



ANDREÍSA AZEVEDO VÍTOR

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO
DA COMUNIDADE DOS PIMENTAS,
LAVRAS – MG**

LAVRAS – MG

2015

ANDREÍSA AZEVEDO VÍTOR

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DA COMUNIDADE
DOS PIMENTAS, LAVRAS – MG**

Dissertação apresentada à Universidade
de Federal de Lavras como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Tecnologia e Inovações
Ambientais – Curso Mestrado
Profissional, área de concentração em
Gestão de Resíduos e Efluentes, para a
obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Fátima Resende Luiz Fia

Coorientador

Dr. Ronaldo Fia

LAVRAS – MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Vítor, Andreísa Azevedo.

Qualidade da água de abastecimento da Comunidade dos Pimentas, Lavras –MG / Andreísa Azevedo Vítor. – Lavras : UFLA, 2015.

105 p. : il.

Dissertação (mestrado profissional)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientadora: Fátima Resende Luiz Fia.

Bibliografia.

1. Qualidade de água. 2. Potabilidade. 3. Saneamento rural. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

ANDREÍSA AZEVEDO VÍTOR

**QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DA COMUNIDADE
DOS PIMENTAS, LAVRAS – MG**

Dissertação apresentada à Universidade de Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Inovações Ambientais – Curso Mestrado Profissional, área de concentração em Gestão de Resíduos e Efluentes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 13 de janeiro de 2015.

Dra. Maria Elisa Magri UFLA

Dra. Michelle Sampaio Paulino

Dra. Fátima Resende Luiz Fia
Orientadora

Dr. Ronaldo Fia
Coorientador

LAVRAS – MG

2015

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Engenharia (DEG), pela oportunidade concedida para realização do mestrado. Aos professores do Departamento de Engenharia e Química da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos e harmoniosa convivência.

À professora Fátima Fia pela orientação, paciência, amizade, dedicação e seus ensinamentos que foram de grande relevância para a realização deste trabalho e meu crescimento profissional.

Ao professor Ronaldo Fia, pelos conhecimentos repassados na disciplina de Tratamento e Qualidade da água, que foi de grande valia para a realização deste trabalho.

Agradeço profundamente todas as pessoas que contribuíram para realização deste trabalho. É impossível agradecer individualmente as pessoas que de alguma forma deram palavras de incentivo e torceram positivamente para a conclusão desta dissertação.

Agradeço aos meus pais, irmãos, meu esposo Juliano e toda minha família pela força e apoio incondicional. Agradeço a equipe do laboratório que me ajudou nos momentos de dúvidas durante as análises. Agradeço também a Fernanda e o Fábio que contribuíram muito durante a realização das análises. Um obrigado ao Ronan que com muita dedicação, me auxiliou na busca dos dados em relação ao sistema de ocupação do solo da região onde trabalhei. Agradeço a todos os moradores da comunidade dos Pimentas, onde fui muito bem recebida por eles, para as coletas das amostras de água.

Deixo aqui o meu muito obrigado aos professores, Maria Elisa e Michele Sampaio por comporem a banca examinadora.

Agradeço os professores coordenadores do curso Mestrado Profissional em Tecnologia e Inovações Ambientais, em especial a professora Adelir, que

sempre dedicada e motivadora apostou em todos nós, primeira turma do curso, sempre do nosso lado, incentivando e apoiando. Um obrigado especial, a todos os colegas da turma, pois além do aprendizado, colhemos novas amizades, em especial as amigas Érika e Priscila.

Finalmente, agradeço a todos, sempre dispostos a ajudar e dar novas idéias para solução dos problemas e que de alguma forma influenciaram no resultado final deste trabalho.

RESUMO

A qualidade da água é um fator de grande importância para a sociedade, pois as características de natureza física, química e microbiológica devem ser mantidas dentro de certos limites. O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos físico-químicos e microbiológicos das águas de poços subterrâneos e mananciais e relacionar a qualidade da água com o uso e ocupação do solo, bem como a caracterização do solo quanto a sua acidez, da comunidade dos Pimentas, município de Lavras. Os moradores desta comunidade utilizam águas de fontes naturais às quais nunca foram submetidas a exames laboratoriais para verificação da qualidade para uso. As amostras foram coletadas no segundo semestre de 2013 e primeiro de 2014, em diversos pontos. As variáveis avaliadas foram turbidez, pH, acidez, dureza, ferro, cor, sólidos dissolvidos e coliformes totais e termotolerantes para as cisternas, e para a lagoa e suas proximidades foram analisadas as variáveis pH, DBO, nitrato, fosfato, turbidez, sólidos totais, oxigênio dissolvido, temperatura, coliformes totais e termotolerantes. Para as cisternas, a contaminação microbiológica é o principal fator de poluição dessas águas, enquanto que as variáveis físicas e químicas satisfazem o VMP da portaria nº 2914/2011. Os fatores que contribuíram para a contaminação fecal podem estar associados a aproximação das fossas sépticas domiciliares, além do reuso de resíduos da suinocultura nas culturas agrícolas. A acidez do solo analisado resultou em uma acidez elevada, interferindo na acidificação das águas. O Índice de Qualidade de Água (IQA), baseados nos dados da coleta apresentaram valores acima dos índices estabelecidos pela Resolução 357/2011 CONAMA, não sendo indicadas para o desenvolvimento de atividades recreativas de contato primário, para irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, podendo ser destinado ao consumo humano após tratamento. Desta forma, conclui-se que os valores não estão dentro dos padrões estabelecidos pelo COPAM/CERH 01/2008, exceto o ponto 2 que apresentou valores satisfatórios. Sendo assim, faz-se necessário um monitoramento frequente da qualidade da água das cisternas e das águas superficiais da lagoa e a sua jusante. Além disso, auxiliar a comunidade sobre as ações preventivas.

Palavras-chave: Qualidade de água. Potabilidade. Saneamento rural.

ABSTRACT

Water quality is a factor of major importance for the society, given that physical, chemical and microbiological traits should be kept within certain limits. In this work, we aimed at evaluating the physical, chemical and microbiological aspects of underground wells and springs, and relate the water quality with soil use and occupation, as well as characterizing the soil regarding its acidity, at the Comunidade dos Pimentas, in the municipality of Lavras, MG, Brazil. The residents of this community use water from natural sources, which are never subjected to laboratory tests to evaluate the quality for use. The samples were collected in the second semester of 2013 and first semester of 2014, at several points. The variables evaluated were turbidity, pH, acidity, hardness, iron, color, dissolved solids and total and thermal-tolerant coliforms for the wells, and variables pH, BOD, nitrate, phosphate, turbidity, total solids, dissolved oxygen, temperature and total and thermal-tolerant coliforms for the lagoon and its vicinity. For the water from the wells, microbiological contamination was the main polluting factor, while physical and chemical variables satisfy the VMP of decree No. 2914/2011. The factors contributing to fecal contamination may be associated with the closeness of household septic tanks, in addition to the reuse of residues from swine culture in agriculture. Soil acidity analysis resulted in a high acidity, which interfered with the acidification of the water. The Water Quality Index (WQI), based on the data collected, presented values above the rates established by the CONAMA Resolution 357/2011, and is not suitable for the development of primary contact recreational activities, for the irrigation of vegetables, fruit plants and parks, gardens, sports and leisure fields, with the possibility of use for human consumption after treatment. Thus, we conclude that the values are not within the standards established by COPAM/CERH 01/2008, with the exception of section 2, which showed satisfactory values. Therefore, a frequent monitoring of the water quality from the wells and surface water of the lagoon and its downstream is necessary. In addition, this study aids the community on preventive actions.

Keywords: Water quality. Drinkability. Rural sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da área de estudos e redes hidrográficas	43
Figura 2	Mapa de uso e ocupação do solo	45
Figura 3	Localização dos pontos amostrais das cisternas	47
Figura 4	Cisterna 02	49
Figura 5	Localização dos pontos amostrais das águas superficiais	52
Figura 6	Nascente da lagoa	53
Figura 7	Saída da lagoa.....	53
Figura 8	Volume total de chuva	55
Figura 9	Mapa de uso e ocupação do solo APPs.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação da dureza da água.....	29
Tabela 2	Pesos dos parâmetros de IQA	33
Tabela 3	Descrições de IQA	34
Tabela 4	Classe de estado trófico	36
Tabela 5	Uso e ocupação do Solo.....	46
Tabela 6	Localização geográfica	48
Tabela 7	Relação entre a profundidade (m), diâmetro (m), volume (m ³) da cisterna e distância da fossa negra (m).....	49
Tabela 8	Metodologia da avaliação de cada parâmetro	50
Tabela 9	Número de amostragem, frequência e valor máximo permissível para o controle de qualidade.....	51
Tabela 10	Coordenadas geográficas para o controle de água superficial	52
Tabela 11	Metodologia da avaliação de cada variável (IQA)	54
Tabela 12	Total precipitado	55
Tabela 13	Área de Preservação Permanente	57
Tabela 14	Valores médio, máximo e mínimo de cor em mg L ⁻¹ de Pt-Co, das amostras de água das cisternas	61
Tabela 15	Valores médio, máximo e mínimo de turbidez em UNT, das amostras de água de cisternas	65
Tabela 16	Comparação entre a precipitação e a turbidez das amostras de água das cisternas	66
Tabela 17	Valores médio, máximo e mínimo de sólidos dissolvidos (mg L ⁻¹) de amostras de água das cisternas.....	68
Tabela 18	Valores médio, máximo e mínimo de pH das amostras de água das cisternas avaliadas	71

Tabela 19	Características químicas de amostras de material dos solos utilizados, retirados na camada de 0 a 20 cm de profundidade.....	74
Tabela 20	Valores médio, máximo e mínimo de dureza (mg L^{-1} de CaCO_3) das amostras de água das cisternas avaliadas.....	77
Tabela 21	Valores médio, máximo e mínimo de acidez (mg L^{-1} de CaCO_3) das amostras de água das cisternas avaliadas.....	79
Tabela 22	Valores médio, máximo e mínimo de Ferro (mg L^{-1}) das amostras de água das cisternas avaliadas.....	81
Tabela 23	Valores médio, máximo e mínimo de Coliformes termotolerantes (NMP/ 100 mL) das amostras de água das cisternas avaliadas.....	85
Tabela 24	IQA dos cinco pontos das águas superficiais e concentrações máximas permitidas pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA.....	88

LISTA DE SIGLAS

CONAM	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
MS	Ministério da Saúde
IQA	Índice de Qualidade da Água
ETEs	Estação de Tratamento de esgotos
ANA	Agencia Nacional das Águas
EPT	Elemento Potencialmente Tóxico
OD	Oxigênio Dissolvido
VMP	Valor Máximo Permissível
LVAd	Latossolo Vermelho Amarelo distrófico
APPs	Áreas de Preservação Permanente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Fonte de poluição das águas	17
2.2	Qualidade das águas	18
2.3	Parâmetros utilizados no monitoramento da qualidade das águas.....	18
2.3.1	Cor.....	19
2.3.2	Turbidez.....	20
2.3.3	Temperatura	21
2.3.4	Sólidos	21
2.3.5	Matéria orgânica.....	23
2.3.6	Oxigênio dissolvido	24
2.3.7	Nitrogênio	25
2.3.8	Fósforo	26
2.3.9	pH.....	28
2.3.10	Acidez.....	28
2.3.11	Dureza	29
2.3.12	Ferro total	30
2.3.13	Coliformes fecais ou termotolerantes	30
2.4	Índice de Qualidade de Água – IQA.....	31
2.4.1	Índice de Estado Trófico (IET).....	35
2.5	Qualidade do solo.....	36
2.6	Tratamento de água no meio rural.....	38
2.6.1	Desinfecção com produtos à base de cloro	39
2.6.2	Filtração lenta de areia	41
3	MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1	Caracterização da área do estudo	43
3.2	Análise de dados sobre o abastecimento de água na comunidade rural (Pimentas).....	46
3.3	Qualidade da água nas cisternas	47
3.4	Qualidade da água dos cursos de água superficiais	51
3.5	Precipitação no período de estudo.....	54
3.6	Análise de Fertilidade do solo.....	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1	Cor Aparente	60
4.2	Turbidez.....	62
4.3	Sólidos dissolvidos.....	67
4.4	Potencial Hidrogeniônico (pH)	69
4.5	Dureza total.....	75

4.6	Acidez.....	78
4.7	Ferro total	80
4.8	Coliformes termotolerantes	82
4.9	Determinação do Índice de Qualidade de Água da Lagoa Pimentas (Entrada e Saída) e alguns pontos aleatórios à jusante da lagoa	87
5	CONCLUSÃO	93
	REFERÊNCIAS.....	94
	ANEXO	105

1 INTRODUÇÃO

A água constitui elemento essencial à vida. O suprimento de água limpa e com qualidade em termos químicos, físicos e biológicos representa uma importante condição para a manutenção da saúde das pessoas. Água é considerada potável quando é consumida sem causar danos potenciais à saúde. Os sistemas públicos de abastecimento tem a responsabilidade de tratar e distribuir água dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos por legislações nacionais (Portaria 2914 / 2011 do Ministério da Saúde) (BRASIL, 2011).

O comprometimento com a manutenção da água é responsabilidade dos consumidores, no qual devem adotar certos cuidados, bem como seu caráter sanitário, estético e econômicos para a manutenção da boa qualidade da água potável, seja em residências, empresas, escolas e outros estabelecimentos, públicos ou privados.

Água de boa qualidade para o consumo humano e seu fornecimento contínuo assegura a redução e controle de: diarreias, cólera, dengue, febre amarela, tracoma, hepatites, conjuntivites, poliomielite, escabioses, leptospirose, febre tifóide, esquistossomose e malária (FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE, 2014).

No meio rural o comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico é decorrente de distintas fontes de poluição como, por exemplo, esgotos domésticos que são constituídos basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e microrganismos e os poluentes resultantes do deflúvio superficial e subsuperficiais agrícolas são constituídos de sedimentos, nutrientes, agrotóxicos e dejetos de animais (MERTEN; MINELLA, 2002).

Os poços utilizados para captação são na sua maioria rasos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (STUKEL et al., 1990). Desta forma, os riscos

de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica são elevados, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas, sendo que, 80% das diarreias causadas pela ingestão de água contaminada são provenientes de vírus (FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE, 2014).

O Brasil é um país atrasado com relação ao saneamento básico. De acordo com o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2011 (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2013), o índice de atendimento da população do país, incluindo a rural e a urbana, com relação ao abastecimento de água é de 82,4%. Esse mesmo índice para coleta de esgoto é de 48,1%. Além disso, para a região Sudeste, os índices analisados para o fornecimento de água e esgoto, encontram-se na faixa de, respectivamente, 91,5% e 73,8%.

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD/2012), que se encontra disponível no site da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), apenas 33,2% dos domicílios na áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna. Sendo que, 66,8% da população rural captam água de poços protegidos ou não, diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas geralmente insalubres.

Diante disso, faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água de fontes utilizadas para abastecimento no meio rural, com a finalidade de garantir o consumo de água de qualidade, minimizando as possibilidades de transmissão de uma série de enfermidades à população que ali reside.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi analisar a qualidade da água que compõem os poços subterrâneos, nascente e pontos a jusante da lagoa de abastecimento da comunidade dos Pimentas no município de Lavras - MG, por meio de suas características físicas, químicas e microbiológicas.

Para atendimento dos objetivos, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica das principais cisternas;
- b) Obter valores de IQA do manancial superficial, procurando-se associar com as atividades antrópicas exercidas na área;
- c) Relacionar a qualidade da água tanto para as cisternas quanto para o manancial superficial, com a caracterização do uso e ocupação do solo;
- d) Avaliar o nível de acidez do solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fonte de poluição das águas

Segundo Von Sperling (2005), entende-se por poluição das águas a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos. No meio rural a poluição ocorre dentre outros, devido ao uso de defensivos agrícolas, pois, segundo Pereira (2004), os praguicidas e inseticidas são extremamente tóxicos e podem causar danos imediatos. Os seus dejetos podem acumular e infiltrar no solo, contaminando os lençóis freáticos e contaminam os rios.

O termo “poluição”, compreende em: pontual, difusa e mista. Essa classificação se relaciona com a natureza e com os principais impactos causados pelo seu lançamento no meio aquático. As cargas pontuais são introduzidas por lançamento individualizado, como os que ocorrem nos despejos de esgotos sanitários e efluentes industriais. As cargas difusas são assim chamadas por não terem um ponto de lançamento específico e por ocorrerem ao longo da margem dos rios como, por exemplo, as substâncias provenientes de campos agrícolas, ou por advirem de um ponto preciso de geração, como no caso de drenagem urbana (BRAGA, 2005).

O consumo de água imprópria para a ingestão dos homens e animais é cada vez mais comum no meio rural. Segundo Copetti (2010), monitoramentos da qualidade de água em comunidades localizadas nas bacias de cabeceiras têm mostrado que há presença de muitos contaminantes em níveis muito acima do permitido pelo Ministério da Saúde (MS). Essas informações são preocupantes, sendo que, o fato de beber água natural dá a falsa impressão de qualidade, principalmente para a população urbana. Entretanto, as condições do uso e ocupa-

ção do solo refletem a qualidade da água utilizada no meio rural, visto que, as interferências antrópicas são causadas pelo homem.

2.2 Qualidade das águas

“A água é, certamente, a espécie química mais abundante da terra. É uma substância que pode ser encontrada, naturalmente, em todos os três estados físicos: sólido, líquido e gasoso” (BUNCE, 1993, p. 31). Além disso é importante para a vida das pessoas, dos animais, das plantas e do planeta. A presença quantitativa e qualitativa das águas é essencial para a manutenção da vida saudável e bem estar humano.

No combate às doenças de veiculação hídrica, é importante considerar as condições das populações rurais, onde a adequada captação e uso da água de boa qualidade são notoriamente mais negligenciados do que nos grandes centros urbanos (ROCHA et al., 2006).

A contaminação das águas naturais representa, contudo, um dos principais riscos à saúde pública. Sendo amplamente conhecida a estreita relação entre a qualidade de água e inúmeras enfermidades que acometem as populações, especialmente aquelas não atendidas por serviços de saneamento (LIBÂNIO; CHERNICHARO; NASCIMENTO, 2005).

Segundo Philippi Júnior (2005, p. 150) “a qualidade das águas muda ao longo do ano, em função de fatores meteorológicos e da eventual sazonalidade de lançamentos de poluentes e das respectivas vazões”.

2.3 Parâmetros utilizados no monitoramento da qualidade das águas

As Propriedades físicas, químicas e biológicas da água podem ser modificadas por poluentes de diversas origens. Essas alterações no sistema hídrico

geram prejuízos à saúde pública, esses incluem a redução da captura da pesca até o aumento nos custos com a saúde da população (BILICH; LACERDA, 2005). Os principais parâmetros físicos para quantificar a qualidade da água de um corpo hídrico superficial e subterrâneo são a cor, sólidos, turbidez e temperatura.

2.3.1 Cor

Cor é um parâmetro importante na avaliação da qualidade da água. Segundo Philippi Júnior (2005), a aceitação da água para consumo depende de sua potabilidade garantida, pois de acordo com Macêdo (2006), a coloração da água é o resultado dos processos de decomposição que acontecem no meio ambiente. Desta forma, as águas superficiais estão mais sujeitas a alteração na sua coloração quando comparadas as águas subterrâneas.

Essa coloração em águas superficiais deve-se a presença de partículas em suspensão presentes no meio. Sendo assim, esta coloração é dita aparente, porque é “como o ser humano a vê, mas, na verdade, é o resultado da reflexão e dispersão da luz nas partículas em suspensão, responsáveis pela turvação da água” (MACÊDO, 2006, p. 496).

A cor é definida pelo grau de redução da intensidade que a luz sofre ao atravessar a água, devido à absorção de parte dos raios, e pode ser provocada pela presença de íons metálicos formadores de colóides, como os de ferro e do manganês, de colóides orgânicos decorrentes de decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas de algas e plantas aquáticas, de protozoários, e de efluente industrial (PHILIPPI JÚNIOR, 2005, p. 152).

Segundo Macêdo (2005, p. 497) “a cor dita verdadeira ou real é causada por material dissolvido e colóide. As substâncias que mais frequentemente adi-

cionam cor a águas naturais são os ácidos húmicos e concentrações de Ferro e Manganês”.

“A diferenciação entre a cor verdadeira e a cor aparente é observada pelo diâmetro das partículas. Diâmetros acima de 1,2 μm causam turbidez e ao contrário, diâmetros menores causam a cor verdadeira” (MÂCEDO, 2005, p. 497).

2.3.2 Turbidez

Consiste no grau de atenuação à passagem da luz causada por sólidos em suspensão (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2008). Esta atenuação ocorre devido à absorção e/ou espalhamento das partículas. O alto grau de turbidez indica um possível assoreamento, erosão ou transporte de resíduos por compartimentos ambientais nos curso d'água (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2008). Resultando na redução da fotossíntese (BAIRD, 2002; PEPPER; GERBA; BRUSSEAU, 1996). A turbidez é uma expressão da propriedade óptica que faz com que a luz seja espalhada e absorvida em vez de ser transmitida sem nenhuma mudança na direção ou fluxo através da amostra (EATON et al., 2005; TOMAZONI et al., 2005).

A unidade de turbidez (UNT) Unidades Nefelométricas de Turbidez, recebe este nome devido o aparelho possuir um nefelômetro, aparelho no qual consta de uma amostra de luz para iluminar a amostra, e um detector fotoelétrico com um dispositivo para indicar a intensidade de luz espalhada em um ângulo reto no caminho da luz incidente.

2.3.3 Temperatura

A temperatura influencia nas propriedades da água e nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água e também outros processos como a solubilidade dos gases dissolvidos (MÂCEDO, 2005). Sua variação acontece naturalmente nos corpos hídricos, sendo que, suas variações são sazonais e diurnas.

A água fria, por exemplo, contém mais oxigênio dissolvido do que a água quente e compostos tóxicos para a vida aquática encontram-se em temperaturas mais elevadas (UNITEK DO BRASIL, 2014). Segundo Mâcedo (2005), a solubilidade dos gases decresce e a dos sais minerais cresce com o aumento da temperatura da água. Os fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia e profundidade estão relacionados com a temperatura superficial. A temperatura da água influencia as taxas e os processos biogeoquímicos, além de controlar o consumo de nutrientes (WARD et al., 2013).

2.3.4 Sólidos

Segundo Macêdo (2005, p. 498), “todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos d’água”. Os sólidos podem ser classificados de acordo com seu tamanho e suas características químicas.

Toda matéria que permanece como resíduo, após a evaporação, secagem ou calcinação de uma amostra corresponde aos sólidos das águas. Os sólidos dissolvidos representam as partículas de menores dimensões e são capazes de passar pelo filtro de tamanho específico, como exemplo, 103mm. O monitoramento de controle da poluição das águas naturais a quantificação de esgotos sanitários e seus efluentes e os valores de concentração de frações de sólidos,

resultam em um quadro geral da distribuição das partículas em relação a sua estrutura (sólidos dissolvidos ou em suspensão) e em decorrência a sua natureza (fixos ou minerais e voláteis ou orgânicos). Este quadro não é definitivo para se entender o comportamento da água em questão, mas constitui-se em uma informação preliminar importante (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008).

No entanto, o quadro geral não define a qualidade da água em análise, apesar da concentração de sólidos voláteis estar relacionada com a presença de compostos orgânicos, não traz informação sobre as diferentes moléculas orgânicas, contudo sua natureza (BRANCO, 2011).

Os sólidos totais trazem informações preliminares importantes para o controle das operações das ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto). Já para os recursos hídricos, este indicador pode causar danos à vida aquática, sedimentando no leito dos rios, danificando organismos ou destruindo leitos de desova (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009).

Segundo Baird (2002), altos teores de sais minerais estão associados ao aumento no índice de corrosão dos sistemas de distribuição das águas e sabor. Águas com elevados valores de sólidos dissolvidos podem apresentar potabilidade inferior e reações fisiológicas adversas no consumidor. Contudo, um limite máximo de 500 mg L^{-1} de sólidos dissolvidos foi estabelecido, segundo a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

Os parâmetros químicos são os índices que caracterizam a qualidade de uma água sendo inorgânicos e orgânicos. A quantificação baseou-se em alguns deles, tais como: DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), OD (Oxigênio dissolvido), nitrato, fosfato, pH, acidez, dureza e ferro.

2.3.5 Matéria orgânica

A matéria orgânica é um poluente orgânico biodegradável, que ao ser lançada na água é degradada pelos organismos decompositores presentes no meio aquático ou de forma natural. Essa degradação ocorre pela ação de decompositores aeróbios e anaeróbios (BRAGA et al., 2005).

Segundo Philippi Júnior (2005), concentrações elevadas de matéria orgânica provocam a poluição das águas e interferem em vários processos aquáticos, tais como: proliferação dos seres vivos, patogênicos que resulta em consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005).

O equilíbrio ocorre pela simbiose entre as bactérias e as algas. As bactérias consomem a matéria orgânica, separando-a em substâncias simples, utilizando o oxigênio para o seu metabolismo e liberando CO₂ para o ambiente aquático. As algas, por sua vez, consomem do CO₂ e liberam oxigênio para o ambiente (PHILIPPI JÚNIOR, 2005).

Normalmente são utilizados métodos indiretos para a quantificação da matéria orgânica, ou de seu potencial poluidor. Segundo Philippi Júnior (2005), os principais componentes de matéria orgânica encontrados na água são proteínas, aminoácidos, carboidratos, gorduras, além de uréia, surfactantes e fenóis. Nesta linha, existem duas principais categorias de medição: a medição do consumo de oxigênio pela oxidação química (DQO), a medição de carbono orgânico total (COT) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) sendo este penúltimo parâmetro tradicionalmente mais utilizado (VON SPERLING, 2005).

Em águas naturais, a DBO representa a demanda potencial de oxigênio dissolvido, podendo reduzir os níveis de oxigênio nas águas abaixo dos exigidos pela vida aquática. Desta forma, esse parâmetro é imprescindível nos estudos de autodepuração dos cursos d'água e na composição dos índices de qualidade

(COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008). Segundo Philippi Júnior (2005), a DBO representa a quantidade de oxigênio consumido por peixes e outros organismos aeróbios e é uma variável de qualidade da água que quantifica a poluição orgânica e cujo seu efeito é a depleção do oxigênio, que poderá conferir condição anaeróbica ao ecossistema aquático (MACÊDO, 2005).

2.3.6 Oxigênio dissolvido

Segundo Macêdo (2005), o oxigênio dissolvido é um fator determinante nas trocas biológicas sendo realizado por via aeróbia ou anaeróbia. As medidas do oxigênio dissolvido (OD) é vital para a manutenção da vida aquática. De acordo com Philippi Júnior (2005), este parâmetro revela a possibilidade de manutenção de vida dos organismos aeróbios, como peixes, por exemplo. Sua escassez pode levar ao desaparecimento dos peixes de um determinado corpo d'água, dado que esses organismos são extremamente sensíveis à diminuição do OD de seu meio. De acordo com Braga et al. (2005) o oxigênio dissolvido é um dos constituintes mais importantes dos recursos hídricos. Sendo um dos indicadores mais utilizados e responsáveis pela sobrevivência de diversos tipos de organismos presentes em um corpo hídrico.

No momento da estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, vindo a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da grandeza que modifica o corpo hídrico, pode resultar na morte dos seres aquáticos, incluindo os peixes (VON SPERLING, 2005).

2.3.7 Nitrogênio

O nitrogênio é um constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos. As fontes de contaminação desse composto em corpos d'água são de origem natural ou antropogênica, sendo a última responsável por causar mais impacto e é constituída por despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes (VON SPERLING, 2005).

O nitrogênio pode ser encontrado na água nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras chamam-se formas reduzidas e as duas últimas formas oxidadas. Segundo Braga et al. (2005), o nitrogênio, por seguir um ciclo que o conduz à mineralização total sob a forma de nitratos, permite avaliar o grau e a distância de uma poluição pela quantidade e forma de apresentação dos derivados nitrogenados.

Macêdo (2005) relata que a presença de amônia (NH_3) e o íon amônio (NH_4^+) em um recurso hídrico caracterizam poluição recente por esgotos domésticos, enquanto a presença de NO_3^- , caracteriza uma poluição remota. O nitrogênio na forma de amônia livre é tóxico aos peixes e dentro de processos bioquímicos a conversão de amônia a nitrito e deste a nitrato consome oxigênio dissolvido no meio, alterando assim a condição da vida aquática.

De acordo com Braga et al. (2005), as concentrações elevadas de nitratos na água podem provocar em crianças o estado mórbido que é denominado cianose ou metahemoglobinemia.

O principal problema relacionado com altas concentrações de nitrogênio é a eutrofização. Esse elemento é indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, principalmente, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, causando interferência aos usos desejáveis do corpo d'água (VON SPERLING, 2005), gerando problemas como gosto e odor, redução de oxigênio e transparência, declínio da pesca,

mortandade de peixes, obstrução de cursos d'água e efeitos tóxicos sobre animais e seres humanos.

Philippi Júnior (2005) relata que alguns poços em zonas rurais acumulam nitratos e quem consome essas águas oriundas de elevadas concentrações de nitrato ficam envenenadas. Portanto o consumo de água em poços deve ser feito após análise periódica das águas. O nitrato é uma das formas que o nitrogênio é produzido naturalmente no ambiente, através da lixiviação dos solos, da chuva e dos processos de nitrificação do ambiente (MIZUTORI, 2009).

Segundo Von Sperling (2005), outros fatores mostram a importância de se quantificar a concentração dos compostos nitrogenados:

- a) Os processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste para nitrato, implicam no consumo de oxigênio dissolvido no corpo receptor (demanda nitrogenada de oxigênio), o que pode afetar a vida aquática;
- b) Nitrogênio na forma de amônia livre é tóxico aos peixes;
- c) Nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos;
- d) Os processos de conversão do nitrogênio têm implicações na operação das estações de tratamento de esgotos.

2.3.8 Fósforo

O fósforo é um elemento químico essencial à vida aquática e ao crescimento de microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica, e na forma de fosfatos dissolvidos é um importante nutriente para produtores primários (PEREIRA, 2004). O fósforo é um nutriente de fator limitante da produtividade primária de um curso d'água. Ele aparece em águas naturais devido

principalmente as descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Segundo Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas dos rios da região de Curitiba (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ, 2005), as águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais.

Tendo em vista que grande parte em torno de lagoas, represas, ribeirões etc., tem como atividade principal a agricultura (plantações de frutas, milho e vinhedos), as águas das chuvas lixiviam as plantações e conseqüentemente levam consigo parte do fertilizante utilizado (MICHEL; BOUTIER; CHIFFOLEAU, 2000). Por ser um elemento indispensável para o crescimento de algas, quando em elevadas concentrações, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, levando à eutrofização das águas naturais (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008).

De acordo com Baird (2002), a presença do íon fosfato (PO_4^{3-}) em águas naturais, possui um efeito devastador na ecologia aquática e conseqüentemente na qualidade da água. O fosfato se introduz em cursos de água através de fontes pontuais e difusas.

Segundo Wang et al. (2012), o fósforo em excesso é o causador da eutrofização dos ambientes aquáticos. O controle da carga interna de fósforo proveniente de sedimentos de lagos tornou-se um foco de estudo.

2.3.9 pH

O valor de pH coordena a caracterização química das águas. Nas águas naturais o pH raramente é igual a 7,0 podendo variar de 6,0 a 8,4 (PORTO, et al., 1991)

Conforme Macêdo (2005), o conhecimento do pH de uma água permite o monitoramento do poder de corrosão, da quantidade de reagentes necessários a coagulação, do crescimento de microrganismos do processo de desinfecção, que tem a finalidade de reduzir o nível de microrganismos que se encontra na água.

O pH é o valor que exprime as qualidades ácidas, básicas ou neutras, com que a água pode se apresentar. Essas características podem estar relacionadas com a capacidade delas de se apresentarem como corrosiva ou incrustante em relação aos materiais dos equipamentos com quais entram em contato, como redes e reservatórios de distribuição. Possui também relação com a eficiência da desinfecção através do cloro.

2.3.10 Acidez

Para Andrade e Macêdo e Andrade (1996), a acidez de uma água representa o teor de dióxido de carbono livre, de ácidos minerais, de ácidos orgânicos e sais de ácidos fortes, os quais na hidrólise produzem íons de hidrogênio. As águas naturais, em geral, têm uma reação alcalina, porém, acidez não é necessariamente indispensável.

A importância da determinação da acidez se prende ao fato de que sua variação brusca pode caracterizar o lançamento de algum resíduo industrial. Entretanto, a acidez indica a capacidade para se neutralizar bases, sendo raro as águas naturais apresentarem acidez, em exceção das águas superficiais que po-

dem estar contaminadas por substâncias ácidas oriundas de drenagens minerais ou industriais.

2.3.11 Dureza

Conforme Baird (2002), a dureza resulta da presença de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio) ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, pela ação do calor as substâncias alcalinas se transformam em carbonatos, sendo assim se tornando uma dureza temporária. Em concentrações elevadas, causa sabor desagradável e efeitos laxativos, reduz a formação de espuma do sabão, aumentando o seu consumo, provoca incrustações nas tubulações e caldeiras (ROLOFF, 2006). A dureza é uma característica importante das águas naturais, pois os íons cálcio e magnésio formam sais insolúveis com os ânions dos sabões, formando uma espécie de “nata” na água de lavagem.

De acordo com Abdala et al. (2010, p.11), ‘‘a dureza total é a soma da dureza temporária e permanente, sendo expressa em miligrama por litro (mg L^{-1}) ou miliequivalente por litro (meq L^{-1}) de CaCO_3 (carbonato de cálcio)’’.

A Tabela 1 mostra a classificação da dureza na água.

Tabela 1 Classificação da dureza da água

Dureza	Concentração de CaCO_3 mg L^{-1}
Branda	até 50
Pouco dura	entre 50 e 100
Dura	entre 100 e 200
Muito dura	acima de 200

Fonte: Custódia e Llamas (1983). apud Abdala et al. (2010).

No entanto, existem águas de altas alcalinidades e baixas durezas, nas quais parte dos íons bicarbonatos e carbonatos estão associados à presença dos íons sódio (Na^+) e potássio (K^+), ao invés de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}).

2.3.12 Ferro total

O índice de concentração de ferro nas águas superficiais aumenta durante o período de cheia (estações chuvosas) devido ao carreamento de solos e erosão presente nas margens. O ferro em excesso na água não é um dos fatores mais preocupantes para a saúde humana, no entanto, este elemento em excesso, irá alterar a cor, o paladar da água, mancha roupas e utensílios (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008).

Na região urbana, a atividade metalúrgica contribui com a elevação na concentração de ferro, assim como a utilização de coagulante a base de ferro para o tratamento de água no abastecimento público. Portanto existe um limite máximo de concentração de acordo com o padrão de potabilidade, segundo a Portaria 2914 do Ministério da Saúde é de $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

2.3.13 Coliformes fecais ou termotolerantes

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. Tais organismos dão uma satisfatória indicação de quando a água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais e, por conseguinte, sua potencialidade para transmitir doenças (VON SPERLING, 2005).

Entretanto Von Sperling (2005) relata que, a detecção dos agentes patogênicos, principalmente bactérias, protozoários e vírus em uma amostra d'água é

extremamente difíceis em razão das suas baixas concentrações, fazendo com que a sua detecção por meio de exames laboratoriais seja de grande dificuldade. Tal dificuldade é superada por meio do chamado estudo dos organismos indicadores de contaminação fecal.

Portanto, os índices de coliformes fecais são bons indicadores de qualidade das águas em termos de poluição por efluentes domésticos (BAUMGARTEN; POZZA, 2001). Os microrganismos patogênicos são introduzidos na água junto com matéria fecal de esgotos sanitários. Devido a variedade de microrganismos que podem estar contidos na água, torna-se difícil sua detecção individualizada (BRAGA et al., 2005). Sendo assim as concentrações limites de cada um destes parâmetros dependem do tipo de corpo d'água que está sendo avaliado e o uso previsto.

2.4 Índice de Qualidade de Água – IQA

Alterações no sistema aquático levam a prejuízos econômicos, que variam desde a redução da pesca até o aumento do custo de aquisição e tratamento de água. Portanto, para caracterizar a qualidade da água, uma metodologia que pondera diversos parâmetros consiste no Índice de Qualidade da Água (IQA), permitindo classificar os cursos d'água em classes ou níveis de qualidade (ZANINI et al., 2010).

Determinar um índice de qualidade das águas é estabelecer a qualidade de um determinado corpo d'água aos atores institucionais de uma bacia hidrográfica, sejam eles a população, as prefeituras, os órgãos de controle ambiental, os comitês das bacias hidrográficas, as organizações não governamentais, entre outros. Desse modo, o índice de qualidade das águas colabora na construção de um sistema de suporte à tomada de decisão de uma bacia hidrográfica (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008).

O IQA pode ser projetado para uma situação específica, inserido no contexto de uma bacia hidrográfica, trazendo a diversidade urbano-industrial, o uso e ocupação do solo e o padrão de desenvolvimento tecnológico, ou seja, o IQA pode ser simplificado, ao levar em consideração somente as variáveis ambientais que afetam o corpo hídrico.

A redução do número de variáveis ambientais, graças à escolha daquelas que realmente afetam a qualidade, facilita a elaboração de um índice de qualidade, tornando também a sua aplicação mais econômica e desse modo aumentando sua possibilidade de uso em diversas bacias hidrográficas do país (SILVA, 2004).

Segundo Silva (2004), outra vantagem ao se trabalhar com um índice que utiliza poucas variáveis ambientais é a minimização de um clássico e indesejável efeito na elaboração de índice de qualidade das águas, conhecido como efeito eclipse. O efeito eclipse resulta do processo de agregar inúmeras variáveis ambientais em um único número, o que pode produzir uma atenuação do impacto negativo de uma das variáveis frente ao comportamento estável das demais.

Os índices propostos na literatura têm procurado diminuir a presença desse efeito eclipse, usando diferentes formas matemáticas para se obter o valor final do índice ou, então, estabelecendo diferentes pesos às variáveis que constituem o índice de qualidade. Entre vários índices existentes para determinar a qualidade da água, um dos mais utilizados é o WQI (Water Quality Index), desenvolvido em 1970 pela NSF (Nacional Sanitation Foundation) dos Estados Unidos. Embora o IQA tenha sido elaborado para condições regionais do hemisfério norte, no Brasil ele tem sido aplicado com índice geral de qualidade das águas em corpos d'água (CARVALHO, 1996).

O IQA consiste numa técnica de pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o

peso relativo dos mesmos, apresentados na Tabela 2 a seguir, e a condição com que se apresentam cada parâmetro, segundo uma escala de valores.

Tabela 2 Pesos dos parâmetros de IQA

Parâmetro	Peso (wi)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes fecais	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de oxigênio	0,10
Nitrato	0,10
Fosfato	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08
TOTAL	1,00

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2014).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros, conforme equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Em que:

IQA – Índice de Qualidade da Água, um número de 0 a 100;

q_i – qualidade do i -ésimo parâmetro (0 e 100), obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida.

w_i – peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número ente 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Onde n é o número de parâmetro que entram no cálculo do IQA.

Tabela 3 Descrições de IQA

Descrição (CETESB)	Faixa	Cor indicadora
Péssima	0-19	Vermelho
Ruim	20-36	Laranja
Regular	37-51	Amarelo
Boa	52-79	Verde claro
Ótima	80-100	Azul claro

Fonte: CETESB (2014).

De acordo com Racanicchi (2002), as descrições adotadas pela CETESB estão relacionadas com as variações de faixa, ou seja, quando menor o valor da faixa pior será a qualidade da água.

A Resolução Federal CONAMA 430/2011 estabelece que corpos hídricos classe 2, devem manter como uma de suas funções ecológicas o equilíbrio das comunidades aquáticas, e em seu artigo 34, parágrafo primeiro, postula que “o efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeito tóxico aos organismos aquáticos no corpo receptor”. Este instrumento legal sustenta e abre caminho para um índice de qualidade das águas voltado para a proteção das comunidades aquáticas, pois além de explicitar a necessidade da manutenção da vida aquática, alerta para que a manutenção dessa vida seja norteadada do controle de fontes emissoras de poluentes.

2.4.1 Índice de Estado Trófico (IET)

O índice do estado trófico (IET) tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito, relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento de infestação de macrófitas aquáticas (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008).

O estado trófico é uma ação fundamental para obtenção de informações sobre os corpos d'água. Seu conhecimento permite descrever as relações bióticas e abióticas do ecossistema aquático. Neste contexto, sua avaliação é muito importante para o manejo sustentável dos recursos hídricos (SILVA; JARDIM, 2006). Quanto aos nutrientes, tanto o fósforo como o nitrogênio são determinantes no processo de degradação da água, porém o fósforo é a principal causa do processo de eutrofização (PRADO; NOVO, 2006).

Os valores do IET são classificados segundo classes de estado tróficos, apresentadas na tabela 4 a seguir.

Tabela 4 Classe de estado trófico

Valores do IET	Classes de Estado Trófico
= 47	Ultraoligotrófico
47 < IET= 52	Oligotrófico
52 < IET= 59	Mesotrófico
59 < IET=63	Eutrófico
63 < IET=67	Supereutrófico
> 67	Hipereutrófico

Fonte: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2007).

2.5 Qualidade do solo

Segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), o solo de Minas Gerais que são utilizados para as atividades da agropecuária possuem boas propriedades físicas e apresentam características químicas inadequadas, como, alta acidez, elevados valores de Alumínio trocável e baixas concentrações de nutrientes de cálcio, magnésio e fósforo. Sendo assim, haverá a necessidade de correção do solo para a utilização do mesmo na produção agrícola.

A ocupação e as formas de uso do espaço rural têm provocado inúmeros problemas ambientais, que intensificam a degradação do meio ambiente, tais como:

- a) Contaminação do solo e água;
- b) Poluição do ar;
- c) Perda da capacidade produtiva dos solos;
- d) Erosão, entre outros.

A degradação pode ocorrer por ação antrópica ou natural. De acordo com Kobiyama et al. (2001), Romeiro, Souza e Lopes (2014), a degradação é definida como processos e fenômenos do meio ambiente, natural ou antropogê-

nica, que prejudicam as atividades de um ou mais organismos. Outro fator importante que se deve ressaltar é o excesso de adubo orgânico oriundo do dejetos líquido de suínos aplicado no solo para o cultivo de grãos como o milho, adubos orgânicos que são produzidos em grandes quantidades na granja de suinoculturas.

De acordo com Ceretta et al. (2005) a aplicação de dejetos suíno é uma maneira de ciclagem e disponibilidade de nutrientes aos vegetais, mas por outro lado, Basso et al. (2005) apud Pereira e Nóbrega (2013, p. 164) o nitrogênio e o fósforo são componentes importantes do dejetos líquido de suíno para a nutrição de plantas, porém há o risco de poluição das águas.

Para Alvarez (2000), para avaliar a acidez do solo, são considerados acidez ativa e a trocável, a saturação por alumínio e por bases, a capacidade tampão, estimada por meio da acidez potencial, e o teor da matéria orgânica e também está relacionada com a disponibilidade de cálcio, magnésio, manganês e de outros micronutrientes, que são interpretados por critérios químicos ou agrônômicos. Para Novais (1999), a classificação química de pH para o solo e interpretada conforme dados a seguir.

- a) $\text{pH} < 4.5$ - acido muito elevado;
- b) $\text{pH} 4.5 - 5.0$ - acidez elevada;
- c) $\text{pH} 5.1 - 6.0$ - acidez media;
- d) $\text{pH} 6.1 - 6.9$ - acidez fraca;
- e) $\text{pH} 7.0$ - neutra;
- f) $\text{pH} 7.1 - 7.8$ - Alcalinidade fraca;
- g) $\text{pH} > 7.8$ - Alcalinidade elevada.

Portanto, deve-se lembrar que, as atividades agrícolas atuais, as formas de manejo do solo e ocupação do solo, aplicação intensiva e prolongada de ferti-

lizantes inorgânicos, assim como uso de agrotóxicos, apresentam-se como potencial poluidor.

2.6 Tratamento de água no meio rural

O acesso ao tratamento de água na zona rural é dificultado devido a distância dos centros urbanos. Desta forma, parte da população rural utiliza da água proveniente de córregos, rios, lagoas, minas, cisternas e poços artesianos.

De acordo com a Fundação Nacional da Saúde FUNASA, 66,8% da população residentes na zona rural capta água de chafarizes, poços protegidos ou não, cursos de água ou outras fontes alternativas, sendo consumida sem passar por um tratamento. Para FUNASA, ações de saneamento em áreas rurais visam reverter este quadro, promovendo também a inclusão social dos grupos sociais minoritários, mediante a implantação integrada com outras políticas públicas setoriais, tais como: saúde, habitação, igualdade racial e meio ambiente (FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE, 2014).

Entretanto, o consumo de água diretamente de uma fonte, por exemplo, de uma nascente, não significa ausência de contaminação. De acordo com Clarke e King (2005), mais de um bilhão de pessoas no planeta não têm acesso fácil a uma fonte confiável de água e morrem em virtude de doenças provocadas por agentes patogênicos, como a cólera, o tifo e diarreias microbianas diversas.

Assim, torna-se necessário monitorar os cursos hídricos, a fim de disponibilizar informações que permitam propor medidas de manejo para manter os ambientes aquáticos com qualidade (STRIEDER et al., 2003).

Segundo Viana, Lopes e Lima (2009) a água potável reuni frescor, límpida, inodora, arejada, leve ao estômago, isenta de compostos químicos nocivos e de agente biológicos veiculadores de doenças infecciosas e parasitárias.

O risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural é alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana, como por exemplo, *E.coli* enterotoxogênica, *E. coli* enteropatogênica, *Salmonella Typhi*, de águas que muitas vezes são captadas em poços, inadequadamente vedados e próximos a fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006).

No meio rural faz-se necessário utilizar processos de tratamentos de água de maneira mais prática e eficiente ao resultado e em função do tipo de uso da água. Portanto a Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006), implantou o sistema simplificado, econômico, práticos e viáveis para a melhoria da qualidade da água consumida nas comunidades rurais do Brasil. Com a implantação do sistema obteve resultados positivos em relação à qualidade da água no meio rural.

O sistema simplificado adotou técnicas simples para o tratamento de água, sendo elas:

- a) Desinfecção com produtos à base de cloro (dosador de cloro);
- b) Filtração lenta de areia.

2.6.1 Desinfecção com produtos à base de cloro

Segundo Philippi Júnior (2005) a desinfecção da água passou a ser utilizada a partir das descobertas da teoria microbiana por Pasteur, em meados do século XIX. Como lembra Philippi Júnior (2005), a teoria de Pauster retrata que, as doenças eram causadas por agentes infecciosos que penetravam no organismo de qualquer espécie humana, principalmente pela água oriunda de contaminação.

Uma das formas de prevenção contra os agentes infecciosos é a utilização da desinfecção para eliminar os microrganismos da água. Sendo assim, o método mais utilizado é a aplicação de compostos de cloro. Como relata Philippi Júnior (2005), compostos de cloro que, ao penetrarem a célula, ocasionam reações químicas no seu sistema de enzimas, comprometendo sua atividade metabólica.

A desinfecção objetiva a destruição de organismos patogênicos e é feita usualmente pela aplicação de cloro ou compostos de cloro. O autor relata também que a desinfecção acontece em uma única etapa de tratamento. É importante lembrar que são muitos os prejuízos econômicos que podem advir da má qualidade da água de consumo. A desinfecção da água é um processo em que se utiliza um agente, químico ou não, e no qual se tem por objetivo a eliminação de microrganismos patogênicos presentes na mesma, incluindo bactérias, protozoários e vírus, além de algas (SANCHES et al., 2003; BRAGA et al., 2005).

Segundo Philippi Júnior (2005), além da técnica ao utilizar o cloro na desinfecção, a eliminação dos agentes patogênicos pode ser feita por morte natural, ou seja, com o armazenamento da água por determinado período antes e após o tratamento, por meio de agentes químicos oxidantes com ações de desinfecção, sendo eles, cromo, iodo, prata e ozônio, e por ação da radiação ultravioleta, que pode ser de origem solar ou artificial.

O corpo d'água que possui concentrações acentuadas de matéria orgânica ao ser clorada, favorece a formação de trihalometanos (THMs), assim denominados por apresentarem em sua estrutura molecular um átomo de carbono, um de hidrogênio e três de halogênios. Alguns THMs, tais como o clorofórmio tem sido apresentado como uma substância de caráter cancerígena. Para realizar um tratamento de remoção dos THMs é necessário utilizar o método de aeração ou carvão ativado, sendo considerado um método de baixa eficiência ou uma se-

gunda estratégia é a remoção dos compostos precursores antes da reação do cloro com a matéria orgânica (SANGES et al., 2003).

2.6.2 Filtração lenta de areia

Segundo Philippi Júnior (2005), a filtração lenta foi utilizada pela primeira vez em 1829, para tratamento da água do sistema de abastecimento de Londres, que era captada no rio Tâmsa. O autor relata também que esta filtração consiste em fazer a água passar por camadas de areia e cascalho sobrepostas, portando um metro de espessura para as camadas citadas em sua parte inferior.

Philippi Júnior (2005) relata que na superfície do leito de areia é formada uma camada gelatinosa pela ação das bactérias nos grãos da areia. Essa camada, por adsorção, retém os microrganismos presentes na água, e as partículas maiores são retidas por sedimentação.

De acordo com Braga et al. (2005), a filtração da água pelo uso da areia, antracito, diatomita e outros materiais de granulometria fina é também capaz de remover impurezas muito leves ou finamente divididas para serem retiradas pela sedimentação.

Segundo Paterniani e Roston (2003) apud Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006), a filtração lenta destaca-se por ser um sistema que não requer o uso de coagulantes ou de outro produto químico, é de simples construção, operação e manutenção, não requer mão de obra qualificada para sua operação, produz águas com características menos corrosivas e apresenta custos geralmente acessíveis a pequenas comunidades, principalmente de países em desenvolvimento, além de ser um dos processos de tratamento de águas de abastecimento que produz menos quantidade de lodo e esse lodo pode ser utilizado na agricultura e na piscicultura.

A filtração lenta quer dizer segundo o autor que, a água passa lentamente pelas camadas de areia, e para que o filtro tenha um bom funcionamento, a vazão deverá ser mantida constante para não provocar entupimento no filtro. Com a filtração, os coliformes são mortos, ocorre uma redução no potencial de cor, turbidez, matéria orgânica e metais pesados, já os metais ferro e manganês e os vírus e cercarias são completamente removidos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992), a filtração lenta, precedida ou não de decantação, é permitida somente para água bruta com valores inferiores a 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e 20 unidades referidas aos Padrões de Platina para cor.

Sabendo-se da importância da água para a vida dos humanos, animais e vegetais e da escassez de água de boa qualidade no meio rural, torna-se importante monitorar a qualidade da água.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área do estudo

A Comunidade dos Pimentas (zona rural), onde realizou-se a pesquisa de campo, localiza-se a 9 Km da cidade de Lavras – MG, situa-se a 21°15'30" latitude S, 45°2'00" longitude W. A referida comunidade tem uma população estimada em 2013 de 80 habitantes. Desse total, a maior parte concentra-se na área rural, fazendo uso do solo com as atividades agrícolas para a sobrevivência, e aproximadamente 10% encontra-se na zona urbana para ocupação de trabalhos e estudos.

Para o estudo, foram coletadas amostras de água de cisternas localizadas nas residências às margens do manancial conhecido como Lagoa Pimentas, que drena a bacia hidrográfica conforme a Figura 1, bem como do curso de água superficial (Figura 5).

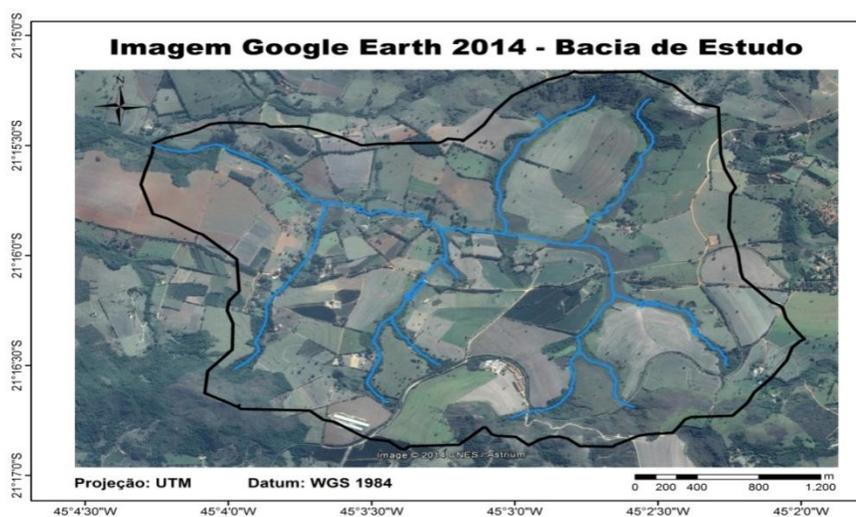


Figura 1 Localização da área de estudos e redes hidrográficas

Em termos pedológicos, o solo da região apresenta classificação Latossolo Vermelho Amarelo distrófico textura média fase floresta tropical subperenifólia (LVDA_d). A escolha dos pontos de coleta para a avaliação da qualidade da água tanto para as cisternas quanto para o manancial superficial e a sua relação com o uso e ocupação do solo, se deu em razão de se tratar de uma das mais importantes fontes coletoras para uso e consumo pelos moradores desta região, bem como a sua utilização na agricultura e pecuária.

A área sofre com a influência de atividades agropecuárias como: granja de suinocultura, pastagem, culturas anuais e outros. A pastagem é a cobertura vegetal do solo predominante na maioria das propriedades agrícolas (Figura 2) e (Tabela 5). Em relação às culturas anuais, as mais cultivadas são : milho e feijão.

Observa-se que para o cultivo dos grãos, é utilizada a adubagem orgânica oriunda de dejetos líquidos de suínos. A poluição ambiental por dejetos é um problema que vem se agravando na suinocultura moderna, bem como a contaminação dos rios, águas superficiais e subterrâneas no meio rural.

Dessa forma, a causa principal da poluição é o lançamento direto do esterco de suínos sem o devido tratamento tanto no solo quanto na água, o que acarretará outro tipo de poluição que é aquela associada ao problema do odor desagradável dos dejetos.

Portanto, a área de estudo hoje se encontra com problemas ambientais, cujos efeitos se acumulam principalmente nas fontes hídricas. O monitoramento e a proteção de suas águas constitui uma questão fundamental na sua prevenção, uma vez que tanto as cisternas quanto o manancial superficial são de importância para o abastecimento da referida comunidade.

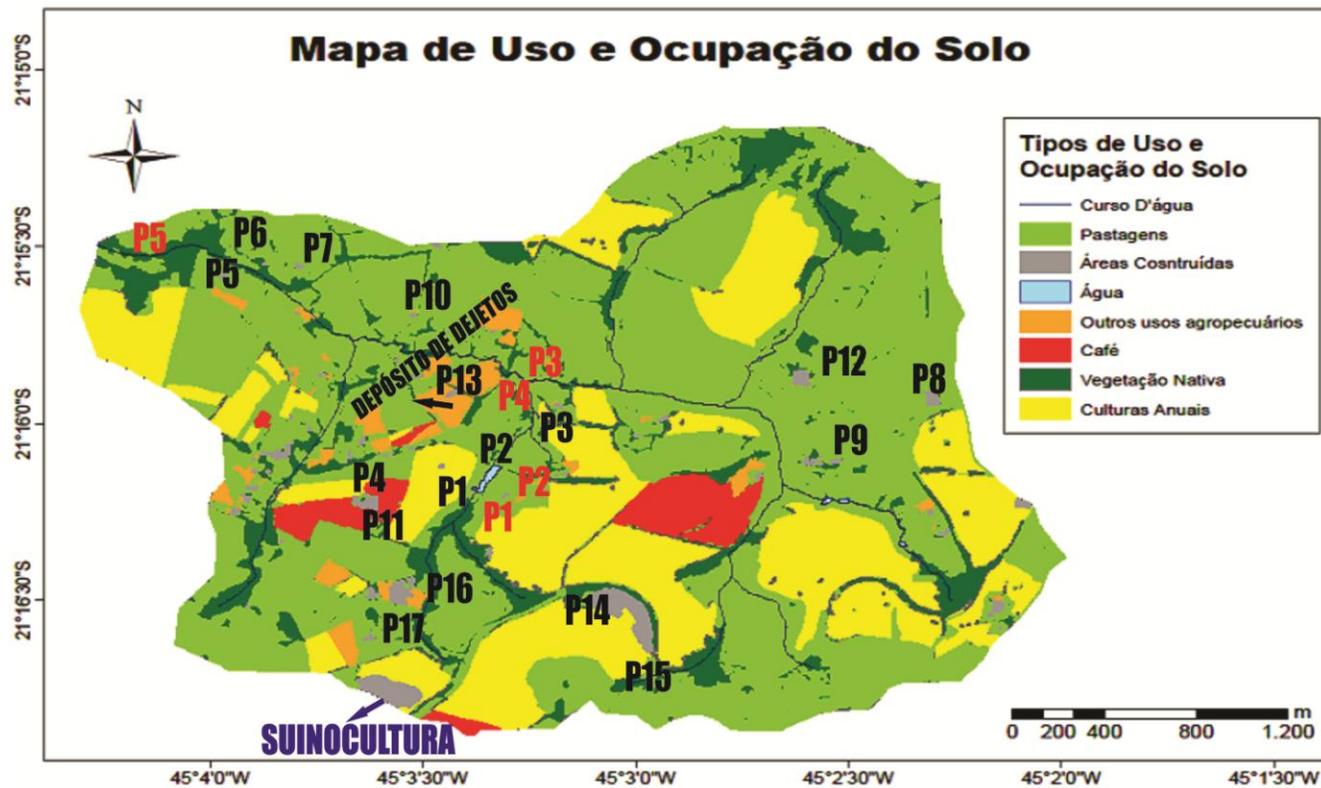


Figura 2 Mapa de uso e ocupação do solo

Tabela 5 Uso e ocupação do Solo

Uso e Ocupação do Solo	Área (há)	Área (%)
Pastagens	457,1	51,8
Vegetação Nativa	133,1	15,0
Água	1,0	0,1
Culturas Anuais	227,4	25,4
Outros usos	22,9	2,6
Café	25,7	2,9
Áreas construídas	14,6	1,6
Área total da Bacia	882,1	100%

Fonte: Google Earth (2014)

3.2 Análise de dados sobre o abastecimento de água na comunidade rural (Pimentas)

Para cada ponto de coleta, foi aplicado um questionário (Anexo 1) com questões envolvendo homens e mulheres de faixa etária diversificada, que residem as margens do manancial. O questionário teve como fundamento avaliar a população em relação à origem da água utilizada para consumo, bem como as formas de captação; o tipo de agricultura predominante ao redor da fonte; utilização da água; o sistema de esgotamento sanitário; descarte de lixo; pontos de poluição próximos ao ponto de coleta.

Por fim, foi solicitado o consentimento para a realização da análise da qualidade da água, tanto para as cisternas quanto para manancial por um período de oito meses.

3.3 Qualidade da água nas cisternas

Foram coletadas amostras em 17 (dezesete) cisternas, sendo 1 ponto por cisterna, localizadas às margens da lagoa e oito campanhas amostrais (Figura 3). A coleta foi realizada nos meses de agosto à dezembro de 2013 e janeiro, fevereiro e abril de 2014, sendo cinco e três frequências amostrais respectivamente (Tabela 9). A Tabela 6 mostra a localização geográfica dos locais de coleta (dados obtidos através do uso do GPS modelo 4ET03).



Tabela 6 Localização geográfica

Cisternas	Coordenadas geográficas	
	Latitude	Longitude
01	21°15.566' S	45°03.456' W
02	21°16.200' S	45°03.221' W
03	21°16.200' S	45°00.454' W
04	21°15.566' S	45°03.326' W
05	21°16.196' S	45°03.236' W
06	21°15.571' S	45°03.914' W
07	21°16.036' S	45°03.578' W
08	21°16.200' S	45°00.454' W
09	21°16.199' S	45°00.453' W
10	21°15.566' S	45°03.456' W
11	21°15.566' S	45°03.406' W
12	21°16.036' S	45°03.480' W
13	21°15.566' S	45°03.584' W
14	21°15.566' S	45°03.584' W
15	21°15.566' S	45°03.584' W
16	21°16.036' S	45°03.578' W
17	21°15.566' S	45°03.456' W

Fonte: Dados coletados através do GPS - Tomtom

As cisternas apresentam variações em termos de profundidade (Tabela 7 e Figura 5), todas são cobertas, impermeabilizadas e protegidas. Elas apresentaram bombeamento por meio de bomba submersa e canalização (tubos de PVC) da água até as caixas de distribuição residencial, não passam por manutenções e suas construções foram feitas por profissionais desta comunidade. O volume de cada cisterna foi variável, de acordo com seu diâmetro e sua profundidade conforme (Tabela 7).



Figura 4 Cisterna 02

O esgoto doméstico é lançado diretamente no solo através da fossa negra, na qual deveria possuir uma distância de 45 m da cisterna. Os dados obtidos em relação a distância entre as fossas e as cisternas podem ser observados na (Tabela 7).

Tabela 7 Relação entre a profundidade (m), diâmetro (m), volume (m³) da cisterna e distância da fossa negra (m)

Pontos amostrais	Cisternas			
	Profundidade	Diâmetro	Volume	Distância até a fossa negra
1	16,0	1,2	18,0	17,0
2	13,0	1,4	20,0	12,0
3	8,0	0,9	5,0	11,0
4	7,5	1,0	6,0	12,0
5	8,0	1,1	8,0	10,0
6	8,5	1,0	7,0	15,0
7	7,0	1,5	12,0	13,0
8	10,0	1,1	9,0	18,0
9	9,0	1,3	12,0	10,0
10	3,0	1,4	5,0	11,0
11	7,5	1,4	12,0	12,5
12	12,0	1,2	14,0	15,0
13	7,0	1,5	12,0	11,0

“Tabela 7, conclusão”

Pontos amostrais	Cisternas			
	Profundidade	Diâmetro	Volume	Distância até a fossa negra
14	6,5	1,3	9,0	13,5
15	7,0	1,6	14,0	11,0
16	9,0	1,5	16,0	10,0
17	7,5	1,3	10,0	11,0

As amostras foram analisadas no Laboratório de Análises de água (LA-DEG) do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde se determinou os seguintes parâmetros de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 Metodologia da avaliação de cada parâmetro

Parâmetros	Metodologia utilizada
Cor (Pt L ⁻¹)	Colorimétrico
Dureza (mg L ⁻¹)	Titulométricos
Acidez (mg L ⁻¹)	Titulométricos
Ferro total (mg L ⁻¹)	Colorimétrico
pH	Potenciometria
Sólidos dissolvidos (mg L ⁻¹)	Gravimétrico/Filtragem
Turbidez (UNT)	Nefelométrico
Coliformes totais e fecais (NMP/100mL)	NMP/100 mL (Tubos múltiplos)

Fonte: American Publicheath Association (1998).

Para avaliação dos parâmetros sugeridos na metodologia proposta, os ensaios e as coletas foram realizados de acordo com, Macêdo (2005) e American Publicheath Association (2005).

Todos os testes foram feitos em triplicata. As amostras tiveram sua qualidade comparada aos padrões de potabilidade segundo a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011b) conforme (Tabela 9). Com vista à garantia de eficiência e qualidade aos parâmetros analisados, a execução do experimento necessitou de um acompanhamento mensal ou semestral das amostras.

Sendo assim, optou-se em avaliar os parâmetros através de uma frequência mensal, segundo informações contidas na (Tabela 9).

Tabela 9 Número de amostragem, frequência e valor máximo permissível para o controle de qualidade

Parâmetro	Tipo de fonte	Número	Frequência	VMP
pH		01		6,0 à 9,5
Turbidez		01		5 uT
Dureza		01		500 mg/L
Acidez	Cisterna	01	Mensal	-
Ferro		01		0,3 mg/L
Cor		01		15 uH
Coliformes		01		Ausência em 100
Sólidos		01		1000 mg/L

3.4 Qualidade da água dos cursos de água superficiais

Ao longo do curso d'água que corta a Comunidade dos Pimentas foi feito uma campanha amostral no mês de agosto (2013) período de estiagem, conforme Tabela 9. Os pontos amostrais estão definidos na Figura 5 e coordenadas geográficas segundo Tabela 9.

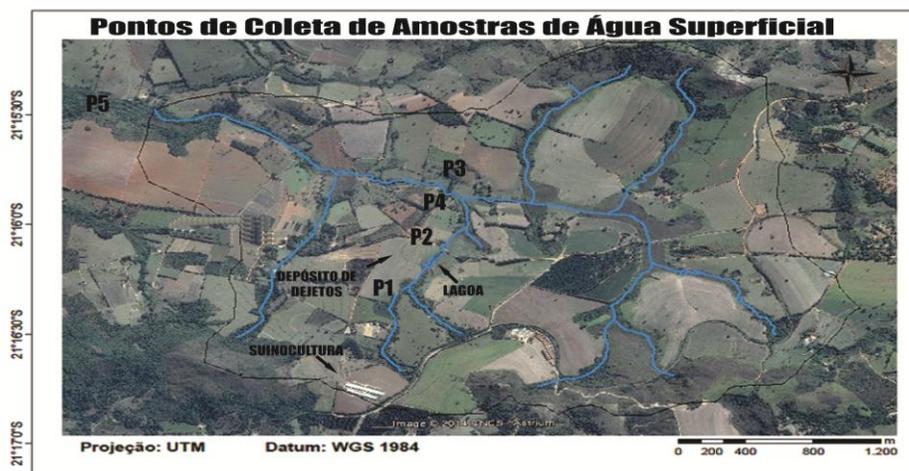


Figura 5 Localização dos pontos amostrais das águas superficiais (GOOGLE EARTH, 2014).

Tabela 10 Coordenadas geográficas para o controle de água superficial

Pontos amostrais	Coordenadas geográficas	
	Latitude	Longitude
1	21°16'13.64"S	45°03'24.25"W
2	21°16'09.20"S	45°03'20.57"W
3	21°15'05.66"S	45°03'40.36"W
4	21°16'00.36"S	45°03'48.68"W
5	21°15'05.57"S	45°03'91.04"W

Fonte: Dados coletados através do GPS modelo 4ET03.

A lagoa natural (Figura 7) apresenta dimensões, aproximadamente, de 500 m de comprimento, 4 m de profundidade e 100 m de largura. Possui mata ciliar preservada em sua nascente. O uso do solo em seu entorno é de cultivo agrícola com utilização de adubação com dejetos de suínos, além de pastagens. Lateralmente à lagoa e à montante de algumas cisternas encontra-se uma lagoa de deposição de dejetos suínos em impermeabilização do solo.



Figura 6 Nascente da lagoa



Figura 7 Saída da lagoa

Nos cursos de água superficiais (Figura 6 e 7) foi determinado o Índice de Qualidade de Água (IQA) proposto pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2014). As amostras coletadas nos cursos de água superficiais foram do tipo simples, coletadas de 0,20 a 0,30 m de profundidade, em cinco pontos amostrais (P1, P2, P3, P4 e P5) escolhidos de acordo com o posicionamento dos tributários do córrego e da distribuição das possíveis fontes de poluição na paisagem (Figura 6).

As amostras foram coletadas usando uma haste de madeira (extensor), na qual os recipientes coletores foram presos. Para determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e turbidez e quantificação das concentrações da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrato (NO_3^-), fósforo total (P_T) e dos sólidos totais (ST) foram utilizados frascos plásticos de 2 L. Frascos esterilizados de 300 mL foram utilizados na coleta de amostra para realização de análise de coliformes termotolerantes. Por último, amostras foram coletadas em frascos tipo DBO para quantificação da concentração de oxigênio dissolvido (OD). As medições de temperatura foram feitas no momento das coletas, utilizando-se termômetro de mercúrio.

As amostras foram conduzidas para o Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde se determinou as seguintes variáveis de acordo com a Tabela 11.

Tabela 11 Metodologia da avaliação de cada variável (IQA)

Variáveis(IQA)	Metodologia utilizada
pH	Potenciometria
DBO (mg L ⁻¹)	Iodométrico
OD (mg L ⁻¹)	Iodométrico
Fosfato (mg L ⁻¹)	Fosforo-molibídico
Nitrato (mg L ⁻¹)	Colorimétrico
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	Gravimétrico/filtração
Turbidez (UNT)	Nefelométrico
Coliformes (NMP) (termotolerantes)	(NMP/100mL)Tubos múltiplo

Fonte: American Public Health Association (1998).

3.5 Precipitação no período de estudo

A Tabela 12 e a Figura 8 apresentam os dados referentes à precipitação no período de agosto/13 à dezembro/13 e janeiro/14 fevereiro/14 e abril/14. Os dados de chuva foram obtidos junto ao Departamento de Meteorologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Tabela 12 Total precipitado

Meses de coleta	Precipitação total (mm)
Agosto	1,9
Setembro	64,4
Outubro	85,6
Novembro	173,4
Dezembro	162,2
Janeiro	249,3
Fevereiro	34,4
Abril	122,8

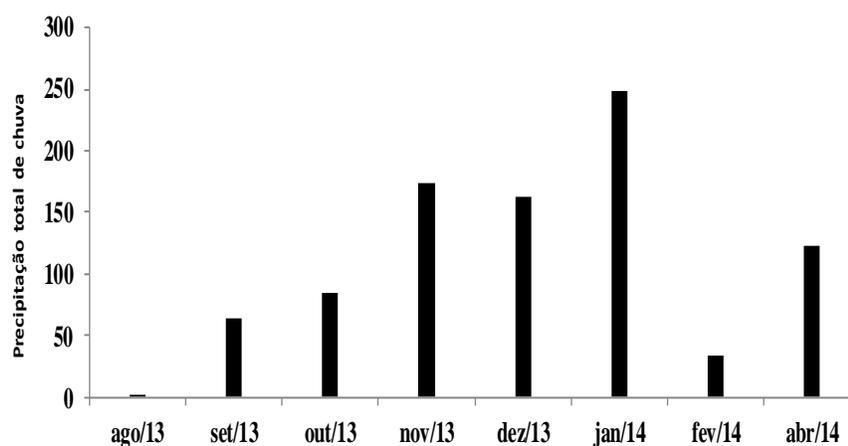


Figura 8 Volume total de chuva

3.6 Análise de Fertilidade do solo

As amostras de solo foram coletadas na camada de 0 - 20 cm de profundidade, sob vegetação natural não antropizada, livre de adubação com fertilizantes ou agroquímicos. Próximo ao local de retirada da amostra (Ponto 4 e Figura 2) existe uma suinocultura, onde os dejetos são liberados em um biodigestor, sendo utilizados para adubação. As amostras foram destorroadas, secas ao ar e passadas em peneira com malha de 5 mm de abertura. Posteriormente foram

retiradas subamostras dos dez pontos diferentes compondo uma amostra integrada de solos, passadas em peneira de 2 mm de abertura e realizadas a caracterização química da fração terra fina seca ao ar (TFSA).

O pH em água, Ca, Mg, Al, P, K, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados conforme Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1997), sendo o Ca, Mg e Al extraídos com KCl 1 mol/L, e P, K e os micronutrientes catiônicos pelo HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ 0,0125 mol/L (Mehlich 1). Também foi determinada a acidez potencial (H+Al), conforme Van Raij et al. (1987). O fósforo remanescente foi determinado conforme Alvarez et al. (2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, encontra-se o mapa de uso e ocupação do Solo da Comunidade dos Pimentas. Verifica-se a predominância de ocupação por pastagem devido à pecuária e culturas anuais, seguida de vegetação nativa e outros usos agropecuários.

As pastagens predominantes na área são naturais e em uma pequena escala a presença de pastagens plantadas. Pelo mapa da Figura 2, observa-se que os pontos de coleta encontram-se as margens do curso d'água que corta a comunidade.

Os pontos 1, 3, 4, 5, 6, 8 e 12 encontram-se próximo a área ocupada por pastagem e poucas culturas anuais. Grande área ocupada por culturas anuais, áreas construídas e outros usos agropecuários compõem a paisagem ao entorno dos pontos 2, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16 e 17.

Na Tabela 13 e Figura 9, encontram-se informações sobre a Área de Preservação Permanente. Observa-se que a comunidade apresenta um percentual elevado de áreas de preservação permanente degradadas em relação às áreas preservadas.

Tabela 13 Área de Preservação Permanente

Áreas de Preservação Permanente	Área (ha)	Área
APP Nascentes	7,8	
APP Cursos D'água	82,8	
APP Topos de Morro	36,8	
APPs Total	122,1	
APPs Preservadas	43,0	35,2%
APPs Degradadas	79,1	64,7%

Fonte: Google Earth (2014).

Um fator importante, pois a escassez hídrica vivenciada por moradores desta comunidade pode ser oriunda da devastação das áreas preservadas para plantações de culturas anuais e pastagens.

As APPs (Áreas de Preservação Permanente) têm a função de proteger o ambiente natural, entretanto, são áreas que não podem sofrer alterações, necessitam estar coberta por vegetações originais. Essas vegetações são importantes para dificultar a erosão do solo, regularização do fluxo hídrico, diminuir o assoreamento dos cursos d'água entre outros.

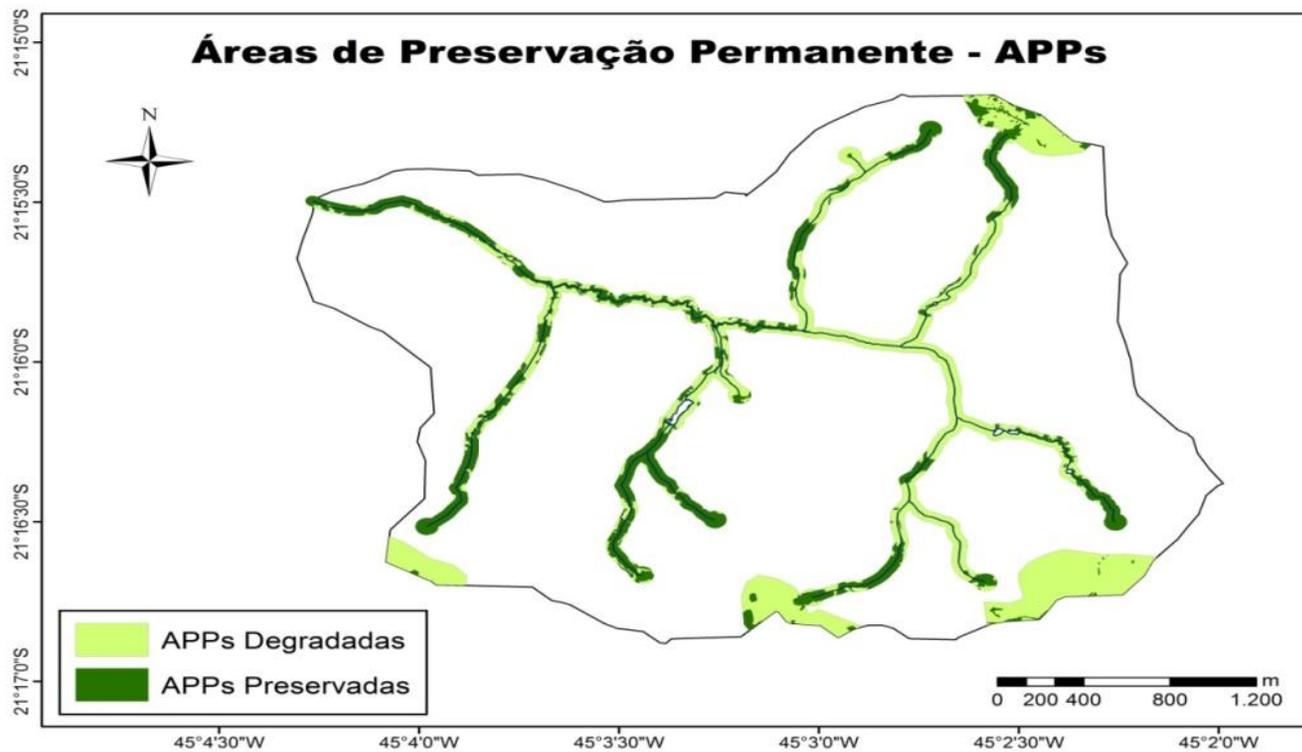


Figura 9 Mapa de uso e ocupação do solo APPs

4.1 Cor Aparente

Os valores médios, máximo e mínimos observados de cor variaram de 0 a $14,5 \text{ mgL}^{-1}$ Pt-Co (Tabela 14). A maior variação entre os pontos ocorreu no ponto 10, mantendo constante o seu valor durante todos os meses de coleta. Sabendo-se que para a água ser considerada potável e que o valor máximo permisivél (VMP) para a cor, segundo a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde é de 15 mg L^{-1} de Pt-Co (Tabela 9), observa-se que as amostras das cisternas avaliadas não apresentaram contaminação acima do valor permitido pelo Ministério da Saúde.

Apenas o ponto 10 apresentou maior valor próximo ao limite da cor em relação aos outros pontos avaliados. A Figura 2 mostra a localização deste ponto, que se encontra próxima a região ocupada por outros usos agropecuários e pastagem. Dessa forma, essa alteração pode ser devido a um processo erosivo decorrente das atividades antrópicas como agricultura e pecuária, além de materiais de origem doméstica que podem ser infiltrados no solo.

Portanto, este parâmetro encontra-se com os valores satisfatórios de acordo com as normalidades para uso, embora o ponto 10 apresentou uma leve alteração em relação aos demais.

Tabela 14 Valores médio, máximo e mínimo de cor em mg L⁻¹ de Pt-Co, das amostras de água das cisternas

PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Agosto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	3,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Setembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	3,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outubro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	3,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Novembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	3,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dezembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Janeiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	2,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fevereiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	3,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Abril	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	3,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Média	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	2,9	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	3,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	3,5	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,83	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CV(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,43	12,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

*DV Desvio padrão.

*CV Coeficiente de variação.

A cor da água resulta dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente. