE:

- I - supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação específica relativa ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário;
- II - multa no valor de 1.000 Ufemgs (mil Unidades Fiscais do Estado de Minas Gerais) a 200.000 (duzentas mil) Ufemgs.
(Inciso com redação dada pelo art. 34 da Lei nº 20.822, de 30/7/2013.)
- III - expedir regulamentos de ordem técnica e econômica, visando ao estabelecimento de padrões de qualidade para:
 - a) a prestação dos serviços;
 - b) a otimização dos custos;
 - c) a segurança das instalações;
 - d) o atendimento aos usuários;
- IV - celebrar convênio com Municípios que tenham interesse em se sujeitar à atuação da ARSAE-MG;
- V - estabelecer o regime tarifário, de forma a garantir a modicidade das tarifas e o equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços;
- VI - analisar os custos e o desempenho econômico-financeiro da prestação dos serviços;
- VII - participar da elaboração e supervisionar a implementação da Política Estadual de Saneamento Básico e do Plano Estadual de Saneamento Básico;
- VIII - elaborar estudos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros do Estado em obras e serviços de distribuição de água e de esgotamento sanitário;
- IX - promover estudos visando ao incremento da qualidade e da eficiência dos serviços prestados e do atendimento a consultas dos usuários, dos prestadores dos serviços e dos entes delegatários;
- X - aplicar sanções e penalidades ao prestador do serviço, quando, sem motivo justificado houver descumprimento das diretrizes técnicas e econômicas expedidas pela ARSAE-MG;
- XI - celebrar convênios e contratos com órgãos e entidades internacionais, federais, estaduais e municipais e com pessoas jurídicas de direito privado, no âmbito de sua área de atuação;

XII - manter serviço gratuito de atendimento telefônico para recebimento de reclamações dos usuários, para efeito do disposto no inciso III do caput do art. 3º desta Lei, sem prejuízo do estabelecimento de outros mecanismos em regulamento da ARSAE-MG;

XIII - elaborar e aprovar seu regimento interno, o qual estabelecerá procedimentos para a realização de audiências e consultas públicas, para o atendimento às reclamações de usuários e para a edição de regulamentos e demais decisões da agência;

XIV - administrar seu quadro de pessoal, seu patrimônio material e seus recursos financeiros.

Como a fiscalização da água produzida e fornecida à população é de grande importância, e está diretamente relacionada com a saúde, à concessionária responsável pelo abastecimento de água é periodicamente fiscalizada pela vigilância sanitária, cujo objetivo está fundamentado na lei 8.080 de 19/09/1990, no Art. 6º Inciso I:

§ 1º Entende-se por vigilância sanitária um conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde, abrangendo:

I - o controle de bens de consumo que, direta ou indiretamente, se relacionem com a saúde, compreendidas todas as etapas e processos, da produção ao consumo; e

II - o controle da prestação de serviços que se relacionam direta ou indiretamente com a saúde. Compete a vigilância sanitária a garantir o controle da qualidade de produtos e serviços prestados à população, através de ações integradas, considerando a amplitude do seu campo de atuação.

Como o sistema de abastecimento de água atinge diretamente à população, e o produto gerado, água, pode ou não atender as especificações legais, a população esta tem o amparo legal através da lei federal 8.078/1990, lei esta que estabelece normas de proteção e defesa do consumidor, de ordem pública e interesse social, tanto a qualidade do produto quanto informações prestadas aos clientes, conforme art. 30 e 31 desta lei:

Art. 30. Toda informação ou publicidade, suficientemente precisa veiculada por qualquer forma ou meio de comunicação com relação a produtos e serviços oferecidos ou apresentados, obriga o fornecedor que a fizer veicular ou dela se utilizar e integra o contrato que vier a ser celebrado.

Art. 31. A oferta e apresentação de produtos ou serviços devem assegurar informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa sobre suas características, qualidades, quantidade, composição, preço, garantia, prazos de validade e origem, entre outros dados, bem como sobre os riscos que apresentam à saúde e segurança dos consumidores.

3.2 Tratamento de água

Um sistema convencional de abastecimento de água é constituído das seguintes unidades: captação, adução, estação de tratamento, reservação, redes de distribuição e ligações domiciliares. (COPASA, 2014).

O processo de tratamento da água de captação superficial passa pelos processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção de pH e fluoretação.

Algumas ETAs não possuem todas as etapas, enquanto que outras, denominadas de ciclo completo ou convencional possuem todas as etapas acima mencionadas (SECKLER FILHO; ALÉM SOBRINHO, 1998). Já a água captada através de poços profundos, na maioria das vezes, não precisa ser tratada, bastando apenas a desinfecção e fluoretação. Isso ocorre porque, nesse caso, a água apresenta baixíssima turbidez, o que elimina as outras fases que são necessárias ao tratamento das águas superficiais. (SOARES, 2005).

3.2.1 Desinfecção

Para garantia da qualidade da água consumida pela população, visando às contaminações de veiculação hídrica, e inativação de organismos patogênicos, faz-se necessária a realização de desinfecção feita através de compostos de cloro. Os derivados de cloro geralmente empregados em pequenas comunidades são o hipoclorito de cálcio e hipoclorito de sódio. (BARRETO, 1984, DANIEL, 2001 *apud* LARSEN, 2010).

A Portaria 2914 do Ministério da Saúde, BRASIL (2011), estabelece que na saída do tratamento, após a desinfecção a concentração de cloro residual livre seja de no mínimo 0,5 mg/L e recomenda-se que o teor máximo de cloro livre seja de 2,0 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição.

3.2.2 Fluoretação

A Portaria 2914 do Ministério da Saúde, BRASIL (2011), estabelece que a concentração de flúor seja de no máximo 1,5 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. A presença de flúor previne as cáries dentárias, especialmente no período de formação dos dentes em crianças de até 15 anos de idade. (SOARES, 2005).

Os compostos de flúor comumente utilizados são: fluoreto de cálcio ou fluorita (CaF_2), fluossilicato de sódio (Na_2SiF_6); fluoreto de sódio (NaF) e o ácido fluossilícico (H_2SiF_6). (FUNASA, 2012).

3.3 Tratamento de esgoto sanitário

Quanto ao processo de tratamento de esgoto sanitário, no mundo todo, as técnicas utilizadas são bastante diversificadas. Sendo que em cada localidade, o que irá ditar a técnica ou técnicas serão suas características próprias de topografia, clima, preços dos terrenos, e as

características do corpo d'água a ser utilizado como receptor do efluente do tratamento. Das técnicas utilizadas, podem-se citar sistemas sofisticados de lodos ativados, de nível terciário, de alta eficiência, porém grandes consumidores de energia, os quais se contrapõem as simples lagoas de estabilização, de média e boa eficiência, mas que exigem grandes áreas para sua implantação e outros sistemas de tratamento anaeróbios, como o RAFA – Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente, que apresentam baixa eficiência quando comparados aos sistemas aeróbios, porém apresentam baixo custo de implantação e operação, e estes podem ser tratamentos que antecedem aos sistemas aeróbios. (NUVOLARI, 2011).

Quanto aos casos mais simples, sistemas individuais, comunidades isoladas, há a opção de utilização de tanque séptico ou fossa séptica, sendo que seu efluente pode ser lançado em sumidouro, valas de infiltração, ou passar antes por valas de infiltração ou por filtros anaeróbios de fluxo ascendente, antes de sua disposição final, que também pode ser feito em corpos d'água, rios ou córregos. (NUVOLARI, 2011).

Para a execução de projetos, construção e operação de sistemas de tanques sépticos utiliza-se a norma NBR 7229, (ABNT, 1993), norma esta que tem como objetivo a preservação da saúde pública e ambiental, a higiene, o conforto dos habitantes servidos por este tipo de sistema de tratamento de esgoto sanitário. Essa norma define o sistema de tanque séptico como “conjunto de unidades destinadas ao tratamento e à disposição de esgotos, mediante utilização de tanque séptico e unidades complementares de tratamento e/ou disposição final de efluentes e lodo”, (anexo 1). Sendo o tanque séptico, “unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão”.

No Brasil, usa-se o sistema “separador absoluto, o qual não permite a introdução de águas pluviais à rede coletora, porém em períodos chuvosos ocorrem penetração por meio de tampões de poço de visita e lançamentos clandestinos. Além das águas usadas em atividades domésticas, também têm acesso à rede coletora aquelas águas provenientes de usos industriais, águas de infiltração etc. A disposição de esgotos brutos no solo ou em corpos receptores naturais, como lagoas, rios, oceanos, é uma alternativa que foi e é ainda é empregada de forma muito intensa”. (PROSAB, 1999).

Segundo a NBR 9648, ABNT (1986), o esgoto sanitário é o “despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.

Segundo a NBR 9648, ABNT (1986), o sistema de esgoto separador absoluto é o “conjunto de condutos, instalações e equipamento os destinados a coletar, transportar,

condicionar e encaminhar, somente esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”.

As características físicas do esgoto, segundo NUVOLARI (2011), quando não contém resíduos industriais, é aproximadamente:

- 99,87% de água;
- 0,04% de sólidos sedimentáveis;
- 0,02% de sólidos não sedimentáveis; e
- 0,07% de substâncias dissolvidas

Destes sólidos, cerca de 75% são constituídos de matérias orgânicas em processo de decomposição. Nesses sólidos, proliferam microrganismos, os quais dependendo da saúde da população contribuinte podem ser microrganismos patogênicos. Podem ainda ocorrer poluentes tóxicos da mistura com efluentes industriais.

3.3.1 Disposição e/ou tratamento de efluente das fossas sépticas

Segundo Batalha (1986) *apud* NUVOLARI (2011), devem ser considerados diversos fatores para da seleção da técnica e do local para a disposição e/ou tratamento de efluente das fossas sépticas, como por exemplo, espaço disponível, taxa de infiltração, nível do lençol freático, distancias das águas superficiais e/ou subterrâneas, utilização de sumidouros, valas de infiltração, e tratamento por valas de filtração e tratamento em filtro anaeróbio de fluxo ascendente.

A escolha do sistema de disposição de efluente de fossa séptica e cálculo da taxa de infiltração podem ser determinados pelo gráfico do anexo 2. (MACINTYRE, 1996).

3.3.2 A fossa ecológica

A fossa ecológica, figura 1, é um sistema de tratamento de esgoto desenvolvido por Tom Watson, nos EUA, o qual visa o reaproveitamento de nutrientes provenientes do vaso sanitário. Este é um sistema fechado, estanque, onde não há saída de água para filtros ou sumidouros. Nele ocorre a decomposição anaeróbia da matéria orgânica, mineralização e absorção dos nutrientes e da água, pelas raízes dos vegetais. (PEREIRA, 2011).

Nessa técnica o pré-requisito é a separação da água servida na residência, apenas o efluente do vaso sanitário deve ir para o tanque, as demais, provenientes de pias, tanques e

chuveiros, devem ir para outro sistema de tratamento. Nessa técnica os nutrientes incorporam à biomassa das plantas e a água é eliminada por evapotranspiração, não havendo deflúvio. (PEREIRA, 2011).

Figura 1 – Fossa ecológica construída no Centro de Saúde do bairro Bárbaras, Alfenas/MG.



Fonte: o autor.

Para construção da fossa, primeiramente deve-se construí-la em locais isentos de obstáculos e com bastante ventilação e bem ensolarado. Na prática utiliza-se como referência de cálculo 2m^3 para cada habitante da residência, a forma para dimensionamento é largura de 2m por 1m de profundidade, já o comprimento será igual a quantidade de moradores da residência. Sua construção pode ser diversas maneiras, o mais indicado é a construção de paredes e fundo de ferro-cimento, conforme figura 2. O ferro-cimento é uma técnica onde se utiliza a grade de ferro ou tela de “galinheiro/pinteiro” com diâmetro de 15mm coberta com argamassa. Após a construção do tanque utiliza-se pneus formando um túnel cobertos por entulhos de construção, cerca de 45cm, em seguida estes são cobertos com 10 cm de brita, 10 cm de areia e 35 cm de solo, até o limite superior do tanque. Depois de colocado as camadas de materiais porosos, deverão ser plantadas espécies vegetais, como por exemplo, lírio-do-brejo (*Hedychium walleriana*). Essa técnica foi aprovada pela supram/Sul de Minas, conforme parecer nº 788/2011, de 10/05/2011. (PEREIRA, 2011).

Figura 2 – Fossa ecológica em fase construtiva.



Fonte: o autor.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Diagnóstico do bairro Bárbaras

A área de estudos é o bairro rural Bárbaras, localizado na cidade de Alfenas (MG), que está situado às margens da rodovia BR 491, a qual liga o município de Alfenas ao de Paraguaçu, no limite com o de Fama, figura 3.

Figura 3 – Área de estudo: Bairro Bárbaras, Alfenas/MG.



Fonte: Google Earth. Adaptado pelo autor.

O local abriga uma comunidade de aproximadamente 309 habitantes, distante de aproximadamente 10 km da sede do município de Alfenas, sendo predominante a ocupação do solo por imóveis rurais entre 1,5 e 2,0 hectares, uma igreja, um salão pastoral, uma escola municipal, um Centro de Saúde, com cozinha comunitária, uma fábrica de doces, um estabelecimento comercial e algumas residências, figura 4.

Figura 4 – Igreja de Santa Bárbara (A), Escola Municipal Nicolau Coutinho (B), Centro de Saúde (C), estabelecimento comercial e algumas residências (D), salão pastoral (E) e a fábrica de doces (F), do bairro Bárbaras.



Fonte: o autor.

A escola rural em questão a Escola Municipal Nicolau Coutinho possui 72 alunos distribuídos nos períodos da manhã e a tarde, 14 funcionários, a água que abastece a escola é proveniente de um poço semi-artesiano, figura 5, necessita bombear a água não possui tratamento, cloração e fluoretação, e o esgoto gerado na escola é destinado a uma fossa negra.

Figura 5 – Poço semi-artesiano que abastece a parte central do bairro Bárbaras.



Fonte: o autor.

O centro de saúde possui uma sala de informática e uma cozinha comunitária. No posto de saúde possui 10 funcionários e são realizados 75 atendimentos médicos ao mês, estes realizados em três consultas mensais. Na sala de informática possui 11 pessoas, entre alunos e professores, que realizam aulas diárias. A cozinha comunitária possui apenas uma cozinheira e em todo o dia que são realizadas as consultas, são preparadas as refeições para os funcionários.

