

**FACULDADE DOCTUM
WENDEL GOMES FERREIRA**

**GESTÃO DAS ÁGUAS DE UMA CHÁCARA
EM ANGUSTURA, MINAS GERAIS**

Juiz de Fora

2018

WENDEL GOMES FERREIRA

**GESTÃO DAS ÁGUAS DE UMA CHÁCARA
EM ANGUSTURA, MINAS GERAIS**

Monografia de Conclusão de Curso,
apresentada ao curso de Engenharia
Civil, Faculdade Doctum de Juiz de
Fora, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Ricardo
Stahlschmidt Pinto Silva

Juiz de Fora

2018

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

Ferreira, Wendel Gomes.
Gestão das águas de uma chácara em Angustura,
Minas Gerais / Wendel Gomes Ferreira - 2018.
76 f.

Monografia (Curso de Engenharia Civil) –
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. Aproveitamento da água. 2. Legislação em
chácara

I. Título. II Faculdade Doctum Juiz de
Fora

WENDEL GOMES FERREIRA

GESTÃO DAS ÁGUAS DE UMA CHÁCARA

EM ANGUSTURA, MINAS GERAIS

Monografia de Conclusão de Curso, submetida à Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovada pela seguinte banca examinadora.

Prof. Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva
Orientador e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. Hudson Gonçalves Martins
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof^a. Valquíria Silva Machado
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: ___/___/___.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais por me darem todas as condições de estudo e suporte que eles podiam.

Ao meu orientador, professor Ricardo Stahlschmidt por ter aceito ser o meu orientador mesmo com as dificuldades impostas e pela ajuda na construção do trabalho presente.

Ao meu amigo Guilherme Lopes Silva por me dar a ideia de utilizar a chácara para a criação de um projeto de reutilização de água.

Aos professores Matheus Cremonese, pela ajuda na legislação do açude, e a professora Valquiria pela ajuda em pesquisas no google acadêmico.

À Leidiane Silva Pinheiro pela ajuda com a legislação ambiental.

À Hellen Souza pela ajuda da fossa biodigestor.

E agradeço à Thassia Marchi pelas ajudas com as referências e citações.

RESUMO

FERREIRA, WENDEL. **GESTÃO DAS ÁGUAS DE UMA CHÁCARA EM ANGUSTURA, MINAS GERAIS**. 76f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2018.

Este trabalho consiste em organizar um modelo de abastecimento e tratamento de água em uma chácara. Pelo motivo do meio rural ter dificuldade de obter e tratar a água, será desenvolvido um projeto onde será avaliada ideias a fim de respeitar as normas de áreas de preservação permanente, além da criação de um tratamento de esgoto a fim de diminuir a poluição sobre o rio que corta esta chácara. Verificar a barragem, localizada no local, se está apta para com a lei e a confirmação que a mesma pode ser usada para irrigação também será levada em consideração. Será mostrado o atual estado da chácara com o curso dos córregos e do rio, a área destinada à preservação ambiental, área destinada ao gado e área de plantação, assim como ideia de um projeto que melhor atende ao bolso do dono do imóvel e a lei. Conseqüentemente, o orçamento para verificar se é viável, financeiramente, será estudado. E com isso, o projeto, em prática, estimula um conhecimento sobre a importância da água e como tratá-la sustentavelmente.

Palavras chaves: Aproveitamento de água. Legislação em chácara. Tratamento de água e esgoto.

ABSTRACT

This project consists of organizing a model of supply and treatment of water in a farm. Because the rural environment has difficulty obtaining and treating water, a project will be developed where ideas will be evaluated in order to respect the norms of permanent preservation areas, as well as the creation of a sewage treatment in order to reduce pollution on the river that cuts this farm. Checking the dam, located on site, if it is law-abiding and confirming that it can be used for irrigation will also be taken into consideration. The status of the farm will be shown with the course of the streams and the river, the area destined to the environmental preservation, area destined to the cattle and plantation area, as well as idea of a project that best serves the pocket of the owner of the property and the law. Consequently, the budget to verify if it is feasible, financially, will be studied. In addition, with this, the project, in practice, stimulates a knowledge about the importance of water and how to treat it sustainably.

Keywords: Utilization of water. Legislation in the farm. Treatment of water and sewage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Divisão de água terrestre	17
Figura 2 - Ciclo da água	18
Figura 3 - Rotas do uso da água	21
Figura 4 - Clorador de pastilhas, modelo Embrapa	22
Figura 5 - Cisterna instalada pelo P1MC.....	23
Figura 6 - Sistema de captação de água de chuva	24
Figura 7 - Reservatório de retenção em São Bernardo do Campo.....	27
Figura 8 – Reservatório de retenção em bairro residencial	28
Figura 9 - Corte de uma trincheira de infiltração	29
Figura 10 - Trincheira de infiltração pronta.....	29
Figura 11 - Inter-relação entre uso e ocupação do solo	30
Figura 12 - Impurezas contidas na água	31
Figura 13 - Perfil esquemático da concentração da matéria orgânica ao longo do rio	32
Figura 14 - Modelo de fossa séptica Embrapa	34
Figura 15 - Fossas sépticas biodigestoras implantadas.....	35
Figura 16 - Caixa de gordura Tigre	36
Figura 17 - Vista superior da chácara	37
Figura 18 - Recorde do terreno	38
Figura 19 - Vista frontal do terreno.....	38
Figura 20 - Vista traseira da chácara	39
Figura 21 - Vista traseira da chácara	39
Figura 22 - Caminho do córrego pouco antes de ser encanado.....	40
Figura 23 - Bomba que retira água subterrânea.....	42
Figura 24 - Curral	43
Figura 25 - Caminho da água do córrego para o açude	44
Figura 26 - Reservatório de retenção, açude	46
Figura 27 - Construções (casas) da chácara.....	46
Figura 28 – Distâncias das construções ao córrego.....	47
Figura 29 - Projeto para nova construção	47
Figura 30 - Ponte próxima à chácara	48

Figura 31 - Filtro de barro.....	51
Figura 32 - Situação da chácara em relação ao rio Paraíba do Sul	54
Figura 33 - Local da fossa séptica.....	56
Figura 34 - Vista frontal	70
Figura 35 - Vista frontal sobre a área de plantação.....	70
Figura 36 - Plantas frutíferas em frente às construções.....	71
Figura 37 - Construção mais próxima do córrego	71
Figura 38 - Áreas destinadas ao gado	72
Figura 39 - Vista traseira	72
Figura 40 - Vista traseira sobre a área de plantação.....	73
Figura 41 - Área de preservação ambiental	73
Figura 42 - Terreno vizinho	74
Figura 43 - Córrego antes de chegar à chácara.....	74
Figura 44 - Açude vizinho.....	75
Figura 45 - Córrego criado transbordar o açude vizinho	75
Figura 46 - Córrego ao lado da estrada	76
Figura 47 - Rio antes de entrar no terreno	76

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Níveis do tratamento dos esgotos	33
Tabela 2 - Orçamento para clorador de pastilhas	50
Tabela 3 - Orçamento de calha	53
Tabela 4 - Orçamento de uma fossa biodigestor.....	58
Tabela 5 - Orçamento Final.....	59

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANA	Agência Nacional de Águas
APPs	Áreas de Preservação Permanente
ASA	Articulação no Semiárido Brasileiro
EETE	Efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
CAR	Cadastro Ambiental Rural
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão de Água
P1MC	Programa Um Milhão de Cisternas

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
l/s	Litros por segundo
m ³	Metros cúbicos
m ³ /dia	Metros cúbicos por dia
l/h	Litros por hora
Q _{7,10}	Vazão mínima de sete dias de duração de dez anos
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
N	Nitrogênio
P	Fósforo
K ⁺	Potássio
Ca ²⁺	Cálcio
Mg ²⁺	Magnésio
S	Enxofre
B	Boro
Cu ²⁺	Cobre
Fe ²⁺	Ferro
Mn ²⁺	Manganês
Zn ²⁺	Zinco
Na ⁺	Sódio
m ²	Metros quadrados
l	Litros
s	Segundos
l/dia	Litros por dia
”	Polegadas
cm	Centímetros
g	Gramas
m	Metros
mm	Milímetros
°	Graus
ml	Mililitros

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Objetivo geral.....	16
1.1.2 Objetivos específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 A ÁGUA E SEU FLUXO	17
2.2 ÁGUA SUBTERRÂNEA	18
2.3 LEGISLAÇÃO CONDIZENTE	19
2.4 USO DA ÁGUA	20
2.5 ESCASSEZ DA ÁGUA	23
2.6 REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA	24
2.7 DRENAGEM	26
2.7.1 Reservatório de detenção.....	26
2.7.2 Reservatórios de retenção.....	27
2.7.3 Trincheira de infiltração.....	28
2.8 QUALIDADE DA ÁGUA	30
2.9 FOSSA SÉPTICA E CAIXA DE GORDURA	33
3 METODOLOGIA	37
4 DESENVOLVIMENTO	42
4.1 A CHÁCARA	42
4.2 APLICAÇÃO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	44
4.3 ABASTECIMENTO DE ÁGUA	48
4.4 TÉCNICAS ALTERNATIVAS DE DRENAGEM	51
4.5 REPRESA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO	53
4.6 RESÍDUOS DA CHÁCARA	55
4.7 ADEQUAÇÕES E PROPOSTAS	58
5 Considerações finais	61
Referências	62

ANEXOS	66
ANEXO 1 – USO INSIGNIFICANTE POR REGIÃO DE ACORDO COMO IGAM	66
ANEXO 2 – PERFIS DE VAZÕES DE REFERÊNCIA AO LONGO DO EIXO PRINCIPAL DO RIO PARAÍBA DO SUL	67
ANEXO 3 – ANÁLISE E RELEVÂNCIA DA QUALIDADE DOS EFLUENTES DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (EETE) DE PETROLINA - PE	68
ANEXO 4 – FOTOS DA CHÁCARA	70
ANEXO 5 – CAMINHO DO CÓRREGO E DO RIO ANTES DE CHEGAR À CHÁCARA	74

1 INTRODUÇÃO

O espaço rural fica distanciado, em relação ao meio urbano, nas evoluções do mundo moderno. Conseqüentemente, o campo não é relativizado nas políticas públicas que possibilitem ou garantem a aquisição de recursos ou serviços de bem-estar social a população em questão, tanto em questão agrária, quanto em outros direitos básicos assegurado à população urbana (Feitosa et. al., 2015).

Então a população se torna refém de uma certa ignorância como apresentado na matéria do G1, “Lixo jogado em nascente de água afeta meio ambiente em Itapetininga”, em 31 de agosto de 2014, onde os próprios moradores reclamam da falta de conscientização sobre o meio ambiente. A matéria informa sobre alguns lixos que causam danos ao ambiente.

“Um desses moradores que não se conformam com o descaso e a falta de conscientização de parte da população é o motorista Moisés Rodrigues. ‘Eu estava limpando até a rua e o vizinho falou: ‘cadê a prefeitura para limpar?’. Mas se eu não limpar vai ficar um chiqueiro’, reclama” (G1, 2014).

Pessoas que vivem no meio rural tem dificuldade de obter água tratada e sistema adequado de esgoto ou um aprendizado de como obter e tratar a água que se utiliza, muitas vezes pelo rio próximo ou através das águas subterrâneas.

Cerca de 2/3 do planeta é coberto por oceanos. Estima-se o volume total de água no planeta em 1,35 milhões de quilômetros cúbicos. Levando em conta que 97,5% é água salgada e imprópria para consumo. Ainda há 2,5% de água doce localizada em galerias e aquíferos. Apenas 0,007% de água doce encontram-se em lugares de fácil acesso para nós seres humanos, como lagos e rios. (UNIÁGUA, 2006 apud Rodrigues e Lima 2015)

Logo, a gestão das águas e seu uso racional é um assunto urgente tanto nas metrópoles quanto num sítio de uma família simples. De acordo com Iglesias e Gamarski (2018), Brasília e mais de 250 cidades brasileiras sofreram conseqüências com falta desse recurso, mesmo o Brasil obtendo 12% de água

doce do planeta. E com o aumento populacional, esta situação se agrava ainda mais devido à falta de gestão e planejamento perante a água.

E a água é um recurso natural finito, sendo um recurso imprescindível para os seres vivos e para o ecossistema (Manzanal, Barreiro e Jiménez, 1999 apud Neves 2006). Então, como a ideia de racionalização do uso da água vem sendo implantado alguns métodos para reutilizar diminuindo o desperdício, a implantação de um sistema capaz de captar e armazenar a água para futuro uso, de modo sustentável, o reuso é capaz de suprir as necessidades de uma forma ecológica.

Com o intuito de ajudar os moradores de uma chácara em Angustura, Minas Gérias, próximo à Além Paraíba, a entender a importância de racionalização da água e como utilizá-la sem agredi-la, além de entender no que a lei ajuda, este projeto visa demonstrar, por meios de fácil entendimento e sem ter um custo alto, a efetividade do projeto.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo propor o abastecimento de água e destino do esgoto gerado em uma chácara em Angustura, Minas Gerais, bem como adequar a área do ponto de vista ambiental.

1.1.2 Objetivos específicos

- Levantar a bibliografia pertinente a abastecimento de água e esgotamento sanitário em áreas rurais;
- Levantar as normas pertinentes de áreas de preservação permanente (APPs);
- Levantar a situação atual da chácara;
- Verificar a aplicabilidade de reuso neste estudo;
- Definir os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário mais adequados para a chácara;
- Propor medidas para adequar a área às legislações ambientais pertinentes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A água e seu fluxo

De acordo com Rebouças (2006), o planeta Terra possui 97,5% do total de água encontrada nos oceanos. Sobrando apenas 2,5% da água mundial para consumo. Entretanto, de toda a quantidade de água doce no mundo, cerca de 68,9%, é encontrada em calotas polares e geleiras, e 29,9% em água subterrânea, restando pouca quantidade de fácil acesso.

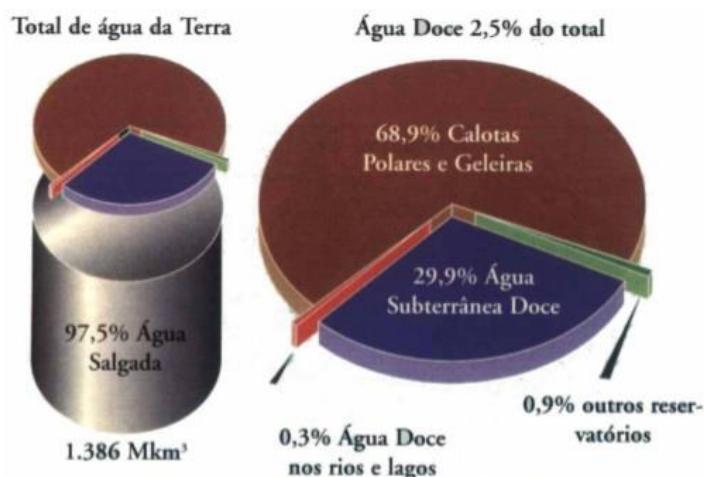


Figura 1 - Divisão de água terrestre

Fonte: Rebouças (2006)

A água utilizada em consumo humano é retirada dos rios, lagos, represas e aquíferos subterrâneos. A água doce é o elemento essencial para abastecimento humano, como o uso pessoal e agrícola, além de utilização em indústrias e total importância para o ecossistema.