Das poucas casas que ocupam a área em estudo apenas duas não utilizam a água proveniente da água do poço semi-artesiano, a água destas duas casas são provenientes de minas individuais furadas em barranco.

O estabelecimento comercial é um bar que funciona aos domingos e é frequentado por aproximadamente 50 pessoas.

Com exceção das duas residências, todas as demais edificações utilizam a água do poço que também abastece a escola municipal.

A fábrica de doces possui um poço artesiano, mas por motivos de má qualidade da água, utiliza-se a mesma água que abastece a escola municipal. Quanto ao esgoto gerado, este é destinado a uma fossa séptica, que fora implantada para atendimento de exigências legais para seu funcionamento.

Quanto ao esgotamento sanitário, recentemente apenas uma residência e a fábrica de doces, adotou o biodigestor e uma fossa séptica, respectivamente, como forma de tratamento as demais edificações utilizam fossas negras como alternativa de tratamento de esgoto.

4.2 Delimitação da área de estudo

Como a área de estudo é ocupada pela grande maioria de imóveis rurais, optou-se centralizar o estudo na área central, onde possui a uma igreja, um salão pastoral, uma escola municipal, um centro de saúde, uma fábrica de doces, um estabelecimento comercial e algumas residências, conforme apresentado na figura 4, locais onde se tem a maior concentração de habitantes em determinado período do dia. As demais áreas, no que se refere à qualidade da tratada consumida e ao esgotamento sanitário serão indicadas alternativas simplificadas, pois observou-se grande objeção à mudanças, principalmente quanto ao tratamento da água, no que se refere a desinfecção por cloração, pois a população acredita que como a água provém de água subterrânea, e está isenta de contaminação.

Para coleta das coordenadas e cotas dos pontos contou com o auxílio de um receptor de sinais de satélites artificiais do sistema GPS (Global Position System), modelo Etrex® Vista HCX (Garmin), para posterior cálculo de estimativa de projeto.

Para obtenção dos dados foram consultadas as pessoas residentes na localidade em estudo e informações junto à prefeitura municipal de Alfenas, quanto à água consumida e o sistema de esgotamento sanitário, bem como a situação das crianças que estudam na escola municipal Nicolau Coutinho, no que se refere à saúde bucal.

Para avaliação da qualidade da água distribuída na localidade em estudo, foram realizadas análises físico-químicas, cor, turbidez, fluoreto, cloro e pH e bacteriológicas, coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados obtidos foram comparados aos valores definidos pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e estes servirão de subsídio para tomada de decisão no que se refere ao sistema de abastecimento de água do bairro rural em estudo.

Para realização do diagnóstico da população do bairro Bárbaras quanto suas percepções sobre alguns aspectos do saneamento básico, foram feitas várias visitas ao centro de saúde para coleta dos dados das fichas cadastrais das famílias, conforme, anexo 3, e estes foram transformados em gráficos para melhor visualização e análise.

Quanto ao esgotamento sanitário foi realizado estudo das técnicas existentes e a partir deste, indicado a melhor alternativa, considerando a atual situação do bairro Bárbaras. Para este estudo, serão avaliados a eficiência e o custo benefício, da fossa ecológica, comparados aos da fossa séptica, ou tanque séptico.

Como alternativa para tratamento de esgoto, e para efeito comparativo dos estudos será utilizado a técnica de fossa séptica ou do tanque séptico, fundamentada segundo a NBR 7229, (ABNT, 1993), sendo o volume total calculado pela expressão da equação 1, com tratamento complementar utilizando filtro anaeróbio, (ABNT, 1997), cujo volume é obtido pela equação 2:

$$V = 1000 + N (C \times T_d + k \times L_f) \quad (\text{equação 1})$$

onde:

V = volume útil em litros;

N = número de pessoas ou unidade de contribuição;

C = contribuição de despejos, em litros/pessoas x dia ou litros/unidade x dia (Tabela 1);

L_f = contribuição de lodo fresco, litros/pessoa x dia

T_d = tempo de detenção em dias (Tabela 2);

k = taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (Tabela 3).

$$V = 1,6 NCT \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

N = número de contribuintes;

C = contribuição de esgotos, em litros/pessoas x dia ou litros/unidade x dia (Tabela 3, da NBR 13.969/97);

T = tempo de detenção em dias. (tabela 4, da NBR 13.969/97).

Nota – Conforme NBR 13.969/97 o volume mínimo de leite filtrante deve ser de 1000 litros.

Tabela 1 – Contribuição de esgoto “C” e de lodo fresco “L_f” por tipo de prédio e ocupação.

Tipo e ocupação de edificações	Contribuição de esgotos “C” (litros/pessoa x dia)	Contribuição de lodo fresco “L _f ” (litros/pessoa x dia)
1- Ocupantes permanentes		
Residência de alto padrão	160	1
Residência de médio padrão	130	1
Residência de baixo padrão	100	1
Hotéis (exceto lavanderia e cozinha)	100	1
Alojamentos provisórios	80	1
2- Ocupantes temporários		
Fábricas em geral	70	0,3
Escritórios	50	0,2
Edifícios públicos ou comerciais	50	0,2
Escolas (externato) e locais de longa permanência	50	0,2
Bares	6	0,1
Restaurantes e similares	25(1)	0,1
Cinemas, teatros e locais de curta permanência	2(2)	0,02
Sanitários públicos(4)	480(3)	4

Obs.: (1) por refeição; (2) por lugar; (3) Apenas de acesso aberto ao público(estação rodoviária, ferroviária; estádio esportivo, etc; (4) por bacia sanitária.

Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993).

A tabela 2, demonstra o tempo de detenção dos despejos, tempo este necessário para o dimensionamento da fossa séptica no qual leva-se em consideração a contribuição diária de esgoto.

Tabela 2 – Tempo de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária “T_d”.

Contribuição diária (litros)	Tempo de detenção	
	Dia	Hora
Até 1500	1	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	0,5	12

Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993).

Para o dimensionamento da fossa séptica, previamente se faz necessário definir o tempo de acumulação do lodo, ou seja, o intervalo de limpeza, tabela 3, sendo esse um parâmetro importante no qual definirá o volume útil da fossa séptica, o que influenciará diretamente em seu custo de implantação.

Tabela 3 – Valores da taxa de acumulação de lodo digerido “k”.

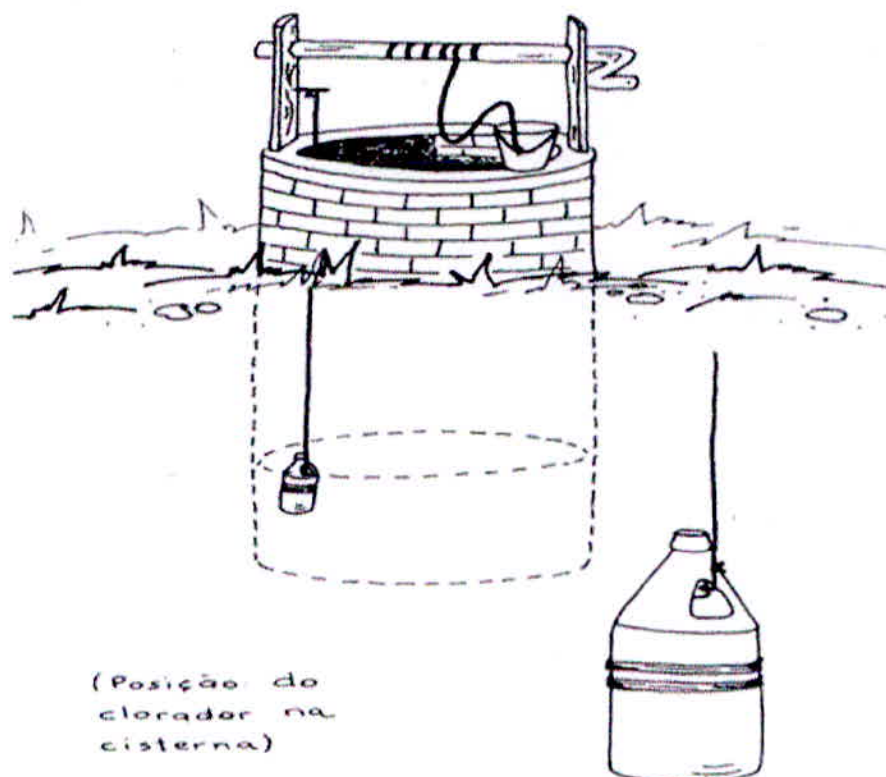
Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de “k” (em dias), por faixas de temperaturas ambientes “t”, (em °C)		
	t < 10	10 < t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993).

4.3 Clorador simplificado por difusão

Um dos métodos mais simples e econômicos para clorar e desinfetar águas de cisternas é a cloração por difusão, que consiste na mistura de 340g de hipoclorito de cálcio com 850g de areia lavada em uma garrafa plástica, de um litro, com dois furos opostos de 6 mm de diâmetro, aproximadamente 10 cm abaixo do gargalo, para que o cloro possa sair da garrafa. Essa garrafa deve ser introduzida na cisterna, amarrada com uma linha de nylon, mantendo-se o gargalo próximo à linha d'água (Figura 6). Cada garrafa é suficiente para tratar 2.000 litros de água, e pode permanecer por 30 dias dentro do poço raso (Viana, 1988 *apud* Guerra, 2006).

Figura 6: Posição da garrafa dentro da cisterna.

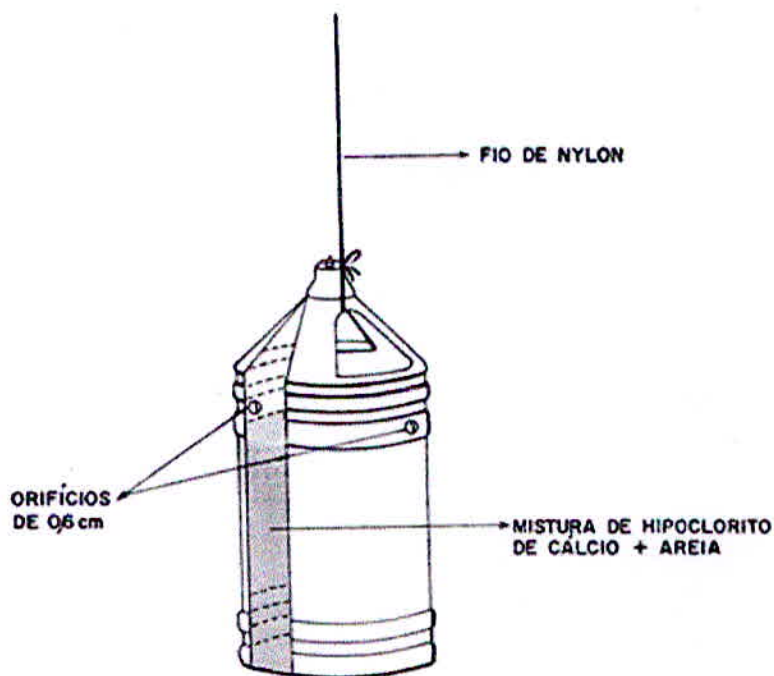


Fonte: (Carvalho, 1983, *apud*. GUERRA, 2006).

O custo final de um sistema de cloração por difusão é de aproximadamente R\$ 5,10 (cinco Reais e dez centavos), considerando que 1 Kg de hipoclorito de cálcio custa em média, R\$ 15,00. O custo da garrafa plástica e da areia é considerado desprezível.

Segundo Carvalho, 1983 *apud* Guerra, 2006, os cloradores podem ser confeccionados com vários materiais. Ele estudou variação de clorador, buscando destacar o mais eficiente. Para tanto, utilizou cinco modelos assim descritos: Modelo 1 - cabaça com 2 orifícios opostos de 6 mm, e uma mistura de 100 g de hipoclorito de cálcio em 1000g de areia lavada; Modelo 2 - cabaça com 4 orifícios de 5 mm, com um saco plástico no seu interior contendo 4 furos opostos de 8 mm e uma mistura de 100 g de hipoclorito de cálcio em 1000g de areia lavada; Modelo 3 - cabaça com 4 orifícios opostos de 5 mm contendo uma mistura de 100 g de hipoclorito de cálcio em 1000g de areia lavada; Modelo 5 - garrafa plástica com 2 orifícios opostos de 6 mm contendo uma mistura de 340 g de hipoclorito de cálcio em 850 g de areia lavada. Dentre os modelos avaliados, o mais eficiente foi o modelo 5 (Figura 7).

Figura 7 - Modelo de Clorador Simplificado por Difusão.



Fonte: Carvalho, 1983 *apud* GUERRA, 2006.

O teor de cloro residual mínimo detectado por Gonzaga (1996) *apud* Guerra, 2006, em condições de laboratório, após instalação de garrafa cloradora foi de 0,2 mg/L, o que satisfaz as exigências da portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde para padrões de potabilidade da água. Carvalho (1983) *apud* Guerra, 2006, afirma que valores de cloro residual inferiores a 0,1 mg/L, porém detectáveis, foram suficientes para reduzir ou mesmo eliminar bactérias do grupo coliformes.

Viana (1988) recomenda o uso de cloroscópios com escala a partir de 0,1 mg/L (a maioria dos modelos disponíveis no mercado tem escala de 0,5 a 1,2 mg/L) para fazer avaliações do nível de cloro nas cisternas.

Esse método, recomendado por Gonzaga (1996) *apud* Guerra, 2006, demonstra que após o segundo dia da instalação de uma garrafa cloradora em um recipiente com água altamente contaminada, não houve mais contagem de bactérias, até o fim da pesquisa (30 dias).

Tanto Gonzaga (1996) quanto Carvalho (1983), *apud* Guerra, 2006, são unânimes ao recomendar o clorador simplificado por difusão, feito com garrafa plástica de 1000 mL com dois furos opostos de 6 mm, contendo uma mistura de 340 g de hipoclorito de cálcio e 850 g

de areia lavada de granulometria média, para desinfecção de água de cisternas (poços rasos) pela sua simplicidade tecnológica, seu baixo custo e sua eficiência na desinfecção.

Quanto ao controle do residual de cloro, se faz necessário à aquisição de um aparelho comparador colorimétrico de cloro com escala a partir de 0,1 mg/L (a maioria dos modelos disponíveis no mercado tem escala de 0,5 a 1,2 mg/L) para fazer avaliações do nível de cloro nas cisternas. Aparelho de fácil manipulação e que no mercado custa em torno de R\$ 200,00. Esse controle visa atendimento de valores estabelecidos conforme portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e também a necessidade de reposição do hipoclorito de cálcio e/ou substituição do clorador instalado.

4.4 Dimensionamento econômico da canalização de recalque

Segundo Azevedo Netto *et al.*, 1998, o diâmetro de uma linha de recalque pode ser relativamente grande ou pequeno, resultando em pequenas e em grandes perdas de cargas, sendo que dependendo da escolha pode-se elevar o custo da canalização ou do conjunto elevatório. Para que se obtenha um diâmetro conveniente cujo custo total das instalações seja o mínimo, o dimensionamento deve ser feito pela equação de Bresse, aplicável a funcionamento contínuo, equação 3, ou funcionamento descontínuo, equação 4.

$$D = K\sqrt{Q} \quad \text{(equação 3)}$$

Sendo:

D = Diâmetro da canalização de recalque, m;

K = Coeficiente que considera o custo com material, energia, mão-de-obra, variando com o tempo e a região considerada, de modo geral o K varia entre 0,9 e 1,4, usualmente utiliza-se 1,2.

Q = Vazão, m³/s;

Para o dimensionamento das linhas de recalque de bombas que funcionam apenas algumas horas por dia, propõem-se:

$$D = 1,3X^{0,25}\sqrt{Q} \quad \text{(equação 4)}$$

Sendo:

D = Diâmetro da canalização de recalque, m;

$$X = \frac{\text{n}^\circ \text{ de horas de funcionamento}}{24}$$

Q = Vazão, m³/s.

4.5 Equação de Hazen-Williams

É uma fórmula que pode ser satisfatoriamente aplicados para os condutos forçados, sendo expressa conforme equação 5.

Sendo das mais perfeitas, requer maior cuidado na adoção do coeficiente C . O valor sugerido para o PVC pode variar de 140, quando novo, 135, ± 10 anos e 130, ± 20 anos, ou seja, a adoção do valor do coeficiente de rugosidade dependerá do tempo de uso do material utilizado. (Azevedo Netto *et al.*, 1998).

$$J = \frac{10,641}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \quad (\text{equação 5})$$

Sendo:

J = Perda de carga unitária, m/m;

C = Coeficiente de rugosidade, adotado, 140 por se tratar de tubulação nova;

Q = vazão, l/s;

D = Diâmetro, m

4.6 Dimensionamento do sistema de tratamento de água e esgotamento sanitário

Segundo a normatização técnica, NBR 12218/1994, os limites de velocidade na tubulação devem estar em: $0,60 \leq v \leq 3,50$ m/s. Os condutos secundários devem possuir diâmetros mínimos de 50mm e a pressão estática nas tubulações de distribuição deve ser de no máximo 50 mca e a pressão dinâmica de no mínimo 10mca.

Para cálculo da vazão de demanda, ou seja, vazão dos dias de maior consumo e na hora de maior demanda deve-se utilizar a equação 6. (Azevedo Netto, *et al.*, 1998).

Para realização do cálculo da vazão de demanda deve-se utilizar a taxa de consumo per capita, média, referente ao tipo de estabelecimento, conforme tabela estimativa do consumo percapita, anexo 4. (TIGRE, 2014).

$$Q_d = \frac{Pop. \times q \times K_1 \times K_2}{86400} \quad (\text{equação 6})$$

Sendo:

Q_d = Vazão de demanda, l/s;

Pop = população abastecível a ser considerada no projeto, habitantes;

q = taxa de consumo per capita em l/hab.por dia;

K_1 = coeficiente do dia de maior consumo, 1,2

K_2 = coeficiente da hora de maior consumo, 1,5

4.7 Dimensionamento da rede de distribuição

Segundo, Azevedo Netto *et al.*, 1998, na elaboração de um projeto de dimensionamento de uma rede de distribuição de água, é usual a utilização de planilhas de cálculo. Após a definição do critério de seccionamento adotado, o preenchimento da folha de cálculo deve-se obedecer a uma sequência de operações:

1. Relacionar o número do trecho, de forma racional, a critério do projetista;
2. Relacionar o nome da rua, ou relacionar símbolos em locais onde as ruas não tem nome;
3. Relacionar a extensão do trecho, m;
4. Calcular a vazão de jusante, Q_j , do trecho, Q_t , montante, Q_m , e a vazão fictícia, Q_f , em l/s;
5. Relacionar o diâmetro em milímetros ou DN, diâmetro nominal;
6. Relacionar a velocidade em m/s, definida pela equação da continuidade, equação 7;
7. Relacionar a perda de carga total, hf , em metros, com o emprego da fórmula de Hazen-Williams, obtém-se J , perda unitária, em m/m, e $hf = JL$, perda de carga total no trecho em metros.

8. Relacionar as cotas piezométricas de montante e jusante;
9. Relacionar as cotas do terreno, relativas aos nós dos trechos a montantes e a jusantes;
10. Relacionar as pressões disponíveis a montante e a jusante, pressão disponível, sendo a pressão disponível = cota piezométrica menos a cota do terreno.

Portanto, de acordo com Azevedo Netto *et al.*, 1998, a equação da continuidade é:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (\text{equação 7})$$

Sendo:

V = velocidade, m/s;

Q = vazão, l/s;

A = área, m²

4.8 Dimensionamento da reservação necessária

A reservação necessária é equivalente a 1/3 do volume consumido diário. A capacidade do reservatório elevado é estabelecida de modo a evitar uma frequência excessiva de partidas e paradas das bombas e garantir uma reserva mínima em cota elevada em caso de intermitência no fornecimento de energia elétrica. (Azevedo Netto *et al.*, 1998)

A reservação é calculada pela equação abaixo:

$$V = \frac{Pop \times q \times K1}{3} \quad (\text{equação 8})$$

Sendo:

V = Volume do reservatório, m³;

Pop = População atendida, adimensional;

q = taxa de consumo per capita em l/hab.por dia;

$K1$ = dia de maior consumo, 1,2

4.9 Quantidades de produtos químicos utilizados no tratamento

Para o tratamento da água do poço, necessita-se de fluoretação e cloração, como a vazão de tratamento é pequena, optou-se pela utilização de fluossilicato de sódio e hipoclorito de cálcio.

4.9.1 Volume de solução de fluossilicato de sódio consumida diariamente.

O volume de solução é calculado pela equação abaixo:

$$V = \frac{Q \times t \times D}{C \times 0,0001} \quad (\text{equação 9})$$

Sendo:

V = Volume, L/dia;

Q = Vazão, 0,5 L/s;

t = tempo de funcionamento, 86400 s;

D = Dosagem, 1,4 mg/L;

C = Concentração da solução, 1,0 %

4.9.2 Consumo de fluossilicato de sódio

Admitindo uma estocagem de 3 meses e que a pureza do produto seja 98%, temos que:

$$C = \frac{Q \times t \times D \times T}{P \times S \times 10000} \quad (\text{equação 10})$$

Sendo:

C = Consumo em sacos de 50kg;

Q = Vazão, 0,5 L/s;

t = Tempo de funcionamento, 86400 s;

D = Dosagem, 1,4 mg/L;

T = Tempo de estocagem, 90 dias;

P = Pureza do produto, 98%;

S = Peso do saco do produto, 50 kg

4.9.3 Volume de solução de hipoclorito de cálcio consumida diariamente.

Para o cálculo do volume de solução de hipoclorito de cálcio, utiliza-se a mesma equação para cálculo do fluossilicato de sódio, equação 9, abaixo:

$$V = \frac{Q \times t \times D}{C \times 0,0001} \quad (\text{equação 9})$$

Sendo:

V = Volume, *l/dia*;

Q = Vazão, 0,5 L/s;

t = tempo de funcionamento, 86400 *seg.*;

D = Dosagem, 1,4 *mg/l*;

C = Concentração da solução, 1,0 %

4.9.4 Consumo de hipoclorito de cálcio

Admitindo uma estocagem de 3 meses e que a pureza do produto seja 97%, temos que:

$$C = \frac{Q \times t \times D \times T}{P \times B \times 10000} \quad (\text{equação 11})$$

Onde:

C = Consumo em bombona de 50kg;

Q = Vazão, 0,5 L/s;

t = Tempo de funcionamento, 86400 s;

D = Dosagem, 1,4 mg/L;

T = Tempo de estocagem, 90 dias;

P = Pureza do produto, 97%;

B = Peso da bombona do produto, 50 kg

4.10 Caracterização do bairro Bárbaras

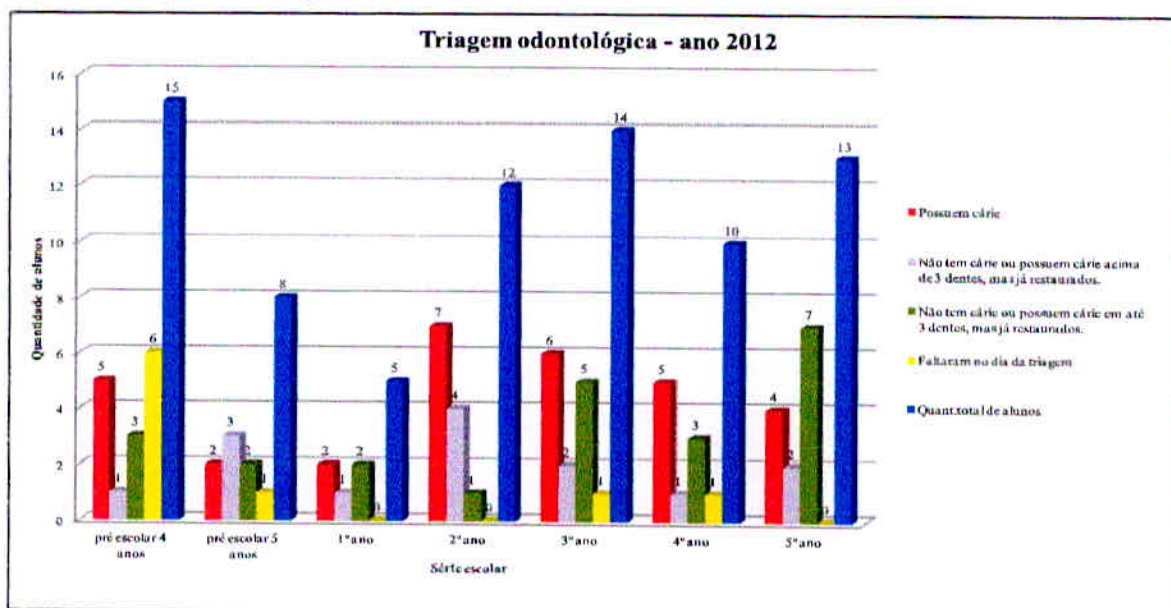
Por meio de diversas visitas técnicas na área em estudo, no centro de saúde, e também na secretaria municipal de saúde do município de Alfenas, e devido aos estudos direcionados tanto nas questões legais quanto nas técnicas, onde foi possível identificar e associar os problemas detectadas à deficiência dos sistemas existentes.

4.10.1 Caracterização da saúde bucal

Para realização do diagnóstico da saúde bucal foi realizado contato junto à secretaria de saúde/centro odontológico municipal, onde foi coletado dado das triagens odontológicas realizadas nas crianças da escola municipal Nicolau Coutinho, localizado no bairro Bárbaras. Para esse trabalho foram utilizados os dados dos anos de 2012 a 2014. E através dos resultados obtidos e referências bibliográficas, é possível associar à incidência de cáries nas crianças à falta de fluoretação na água consumida. Deve-se ainda considerar que condições culturais, sociais e econômicos também influenciam no aumento de problemas relacionados à saúde bucal.

Conforme demonstrado no gráfico da figura 8, verifica-se que em 2012, das 67 crianças avaliadas, 40% possuíam cárie.

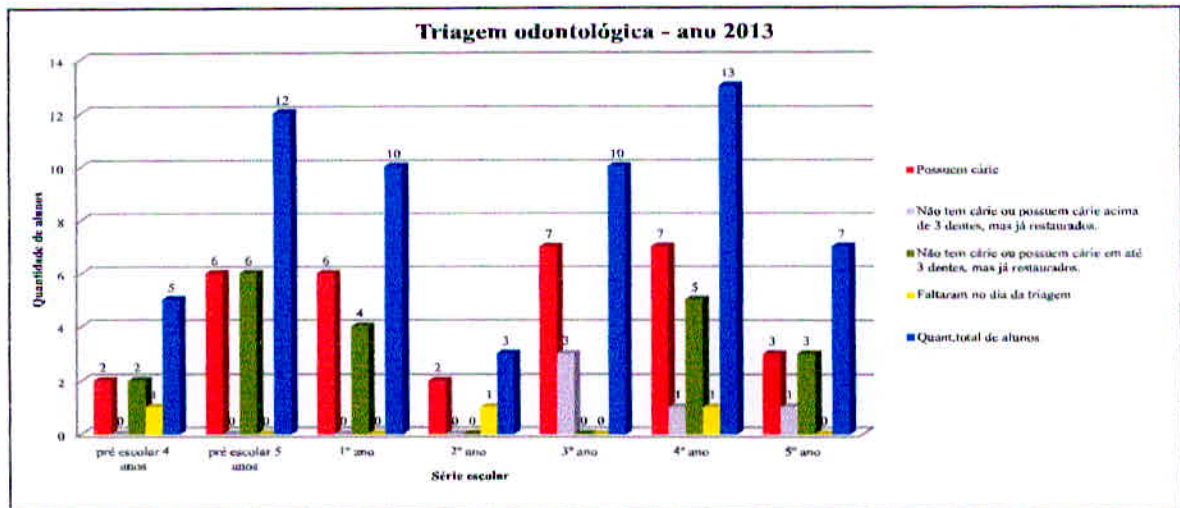
Figura 8 - Triagem odontológica – ano 2012.



Fonte: Centro odontológico municipal, Alfenas/MG.

Em 2013, conforme demonstrado no gráfico da figura 9, das 60 crianças avaliadas, 55%, possuíam cárie, implicando um aumento considerável em relação ao ano de 2012. Esse aumento foi devido a problemas apresentados na unidade móvel odontológica.

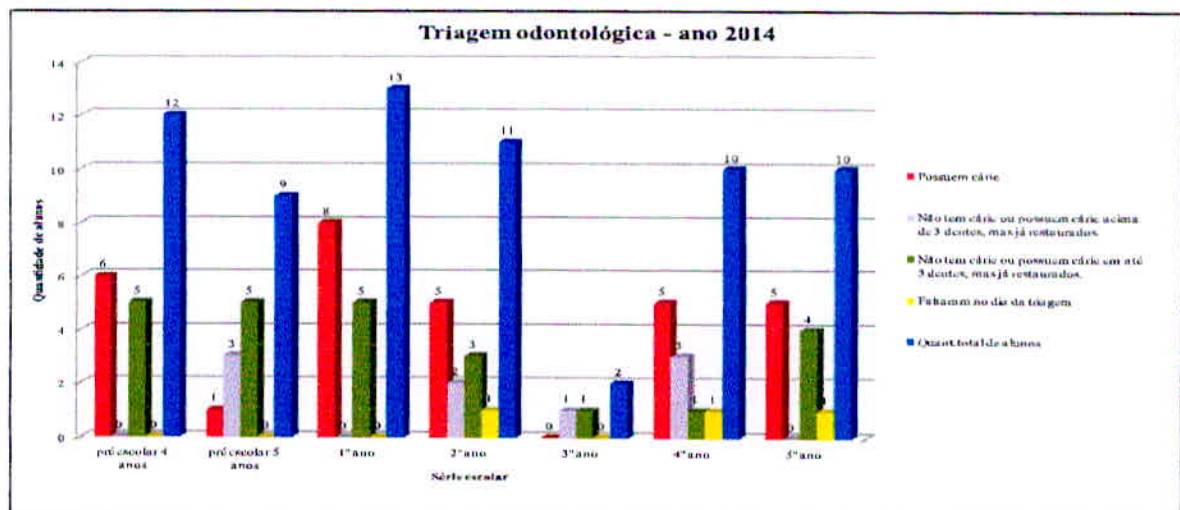
Figura 9 - Triagem odontológica – ano 2013



Fonte: Centro odontológico municipal, Alfenas/MG.

Já em 2014, conforme demonstrado no gráfico da figura 10, das 67 crianças avaliadas 30 possuíam cárie. Considerando como referência o ano anterior, houve uma redução no número de crianças com cárie em decorrências à retomada das consultas realizadas na unidade móvel odontológica, conforme informação do centro odontológico municipal.

Figura 10 - Triagem odontológica – ano 2014



Fonte: Centro odontológico municipal, Alfenas/MG.

4.10.2 Caracterização da qualidade da água disponibilizada para o abastecimento.

Considerando os valores exigidos pela portaria 2914/2011 do Ministério da saúde, e comparando os resultados das coletas realizadas, tabela 4, verifica-se que apenas o cloro e o flúor apresentaram os valores fora dos especificados. Segundo a portaria 2914/2011 o teor mínimo de cloro e flúor é 0,2 mg/l e 0,6 mg/l respectivamente. Como o sistema de abastecimento de água não possui cloro na água, esta pode vir a contaminar-se por organismos patogênicos e assim expor a população do bairro a problema de doenças relacionadas à água. Quanto à ausência de flúor, pode-se ocorrer um aumento no índice de crianças com cárie.

No que se refere à frequência do monitoramento, a portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, estipula uma periodicidade mínima, anexo 5, visando assim a garantia da qualidade da água fornecida à população, assim os resultados apresentados na tabela 4, não garante que a água do bairro Bárbaras atendem aos padrões de potabilidade.

Tabela 4 – Dados da qualidade da água do bairro Bárbaras.

PONTO DE COLETA	DATA	COLIFORMES TOTAIS NMP/100ML	E. COLI NMP/100ML	PH	CLORO MG/L	TURBIDEZ UT	COR UH	FLUORETO MG/L
E. M. Nicolau Coutinho	jun/14	Ausente	Ausente	6,55	0,0	0,17	2,5	0,0
Centro de Saúde	jun/14	Ausente	Ausente	6,61	0,0	0,16	2,5	0,0
E. M. Nicolau Coutinho	ago/14	presente	Ausente	6,60	0,0	0,15	2,5	0,0
Centro de Saúde	ago/14	presente	Ausente	6,62	0,0	0,17	2,5	0,0
E. M. Nicolau Coutinho	out/14	Ausente	Ausente	6,53	0,0	0,16	2,5	0,0
Centro de Saúde	out/14	Ausente	Ausente	6,59	0,0	0,15	2,5	0,0

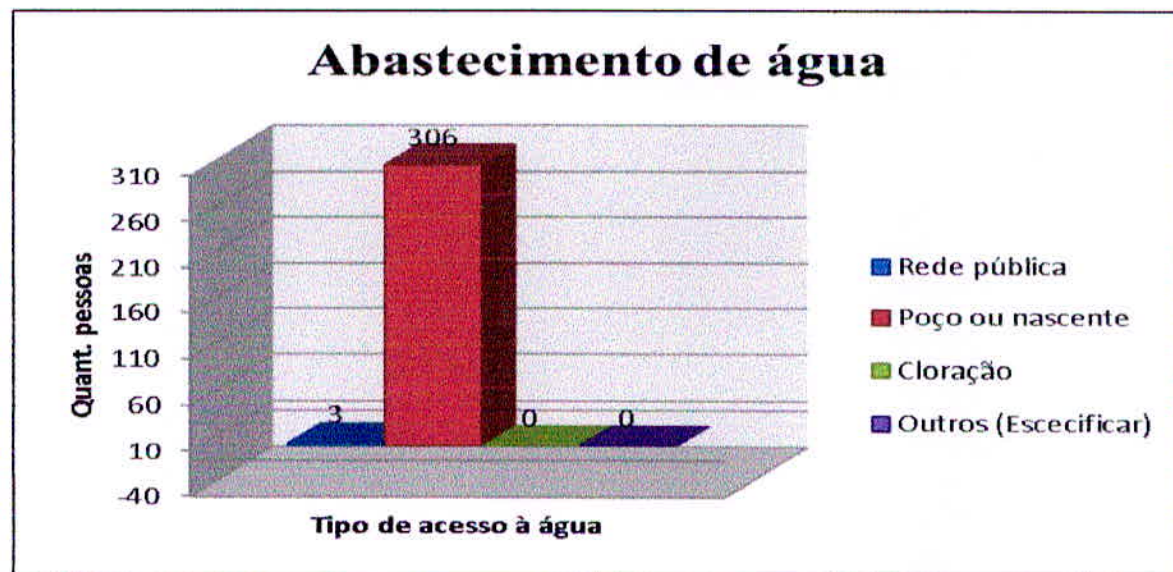
Ressalta-se que a metodologia para levantamento de tais dados foram em consonância a métodos padronizados pela Companhia de saneamento de Minas Gerais, Copasa. Quanto à falta de informação referente às doenças de veiculação hídrica no bairro Barbaras indicam a ausência ou deficiência de informações da vigilância sanitária, no que se refere à saúde coletiva.

4.10.3 Caracterização do SAA e SES do bairro Bárbaras.

Como o local de estudo não possui um sistema de abastecimento público destinados a todos os habitantes, a grande maioria, utiliza a água provenientes de poço ou nascente particulares, apenas uma residência com 3 pessoas não possuem poço ou nascente, mas estes

utilizam a água proveniente do poço que abastece a escola. A caracterização do sistema de abastecimento de água no bairro em estudo está demonstrada na figura 11.

Figura 11 – Abastecimento de água



Fonte: Centro de saúde do bairro Bárbaras.

Conforme demonstrado na figura 12, as pessoas que residem no bairro em estudo realizam apenas a filtração da água como forma de tratamento, seria bom se realizassem a fervura ou adição de cloro como forma preventiva contra organismos patogênicos.

Figura 12 – Tratamento de água no domicílio



Fonte: Centro de saúde do bairro Bárbaras.

Como na localidade não possui rede de esgoto todos os moradores do bairro destinam suas fezes e urina em fossas. Conforme figura 13, cabe à prefeitura municipal de Alfenas, avaliar e verificar a necessidade de implantação um sistema de esgotamento sanitário, visando à prevenção de possíveis problemas ambientais e ou de saúde da população residente no bairro Bárbaras e atendimento as legislações ambientais.

Figura 13 – Destino das fezes e urina



Fonte: Centro de saúde do bairro Bárbaras

5 RESULTADOS

5.1 Proposta de desinfecção e cloração em propriedades isoladas.

Além da filtração, o processo de cloração é recomendado para sistemas de abastecimento de água. No bairro Barbaras não utilizam o cloro como desinfetante, no entanto a população, não possui qualquer tipo de desinfecção e/ou conhecimento a respeito. A recomendação é que a população consuma a água provinda dos sistemas coletivos, quando possível, considerando a boa qualidade da água destes. Caso não haja acesso à rede, a desinfecção pode ser feita de maneira simples.

Na questão dos sistemas individuais, cabe a vigilância sanitária do município de Alfenas fornecerem informações para os ruralistas, especialmente aqueles que não têm acesso ao sistema coletivo. Esse processo pode ser feito através da elaboração de um manual de tratamento e desinfecção da água, como uma cartilha ou folders explicativos referente aos cuidados com a água para consumo humano, anexo 6, informações quanto ao consumo, anexo 7 e procedimentos quanto a desinfecção de caixa d'água, anexo 8.

De acordo com Guerra, 2006, o sistema de cloração por difusão mostrou-se altamente eficiente na desinfecção da água de cisternas, portanto, é uma alternativa para as propriedades isoladas que possuem cisternas.

Para as propriedades onde não há possibilidade de implantação de cloração por difusão as informações dos anexos, 6, 7 e 8, podem minimizar os problemas relacionados à falta de cloração.

No entanto, a vigilância sanitária do município deverá atuar de forma a conscientizar a população da área em estudo quanto à importância do tratamento da água e manutenção de seus reservatórios, realizando uma campanha direcionada e realizando palestras focadas em saúde qualidade da água de consumo, pois verificou-se certa resistência para a adoção de sistemas de desinfecção/cloração na água de consumo, alegando que a água que se consumia era de boa qualidade, e o local onde ela era retirada era preservado.

5.2 Proposta de adução, tratamento e distribuição de água da área central do bairro.

Os dimensionamentos realizados neste trabalho servem de parâmetros para estimativas de custos de implantação, necessidade de substituição de rede e implantação de tratamentos eficazes da água distribuída à população.

5.2.1 Dimensionamento da adutora de água bruta

O dimensionamento da adutora foi baseado na vazão de captação máxima de exploração, calculado pela fórmula de Bresse e normatização técnica da NBR 122118/1994, considerando os pontos abaixo:

- Poço artesiano, vazão: 0,5 l/s, medida na saída do sistema elevatório, com uma vazão de 0,15 l/s na chegada do reservatório atual.

Cota: 822m , latitude: 21°28'49,3" , longitude: 45°52'32,9"

- Reservatório atual, localizado na escola na escola municipal, ponto 2, do anexo 9:

Cota: 849m , latitude: 21°28'53,3" , longitude: 45°52'35,0"

- Reservatório proposto, localizado à montante do reservatório da escola, ponto 3 do anexo 9:

Cota: 859m , latitude: 21°28'53,4" , longitude: 45°52'35,1"

5.2.1.1 Adutora de água bruta atual.

O diâmetro da adutora do poço até ao reservatório atual é de 20mm, sendo 12m de PVC soldável e o restante, 94m de mangueira preta.

Os limites de velocidade na tubulação conforme NBR 12218/1994 devem estar em: $0,60 \leq v \leq 3,00$ m/s. Sendo a área da adutora igual a $0,0003 \text{ m}^2$ e vazão de 0,5 l/s, observa-se que pela equação da continuidade, a velocidade, equação 7, atende o limite estipulado:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (\text{equação 7})$$

$$V = \frac{0,0005}{0,0003} = 1,67 \text{ m/s}$$

Com adoção da equação 3, regime contínuo de funcionamento pode-se estimar o diâmetro econômico para a área em estudo.

$$D = K\sqrt{Q} \quad (\text{equação 3})$$

$$D = 1,2\sqrt{0,0005}$$

$$D = 0,027\text{m}$$

Foi adotado um diâmetro comercial imediatamente superior ao valor encontrado, ou seja, $D = 32 \text{ mm}$.

Para verificar a perda de carga unitária da adutora atual, utilizou-se a fórmula de Hazen-Williams , equação 5, com o coeficiente de rugosidade igual a 140.

$$J = \frac{10,641}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \quad (\text{equação 5})$$

$$J = \frac{10,641}{140^{1,85}} \times \frac{0,0005^{1,85}}{0,020^{4,87}}$$

$$J = 0,167m/m$$

5.2.1.2 Adutora de água bruta proposta.

Como o diâmetro da tubulação atual é inferior ao calculado pela equação de Bresse faz-se necessário a sua substituição visando diminuição na perda de carga na linha de recalque, pois diminuição da vazão na chegada do reservatório.

Para verificação da perda de carga unitária da adutora proposta, realizou-se os mesmos cálculos, pela fórmula de Hazen-Williams , equação 5, com o coeficiente de rugosidade igual a 140, mas considerando o diâmetro de 32mm..

$$J = \frac{10,641}{C^{1,85}} \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87}} \quad (\text{equação 5})$$

$$J = \frac{10,641}{140^{1,85}} \times \frac{0,0005^{1,85}}{0,032^{4,87}}$$

$$J = 0,017m/m$$

Após realização dos cálculos verificou-se que a perda de carga reduziria em aproximadamente 9,8 vezes com a substituição da tubulação atual pela proposta.

Os limites de velocidade na tubulação conforme NBR 12218/1994 devem estar em: $0,60 \leq v \leq 3,00$ m/s. Sendo a área da adutora igual a $0,002$ m² e vazão de $0,5$ l/s, observa-se que a velocidade atende aos limites recomendados:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (\text{equação 7})$$

$$V = \frac{0,0005}{0,0008} = 0,62 \text{ m/s.}$$

5.2.1.3 Adutora de água tratada proposta:

Para determinar o consumo médio, tabela 5, considerou consumo médio por tipo de edificação, anexo 3, pois na localidade não possui hidrometração. Com estes dados verifica-se que atualmente a vazão de demanda é de apenas 0,13 l/s, bem abaixo da capacidade de produção do poço instalado, 0,5 l/s.

Tabela 5 – Informações para dimensionamento.

Tipo de edificação	Informações sobre as edificações	Consumo médio habx/dia)	Demanda diária	Volume diário total (L)	Consumo médio habx/dia)
Escola	72 alunos+ 14 funcionários	50	4300	11.395	60,5
Posto de saúde mês	10 funcionários+ 75 atendimentos	25	2125		
Sala de informática	10 alunos + 1 professor	50	550		
Residência	4 casas com 3 pessoas por casa	120	1440		
Estabelecimento comercial	Bar - 50 clientes no domingo	50	2500		
Fábrica de doces	consumo de uma residência, apenas 4 voluntários trabalham nos sábados	120	480		

Para adoção da população equivalente, do consumo per capita médio e o horizonte de projeto, tabela 6, adotaram-se as informações contidas na tabela 5, sendo os parâmetros baseados na vazão máxima de produção do poço, 0,5 l/s. Já a taxa de crescimento populacional, considerou-se a mesma do município de Alfenas, conforme censo demográfico. (PAULA MARTINS, et. al., 2008).

Tabela 6 – Parâmetros para dimensionamento da rede de distribuição.

valor	Parâmetros
1,2	k1
1,5	k2
188	População equivalente atual
28	Horizonte de projeto, anos
2,72	Taxa de crescimento pop./ano
399	população equivalente
60,5	consumo per capta médio
0,50	Q de demanda
384	L tubo
0,00131	q médio
150	Coeficiente de rugosidade C
10,00	Altura do reservatório em relação solo

Conforme observado na tabela 7, o diâmetro adotado e a velocidade em um dos trechos ficaram abaixo do especificado pela norma técnica, NBR 12218/1994, sendo

necessário a substituição da rede por tubulação de 50mm. Contudo adotou-se a mesma especificação da tubulação atual, mangueira pead de 20mm, ao invés da de 50mm, pois a velocidade ficaria próximo de zero, e se adotasse uma tubulação de 15mm a velocidade ficaria dentro do limite especificado, mas não atenderia quanto o diâmetro mínimo. Sendo assim optou-se pela redução de custos na execução da obra sem, contudo comprometer o abastecimento de água.

Tabela 7 – Planilha de cálculo da rede de distribuição – perdas de cargas.

trecho	Comp. (m)	Q jusante (l/s)	Q trecho (l/s)	Q montante (l/s)	Q fictício (l/s)	diâmetro (mm)	velocidade (m³/s)	hf (m/km)	hf (m)
5 - 4	211,20	0,00	0,28	0,28	0,14	20	0,880	13,67	2,9
1 - 4	96,50	0,00	0,13	0,13	0,06	20	0,402	3,21	0,3
4 - 3	76,30	0,50	0,10	0,50	0,50	20	1,601	148,12	11,3

Observa-se que as pressões disponíveis na tabela 8, atendem as especificações da NBR 12218/1994. Já o croqui da rede existente e a ser implantada está demonstrado no anexo 9.

Tabela 8 – Planilha de cálculo da rede de distribuição – pressões disponíveis.

trecho	cota piezométrica		cota terreno		Pressão disponível	
	Montante	Jusante	Montante	Jusante	Montante	Jusante
5 - 4	857,70	854,81	834,00	818,00	23,70	36,81
1 - 4	857,70	857,39	834,00	822,00	23,70	35,39
4 - 3	859,00	857,70	849,00	834,00	10,00	23,70

5.2.1.4 Dimensionamento da reservação necessária.

A reservação necessária é equivalente a 1/3 do volume consumido diário, sendo esta calculado pela equação 8:

$$V = \frac{Pop \times q \times K1}{3} \quad (\text{equação 8})$$

$$V = \frac{399 \times 60,5 \times 1,2}{3}$$

$$V = 10 \text{ m}^3$$

Considerando a sugestão para base de reservatório em concreto armado, anexo 11, utilizou-se este apenas como parâmetro preliminar para elaboração orçamentária.

5.2.2 Sistema de cloração e fluoretação para o sistema coletivo.

Para realização das dosagens dos produtos químicos deverá ser implantado na área do reservatório proposto, uma casa de química, com estocagem e dosagem de produtos químicos, sendo a dosagem feita por meio de uma bomba dosadora e uma reserva para cada produto, conforme modelo, anexo 10. As bombas dosadoras podem ser semelhantes às bombas Concept plus 20 L/H da marca Prominent, que custam aproximadamente, R\$ 650,00 cada.

Para garantir a continuidade do tratamento e segurança das unidades, tanto o poço quanto a área do reservatório e casa de química deverão ser cercados com alambrado e com portão de acesso.

5.2.2.1 Volume de solução de fluossilicato de sódio consumida diariamente.

O volume de solução é calculado pela equação abaixo:

$$V = \frac{Q \times I \times D}{C \times 0,0001} \quad (\text{equação 9})$$

$$V = \frac{0,5 \times 86400 \times 1,4}{1 \times 0,0001}$$

$$V = 4 \text{ Litros/dia}$$

5.2.2.2 Consumo de fluossilicato de sódio

Admitindo uma estocagem de 3 meses e que a pureza do produto seja de 98%, temos que :

$$C = \frac{Q \times I \times D \times T}{P \times S \times 10000} \quad (\text{equação 10})$$

$$C = \frac{0,5 \times 86400 \times 1,4 \times 90}{98 \times 50 \times 10000}$$

$$C = 1 \text{ saco de 50 kg.}$$

5.2.2.3 Volume de solução de hipoclorito de cálcio consumida diariamente.

O volume de solução é calculado pela equação abaixo:

$$V = \frac{Q \times I \times D}{C \times 0,0001} \quad (\text{equação 9})$$

$$V = \frac{0,5 \times 86400 \times 1,4}{1 \times 0,0001}$$

C = 1 saco de 50 kg.

5.2.2.4 Consumo de hipoclorito de cálcio

Admitindo uma estocagem de 3 meses e que a pureza do produto seja de 98%, temos que :

$$C = \frac{Q \times I \times D \times T}{P \times B \times 10000} \quad (\text{equação 11})$$

$$C = \frac{0,5 \times 86400 \times 1,4 \times 90}{97 \times 50 \times 10000}$$

C = 1 bombona de 50 kg.

5.3 Proposta de coleta, tratamento e disposição do esgoto.

Como possui poucas edificações no bairro em estudo, propõem-se a implantação de fossas independentes, visando a não implantação da rede de esgoto, acarretando assim a redução dos custos para adequação do sistema existente. Para tanto há necessidade de dimensionamento e seleção da fossa, cuja à escolha dependerá da sua viabilidade econômica de implantação.

Quanto à fábrica de doces, não há necessidade de realização do dimensionamento da fossa séptica e filtro anaeróbio, pois no local já possui esse sistema de tratamento de esgoto.

O dimensionamento das unidades de tratamento tanto para as fossas sépticas quanto os filtros e fossas ecológicas serão realizados separadamente, atendendo assim a proposta de implantação. Contudo, neste trabalho não considerou-se o custo de manutenção, visto que depende da negociação da Prefeitura Municipal com a COPASA, em contemplar um convênio, visando à coleta do esgoto das unidades implantadas na localidade, por meio de caminhão hidro-vácuo, e levando-o à ETE localizada na sede do município de Alfenas.

5.3.1 Dimensionamento da fossa séptica e filtro anaeróbio para a escola

Adotando um intervalo de dois anos entre as limpezas, o volume da fossa séptica seria:

$$V = 1000 + N (C \times Td + k \times Lf) \quad (\text{equação 1})$$

$$V = 1000 + 86 (50 \times 0,83 + 97 \times 0,2)$$

$$V \approx 6300 \text{ litros}$$

Considerando as informações do diagnóstico realizado o volume do filtro seria:

$$V = 1,6 \text{ NCT} \quad (\text{equação 2})$$

$$V = 1,6 \times 86 \times 50 \times 0,83$$

$$V = 5.700 \text{ litros}$$

Considerando as fossas e filtros produzidos em polietileno, para a escola seriam necessárias 3 fossas sépticas e 3 filtros ambos de 2100 litros, marca sofossas.

5.3.2 Dimensionamento da fossa séptica e filtro anaeróbio para o posto de saúde e sala de informática.

Adotando um intervalo de quatro anos entre as limpezas, o volume da fossa séptica seria:

$$V = 1000 + N (C \times Td + k \times Lf) \quad (\text{equação 1})$$

$$V = 1000 + 96 (2 \times 0,92 + 177 \times 0,02)$$

$$V \approx 1.500 \text{ litros}$$

Considerando as informações do diagnóstico realizado o volume do filtro seria:

$$V = 1,6 \text{ NCT} \quad (\text{equação 2})$$

$$V = 1,6 \times 97 \times 2 \times 0,92$$

$$V = 285 \text{ litros}$$

Considerando as fossas e filtros produzidos em polietileno, para o posto de saúde e sala de informática seria necessária 1 fossas sépticas de 2100 litros e 1 filtro de 900 litros, marca sofossas.

5.3.3 Dimensionamento da fossa séptica e filtro anaeróbio para cada residência

Adotando um intervalo de quatro anos entre as limpezas, e considerando que seria necessária implantação de três fossas sépticas, o volume de cada fossa séptica seria:

$$V = 1000 + N (C \times Td + k \times Lf) \quad (\text{equação 1})$$

$$V = 1000 + 3 (100 \times 1,0 + 177 \times 1,0)$$

$$V \approx 1.800 \text{ litros}$$

Considerando as informações do diagnóstico realizado o volume do filtro seria:

$$V = 1,6 \text{ NCT} \quad (\text{equação 2})$$

$$V = 1,6 \times 3 \times 100 \times 1,0$$

$$V = 480 \text{ litros}$$

Considerando as fossas e filtros produzidos em polietileno, para viabilizar, considerou o esgoto das 4 casas seria necessária 1 fossas sépticas de 7500 litros e 1 filtro de 2100 litros, marca sofossas.

5.3.4 Dimensionamento da fossa séptica e filtro anaeróbio para o estabelecimento comercial.

Adotando um intervalo de quatro anos entre as limpezas, e considerando que o esgoto do bar está ligado em uma das residências, o volume da fossa séptica seria:

$$V = 1000 + N (C \times Td + k \times Lf) \quad (\text{equação 1})$$

$$V = 1000 + 50 (6 \times 0,92 + 177 \times 0,1) + 3 (100 \times 1,0 + 177 \times 1,0)$$

$$V = 3.000 \text{ litros}$$

Considerando as informações do diagnóstico realizado o volume do filtro seria:

$$V = 1,6 \text{ NCT} \quad (\text{equação 2})$$

$$V = 1,6 \times 50 \times 6 \times 0,92 + 1,6 \times 3 \times 100 \times 1,0$$

$$V = 920 \text{ litros}$$

Considerando as fossas e filtros produzidos em polietileno, para o estabelecimento comercial e a casa juntos, seriam necessárias 3 fossas sépticas de 2100 litros e 1 filtro de 1200 litros, marca sofossas.

5.3.5 Dimensionamento da fossa ecológica para a escola.

$$V = \text{largura} \times \text{profundidade} \times n^{\circ} \text{ de pessoas}$$

$$V = 2 \times 1 \times 86$$

$$V = 172 \text{ m}^3$$

5.3.6 Dimensionamento da fossa ecológica para o posto de saúde e sala de informática.

Como são realizados três atendimentos mensais, considerou-se que a quantidade máxima de pessoas que poderiam estar frequentando o local seriam 41 pessoas, destes seriam 25 pacientes, 10 funcionários, 1 professor e 5 alunos.

$$V = \text{largura} \times \text{profundidade} \times n^{\circ} \text{ de pessoas}$$

$$V = 2 \times 1 \times 45$$

$$V = 90 \text{ m}^3$$

5.3.7 Dimensionamento da fossa ecológica para cada residência

$$V = \text{largura} \times \text{profundidade} \times n^{\circ} \text{ de pessoas}$$

$$V = 2 \times 1 \times 3$$

$$V = 6 \text{ m}^3$$

5.3.8 Dimensionamento da fossa ecológica para o estabelecimento comercial

Para o cálculo considerou-se que o esgoto do bar está ligado à rede de uma das residências.

$$V = \text{largura} \times \text{profundidade} \times n^{\circ} \text{ de pessoas}$$

$$V = 2 \times 1 \times 53$$

$$V = 106 \text{ m}^3$$

5.4 Elaboração de planilha orçamentária

Atendendo a proposta deste trabalho, foi elaborada uma planilha técnico orçamentária, utilizando o software Arquimedes, da empresa Multiplus, contemplando a execução dos serviços para adequação do sistema de abastecimento de água e para o sistema de esgotamento sanitário, sendo a referência dos preços dos insumos o SINAP com desoneração, de abril de 2014, conforme demonstrado no anexo 12.

6 CONCLUSÃO

As possíveis soluções para os problemas apresentados, visam ações direcionadas para o estudo de viabilidade econômico-financeiro para implantação de um sistema de cloração e fluoretação, no poço semi-artesiano da área central do bairro, e ações de desinfecção da água nos imóveis rurais que utilizam fontes particulares.

Estas ações minimizariam não só os problemas relacionados com a qualidade da água, mas garantiria a ausência de intermitências no abastecimento por mais 28 anos, considerando a vazão da fonte de produção atual.

Quanto ao sistema de esgotamento sanitário as ações foram direcionadas visando implantação de sistemas de tratamento e disposição final que atendam as exigências legais.

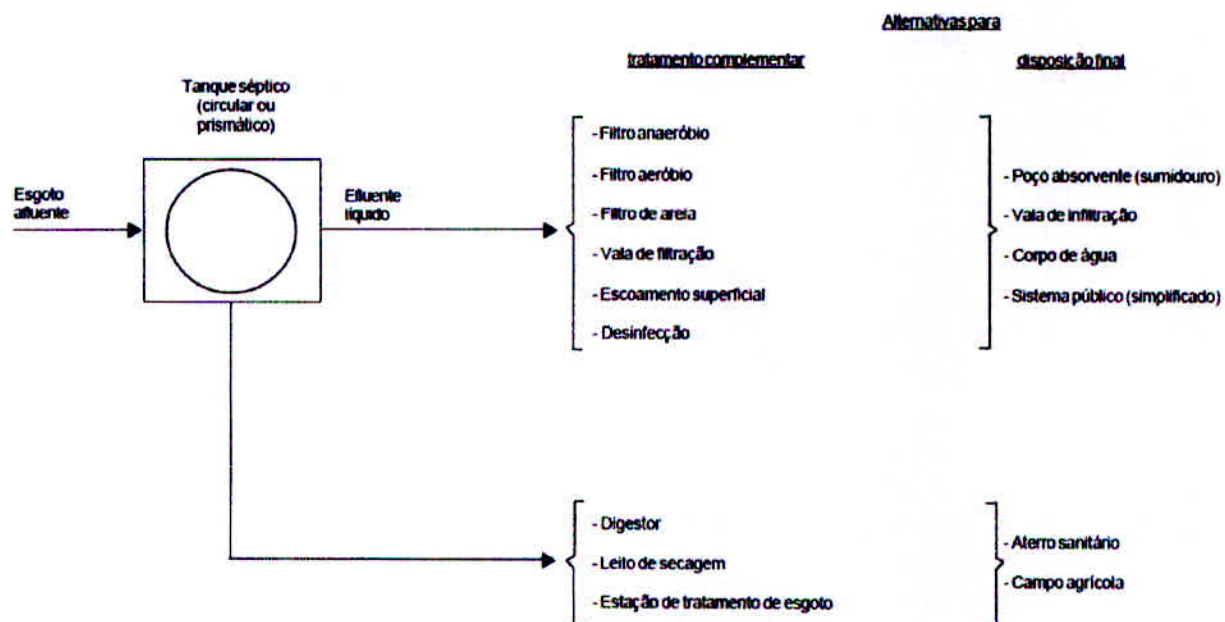
No que se refere à fossa ecológica apesar de apresentar aprovação por parte dos órgãos ambientais apresenta restrições quanto ao recebimento dos afluentes. Porém ao utilizar a fossa ecológica associada à fossa séptica com o filtro anaeróbio, pode-se melhorar a eficiência do sistema além de aumentar o tempo do intervalo entre as limpezas.

Por fim, que este trabalho prossiga nos estudos para readequação dos serviços de resíduos sólidos urbanos e drenagem urbana para atendimento do saneamento básico como um todo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218**: Projeto de rede de distribuição de água par abastecimento público. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- AZEVEDO NETTO, *et al.*, **Manual de hidráulica**. 8ª ed. rev. São Paulo: Blucher, 1998;
- BRASIL. **Decreto nº 7.217**, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília (DF), 22 de junho de 2010;
- BRASIL. **Cuidados com água para o consumo humano**, Disponível em: <<http://u.saude.gov.br/images/pdf/2014/janeiro/21/folder-agua-consumo-2014-3.pdf>> Acesso em 27 agosto de 2014;
- BRASIL. **LEI Nº 8.078**, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília (DF), 12 de setembro de 1990;
- 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 Republica Federativa do Brasil, Brasília (DF), 20 de setembro de 1990;
- BRASIL. **Lei Nº. 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília (DF), 05 de janeiro de 2007;
- BRASIL. **Manual de fluoretação da água para o consumo humano / Fundação Nacional de Saúde**. Brasília: FUNASA, 2012. 72p.
- BRASIL. **Portaria Nº. 2914 do Ministério da Saúde**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília (DF), 14 de dezembro de 2011;
- CAMPOS, José Roberto. (Coordenador). **PROJETO PROSAB. Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada do solo**. Rio de Janeiro, 1999;
- COPASA, **Posto de cloração e fluoretação**, Elaborado por Oliveira e Maruez Engenharia. Arquivo técnico. agosto de 2010;

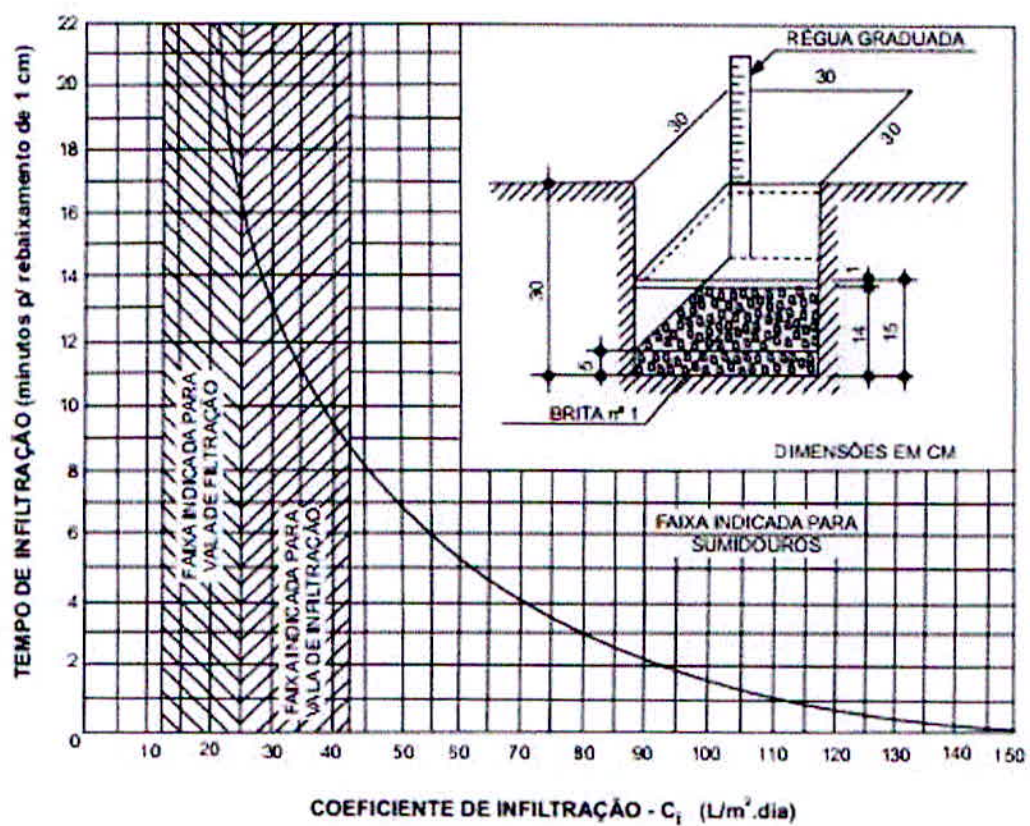
Anexo 1 - Esquema geral do sistema de tanque séptico.



Nota: Pode haver combinação de alternativas.

Fonte: ABNT, 1993.

Anexo 2 – Gráfico para escolha do sistema de disposição do efluente de fossa séptica e para determinação do coeficiente de infiltração.



Fonte: Adaptado de MACINTYRE, 1996.

Anexo 3 – Ficha de cadastro das famílias “Sistema de Informação de Atenção Básica”

SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE					UF
SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE ATENÇÃO BÁSICA					
URS:					
PSF BÁRBARAS					
Nº. DO PRONTUÁRIO:		ESF RESPONSÁVEL:		DATA	
ENDEREÇO:		Nº.:	COMPL:	BAIRRO	
TELEFONE		TEL. CONTATO		CEP 37130-000	
MUNICÍPIO ALFENAS	SEGMENTO	ÁREA	MICROÁREA 001	FAMÍLIA	
LOCALIZAÇÃO () ZONA URBANA (X) ZONA RURAL					
TIPO DE CASA			ABASTECIMENTO DE ÁGUA		
TIJOLO/ADONE			REDE PÚBLICA		
TAIPA REVESTIDA			POÇO OU NASCENTE		
TAIPA NÃO REVESTIDA			CLORAÇÃO		
MADIRA			OUTROS (ESPECIFICAR):		
MATERIAL APROVEITADO			TRATAMENTO DE ÁGUA NO DOMICÍLIO		
OUTRO (ESPECIFICAR)			FILTRAÇÃO		
Nº. DE COMODOS/PEÇAS			FERVURA		
ENERGIA ELÉTRICA			SEM TRATAMENTO		
DESTINO DO LIXO			DESTINO DE FEZES E URINA		
COLETADO			SISTEMA DE ESGOTO (REDE GERAL)		
QUEIMADO/INTERLADO			FOSSA		
CÉU ABERTO			CÉU ASPIRTO		
OUTRAS INFORMAÇÕES					
ALGUÉM DA FAMÍLIA POSSUI PLANO DE SAÚDE?			Nº. DE PESSOAS COBERTAS POR PLANO DE SAÚDE		
NOME DO PLANO DE SAÚDE?					
EM CASO DE DOENÇAS PROCURA			PARTICIPA DE GRUPOS COMUNITÁRIOS		
HOSPITAL			COOPERATIVA		
UNIDADE DE SAÚDE			GRUPO RELIGIOSO		
FARMÁCIA			ASSOCIAÇÕES		
MEIOS DE COMUNICAÇÃO QUE MAIS UTILIZA			OUTROS (ESPECIFICAR):		
RÁDIO			MEIOS DE TRANSPORTE QUE MAIS UTILIZA		
TELEVISÃO			ÔNIBUS		
TELEFONE			CAMBIÃO		
OUTROS (ESPECIFICAR)			CARRO		
			CARROÇA		
			OUTROS (ESPECIFICAR):		
ATIVIDADES PRODUTIVAS DOMICILIARES			TODOS OS INTEGRANTES TÊM ACESSO		
SIM () NÃO ()			INDIVIDUAL À PASTA E À ESCOVA DE DENTES?		
			SIM () NÃO ()		
CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DA FAMÍLIA					
SEM RISCO	BAIXO RISCO	MÉDIO RISCO	ALTO RISCO		
ESCORE 0 ()	ESCORE 1 ()	ESCORE 2 () 3 ()	ESCORE 4 () 5 ()		
OBSERVAÇÕES:					

Fonte: Centro de saúde do bairro Bárbaras.

Anexo 4 – Estimativa de consumo per capita.

Tipo de construção	Consumo médio (litros/dia)
Alojamentos provisórios	80 por pessoa
Casas populares ou rurais	120 por pessoa
Residências	150 por pessoa
Apartamentos	200 por pessoa
Hotéis (s/cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Escolas - internatos	150 por pessoa
Escolas - semi internatos	100 por pessoa
Escolas - externatos	50 por pessoa
Quartéis	150 por pessoa
Edifícios públicos ou comerciais	50 por pessoa
Escritórios	50 por pessoa
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Postos de serviço p/ automóveis	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²
Orfanato, asilo, berçário	150 por pessoa
Ambulatórios	25 por pessoa
Creches	50 por pessoa
Oficinas de costura	50 por pessoa

Fonte: <http://www.tigre.com.br/enciclopedia/artigo/41/Dimensionamento+dos+Reservat%F3rios>

Anexo 5 – Tabela de amostragem portaria 2914/2011.

Parâmetro	Tipo de manancial	Saída do tratamento (para água canalizada)	Número de amostras retiradas no ponto de consumo (para cada 500 hab.)	Frequência de amostragem
Cor, turbidez, pH, coliformes totais ⁽¹⁾ + ⁽²⁾	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
Cloro residual livre ⁽²⁾	Superficial ou subterrâneo	1	1	Diário

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2011.

Tabela de número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa coletiva, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem, conforme anexo XV da portaria 2914/2011.

NOTAS:

(1) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada uma análise de cloro residual livre em cada carga e uma análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, pH e coliformes totais com frequência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

(2) O número e a frequência de amostras coletadas no sistema de distribuição para pesquisa de *Escherichia coli* devem seguir o determinado para coliformes totais.

Anexo 6 – Cuidados com a água para consumo humano – folder 1. Tabelas

Tabela 1. Água para consumo humano		
<p>A água para consumo humano deve ser filtrada (com filtro doméstico, coador de papel ou pano limpo), e, posteriormente, fervida. A fervura da água elimina bactérias, vírus e parasitas; por isso, é o método preferencial para tratamento da água de consumo humano. Caso não seja possível ferver, obter água de uma fonte que não tenha sido contaminada por esgoto e realizar a filtração (com filtro doméstico, coador de papel ou pano limpo) e posterior tratamento com hipoclorito de sódio (2,5%).</p>		
Água	Hipoclorito de sódio (2,5%)	Modo de higienização
1 litro	2 gotas	<ul style="list-style-type: none"> • Para cada litro de água para consumo humano, adicionar duas gotas de hipoclorito de sódio (2,5%); • Deixar repousar por 30 minutos.
20 litros	1 colher das de chá	
200 litros	1 colher das de sopa	
1.000 litros	2 copinhos de café (descartável)	
Tabela 2. Recipientes para armazenamento de água, embalagens de alimentos e utensílios domésticos		
Água	Hipoclorito de sódio (2,5%)	
1 litro (5 xícaras das de chá)	2 colheres das de sopa	<ul style="list-style-type: none"> • A água para higiene dos recipientes de armazenamento de água, embalagens de alimentos e utensílios domésticos deve ser filtrada (com filtro doméstico, coador de papel ou pano limpo) e passar por um posterior tratamento com hipoclorito; • Lavar o recipiente com água e sabão e enxaguar; • Misturar 2 colheres das de sopa de hipoclorito de sódio (2,5%) ou água sanitária* (2,0 a 2,5%) com 1 litro de água e jogar no recipiente. • Cobrir o recipiente e agitar a solução para que entre em contato com toda a superfície interna; • Deixar o recipiente coberto por 30 minutos; • Enxaguar com a água para consumo humano (Tabela 1). • Se for utilizar água sanitária, esta deve conter APENAS hipoclorito de sódio (NaClO) e água (H₂O).
Tabela 3. Frutas, verduras e legumes		
Água	Hipoclorito de sódio (2,5%)	
1 litro (5 xícaras das de chá)	1 colher das de sopa	<p>Obs.: Frutas, verduras e legumes que entraram em contato com a água da enchente devem ser descartadas. As demais devem seguir as orientações abaixo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selecionar, retirando as folhas, parte e unidades deterioradas; • Lavar em água corrente os vegetais folhosos, folha a folha, e as frutas e legumes um a um; • Colocar de molho por 30 minutos em água clorada (1 colher das de sopa de hipoclorito de sódio [2,5%] ou água sanitária – 2,0 a 2,5% – para 1 litro de água); • Enxaguar em água corrente os vegetais folhosos, folha a folha, as frutas e legumes um a um; • Deixar secar naturalmente; • Se for utilizar água sanitária, esta deve conter APENAS hipoclorito de sódio (NaClO) e água (H₂O).
Tabela 4. Pisos, paredes e bancadas que entram em contato com a água da enchente		
Água	Água sanitária (2,0 ou 2,5%)	
20 litros	2 xícaras das de chá/copo americano (400 ml)	<ul style="list-style-type: none"> • Depois de remover a lama e lavar o local, desinfete a área; • Faça uma solução com 20 litros de água e 2 xícaras (de chá) de água sanitária (2,0 a 2,5%); • Umedeça panos nessa solução para limpar pisos, paredes e bancadas.
<p>*A água sanitária deve ter registro no MS.</p> <p>Obs: A solução de hipoclorito de sódio a 2,5% distribuída pelo Ministério da Saúde em frascos de 50 ml deve ser utilizada somente para desinfetar a água para consumo humano.</p>		



Ministério da Saúde

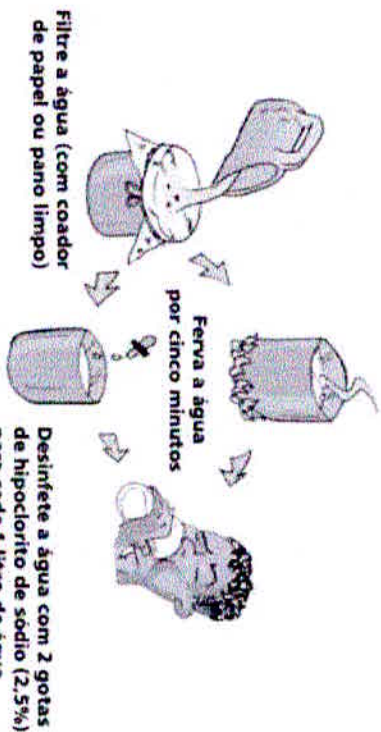


Durante uma enchente, é possível que a água e os alimentos não estejam em condições adequadas para consumo, exigindo-se, desta forma, procedimentos básicos para garantir sua qualidade.

Cuidado com a água para consumo

A ingestão de água contaminada pode causar diarreias e doenças parasitárias.

Antes de beber água, SEMPRE adote os procedimentos ilustrados abaixo. Isso elimina vírus, bactérias ou parasitas que podem causar doenças.



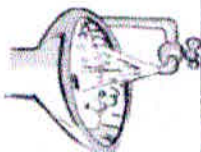
Filtre a água (com coador de papel ou pano limpo)

Ferva a água por cinco minutos

Desinfete a água com 2 gotas de hipoclorito de sódio (2,5%) para cada 1 litro de água deixando repousar por no mínimo 30 minutos.

ATENÇÃO

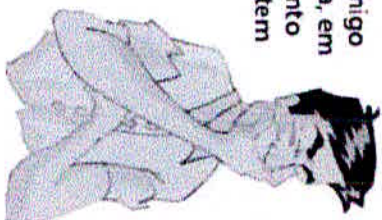
Todo recipiente utilizado para guardar água deve ser limpo conforme mostra a tabela 2.



Caso observe alguma alteração na água da torneira (como odor e/ou coloração diferente do habitual) entrar em contato com a empresa responsável pela distribuição da água e/ou Secretaria de Saúde do seu município.

IMPORTANTE: Se você, algum familiar ou amigo apresentar três ou mais episódios de diarreia, em um intervalo de 24 horas, procure atendimento médico. Caso duas ou mais pessoas apresentem diarreia, náusea, vômito ou dor abdominal depois de comer e beber alimentos da mesma origem isso pode ser um surto.

Por isso, notifique, imediatamente, a Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde.



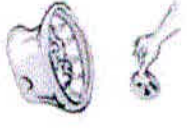


Procedimentos para higienização com hipoclorito de sódio (2,5%)

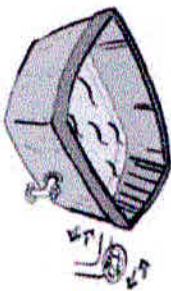
1. Para não se contaminar com água de enchente ou lama no momento da limpeza, utilize equipamentos de proteção individual (botas, luvas, máscara). Botas e luvas podem ser substituídas por sacos plásticos e a máscara por pano ou lenço limpo.
2. Utilize hipoclorito de sódio (2,5%) para as atividades de higienização: higienização de água para consumo humano; de embalagens, recipientes e utensílios; e de frutas, verduras e legumes.
3. Para higienização de caixas d'água, pisos, paredes e bancadas utilize água sanitária a 2% ou 2,5% sem adição de amoníaco ou outros produtos de limpeza.
4. Leia e siga as instruções das tabelas deste panfleto.

Anexo 8 – Procedimento para desinfecção de caixa d'água – folder 3.

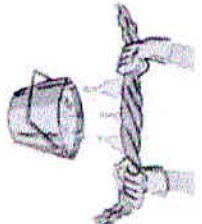
1. Feche o registro e esvazie a caixa d'água, abrindo as torneiras e dando descargas.

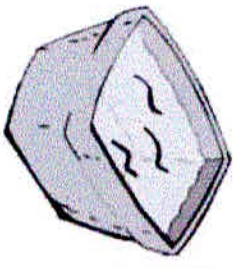
2. Quando a caixa estiver quase vazia, feche a saída e utilize a água que restou para a limpeza da caixa e para que a sujeira não desça pelo cano.



3. Estregue as paredes e o fundo da caixa utilizando panos e escova macia ou esponja. Nunca use sabão, detergente ou outros produtos.



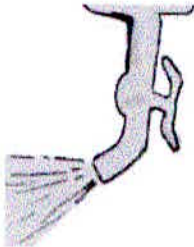
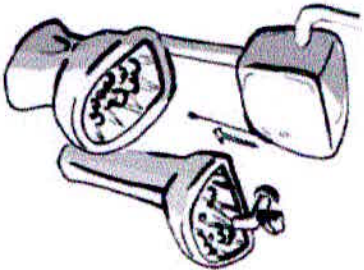
4. Retire a água suja que restou da limpeza, usando balde e panos, deixando a caixa totalmente limpa.



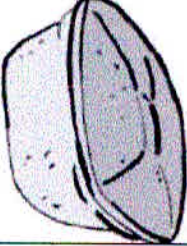
5. Deixe entrar água na caixa até encher e acrescente 1 litro de água sanitária (2,0% a 2,5%) para cada 1.000 litros de água.

6. Aguarde por duas horas para desinfecção do reservatório.

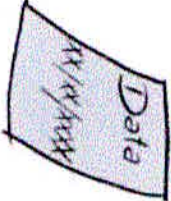
7. Esvazie a caixa. Esta água servirá para limpeza e desinfecção das canalizações e do domicílio.

8. Tampe a caixa d'água para que não entrem pequenos animais ou insetos.



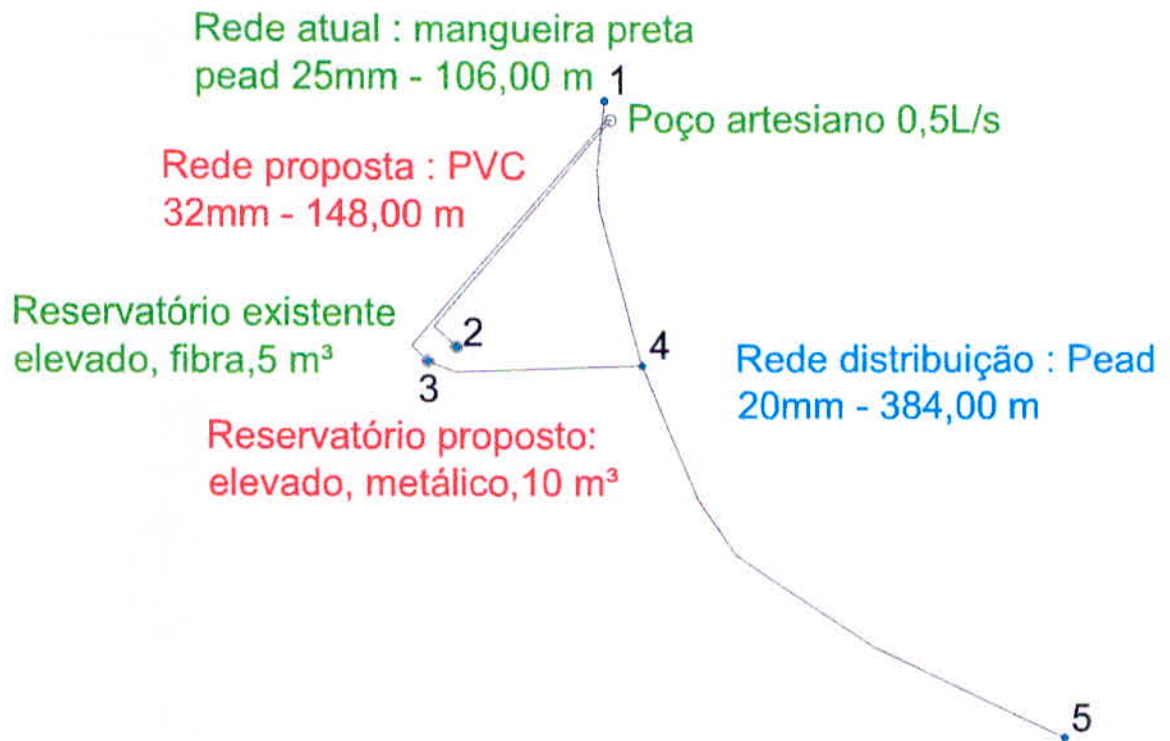
9. Anote a data da limpeza do lado de fora da caixa.



10. Finalmente abra a entrada de água.

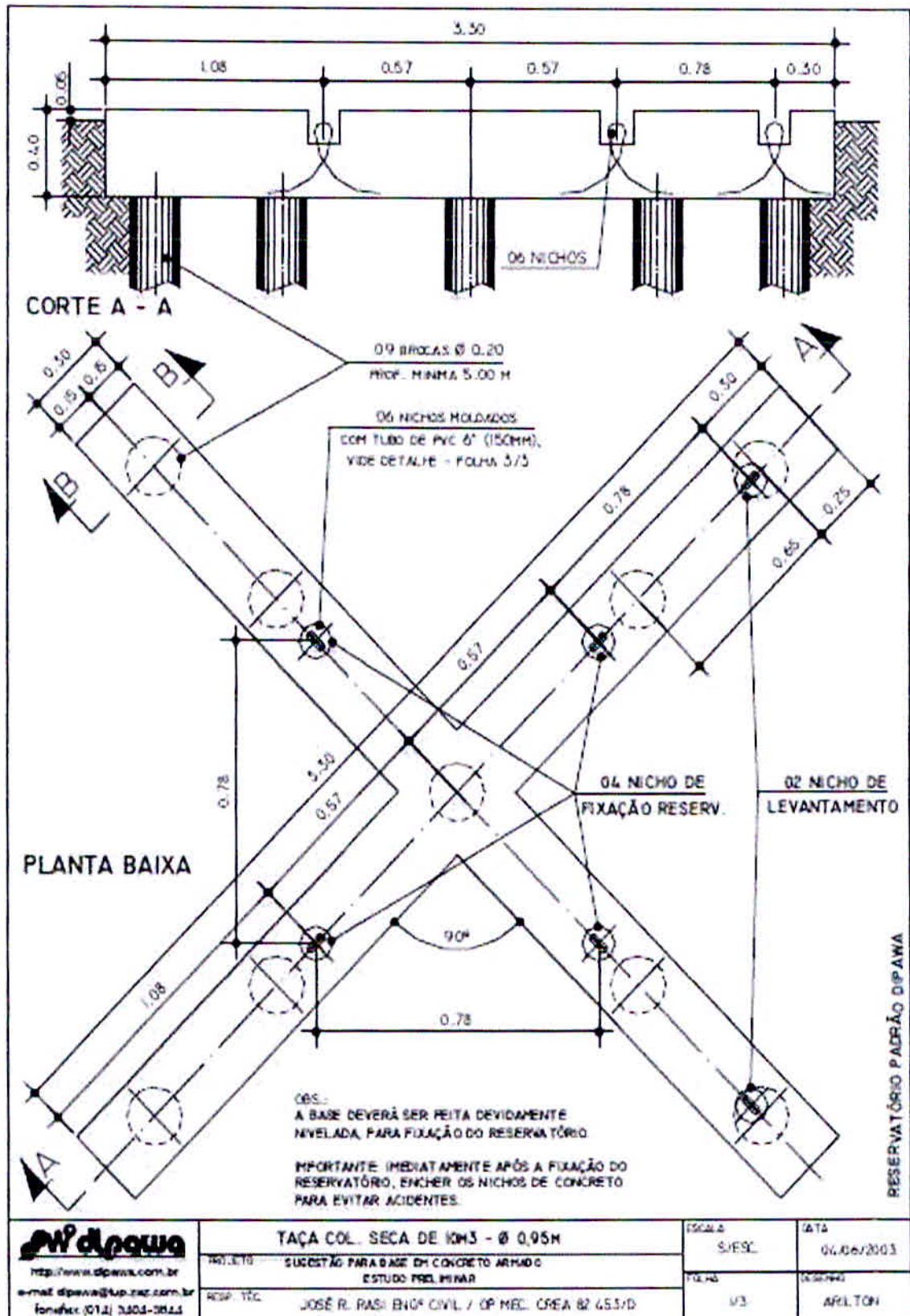
Este procedimento deverá ser realizado caso o sistema de abastecimento de água ou a caixa d'água tenham sido afetados.

Anexo 9 – Disposição da rede de água atual e a ser implantada na área em estudo.

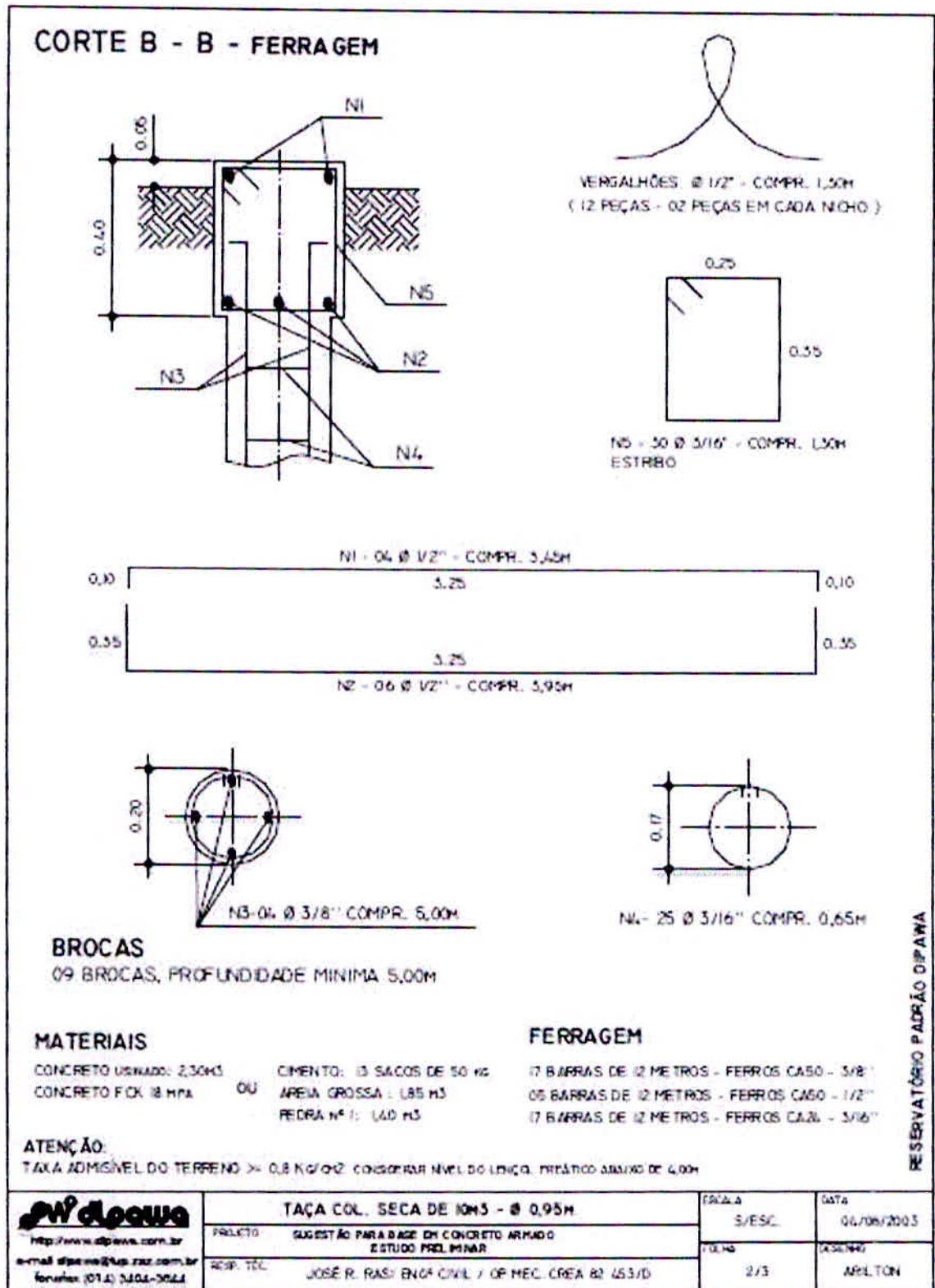


Fonte: Adaptado do Google Earth.

Anexo 11 – Sugestão para base de reservatório em concreto armado .

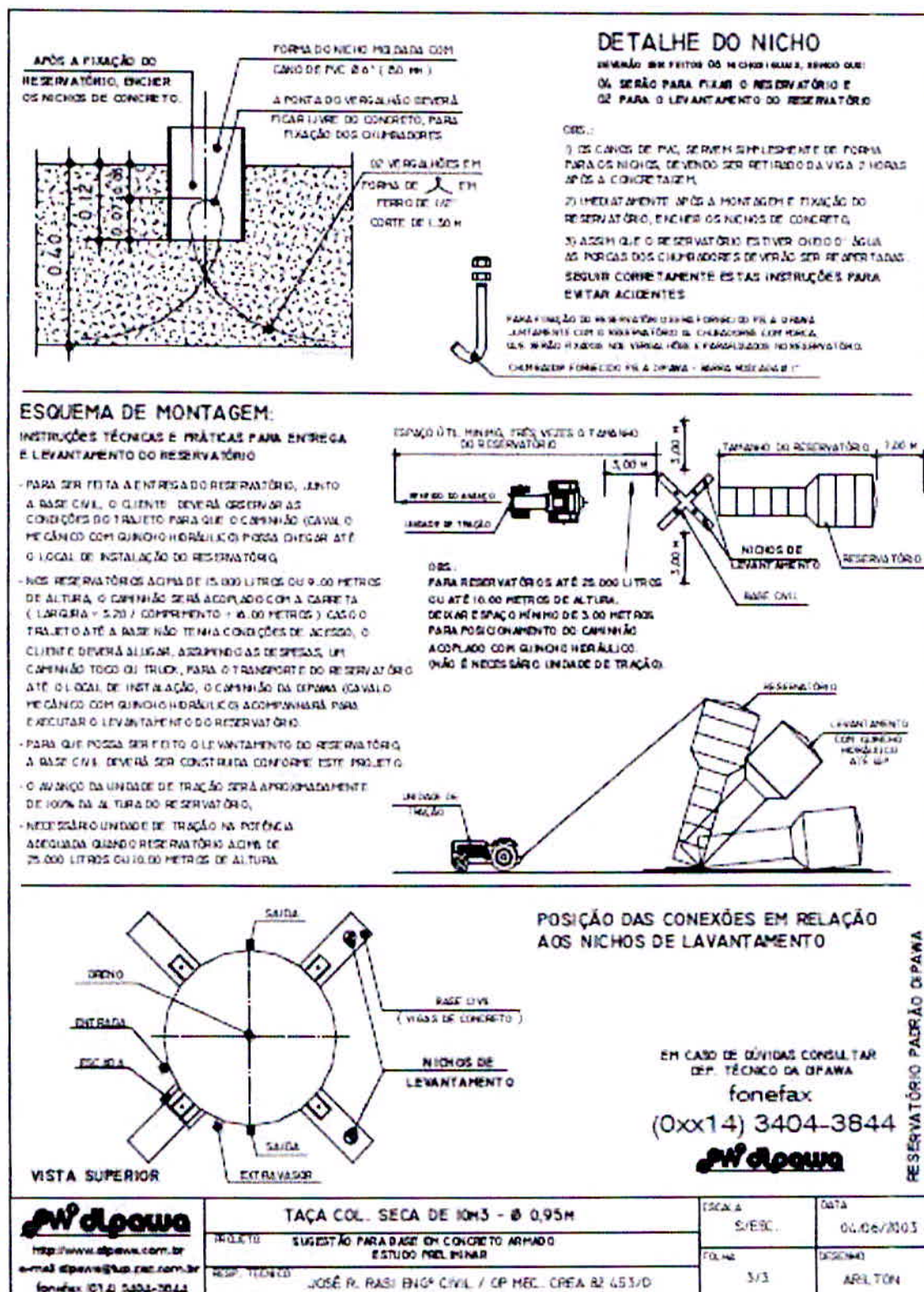


Anexo 11 – Sugestão para base de reservatório em concreto armado. (continuação)



Fonte: Dipawa, 2003.

Anexo II – Sugestão para base de reservatório em concreto armado. (continuação)



Anexo 12 – Planilha orçamentária

Orçamentista: CARLOS ALENCAR PATRÍCIO

Obra: SAA E SES DO BAIRRO BÁRBARAS

Local e data: ALFENAS, 17 DE NOVEMBRO DE 2014

CÓDIGO	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA				32.649,63
1.1	URBANIZAÇÃO DO POÇO				956,10
85172	ALAMBRADO EM MOUROES DE CONCRETO "T", ALTURA LIVRE 2M, ESPACADOS A CADA 2M, COM TELA DE ARAME GALVANIZADO, FIO 14 BWG E MALHA QUAD RADA 5X5CM	M	15,00	63,74	956,10
1.2	REDE DE ÁGUA BRUTA				3.123,24
79517/001	ESCAVACAO MANUAL EM SOLO-PROF. ATE 1,50 M	M3	20,72	14,04	290,91
40742	TUBO PVC SOLDAVEL AGUA FRIA DN 32MM, INCLUSIVE CONEXOES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	M	158,00	16,46	2.600,68
72920	REATERRO DE VALA COM MATERIAL GRANULAR REAPROVEITADO ADENSADO E VIBRADO	M3	20,72	11,18	231,65
1.3	CASA DE QUIMICA				11.141,80
79517/001	ESCAVACAO MANUAL EM SOLO-PROF. ATE 1,50 M	M3	1,37	14,04	19,21
05622	REGULARIZACAO E COMPACTACAO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE	M2	6,84	2,32	15,87
74164/004	LASTRO DE BRITA	M3	0,34	74,94	25,63
74137/003	CONCRETO USINADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	M3	1,03	384,91	394,92
73994/001	ARMACAO EM TELA SOLDADA Q-138 (ACO CA-60 4,2MM C/10CM)	KG	3,11	5,93	18,44
73998/004	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39CM, ESPESSURA 14CM, ASSENTADOS COM ARGAMASSA TRACO 1:0,25:4 (CIMENTO, CAL E AREIA)	M2	25,30	43,14	1.091,44
73927/009	EMBOCO PAULISTA (MASSA UNICA) TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA M EDIA), ESPESSURA 2,0CM, PREPARO MANUAL DA ARGAMASSA	M2	50,60	17,30	875,38
74071/002	PORTA DE ABRIR EM ALUMINIO TIPO VENEZIANA, COM GUARNICAO	M2	5,99	277,84	1.662,87
72081	ESTRUTURA DE MADEIRA DE LEI PRIMEIRA QUALIDADE, SERRADA, NAO APAR ELHADA, PARA TELHAS ONDULADAS, VAOS ATE 7M	M2	6,94	50,95	353,39
84037	COBERTURA COM TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA, ESPESSURA 6 MM, COM CUMEEIRA UNIVERSAL, INCLUSAS JUNTAS DE DILATAÇAO E ACESSORIOS DE FIXACAO, EXCLUINDO MADEIRAMENTO	M2	6,94	27,17	188,45
73750/001	PINTURA PVA, DUAS DEMAOS	M2	50,60	7,35	371,91

Anexo 12 – Planilha orçamentária. (continuação)

09540	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO.	UN	1,00	748,05	748,05
74054/002	PONTO DE TOMADA (CAIXA, ELETRODUTO, FIOS E TOMADA)	UN	1,00	77,84	77,84
74042/004	PONTO INTERRUPTOR SIMPLES COM ELETRODUTO FERRO ESMALTADO 3/4" E CAIXA 4X2"	PT	1,00	52,42	52,42
74054/001	PONTO DE LUZ (CAIXA, ELETRODUTO, FIOS E INTERRUPTOR)	UN	2,00	91,78	183,56
85181	PASSEIO EM CONCRETO DESEMPENADO, TRACO 1:2,5:3,5 E ESPESSURA 5CM	M2	11,10	221,84	2.462,42
BOMB	BOMBA DOSADORA	UN	4,00	650,00	2.600,00
1.4	RESERVAÇÃO DE ÁGUA				17.428,49
79517/001	ESCAVAÇÃO MANUAL EM SOLO-PROF. ATÉ 1,50 M	M3	0,79	14,04	11,12
05622	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE	M2	1,98	2,32	4,59
74137/003	CONCRETO USINADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	M3	2,30	384,91	885,29
PER	PERFURAÇÃO DE ESTACA BROCA A TRADO MANUAL D = 250 MM	M	45,00	14,86	668,70
74254/002	ARMAÇÃO AÇO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) FORNECIMENTO/ CORTE(PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	KG	112,92	6,00	677,52
73942/002	ARMAÇÃO DE AÇO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM- FORNECIMENTO / CORTE (C/ PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	KG	31,42	5,77	181,27
RESERV	RESERVATÓRIO METÁLICO PADRÃO DIPAWA TAÇA COLUNA SECA VOLUME 10M³.	UN	1,00	15.000,00	15.000,00
2	SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO				38.521,64
2.1	FOSSA ECOLÓGICA ESCOLA				5.491,87
79517/001	ESCAVAÇÃO MANUAL EM SOLO-PROF. ATÉ 1,50 M	M3	172,00	14,04	2.414,88
05622	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE	M2	172,00	2,32	399,04
01847	ARGAMASSA CIMENTO/AREIA GROSSA SEM PENEIRAR 1:3 PREPARO MANUAL	M3	5,16	357,65	1.845,47
72177	TELA TIPO DEPLOYEE PARA REFORÇO DE ALVENARIA	M2	344,00	2,42	832,48
2.2	FOSSA ECOLÓGICA POSTO DE SAÚDE				2.873,66
79517/001	ESCAVAÇÃO MANUAL EM SOLO-PROF. ATÉ 1,50 M	M3	90,00	14,04	1.263,60
05622	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE	M2	90,00	2,32	208,80
01847	ARGAMASSA CIMENTO/AREIA GROSSA SEM PENEIRAR 1:3 PREPARO MANUAL	M3	2,70	357,65	965,66
72177	TELA TIPO DEPLOYEE PARA REFORÇO DE ALVENARIA	M2	180,00	2,42	435,60
2.3	FOSSA ECOLÓGICA ESTABELECIMENTO COMERCIAL				3.384,53
79517/001	ESCAVAÇÃO MANUAL EM SOLO-PROF. ATÉ 1,50 M	M3	106,00	14,04	1.488,24
05622	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE	M2	106,00	2,32	245,92
01847	ARGAMASSA CIMENTO/AREIA GROSSA SEM PENEIRAR 1:3 PREPARO MANUAL	M3	3,18	357,65	1.137,33

Anexo 12 – Planilha orçamentária. (continuação)

72177	TELA TIPO DEPLOYEE PARA REFORCO DE ALVENARIA	M2	212,00	2,42	513,04
2.4	FOSSA ECOLOGICA RESIDÊNCIA				191,58
79517/001	ESCAVAÇÃO MANUAL EM SOLO-PROF. ATÉ 1,50 M	M3	6,00	14,04	84,24
05622	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO MANUAL DE TERRENO COM SOQUETE	M2	6,00	2,32	13,92
01847	ARGAMASSA CIMENTO/AREIA GROSSA SEM PENEIRAR 1:3 PREPARO MANUAL	M3	0,18	357,65	64,38
72177	TELA TIPO DEPLOYEE PARA REFORCO DE ALVENARIA	M2	12,00	2,42	29,04
2.5	FOSSA SEPTICA				12.900,00
FOSS1	FOSSA SEPTICA EM POLIETILENO VOLUME 2.100 LITROS.	UN	4,00	1.500,00	6.000,00
FOSS2	FOSSA SEPTICA EM POLIETILENO VOLUME 1.200 LITROS.	UN	3,00	900,00	2.700,00
FOSS3	FOSSA SEPTICA EM POLIETILENO VOLUME 7.500 LITROS.	UN	1,00	4.200,00	4.200,00
2.6	FILTRO ANAEROBIO				13.680,00
FILT1	FILTRO ANAEROBIO 900L	UN	1,00	1.580,00	1.580,00
FILT2	FILTRO ANAEROBIO 1.200L	UN	1,00	1.700,00	1.700,00
FILT3	FILTRO ANAEROBIO 2.100L	UN	4,00	2.600,00	10.400,00
TOTAL GERAL DA PROPOSTA					71.171,27
Setenta e um mil cento e setenta e um reais e vinte e sete centavos					