O autor ainda afirma que o Brasil possui grandes quantidades de água doce em relação ao mundo, sendo a maior parte encontrada nas bacias hidrográficas Amazonas e Tocantins com 78% do território nacional.

O ciclo hidrológico, ou ciclo das águas, de acordo com Branco (2010), está conectado à energia calorífica solar que proporciona a evaporação da água dos oceanos, mares e lagos. Uma vez que o ar está carregado de grandes quantidades dessa mesma água, em estado gasoso, gera um excesso de vapor que condensa, fazendo a água retornar ao estado líquido causando a chuva.

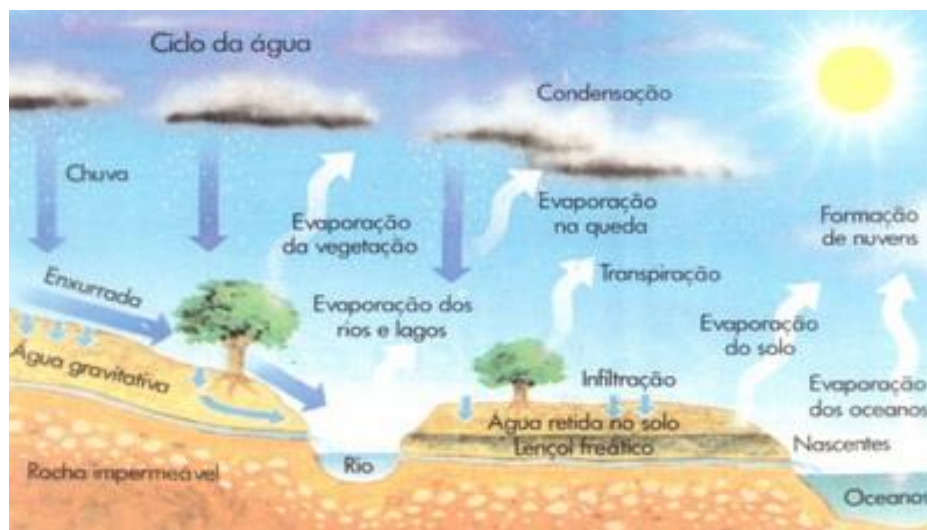


Figura 2 - Ciclo da água

Fonte: Branco (2010)

2.2 Água subterrânea

Aproximadamente 30% da chuva escoam para os rios, fenômeno conhecido como escoamento superficial, podendo ocasionar erosão e transporte de terra. Grande parte é absorvida pelo solo, uma parte dela infiltra entre as rochas originando as nascentes, outra parte permanece entre os grãos de areia preenchendo os espaços vazios e mais uma outra parte infiltra formando as águas subterrâneas. A presença de vegetação contribui com a infiltração de água no solo através da interceptação vegetal, fazendo com que a água chegue lentamente ao solo, impedindo as enchentes e inundações (Branco, 2010).

O autor também diz que a água infiltrada pode penetrar em pequenas ou grandes profundidades. Em pequenas profundidades, a água carrega o lençol freático, onde pode-se utilizar os poços rasos para retirada do mesmo. Em grandes profundidades, a água penetra tão devagar que a qualidade da água é boa, uma vez que não há interferência da poluição da superfície. Essa água está situada entre as rochas ocasionando uma pressão enorme. Por conta dessa pressão, a água sobe acima do seu nível natural e jorra facilmente. Para obter essa água, é necessário um poço artesiano.

Ao longo do ano, os poços rasos, ou poços freáticos, tem o seu nível d'água variando de acordo com a quantidade de chuva, tanto no aumento quando na diminuição, podendo fazer com que desapareça. O poço artesiano,

ou poço profundo, já não sofre com essa mudança da quantidade de água (Branco, 2010).

Rebouças (2006) afirma que quando a intensidade de chuva é maior que a permeabilidade do solo provoca uma diminuição de absorção da água pelo solo ocorrendo as enchentes nos rios e a erosão do terreno. O contrário também ocorre, quando a permeabilidade do solo é maior que a intensidade de chuva resultando em uma maior infiltração.

Para o Brasil, as condições climáticas já foram muito favoráveis em décadas passadas, sendo úmidas. Com isso, a obtenção de água chegava a até 2000 metros de profundidade.

De acordo com Shammas e Wang (2013), em época de secas, as águas subterrâneas ajudam no abastecimento em relação às superficiais sustentando a maioria dos cursos d'água. Essas águas disponibilizam um abastecimento mais puro, barato e satisfatório em relação às águas superficiais. Elas estão em forma de reservatório subterrâneo, eliminando a necessidade de represamento.

2.3 Legislação condizente

Conforme apresentado no Portal do Meio Ambiente, a construção de um poço artesiano para utilizar a água subterrânea deve ser aprovada mediante a Outorga, instrumento legal que assegura o direito da utilização, podendo ser suspenso em caso extremo de escassez ou descumprimento dos termos da outorga.

A outorga é um direito de uso da água e tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo do uso, bem como o direito de acesso aos recursos hídricos. A Agência Nacional de Águas (ANA) é a instituição responsável pela análise técnica para a emissão da outorga de direito de uso da água em lagos, rios e quaisquer correntes d'água que passam por mais de um estado, ou que sirvam de limite com outros países ou unidades da Federação.

Entretanto, algumas captações não são sujeitas à Outorga, sendo necessário somente o cadastro de uso insignificante. As captações e derivações de águas superficiais com vazão máxima de 1 l/s e acumulações de volume máximo igual a 5.000 m³, em parte do estado de Minas Gerais. No anexo 1 é

apresentado o uso Insignificante por região de acordo com o Igam. No caso de captações subterrâneas, tais como, poços manuais, surgências e cisternas, são aquelas com volume menor ou igual a 10 m³/dia.

A Lei nacional nº 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece normas sobre as delimitações das áreas de preservação permanente (APPs) com o objetivo de desenvolvimento sustentável. Além do mais, a inscrição do Cadastro Ambiental Rural (CAR) torna-se obrigatório nos imóveis rurais para a regularização ambiental previsto no Código Florestal, descrito nesta lei.

Além do mais, esta lei delimita a área de reserva legal sobre o imóvel rural, de acordo com o capítulo IV, seção I, art.12, afirmando que todo imóvel rural deve manter uma cobertura de vegetação ativa sem prejudicar as áreas de preservação permanente (APPs), podendo ser alterado o tamanho da área de acordo com o CAR.

2.4 Uso da água

Rebouças (2006) diz que os recursos hídricos são mais utilizados na agricultura, com uso de 70% a 80% da demanda atual consumida pelo homem. Com isso, a crise atual de abastecimento tem uma má distribuição da água doce disponível, no que agrava o crescimento desordenado das demandas locais e resulta numa degradação da qualidade ao ser atingido níveis não previstos, tanto no meio urbano quanto rural.

O autor afirma que no Brasil, o meio rural sofre com os impactos das atividades desenvolvidas nas cidades, conforme é lançado cerca de 90% dos esgotos domésticos não-tratados nos rios, degradando a qualidade das águas que fluem pelo rio abaixo.

Sperling (2014) afirma que os principais usos da água são:

- Abastecimento doméstico;
- Abastecimento industrial;
- Irrigação;
- Dessedentação de animais;
- Preservação da flora e da fauna;
- Recreação e lazer;

- Criação de espécies;
- Geração de energia elétrica;
- Navegação;
- Harmonia paisagística;
- Diluição e transporte de despejos.

O uso mais ilustre é o abastecimento de água doméstica, por requisitar numerosos critérios de peculiaridade, e o menos digno é o transporte de despejos, por não apresentar algum requisito específico relacionado a qualidade (Sperling, 2014).

Conforme apresentado na Figura 3, existem algumas rotas do uso da água: rota 1 - a água bruta pode ser captada do curso de água, tratada e distribuída para a população; rota 2 – a água bruta pode ser captada de um poço artesiano, tratada e distribuída para consumo; rota 3 – o esgoto bruto gerado pode ser tratado e lançado no curso de água; rota 4 – o esgoto tratado pode sofrer reuso agrícola; rota 5 – o esgoto tratado pode sofrer outras formas de reuso.

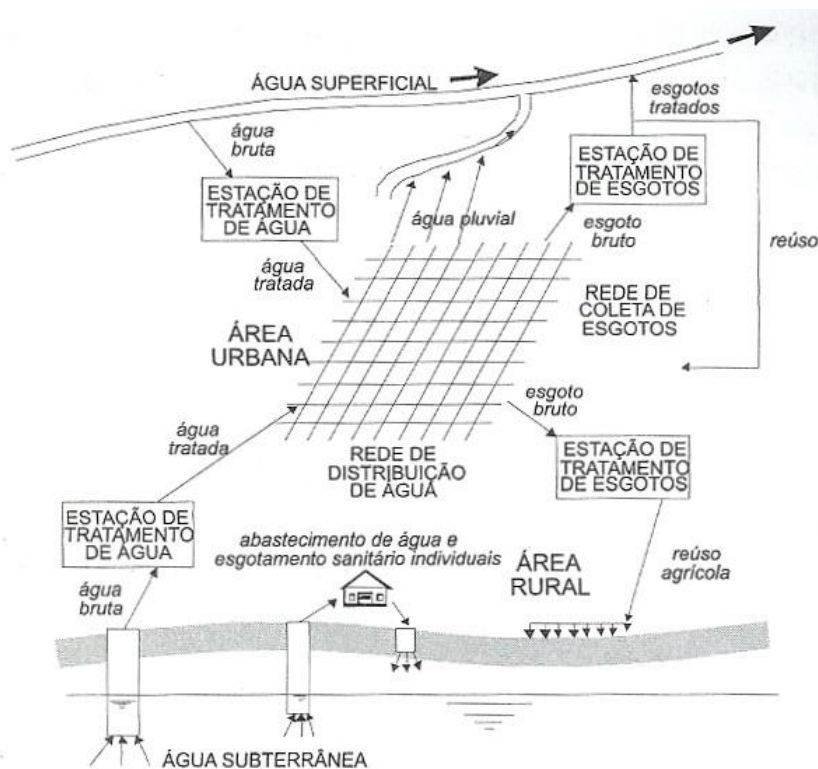


Figura 3 - Rotas do uso da água

Fonte: Sperling (2014)

A figura 3 demonstra, através das rotas da água, que a qualidade também pode ser bastante alterada. No rio e nas águas subterrâneas, as águas possuem suas próprias qualidades; do rio e pelo poço, ela é retirada e tratada (rota 1 e 2), ocasionando, então, uma melhor qualidade em relação à consumo; depois de utilizada, transforma-se em esgoto, bruto ou tratado, alterando novamente a sua característica (rota 3). Por meio de alguns esgotos tratados (rota 4), sua peculiaridade permite o reuso na agricultura, indústrias e meio urbano.

Braga (2010) afirma que a irrigação por gotejamento possui o menor custo financeiro e trabalha com vazões variando de 0,5 l/h a 2 l/h proporcionando melhor qualidade de frutos. É bastante utilizado por pequenos e médios irrigadores. Já os injetores Venturi, a vazão está entre 50 l/h e 2000 l/h, tendo como vantagem a injeção de fertilizantes, manutenção e durabilidade.

Para um abastecimento doméstico, mais precisamente o consumo, a cloração e a filtração se tornam os meios mais comuns para um tratamento prévio. Sendo o filtro de barro o mais utilizado, como filtração, em comunidades rurais (Silva et. al., 2006).

Para a cloração, a Embrapa criou um clorador de pastilhas para as residências rurais antes da água chegar ao reservatório tornando, assim, própria para consumo. O modelo, figura 4, elimina agente patogênicos na água, previne doenças presente no mesmo, contém baixo custo de montagem e manutenção e fácil instalação (Otenio et. al., 2014).

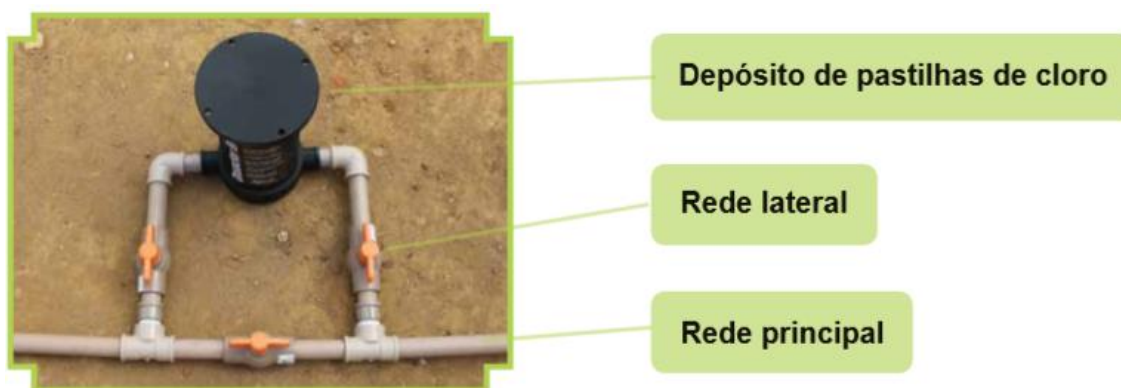


Figura 4 - Clorador de pastilhas, modelo Embrapa

Fonte: Otenio et. al. (2014)

A medição do cloro é feita por um estojo de teste para a sua manutenção, também empregado na medição de cloro de piscina. O uso incorreto acarreta falta ou excesso de cloro na água. Além disso, o local do modelo não pode haver animais que podem quebrar o clorador.

2.5 Escassez da água

Para Branco (2010), em seca prolongada ou onde ocorre chuva copiosas durante alguns dias que faz transbordar os rios, os quais rapidamente escoam suas águas e voltam a secar, é importante a retenção de parte da água obtida, mediante represamento e formação de açudes. O represamento constitui uma forma de regularizar as vazões do rio, tornando perenes as disponibilidades de água.

De acordo com PROSAB (2006, apud Campos 2017), o Nordeste sofre com a falta da água, especificamente no semiárido nordestino. Com isso, a Agência Nacional de águas (ANA) implementou um Programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro que incentiva a coleta de água de chuva para ofertar a demanda de água.

De acordo com o autor, o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), também desenvolvido no Nordeste, criado pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), apresenta uma construção de 1 milhão de cisternas para atender a população da região em 5 anos. Essas cisternas possuem 16 mil litros com custo de R\$ 3.100,00/cisterna e capacidade de abastecer uma casa com 5 pessoas durante o período de seca na região por 8 meses.



Figura 5 - Cisterna instalada pelo P1MC
Fonte: Agência Fiocruz (apud Campos 2017)

2.6 Reutilização da água de chuva

De acordo com Shammass e Wang (2013), dificilmente um ambiente urbano se abastece por água de chuva, se restringindo a fazendas e locais com carência de águas subterrâneas ou em sociedade que utiliza as águas para limpezas domésticas, como limpezas em geral e lavagem de roupas.

De acordo com Oliveira (2007, apud Campos 2017), um sistema de captação é bem simples de ser construído. Uma vez que o telhado já se encontra pronto, é preciso calhas e um caminho que leva a água até o reservatório. Mas é considerado a cada projeto a melhor maneira de escolher qual instalação é ideal.

Apesar de existir diferentes projetos, um projeto base é composto com uma superfície que recebe a água de chuva, telhado neste caso, tubulação que leva a água, condutores horizontais e verticais, filtros para remover sujeiras, um descarte para a primeira água e o reservatório, como apresentado na figura 6.

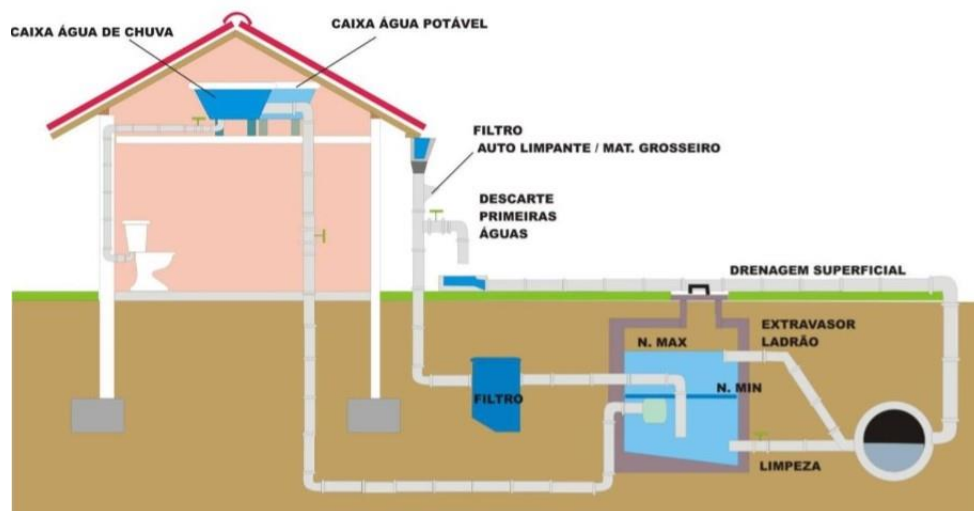


Figura 6 - Sistema de captação de água de chuva

Fonte: Instituto Ecoação (apud Campos, 2017)

Shammass e Wang (2013) afirmam que “o rendimento bruto dos abastecimentos de água de chuva é proporcional à área de recebimento e à quantidade de precipitação”. O autor ainda afirma que uma parcela da chuva é desviada do telhado pelo vento, evaporada ou extraviada ao molhar a área de coleta, condutos. Aliás, a primeira coleta de água contém poeira e outros

sedimentos desagradáveis procedente do telhado. Nas secas, essa perda é ainda maior.

Os filtros de areia são usados para limpeza da água e evitar a degeneração causado por aumento de organismos indesejáveis e pela decomposição bacteriana de matéria orgânica causadoras de gostos, odores e outras alterações na água. Ademais, Oliveira (2007, apud Campos 2017), afirma que se trata de um dos processos mais utilizados por apresentar um baixo custo, porém, fácil execução.

Segundo PROSAB (2006, apud Campos 2017), o reservatório ou cisterna é o armazenamento em que a água fica antes de se seu uso final. Esse reservatório pode ser apoiado, enterrado, semienterrado ou elevado em relação ao solo, sendo o custo mais elevado do sistema. Por isso, é essencial estipular o tipo e a capacidade correta dessa cisterna.

Shammas e Wang (2013) afirmam que “uma captação controlada e uma cisterna, localizadas e construídas adequadamente, fornecerão água limpa”. As perdas de água da captação no solo concretado ou cimentado está abaixo de 10%, em coberturas de telhas ou superfícies de piche e cascalho, é recomendado não ultrapassar 15%. Um projeto baseia-se na estimativa que a quantidade de água de chuva a ser recuperada pode equivaler a três quartos da precipitação anual total.

As cisternas não podem se localizar a menos de 15 metros de qualquer tipo de esgoto, além do mais, ela deve posicionar o mais próximo de seu uso final. Para os reservatórios que recebem a água do telhado é aconselhado estarem ligados à construção, mas não no porão, por ocorrência de inundação.

O seu tamanho depende da quantidade de pessoas que se beneficiará e dos intervalos de precipitação pesada e a área de captação depende da relação da chuva e das características da superfície. O fator de segurança usado é em níveis de precipitação abaixo do normal. O resultado para uma área de captação com capacidade adequada requer um projeto para dois terços da precipitação média anual.

2.7 Drenagem

Miguez, Veról e Rezende (2016) afirmam que a drenagem urbana precisa de um desenvolvimento sustentável a fim de diminuir os impactos causados sobre o ciclo hidrológico, uma vez que a infiltração é desfavorecida. Como exemplo quando a drenagem se torna falha e as inundações na cidade demonstram um problema de controle com o volume de água.

A drenagem serve para captação, condução e descarregamento das águas de chuva podendo acelerar o escoamento diminuindo, então, o tempo de concentração e aumento de descargas acarretando em exacerbação das cheias. Com isso, com o pensamento sobre a diminuição dos impactos, surge alternativas para ajudar na drenagem convencional.

Um das alternativas é o armazenamento e recuperação da eficácia de retenção e, o outro, na infiltração para ajudar na drenagem. Como exemplos, podem ser citados: reservatórios de detenção, reservatórios de retenção e reservatórios de lote como eficazes na retenção e pavimentos permeáveis, valas de infiltração, trincheiras de infiltração e telhados verdes como eficientes na infiltração.

Os reservatórios servem para armazenar as águas durante o pico de cheia e esvaziados de acordo com o ciclo natural da bacia hidrográfica pela interceptação das plantas e infiltração no solo.

2.7.1 Reservatório de detenção

São bacias com finalidade para curto período de armazenamento, reduzindo as vazões das cheias, redistribuindo ao longo do tempo, originando no volume útil temporário para o escoamento direto. São usados para controle de vazão máxima, controle de volume e controle de material sólido. (Miguez, Veról e Rezende, 2016).

O controle da vazão máxima reduz os impactos de inundação nas áreas urbanas, mantendo as vazões preexistentes nessas áreas. O controle de volume é utilizado para armazenar as águas que serão tratadas, também podendo ser utilizado para deposição de sedimentos e depuração da qualidade da água

retendo-os por mais tempo no reservatório retirando os mesmos do sistema de drenagem.

A Figura 7 apresenta a utilização de reservatório de retenção através da implantação de um campo de futebol na cidade de São Bernardo do Campo.



Figura 7 - Reservatório de retenção em São Bernardo do Campo

Fonte: Thomaz (2013, apud Silva, 2018)

2.7.2 Reservatórios de retenção

São bacias construídas para reter o escoamento superficial das cheias provando um lago permanente. Como vantagem, reduz o pico de escoamento, controle da erosão e abastecimento de aquíferos. (Miguez, Veról e Rezende, 2016)

Para dimensionar, é preciso o conhecimento de topografia e rede hidrográfica, do regime de precipitação, do tipo de solo, do tipo de ocupação da bacia de drenagem, do sistema de drenagem existente, do plano de desenvolvimento e das condições do meio receptor de jusante.



Figura 8 – Reservatório de retenção em bairro residencial

Fonte: Thomaz (2009, apud Silva 2018)

Os reservatórios, de detenção ou retenção, favorece a diversidade de espécies vegetais e animais, além de solucionar problemas de cheias e melhorias do recurso público, melhorando ambientes saudáveis e funcionais.

O Instituto Mineiro de Gestão de Água (Igam) requer um registro sobre essas intervenções, sendo o registro de forma gratuita, assegurando o direito sobre a qualidade de água. Para isso, é necessário a outorga informando a descrição do projeto, a finalidade, o cálculo da vazão de acordo com a Portaria IGAM nº49, de 01 de julho de 2010, Minas Gerais, dimensionamento hidráulico para descarga de fundo e vertedouro de emergências em caso de cheias e referências sobre outro tipo de uso.

Na seção III, art. 5, diz que o limite para a autorização da Outorga é de 30% do $Q_{7,10}$ – vazão mínima de sete dias de duração de dez anos – da bacia hidrográfica em questão. A vazão sobre bacia sobre o Rio Paraíba do Sul pode ser vista em anexo 2¹.

2.7.3 Trincheira de infiltração

Miguez, Veról e Rezende (2016) afirmam que as trincheiras armazenam a água para que sejam infiltradas no solo para reduzir os volumes escoados e vazões máximas de enchentes oferecendo a recarga do lençol freático e tratando

¹ Anexo gerado pelo AGEVAP.

a qualidade da água do escoamento superficial com a diminuição dos sólidos em suspensão.

Elas são indicadas para áreas residenciais e comerciais com alta densidade de ocupação com um solo razoavelmente permeável uma vez que o nível de lençol freático é baixo evitando, assim, sua contaminação.

As trincheiras são valetas preenchidas por seixos – brita ou outro material granular –, com uma porosidade por volta de 35%. Uma manta de geotêxtil envolve o material de enchimento, recoberto por uma camada de seixos criando uma superfície drenante, como pode ser visto na figura 10. O geotêxtil impossibilita a entrada de finos na estrutura evitando o risco de contaminação e sendo funcional como filtro.



Figura 9 - Corte de uma trincheira de infiltração

Fonte: Silva (2018)



Figura 10 - Trincheira de infiltração pronta

Fonte: Silva (2018)

2.8 Qualidade da água

De acordo com Sperling (2014), “a qualidade da água é determinada em função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica”. Ou seja, a interação entre a natureza e o homem resulta diretamente na qualidade da água. Não somente a interferência humana muda a característica, como as propriedades nas águas de escoamento superficial consequente da precipitação atmosférica e absorção com impurezas do solo.

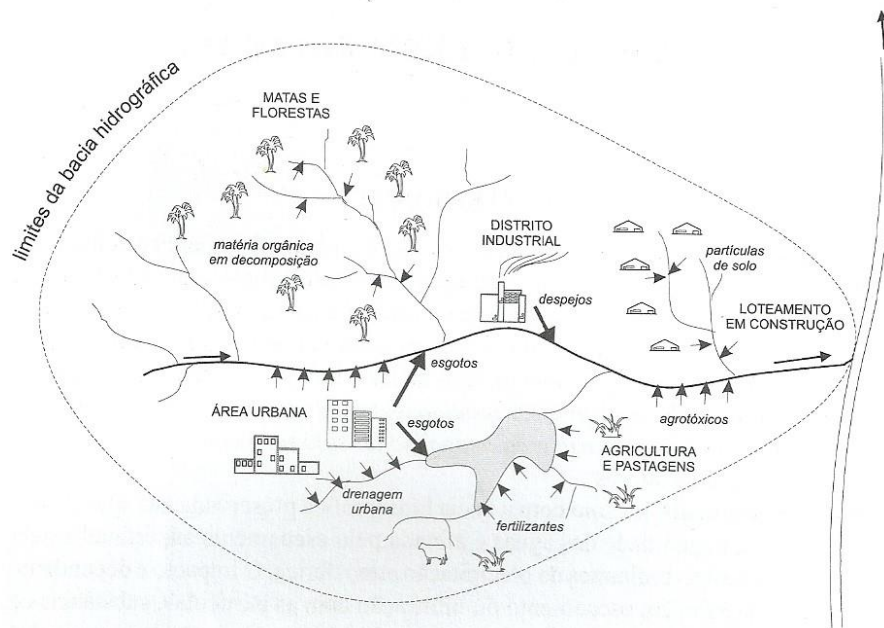


Figura 11 - Inter-relação entre uso e ocupação do solo

Fonte: Sperling (2014)

Para o autor, as impurezas da água são representadas por: características física, química e biológica. No geral, os parâmetros físicos são cor, turbidez, sabor e odor e temperatura; os químicos, pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micro poluentes inorgânicos e micro poluentes orgânicos; os biológicos, bactérias, algas, fungos, protozoários, vírus e helmintos.

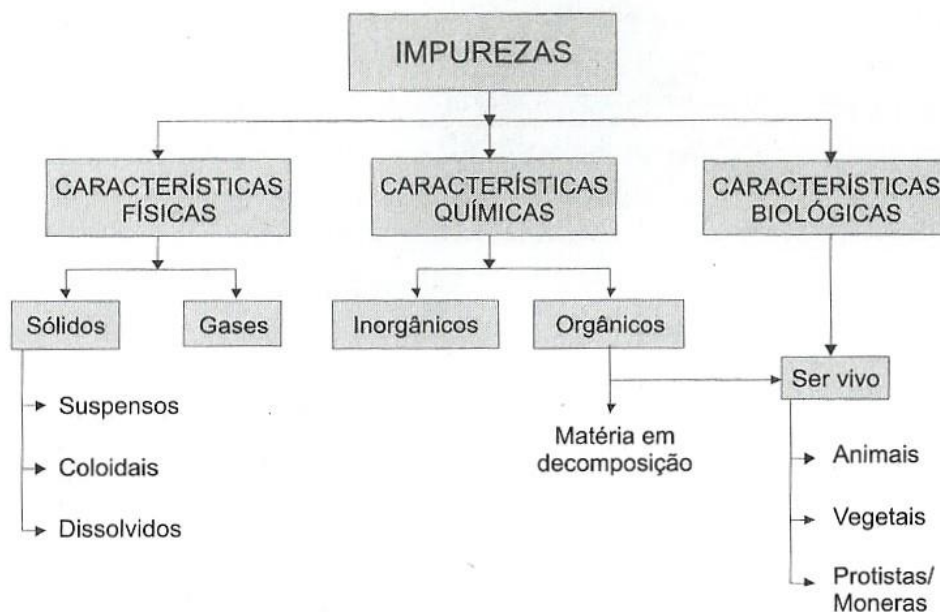


Figura 12 - Impurezas contidas na água

Fonte: Sperling (2014)

A matéria orgânica despejada em um curso d'água resulta, de maneira indireta, no consumo de oxigênio, por meio das bactérias decompositoras, acarretando sua redução de concentração. Por isso, o rio se restabelece através da autodepuração – compostos orgânicos convertidos em compostos estáveis, como gás carbônico e água, não desfavorável pensando ecologicamente.

Com isso, o impedimento de despejos acima do que tolera o curso d'água define uma assimilação do quanto um ponto é aceitável e não prejudicial, não tolerando lançamentos de cargas poluidoras superior ao limite desejável para não afetar o ecossistema.

O autor ainda divide a autodepuração por zonas, degradação, decomposição ativa, recuperação e águas limpas, como pode ser visto na figura 13. A zona de degradação ocorre logo após o recebimento de matérias orgânicas, sua água se apresenta turva por causa dos dejetos do esgoto. A zona de decomposição ativa decorre após a perturbação do ecossistema para decompor a matéria orgânica recebida, ocasionando em na baixa qualidade da água, a água apresenta uma coloração parecida com a zona de degradação, além de apresentar lodo escuro ao fundo.

Já a zona de recuperação ocorre logo após os intensos consumos da matéria orgânica e degradação do ambiente aquático, a água já se encontra em um tom mais claro e os lodos são mais espessos não ocorrendo mais o mal

cheiro. E a zona de águas limpas demonstra como o rio era antes de receber os dejetos, tornando novamente limpa, sua água aparenta do jeito similar antes de ser poluída.

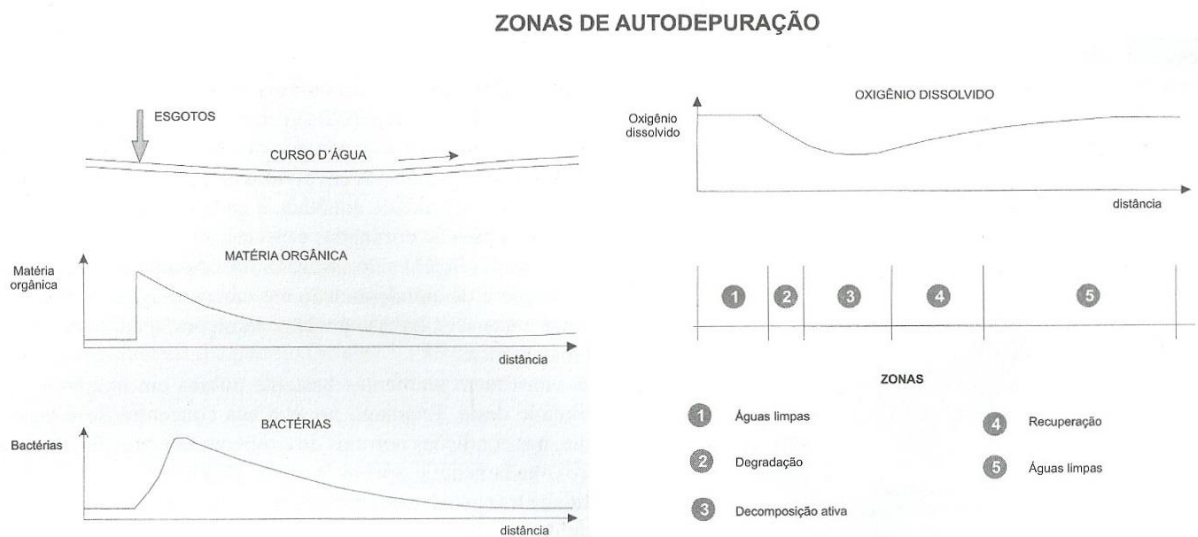


Figura 13 - Perfil esquemático da concentração da matéria orgânica ao longo do rio

Fonte: Sperling (2014)

Para diminuir a matéria orgânica nos corpos d'água, o tratamento de esgoto antes do lançamento nos mesmos é uma solução. Para que haja uma redução dos poluentes, afim de lançar uma qualidade desejada, uma associação aos conceitos de nível do tratamento e eficiência do tratamento é feita. Com isso, o tratamento de esgoto é dividido em níveis preliminar, primário, secundário e terciário.

Como descrito na tabela 1, segundo Sperling (2014), o tratamento preliminar ocorre apenas com remoção de sólidos grosseiros. O primário remove sólidos sedimentáveis ocasionando em remoção de parte da matéria orgânica. O secundário predomina os mecanismos biológicos a fim de remover a matéria orgânica e alguns nutrientes como nitrogênio e fósforo, por ventura. O terciário cumpre com remoção de poluentes específicos, tóxicos ou compostos biodegradáveis, e remoção completa de nutrientes não retirados no secundário.

Tabela 1 - Níveis do tratamento dos esgotos

Nível	Remoção
Preliminar	<ul style="list-style-type: none"> ● Sólido em suspensão grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia)
Primário	<ul style="list-style-type: none"> ● Sólidos em suspensão sedimentáveis ● DBO em suspensão (associada à matéria orgânica componente dos sólidos em suspensão sedimentáveis)
Secundário	<ul style="list-style-type: none"> ● DBO em suspensão (caso não haja tratamento primário: DBO associada à matéria orgânica em suspensão, presente no esgoto bruto) ● DBO em suspensão finamente particulada (caso haja tratamento primário: DBO associada à matéria orgânica em suspensão não sedimentável, não removida nos tratamentos primários) ● DBO solúvel (associada à matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos, presentes, tanto nos esgotos brutos, quanto no efluente do eventual tratamento primário, uma vez que sólidos dissolvidos não são removidos por sedimentação)
Terciário	<ul style="list-style-type: none"> ● Nutrientes ● Organismos patogênicos ● Compostos não biodegradáveis ● Metais pesados ● Sólidos inorgânicos dissolvidos ● Sólidos em suspensão remanescentes

Fonte: Sperling (2014)

Nas zonas rurais é bastante comum os tanques sépticos de filtros anaeróbicos (fossa filtro) para remoção de grande parte dos dejetos sólidos ao sedimentarem e sofrerem processo, no fundo do tanque, de digestão anaeróbica. O tanque pode ser de câmara única, sobrepostas ou em série.

2.9 Fossa séptica e caixa de gordura

A Embrapa possui um modelo simples de fossa séptica que foi desenvolvido para tratamento de esgoto de uma zona rural que abriga até 7 pessoas. Uma das grandes vantagens é a diminuição da poluição na água e na terra evitando, assim, doenças que podem ser transmitidas na água. (Otenio et. al., 2014)

O modelo, mostrado na figura 14, se baseia em utilizar 3 caixas d'água ligadas umas às outras tratando o esgoto com o processo de biodigestão reduzindo a quantidade de agentes biológicos perigosos ao homem. O líquido que gerado que chega à terceira caixa d'água torna-se um biofertilizante que serve como adubo para árvores e plantações.



Figura 14 - Modelo de fossa séptica Embrapa

Fonte: Otenio et. al. (2014)

Para que não haja problemas, é recomendado que tenha um espaço suficiente para as caixas d'água além de espaços entre 50 a 60 centímetros entre elas. O solo onde ficam deve ser firme, não muito arenoso, distante de lugares inundados, de fácil perfuração e sem pedras, além de ser local com fácil acesso para inspeção e protegido dos animais para não ocorrer quebra.

Outra vantagem é a permissão para utilizar de caixa d'água usada, evitando assim o desperdício. No entanto, deve-se verificar se existe vazamento ou problemas que precise de reparos para que ocorra um bom funcionamento da fossa.

Essas fossas possuem duas chaminés de alívio, como pode ser visto na figura 16, colocadas na tampa das duas primeiras caixas para que ocorra uma descarga do gás acumulado. Então, a coleta do líquido é feita por um registro na terceira caixa d'água. Elas devem ficar enterradas no solo para que a temperatura continue constante dentro das caixas.

O autor ainda afirma que na primeira aplicação é necessário utilizar uma mistura de esterco fresco de vaca e água na válvula de retenção da primeira caixa. A mistura é feita com 10 litros de esterco fresco e 10 litros de água. É preciso adicionar 10 litros desta mistura a cada 30 dias: 5 litros de esterco fresco de vaca e 5 litros de água, igual à metodologia anterior.



Figura 15 - Fossas sépticas biodigestoras implantadas

Fonte: Santos (2014)

Em Campinas, a Embrapa fez uma parceria com a Prefeitura Municipal para adequar o esgoto sanitário, onde 80% da população não possui saneamento básico. Além da fossa séptica biodigestora, outras tecnologias sócias também são implementadas, como o jardim filtrante que trata das águas cinzas de pias, tanques e chuveiros.

Cavalcante, Deon e Silva confirmam que o reuso da água na agricultura se tornou algo relevante, podendo ser usado como nutrição às plantas. Os nutrientes presentes possibilitam uma diminuição na utilização de fertilizantes conservando o solo e aumentando a produção agrária.

Os autores fizeram estudos para avaliar as quantidades de nutrientes aceitável em Petrolina, Pernambuco, onde o estudo foi realizado pelo Laboratório Agroambiental da Embrapa com avaliações mensais. Como conclusão, o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu^{2+}), ferro (Fe^{2+}), manganês (Mn^{2+}), zinco (Zn^{2+}), e sódio (Na^+), fornecidos pelos Efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto, são satisfatórios, sendo visto no anexo 3.

Gasperi (2012) afirma que as caixas de gordura permitem a divisão do material graxo presente no meio líquido pela separação natural das partículas, sólidas ou líquidas. Ela retém gordura, graxa e óleos presente no esgoto gerando camada que são removidas periodicamente. Sendo um pré-tratamento de resíduos originados da pia de cozinha.

Esses resíduos são emulsificados, devido ao detergente, envolto por uma película na superfície do óleo. Por isso, a limpeza consiste na remoção desse conteúdo. A limpeza deve ocorrer quando a camada superficial estiver maior ou igual a 10% da profundidade total. Para a uma diminuição da limpeza recorrente da caixa de gordura, é necessário que exista um tratamento preliminar, como peneira.



Figura 16 - Caixa de gordura Tigre

Fonte: Tigre (2018)

A figura 16 mostra uma caixa de gordura da Tigre simples que facilita a limpeza além de evitar o mau cheiro e preservando o meio ambiente. Seu sifão retém a gordura na superfície da caixa dificultando sua saída pela tubulação. Além disso, sua eficiência garante o não vazamento e contaminação do solo.

3 METODOLOGIA

A área de estudo deste trabalho é uma chácara privada localizada em Marinópolis, Angustura, Minas Gerais, próximo à Além Paraíba. Para desenvolvimento deste estudo foram tiradas fotos aéreas através do Google Maps.

A chácara possui 33.174,20 m², duas casas, um galinheiro, um curral, um açude próximo às casas, uma área em frente e atrás das casas com árvores frutíferas, área destinada somente ao gado, área destinada a plantação e uma área já registrada na reserva legal – área de preservação ambiental visto na figura 17 – sem interferência das mudanças feitas após a compra do imóvel, como a construção do galinheiro e do açude – fotos em anexo 4 para um melhor entendimento.

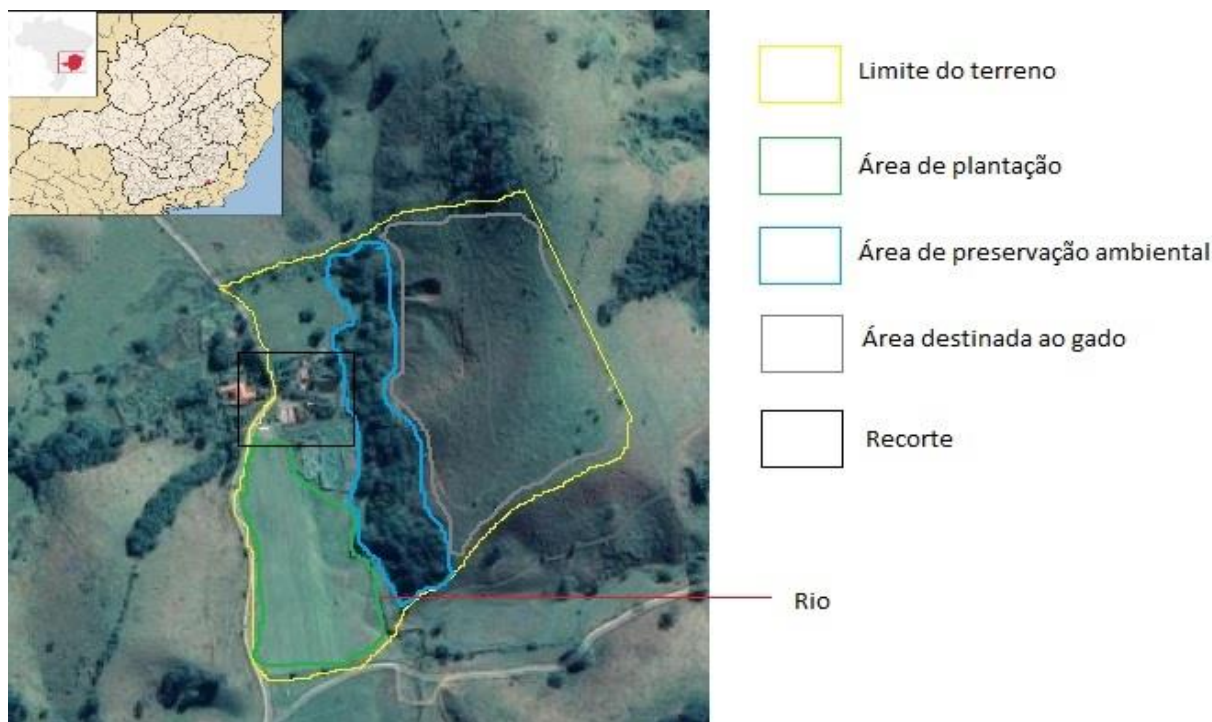


Figura 17 - Vista superior da chácara

Fonte: Google Maps (2018)

Antes de chegar à chácara, um córrego alimenta um açude no terreno vizinho, em anexo 5, originando em outro córrego passando lateralmente e por trás da casa, como visto na figura 18 e 21, e, posteriormente, é induzido a se dividir, figura 22, por meio de canos aterrados, alimentando o açude diretamente e o gado, posteriormente abastecendo o açude.



Figura 18 - Recorde do terreno

Fonte: Google Maps (2018)



Figura 19 - Vista frontal do terreno

Fonte: Autor (2018)

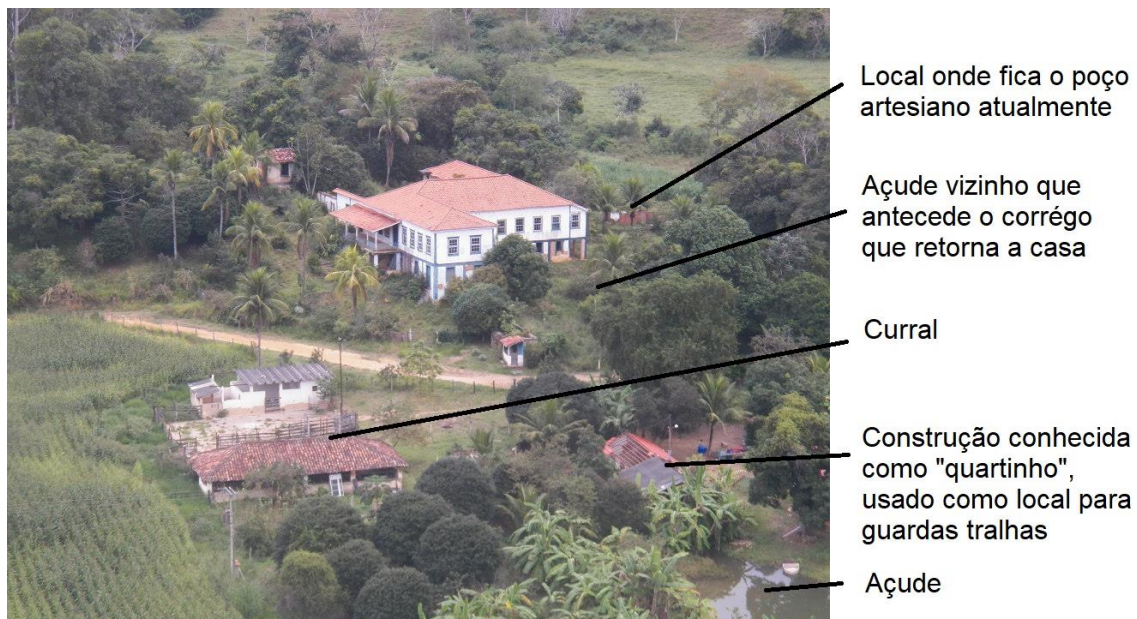


Figura 20 - Vista traseira da chácara

Fonte: Autor (2018)



Figura 21 - Vista traseira da chácara

Fonte: Autor (2018)

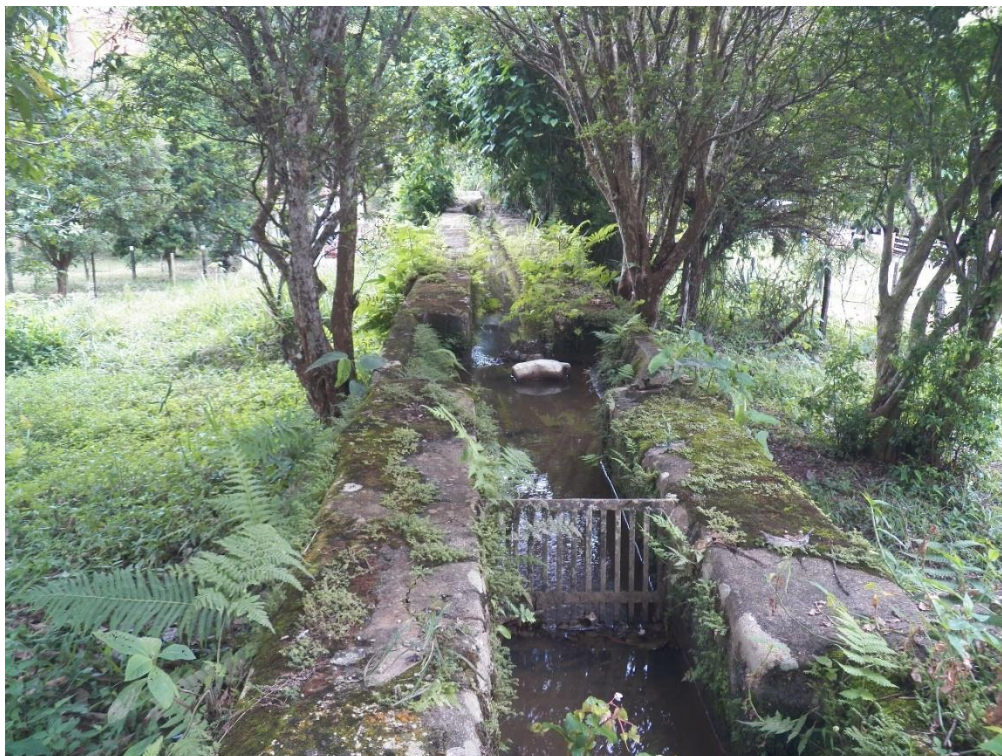


Figura 22 - Caminho do córrego pouco antes de ser encanado

Fonte: Autor (2018)

Em função da diversidade de ocorrências na chácara, objeto deste trabalho, como apresentado nas figuras 18, 19, 20 e 21, foi necessária a pesquisa bibliográfica de diversos temas, como abastecimento de água, tratamento de esgoto, técnicas alternativas de drenagem e intervenções em áreas de proteção permanente, de modo que fossem propostas as alternativas mais adequadas para a gestão da mesma. Para tal feitas pesquisas em artigos acadêmicos e livros para adquirir base sobre o assunto tratado.

Para melhorar a qualidade da água do açude será realizado um estudo da área de influência disponível, dimensionando o reservatório para armazenagem a longo prazo levando em consideração o fluxo do córrego ao qual é abastecido e o rio que será alimentado pelo excesso d'água. Será feito um levantamento de medidas para evitar a poluição difusa oriunda da lavagem do terreno pela chuva, que carrega os resíduos gerados pelos animais.

Para respeitar o espaço necessário à construção a fim de não interferir com o rio e os córregos foram estudadas as normas de área de preservação permanente (APPs), respeitando a necessidade, se houver, de relocação.

Para se utilizar água potável, utilizado apenas na casa, será analisado projetos de abastecimento, como utilização de caminhões pipa, uso da água de chuva ou a utilização das águas subterrâneas, uma vez que se utiliza o poço artesiano vizinho para essa função.

Para evitar o desperdício da água artesiana, é dado a importância de um aproveitamento do recurso natural da chuva. Logo, pensando na sustentabilidade e visando uma saída para a diminuição do desperdício, será feita a avaliação da viabilidade técnica- financeira do aproveitamento da água da chuva

Para minimizar os lançamentos de matéria orgânica no córrego da região, será proposto um esquema de tratamento de esgoto primário para os dejetos da casa. Será avaliado o processo de aproveitamento dos dejetos do curral, que hoje são aplicados como adubo para plantação. O rejeito do curral poderá ser utilizado também na operação da fossa biodigestor.

O curral é limpo, por mão de obra humana com pá, e os dejetos são utilizados como esterco. Porém, por ser usado apenas a pá, a limpeza não é total, resultando em alguns dejetos dos animais próximo de onde eles utilizam a água para beber. E essa água escoar pelo curral e depois segue ao açude. Então, um tratamento adequado para esse tipo de água será esquematizado.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 A Chácara

Como exposto no capítulo anterior, será feito um estudo para avaliar qual a melhor solução para obter água potável, uma reforma para melhor locação da barragem com interesse em utilizar a água para irrigação e utilização de limpeza não-potável e a obtenção da água de chuva através do telhado de uma casa que será levado em consideração. Será avaliado também a destinação adequada do esgoto gerado pelas casas e os resíduos gerados no curral e galinheiro.

O local não recebe água tratada pelo governo, além de não possuir um abastecimento local, pois utiliza-se um poço da fazenda vizinha como fonte de abastecimento potável, como apresentado na figura 23. Com isso, uma das ideias é um projeto para a construção de um novo poço artesiano através de estudo do poço já existente para elaboração de dados que comprovem se a água é saudável para utilização.



Figura 23 - Bomba que retira água subterrânea

Fonte: Autor (2018)

O curral, o galinheiro e as casas são alimentadas pelo córrego antes de chegar à barragem atual (açude) seguindo o fluxo, então, para o rio. Para não haver essa contaminação, mostrado na figura 24 e 25, de dejetos provenientes do gado, das galinhas e do homem, a relocação pode se tornar essencial para não afetar a qualidade do rio.

Como mencionado, o curral é limpo por meio de pá e os dejetos são utilizados como esterco, no entanto, o local usado para ordenhar é lavado através da utilização de uma bomba que se utiliza da água armazenada em uma caixa d'água que se utiliza da água do córrego.

Água proveniente
do córrego para o
gado



Figura 24 - Curral
Fonte: Autor (2018)



Figura 25 - Caminho da água do córrego para o açude

Fonte: Autor (2018)

Além de não haver tratamento de água, também não há tratamento de esgoto, uma vez que os dejetos da cozinha são despejados no açude e o esgoto do banheiro vai diretamente para o rio, além de receber parte dos dejetos do curral. Em função disso, é necessário a implantação de um tratamento de esgoto, mais precisamente uma construção de fossa séptica.

4.2 Aplicação da legislação ambiental

A chácara não possui o Cadastro Ambiental Rural, mas possui o contrato de Reserva Legal, além do levantamento topográfico atualizado.

Para avaliar a necessidade de outorga foi necessário o cálculo da vazão do poço. Para o cálculo desta vazão foi feito uma cronometragem com o enchimento da atual caixa d'água que é utilizada. A caixa tem reservatório de 1000 litros e o enchimento total da caixa foi feita em 25 minutos e 25,14 segundos.

Então:

$$\text{Vazão (l/s)} = \text{Volume (l)} / \text{tempo (s)}$$

$$\text{Volume} = 1000 \text{ l}$$

$$\text{Tempo} = 25\text{min } 25,14\text{s} = 1525,14 \text{ s}$$

$$\text{Vazão} = 1000 / 1525,14 \sim 0,65 \text{ l/s}$$

Em estudos realizados no local, em utilizações normais, o volume de 1000 litros captados dura de 3 dias, quando os donos da casa estão no local, a 5 dias, com só a utilização do empregado. Com isso, a chácara se enquadra ao Uso Insignificante em utilização de captações subterrâneas por possuir vazão menor que 1 l/s e volume menor que 10 m³/dia.

Em épocas festivas, uma utilização anormal, a quantidade de utilização da água aumenta, acarretando a retirada maior do poço artesiano. Além do mais, quando se utiliza a máquina de lavar, o aumento também ocorre. Nas épocas festivas, a caixa d'água é enchida de 2 a 3 vezes no fim de semana em uso e, na utilização da máquina de lavar, 2 vezes referente ao uso – sempre nos fins de semana que os donos vão à chácara.

Então, para uso de cálculo, a capacidade será de 3 vezes do valor normal. E como a retirada são de modos independentes, a vazão não muda.

Para a capacidade:

$$\text{Volume} = 3 \times \text{volume da caixa d'água}$$

$$\text{Volume} = 3 \times 1000 \text{ L} = 3000 \text{ L em 3 dias, ou seja, } 1000 \text{ L/dia ou } 1 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Com isso, mesmo em dias anormais, a chácara ainda se enquadra ao Uso Insignificante pelo acúmulo ser menor que 10m³/dia e vazão menor que 1 l/s.

A lei nacional nº 12.651, de 25 de maio de 2012, capítulo II, seção I, art. 4º, parágrafo 4º diz que áreas de acumulação natural ou artificial – açude, figura 26 – inferior a 1 hectare, torna a faixa de proteção dispensada. Além do mais, a casa se encontra a 11,7 metros do córrego e a 40,2 metros em relação ao rio de 5 metros de largura, respeitando a norma.



Figura 26 - Reservatório de retenção, açude

Fonte: Autor (2018)

Entretanto, a construção não cumpre rigorosamente com as APPs, onde uma das construções – casa amarela, figura 27 – está a 4,10 metros de um córrego de 2,7 metros de largura, como pode ser visto na figura 28. E o gado tem total acesso ao rio, invadindo APPs, para locomover do curral até a área destinada a ele, além de utilizar o rio para consumo e travessia.



Figura 27 - Construções (casas) da chácara

Fonte: Autor (2018)

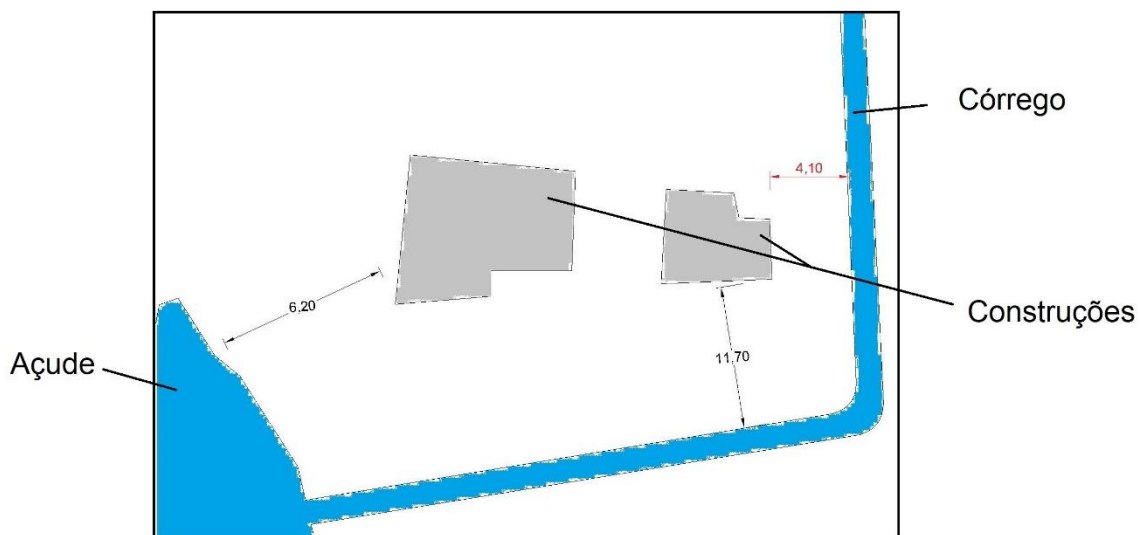


Figura 28 – Distâncias das construções ao córrego

Fonte: Autor (2018)

Como ideia de que a chácara cumpra totalmente com a lei, as casas serão demolidas e, então, construída uma nova casa, como modelo a figura 29. A nova construção terá 12x8 metros e afastamentos de 12 e 15 metros do córrego que contorna a casa para chegar ao açude. A fim de não desperdiçar as telhas, elas serão reaproveitadas e usadas para a captação da água.

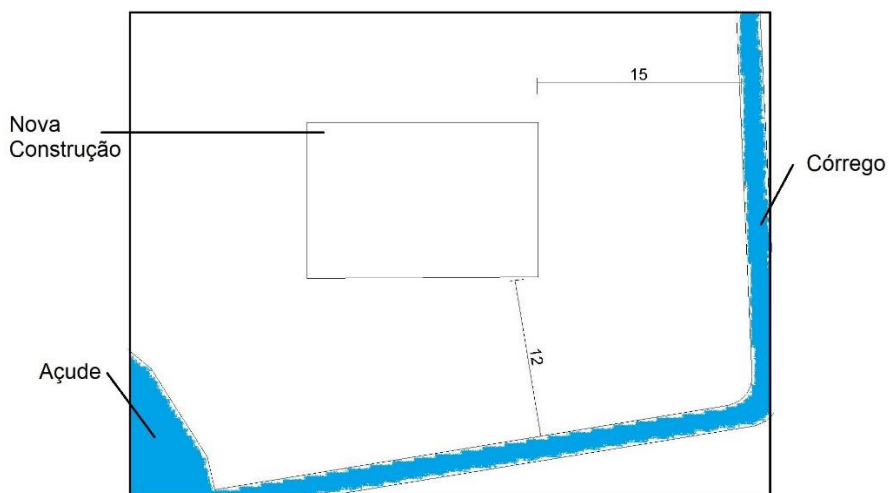


Figura 29 - Projeto para nova construção

Fonte: Autor (2018)

4.3 Abastecimento de água

No local, não há permanência de moradores com frequência, uma vez que um empregado não dorme no local, com trabalho de 6 às 14 horas, e os donos visitam o local em quinzenas com duração de 3 dias. Por isso, o consumo diário não é levado em consideração.

Outra alternativa para o abastecimento local é o abastecimento feito por caminhões pipa, mas o caminho não facilita a passagem de caminhões por conter uma ponte, próxima à chácara, que houve recalque afetando o estado da mesma, mostrado na figura 30.



Figura 30 - Ponte próxima à chácara

Fonte: Autor (2018)

Então, como já se utiliza do abastecimento das águas subterrâneas e com finalidade de ser independente da disponibilidade do poço vizinho, a construção do mesmo no próprio terreno é essencial. Com isso, será cadastrado ao uso insignificante. Os canos e a bomba, visto na figura 23 no item 4.1, serão reutilizados, pois os mesmos foram recentemente trocados. E o serviço de furação do poço de 30 metros é de R\$ 7800,00, de acordo com Embrapoços.

O reservatório de 1000 litros, atualmente em uso, é suficiente para a estadia, de sexta a domingo, dos donos, que se utiliza meios potáveis e não potáveis, e dois dias de trabalho do empregado, sábado e domingo, que usa

para consumo e necessidades, como mencionado no item 4.2, em que foi feito o levantamento de água consumida para definir a outorga.

Para desinfecção da água será implantado o modelo Embrapa de clorador de pastilhas. Os materiais necessários são²:

- 3 registros de esfera de 3/4"
- 2 têes soldáveis de PVC de 3/4"
- 2 conexões de PVC do tipo "curva" de 3/4"
- 1 clorador de PVC
- Cano PVC de 3/4" com 60 cm
- Cola PVC
- Lixa
- Pastilha de cloro para piscina, sem algicida
- Serra de mão
- Adaptador de rosca de 3/4"
- Fita veda rosca

A utilização desse modelo é posto antes da água chegar à caixa d'água. A tabela 2 mostra os preços dos materiais cotados na empresa Casa Mattos:

² De acordo com Otenio et. al. (2014)

Tabela 2 - Orçamento para clorador de pastilhas

Produto	Tamanho	Quantidade	Preço unitário	Preço
Registro de esfera	3/4"	3	R\$ 47,80	R\$ 143,40
T soldável PVC	3/4"	2	R\$ 0,93	R\$ 1,86
Conexão PVC tipo curva	3/4"	2	R\$ 0,56	R\$ 1,12
Clorador PVC	-	1	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Cano PVC	3/4"	1*	R\$ 17,43	R\$ 17,43
Cola PVC	175g	1	R\$ 17,47	R\$ 17,47
Lixa	-	1	R\$ 0,85	R\$ 0,85
Pastilha de cloro de piscina	200 g	1**	R\$ 128,90	R\$ 128,90
Adaptador de rosca	3/4"	1	R\$ 0,86	R\$ 0,86
Fita veda rosca	25 m	1	R\$ 8,42	R\$ 8,42
Preço Total:				R\$ 320,31

*Cano com medição de 6 metros

**Embalagem com 25 unidades

Fonte: Autor (2018)

Além do clorador, será utilizado um filtro de barro, já existente no local, figura 31, não havendo alteração e custos, para solução de abastecimento de água, uma vez que não há complicação com o atual modelo de uso potável da água.



Figura 31 - Filtro de barro

Fonte: Autor (2018)

4.4 Técnicas alternativas de drenagem

Uma das propostas originais deste trabalho era o reuso da água da chuva. Porém, a medida que foram sendo feitos os levantamentos bibliográficos pertinentes ao assunto, verificou-se que a utilização das águas subterrâneas para a área em questão seria suficiente para o abastecimento da casa, tanto a água potável quanto a não potável.

Deste modo, o reuso da água de chuva na residência não será utilizada, pois, além do poço suprir a chácara quanto ao abastecimento de água, seria necessária a construção de cisterna, gerando um gasto em excesso. A água de chuva que cai sobre o telhado será destinada para o açude, que funcionará como reservatório de retenção, diminuindo os custos na melhoria do sistema de drenagem. Além do mais, a utilização se torna irrelevante pois seu reuso, como limpeza e utilização em vaso sanitário, seria usado apenas quando os donos fossem ao local deixando a água pluvial parada sem utilidade.

Com o conceito de usar essas águas, um modelo de trincheiras de infiltração para ajudar em lençóis freáticos foi pensado. Todavia, como a nova construção se encontra bem próximo ao açude, esse exerce a função de

alimentar, além do rio, o lençol freático. A racionalização do uso da água, relativo a drenagem, será desenvolvido somente como o açude funcionando como reservatório de retenção.

Para a coleta das águas, os materiais necessários são:

- Calha, em PVC
- Suporte de fixação para calhas
- Bocal terminal
- Abraçadeira
- Curvas
- Emendas
- Silicone veda calha
- Condutor
- Parafusos
- Bucha

Para que não transfira matérias pesados, como folhas e areias mais grossas, parte do modelo de trincheiras, valeras com utilização de britas, como a parte superficial na figura 10, item 2.7.3, será usado na horizontal para tal uso. Essa remoção grosseira irá contribuir para a redução da poluição difusa.

A tabela 3 mostra os preços para a construção de calhas com valores cotados pela Casa Mattos:

Tabela 3 - Orçamento de calha

Produto	Tamanho	Quantidade	Preço unitário	Preço
Calha PVC	125 mm	14*	R\$ 150,06	R\$ 2.100,84
Suporte para fixação	-	80	R\$ 5,44	R\$ 435,20
Bocal teminal	-	2	R\$ 15,34	R\$ 30,68
Abraçadeira	75 mm	12	R\$ 4,07	R\$ 48,84
Curva de 45°	75 mm	2	R\$ 6,25	R\$ 12,50
Junção 45°	75 mm	1	R\$ 12,90	R\$ 12,90
Emenda	-	2	R\$ 8,28	R\$ 16,56
Silicone para vedação	-	1**	R\$ 34,72	R\$ 34,72
Condutor	75 mm	3***	R\$ 54,60	R\$ 163,80
Bucha com parafuso	-	1****	R\$ 31,63	R\$ 31,63
Preço Total:				R\$ 2.887,67

*Calha com medição de 3 metros

**Kit aplicador + silicone

***Condutor com medição de 6 metros

****Kit com 100 unidades

Fonte: Autor (2018)

A construção da trincheira horizontal será utilizada pedras existentes no locais e não será cimentado, apenas utilizando um buraco no chão onde essas pedras serão colocadas próximo ao açude.

4.5 Represa de água para irrigação

O açude não existia, sendo feito após a compra do terreno e utilizando apenas uma draga para o cavar o buraco. Os córregos não foram alterados seus cursos, sendo colocado um cano acima do nível da saída para o rio já existente para aumentar o volume da barragem. O açude foi construído como criação de peixes, mas, atualmente, encontra-se parado.

Para a regularização da mesma, é necessário regularizar a Outorga. Conforme a orientação, no item 2.7.2, para a regularização é necessária a verificação da vazão mínima. O Q7,10 utilizado é relacionado ao rio Paraíba do Sul, altura de Além Paraíba por ser o destino final do rio que se encontra na chácara, visto na figura 32.

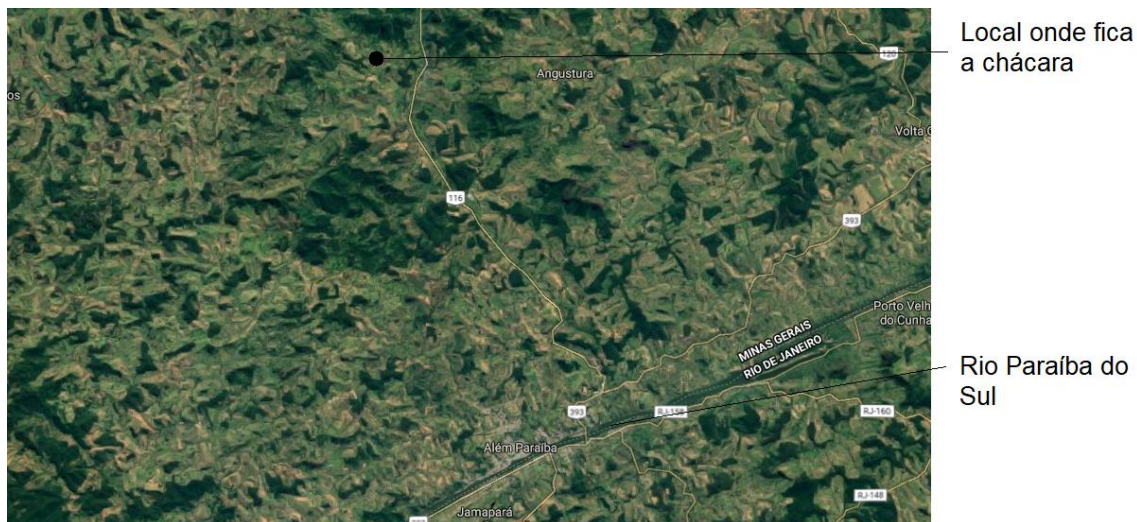


Figura 32 - Situação da chácara em relação ao rio Paraíba do Sul

Fonte: Google Maps (2018)

De acordo com anexo 2, na altura de Além Paraíba o $Q_{7,10}$ é de, aproximadamente, $125 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$\text{Vazão}_{\min} = 30\% \text{ do } Q_{7,10} = 0,3 \times 125 = 37,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

A vazão de entrada da água, sobre o açude, é de:

$$\text{Vazão}_T (\text{l/s}) = \text{Vazão}_1 (\text{l/s}) + \text{Vazão}_2 (\text{l/s}) + \text{Vazão}_3 (\text{l/s})$$

$$\text{Vazão}_T = \text{vazão total}$$

Vazão_1 = vazão referente abastecimento direto do córrego por meio de encanamento

Vazão_2 = vazão referente abastecimento direto do córrego aberto

Vazão_3 = vazão referente ao abastecimento proveniente do curral

$$\text{Vazão}_1 (\text{l/s}) = \text{Volume (l)} / \text{tempo (s)}$$

$$\text{Volume} = 2 \text{ litros}$$

$$\text{Tempo} = 1,83 \text{ segundos}$$

$$\text{Vazão}_1 = 2 / 1,83 \sim 1,09 \text{ l/s}$$

Vazão₂ (l/s)

Volume = 2 litros

Tempo = 4,63 segundos

Vazão₂ = 2 / 4,63 ~ 0,43 l/s

Vazão₃ (l/s)

Volume = 1,5 litros

Tempo = 2,64 segundos

Vazão₃ = 1,5 / 2,64 ~ 0,57 l/s

Vazão_T (l/s) = 1,09 + 0,43 + 0,57 = 2,09 l/s

Com isso, Vazão_T < Vazão_{min}, provando a autorização da outorga. Seu custo é de R\$ 957,31.

Em relação à irrigação, a vazão máxima de injetores venturi é de 2000 l/h, como visto no item 2.4

Vazão_{irrigação} = 2000 l/h = 2000 (L) / 3600 (s) ~ 0,55 l/s

Comprovando, assim, que o açude é possível de instalar um sistema de irrigação.

4.6 Resíduos da chácara

Como mencionado, a chácara não possui tratamento de esgoto. Para isso, a fim de não afetar o açude, uma caixa de gordura e uma fossa séptica serão implementadas e, essa, utilizada como adubo para plantação.

O modelo de caixa de gordura da Tigre, descrito anteriormente e mostrado na figura 16, item 2.9, serve para impedir a gordura de ir para o esgoto, desde que seja feita a limpeza necessária. Como a louça é de baixa gordura, limpando apenas 1 prato em dias úteis, com o empregado, e mais utilizado nos finais de

semana que os donos vão para a chácara, 2 vezes no mês, a limpeza da caixa se torna menos recorrente.

Para ajudar a caixa de gordura, uma válvula de escoamento – peneira – se torna essencial para diminuir o acumulo no mesmo. Como já existe, não é necessário a compra.

Como o modelo da Embrapa necessita de água e esterco fresco, o local possui, além do necessário, os dois nutrientes. Também, o mesmo é de fácil aplicação e de baixo custo, usando 3 caixas d'água de 1000 litros. Ele ficará localizado a esquerda, em relação à vista frontal do terreno, como visto da figura 33, respeitando as APPs.

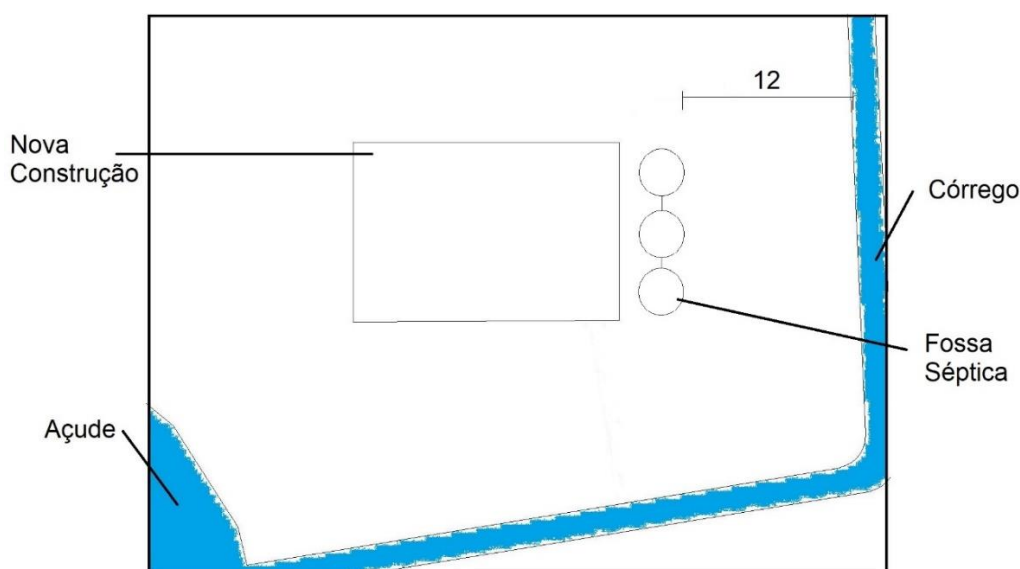


Figura 33 - Local da fossa séptica

Fonte: Autor (2018)

Os materiais necessários para a construção da fossa biodigestora são³:

- 2 curvas longas de PVC de 90° e 100mm de diâmetro
- 1 flange de PVC soldável de 50mm
- 3 caixas d'água de plástico de 1000 litros novas ou usadas
- 1 válvula de retenção de 100mm de diâmetro
- 2 têes (T) de inspeção de 100mm de diâmetro
- 2 pedaços de cano de ¾ de polegada de 30 cm

³ De acordo com Otenio et. al., 2014

- 1 pedaço de cano de 50 mm (para a terceira caixa)
- 5 pedaços de cano de 30 cm de tubos de PVC de 100 mm
- 1 registro de esfera de 50 mm
- 1 frasco de silicone para vedação de 500 ml
- 2 flanges de PVC soldáveis de 25 mm
- Furadeira e serras-copo
- 9 câmaras de ar de bicicleta, moto ou carro usadas
- 1 tubo de cola de PVC de 200 ml
- 9 pedaços de arame galvanizado de 15 cm
- 2 tampões de PVC de 25 mm

A tabela 4 mostra o preço de uma caixa de gordura e a fossa biodigestor feito com valores de materiais cotados na da empresa Casa Mattos:

Tabela 4 - Orçamento de uma fossa biodigestor

Produto	Tamanho	Quantidade	Preço unitário	Preço
Caixa de gordura	100 mm	1	R\$ 247,45	R\$ 247,45
Curva PVC 90°	100 mm	2	R\$ 38,13	R\$ 76,26
Flange PVC soldável	50 mm	1	R\$ 19,70	R\$ 19,70
Caixa d'água	1000 l	2*	R\$ 259,90**	R\$ 519,80
Válvula de retenção	100 mm	1	R\$ 98,90	R\$ 98,90
Cano	3/4"	***	-	-
Cano	50 mm	1****	R\$ 35,00	R\$ 35,00
Cano PVC	100 mm	1****	R\$ 55,83	R\$ 55,83
Registro de esfera	50 mm	1	R\$ 55,90	R\$ 55,90
Frasco de silicone	270 ml	2	R\$ 20,99	R\$ 41,98
Flange PVC Soldável	25 mm	2	R\$ 8,09	R\$ 16,18
Tubo de cola de PVC	175 g	1	R\$ 17,47	R\$ 17,47
Arame galvanizado	25 m	1	R\$ 17,20	R\$ 17,20
Tampão PVC	25 mm	2	R\$ 1,03	R\$ 2,06
Preço Total:				R\$ 1.203,73

*A chácara já possui uma caixa d'água não utilizada

**Valor baseado em desconto

***Utilização da sobra do cano de 3/4" do clorador de pastilhas

****Cano com medição de 6 metros

Fonte: Autor (2018)

4.7 Adequações e propostas

Afim de não necessitar mais do apoio sobre o poço vizinho, uma empresa foi consultada para a construção no próprio terreno e um estudo para o cadastro em uso insignificante e mudanças da construção foram apresentadas a fim de cumpri perante a lei, itens 4.2 e 4.3

Para o consumo, um orçamento para a construção de clorador de pastilhas foi apresentado, item 4.3. E orçamento de calhas, em relação ao modelo da nova construção, para o aproveitamento da água de chuva também foi descrito, item 4.4.

Foi necessário o cálculo da vazão sobre o açude foi feito para a regularização do açude, além de comprovar que a água pode ser usada para irrigação, item 4.5.

E pensando ecologicamente, um modelo de fossa biodigestor foi proposto, assim como a listagem de produtos e os valores para a construção, item 4.6

O orçamento final, desconsiderando o valor da construção de uma casa, é de:

Tabela 5 - Orçamento Final

Furação do poço	R\$ 7.800,00
Outorga para barragem	R\$ 975,31
Clorador de pastilhas	R\$ 320,31
Calha	R\$ 2.887,67
Fossa biodegestor	R\$ 1.203,73
Total:	R\$ 13.187,02

Fonte: Autor (2018)

Para legalizar a chácara, o valor base é de R\$ 15 mil, se for considerar a construção de uma casa com R\$ 700/m² - o valor mínimo da casa seria R\$ 67.200,00, o valor mínimo torna-se R\$ 82,2 mil, o que implica em ser um valor de bom orçamento para que o terreno respeite a norma tornando-se um exemplo para fazendas vizinhas a fim de legalizar e minimizar os poluentes sobre o rio.

Como o valor do imóvel foi de R\$ 215 mil, o orçamento gerando é considerado bom, com 40% do valor do terreno comprado há 2 anos, tornando um atrativo para que o projeto seja feito. Além de inibir problemas futuros que podem atrapalhar o trabalho com o gado, as plantações e moradia. E, ainda, continua utilizando-se dos córregos, açude e rio sem alterações bruscas.

Ademais, a limpeza perante o consumo potável dificulta anomalias que podem prejudicar a saúde humana. Assim como a fossa biodigestor que não afeta o meio ambiente e ajudando com adubo para a plantação.

Todavia, apesar de ser um custo médio-baixo, os donos ainda não quitaram a dívida sobre a chácara. Faltando R\$ 50 mil, todo o custo para o valor base pode pesar sobre o bolso dos inquilinos dificultando a vida financeira para os mesmos.

Por isso, após a dívida ser quitada, o projeto é de grande eficácia ao levar importância do terreno futuramente, com a legislação em dia, podendo gerar benefícios que aumentam o valor do terreno, mesmo sendo posto para venda ou não. E a necessidade de o projeto sair do papel pode criar dúvidas ao dono, caso pense apenas no gasto, porém, se for explicado da forma correta e assegurar que os benefícios que aparecerão ao tempo, o mesmo verá as vantagens para pôr o projeto em prática.

5 Considerações finais

Inicialmente, o projeto tinha como finalidade estudar caso de reuso da água de chuva, contudo, com estudos feitos sobre o local, foi constatado que o reuso seria irrelevante pois a propriedade contém água em abundância, mesmo em épocas de secas. Por isso, o estudo abrangeu problemas que o terreno enfrenta, em termos legais.

E para esses estudos, foi consultado profissionais e estudantes para um melhor entendimento sobre as leis e projetos ambientais. Com isso, é provado que a área de engenharia civil, por si só, não era possível de realizar este projeto, contado com ajudas para identificar e melhorar erros que podem prejudicar os donos do terreno e combinando conhecimentos para um equilíbrio ambiental focando no menor agravamento sobre a natureza e investindo em sabedorias sobre leis que o engenheiro civil não domina.

Ao ser aplicado o este projeto sobre a chácara, ela torna-se mais valorizada, até financeiramente, demonstrando que é importante o cuidado com a água e simples de construir meios de tratamentos alternativos, baratos e eficazes, de água e esgoto.

Através de hidroalfabetização e hidrossensibilização, um conhecimento a mais para os moradores ajuda-os a entender a importância da água e a propagar essa importância e incentivar um cuidado maior do recurso natural do planeta. Além de aprimorar conhecimentos benéficos como o cuidado com preservação ambiental deixando de ser uma obrigação e tornando um estímulo.

Em vista disso, um atrativo e estímulo para as fazendas vizinhas, como os modelos propostos de abastecimento de água e tratamento de esgoto, mostra a facilidade e o custo baixo de estar correto perante a lei incentivando fazendas vizinhas a também estarem certas.

Além de tudo, ao final de leitura do projeto, foi detectado que faltam pequenos ajustes que não foram listados no presente trabalho, como o controle de águas diante o curso da água sobre o curral, mencionado no item 4.1, e o controle do gado sobre as APPs. Então, a avaliação e as mudanças serão feitas em conjunto às propostas feitas neste trabalho.

Referências

ANA, Agência Nacional de Águas. **Outorga e fiscalização**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/outorga-e-fiscalizacao>>.

Acesso em: 9 de dezembro de 2018.

AGEVAP. **Estudo de cenário e balanços hídrico: produto B**. Volume1. Revisão 2. Plano integrado de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de ação de recursos hídricos das bacias afluentes. 2016. 239 p.

BRANCO, Samuel Murgel. **Água: origem, uso e preservação**. 2. ed.: Moderna. 2010. 96 p.

BRAGA, Marcos Brandão. **Sistema de produção de melão: Irrigação**. EMBRAPA. 2010. Embrapa Semiárido. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelao/irrigacao.html>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Brasília, DF, maio 2012.

CAMPOS, Guilherme Antonio. **Estudo da viabilidade econômica do aproveitamento da água pluvial em uma residência**. 2017. 80f. Trabalho de conclusão de curso - Faculdade de Ensino Doctum, Juiz de Fora, 2017.

CASA MATTOS, 2018.

CAVALCANTE, Kellison Lima; DEON, Magnus Dall'Igna; SILVA, Héliida Karla Philippini da. **Avaliação dos efluentes das estações de tratamento de esgoto doméstico de Petrolina-PE para reuso na agricultura irrigada**. 2015. 5f. Artigo – UNIVASF, Petrolina, 2015.

EMBRAPOÇOS, 2018.

FEITOSA, Hernandes Oliveira; SILVA, João Alvino Sampaio; SILVA, Kariny Vasques; SANTOS, Raquel Vieira. **Qualidade de vida das pessoas na zona rural da Nova Betânia de Farias Brito-CE**. 2015. 20f. Artigo – Universidade do Contestado, UnC, Mafra, Santa Catarina, 2015.

GASPERI, Renata de Lima Pereira de. **Caracterização de resíduos de caixas de gordura e avaliação da flotação como alternativa para o pré-tratamento**. 2012. 97f. Dissertação – Escola de engenharia de São Carlos, São Carlos, 2012.

GOOGLE MAPS, 2018.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão de Água. **Custo de Outorga**. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=570&Itemid=305>. Acesso em: 9 de novembro de 2018.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão de Água. **Manual Técnico e Administrativo da outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte. 2010. 113 p.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão de Água. **Outorga**. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/regulacao-de-uso-da-agua/outorga>>. Acesso em: 11 de novembro de 2018.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão de Água. **Uso Insignificante**. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/cadastro-de-uso-insignificante-de-recurso-hidrico>>. Acesso em: 11 de novembro de 2018.

IGLESIAS, Simone; GAMARSKI, Rachel. **23% das cidades brasileiras sofreram com falta d'água em 2017**. Exame, 2018. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/brasil/23-das-cidades-brasileiras-sofreram-com-falta-dagua-em-2017/>>. Acesso em: 9 de dezembro de 2018.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VERÓL, Aline Pires; REZENDE, Osvaldo Moura. **Drenagem urbana: Do projeto tradicional à sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Campus. 2016. 366 p.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa CERH/MG nº 36, de 23 de dezembro de 2010. **Padroniza a utilização dos nomes, siglas e códigos das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG, dez 2010.

MINAS GERAIS. Portaria IGAM nº49, de 01 de julho de 2010. **Estabelece os procedimentos para a regularização do uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG, jul 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cadastro ambiental rural**. Disponível em: <<http://www.car.gov.br/#/>>. Acesso em: 22 de outubro de 2018.

NEVES, Telmo Filipe de Sousa. **O efeito relativo de WebQuests curtas e longas no estudo do tema “Importância da água para os seres vivos”: Um estudo com alunos portugueses do 5.º ano de escolaridade**. 2006. 151f. Tese de mestrado – Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2006.

OTENIO, Marcelo Henrique; SOUZA, Flaviane de Fátima Cândida de; LIGÓRIO, Pedro Paulo Lopes; FAZZA, Eduardo; SOARES, Guilherme; BERNARDO, William Fernandes; MAGALHÃES, Vanessa Maia Aguiar de. **Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor**. Embrapa. Brasília, DF. 2014.

OTENIO, Marcelo Henrique; SOUZA, Flaviane de Fátima Cândida de; LIGÓRIO, Pedro Paulo Lopes; FAZZA, Eduardo; SOARES, Guilherme; BERNARDO, William Fernandes; MAGALHÃES, Vanessa Maia Aguiar de. **Como montar e usar o clorador de pastilhas em residências rurais: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor**. Embrapa. Brasília, DF. 2014.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras. 2006. 748 p.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Água e desenvolvimento rural**. 2001. 18f. Artigo – Estudos Avançados 15 (43), São Paulo, 2001.

RODRIGUES SEGUNDO, Sérvio Túlio Linhares; LIMA FILHO, Marçal Rosas Florentino. **Estudo do potencial de captação e aproveitamento de água da chuva em prédios públicos: um projeto piloto para prédios do semiárido da paraíba**. 6f. II Workshop Internacional - UFCG, Campina Grande.

SANTOS, Franciane. **Fossa Séptica**. 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/1878001/fossa-septica>>. Acesso em: 19 de outubro de 2018.

SEM AUTOR. **Lixo jogado em nascente de água afeta meio ambiente em Itapetininga**. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/itapetininga-regiao/noticia/2014/08/lixo-jogado-em-nascente-de-agua-afeta-meio-ambiente-em-itapetininga.html>>. Acesso em: 27 de setembro de 2018.

SHAMMAS, Nazih k.; WANG, Lawrence K. **Abastecimento de água e remoção de resíduos**. 3. ed.: LTC. 2013. 751 p.

SILVA, Joana. **Fazenda em área de conservação recebe fossa séptica biodigestora**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30763253/fazenda-em-area-de-conservacao-recebe-fossa-septica-biodigestora>>. Acesso em: 24 de outubro de 2018.

SILVA, Mônica Maria Pereira da Silva; OLIVEIRA, Laryssa Abílio de; DINIZ, Célia Regina; CEBALLOS, Beatriz Susana Ovruski. **Educação ambiental para o uso sustentável de águas de cisternas em comunidades rurais da Paraíba**. 2006. 15f. Artigo – Revista de biologia e ciências da terra, 2006.

SILVA, Ricardo Stahlschmidt Pinto. **Técnicas Compensatórias: Armazenamento**. Notas de Aula. Doctum, Juiz de Fora, 2018.

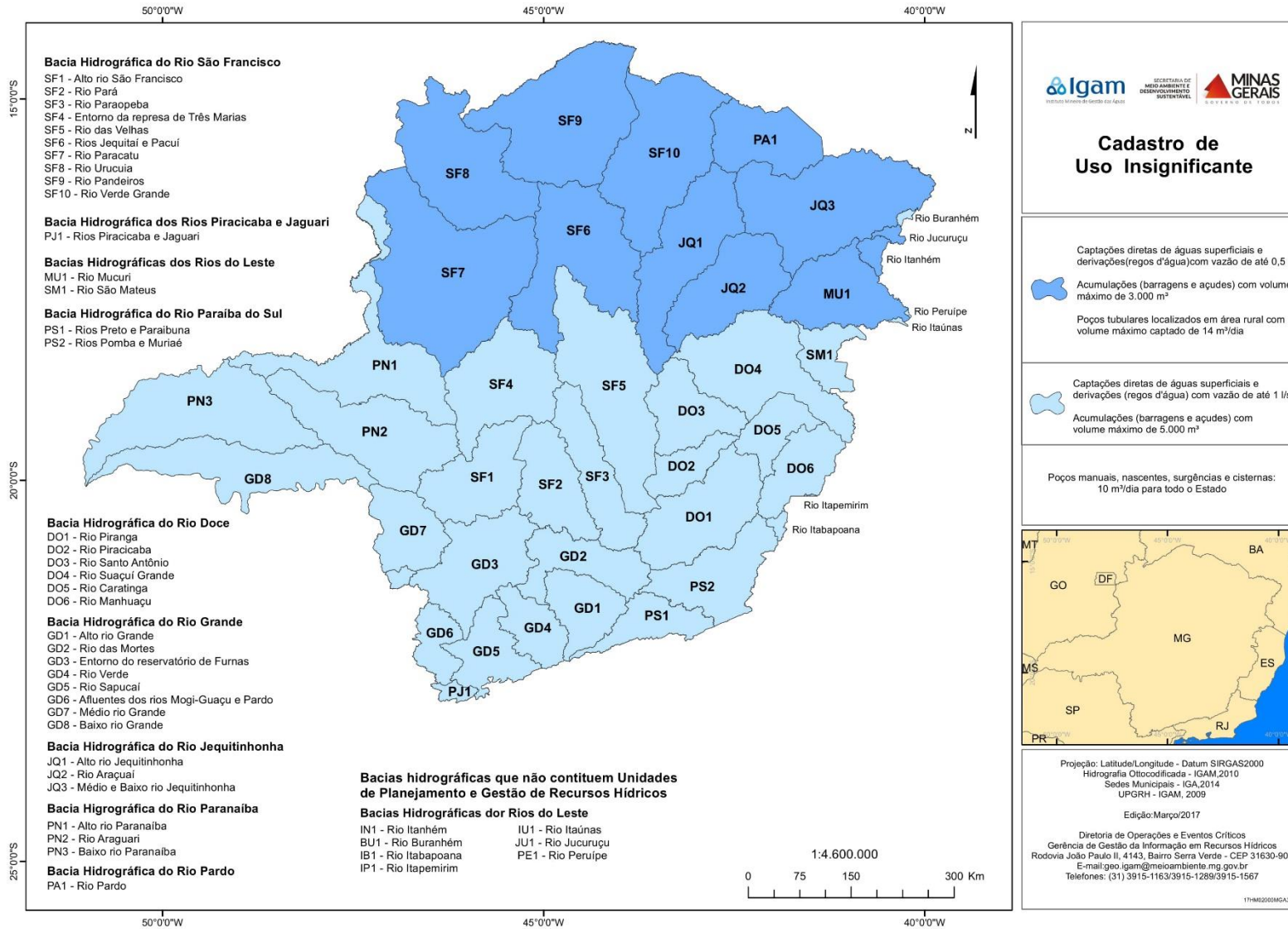
SILVA, Ricardo Stahlschmidt Pinto. **Técnicas Compensatórias: Infiltração**. Notas de Aula. Doctum, Juiz de Fora, 2018.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Volume 1. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG. 2014. 472 p.

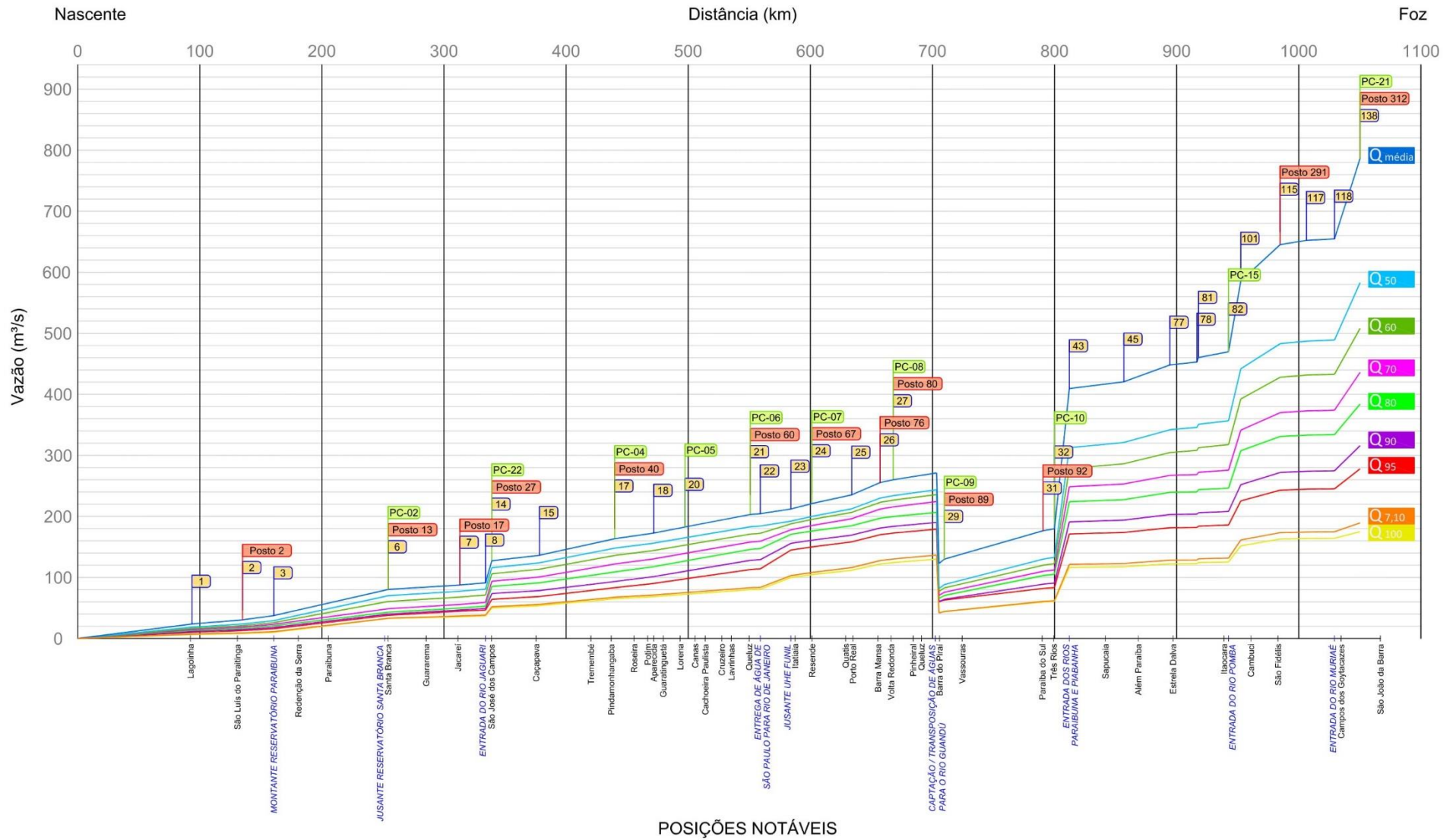
TIGRE. **Caixa de gordura tigre**. 2018. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/caixa-de-gordura-tigre>>. Acesso em: 24 de outubro de 2018.

ANEXOS

Anexo 1 – Uso Insignificante por região de acordo como Igam



Anexo 2 – Perfis de vazões de referência ao longo do eixo principal do rio Paraíba do Sul



Anexo 3 – Análise e relevância da qualidade dos Efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto (EETE) de Petrolina - PE

Quadro 1. Métodos para análise química do efluente

Variáveis	Determinação	Referências
CE e pH	Potenciometria	
ST	Gravimetria, com as amostras submetidas a evaporação e secagem	
DQO	Espectrofotometria de absorção molecular através da oxidação com $K_2Cr_2O_7$	
NTK	Kjeldahl (destilação por arraste de vapor do N presente na solução ácida)	
NH_4^+	Espectrofotometria de absorção molecular através do método do indofenol, com solução de nitruprussiato-fenol	American Public Health Association (2012)
NO_3^-	Espectrofotometria de absorção atômica através da leitura em UV	
NO_2^-	Espectrofotometria de absorção molecular através da reação com sulfanilamida e dicloreto de N-1(1-Naftil)-etilenodiamina	
Cl ⁻	Volumetria por titulação com solução de $AgNO_3$	
P	Extrator Mehlich 1 e espectrofotometria de absorção molecular por meio da leitura de complexo fosfomolibdico	
K^+ e Na^+	Espectrofotometria de emissão em chama	
Ca^{2+} , Mg^{2+} e S	Extrator KCl 1 e espectrofotometria de absorção atômica após reação com solução de La_2O_3	Silva (2009)
B, Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} e Zn^{2+}	Extrator Mehlich 1 e medição direta por espectrofotometria de absorção atômica em chama	

Fonte: elaborado pelo autor de acordo com American Public Health Association (2012) e Silva (2009).

Tabela 1. Características químicas dos efluentes das estações de tratamento de esgoto de Petrolina-PE (média \pm desvio padrão)

Característica	Estações de tratamento de esgoto			
	Manoel dos Arroz (MA)	João de Deus (JD)	Rio Corrente (RC)	Cohab VI (C6)
	------(mg.L ⁻¹)-----			
P	30,9 \pm 0,07	33,1 \pm 0,06	17,7 \pm 0,06	29,6 \pm 0,07
K ⁺	30,0 \pm 0,27	56,0 \pm 0,67	20,7 \pm 0,26	27,3 \pm 1,47
Ca ²⁺	263,6 \pm 0,22	185,5 \pm 0,08	150,0 \pm 0,00	173,6 \pm 0,08
Mg ²⁺	155,5 \pm 0,08	112,7 \pm 0,02	100,0 \pm 0,01	87,3 \pm 0,02
S	262,7 \pm 0,07	271,8 \pm 0,07	250,0 \pm 0,01	210,0 \pm 0,06
B	1,05 \pm 0,06	1,25 \pm 0,27	0,80 \pm 0,10	1,03 \pm 0,18
Cu ²⁺	0,58 \pm 0,04	0,59 \pm 0,05	0,40 \pm 0,20	0,52 \pm 0,10
Fe ²⁺	7,87 \pm 3,29	5,60 \pm 1,89	5,67 \pm 3,11	5,36 \pm 1,37
Mn ²⁺	5,70 \pm 1,60	6,60 \pm 2,04	7,23 \pm 0,11	5,87 \pm 1,64
Zn ²⁺	1,41 \pm 0,30	1,44 \pm 0,29	1,08 \pm 0,10	1,25 \pm 0,17
Na ⁺	182,17 \pm 24,12	202,52 \pm 34,03	209,42 \pm 22,62	144,72 \pm 28,12
Cl ⁻	228,03 \pm 26,37	185,05 \pm 27,10	168,40 \pm 5,91	160,08 \pm 25,49
DQO	122,18 \pm 45,75	137,46 \pm 28,48	91,59 \pm 10,28	89,34 \pm 20,24
ST	486,90 \pm 65,72	491,40 \pm 59,45	472,97 \pm 129,92	444,49 \pm 76,51
NH ₄ ⁺	0,28 \pm 0,14	0,32 \pm 0,15	0,04 \pm 0,002	0,20 \pm 0,15
NO ₂ ⁻	0,16 \pm 0,10	0,20 \pm 0,10	0,30 \pm 0,004	0,23 \pm 0,06
NO ₃ ⁻	3,79 \pm 0,73	6,66 \pm 0,95	4,11 \pm 0,18	3,85 \pm 0,28
NTK (mmol.L ⁻¹)	7,64 \pm 2,45	8,73 \pm 2,64	6,00 \pm 0,00	7,27 \pm 2,58
pH	7,26 \pm 0,28	7,31 \pm 0,28	7,01 \pm 0,06	7,27 \pm 0,24
CE (dS.m ⁻¹)	1,00 \pm 0,10	1,05 \pm 0,09	0,94 \pm 0,04	0,98 \pm 0,08
RAS (mmol.L ⁻¹)	3,68 \pm 1,06	6,01 \pm 3,30	4,63 \pm 0,67	3,31 \pm 0,75

Fonte: dados da pesquisa.

Anexo 4 – Fotos da chácara



Figura 34 - Vista frontal

Fonte: Autor (2018)

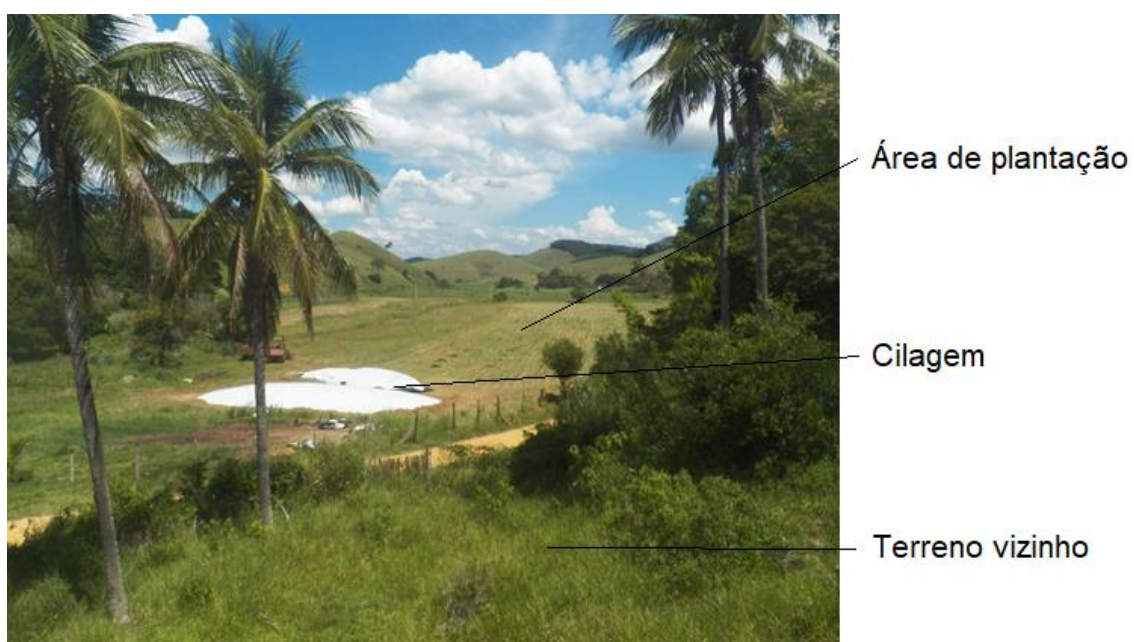


Figura 35 - Vista frontal sobre a área de plantação

Fonte: Autor (2018)



Figura 36 - Plantas frutíferas em frente às construções

Fonte: Autor (2018)



Figura 37 - Construção mais próxima do córrego

Fonte: Autor (2018)



Figura 38 - Áreas destinadas ao gado

Fonte: Autor (2018)



Figura 39 - Vista traseira

Fonte: Autor (2018)



Figura 40 - Vista traseira sobre a área de plantação

Fonte: Autor (2018)



Figura 41 - Área de preservação ambiental

Fonte: Autor (2018)

Anexo 5 – Caminho do córrego e do Rio antes de chegar à chácara



Figura 42 - Terreno vizinho

Fonte: Autor (2018)



Figura 43 - Córrego antes de chegar à chácara

Fonte: Autor (2018)



Figura 44 - Açude vizinho
Fonte: Autor (2018)



Figura 45 - Córrego criado transbordar o açude vizinho
Fonte: Autor (2018)



Figura 46 - Córrego ao lado da estrada
Fonte: Autor (2018)



Figura 47 - Rio antes de entrar no terreno
Fonte: Autor (2018)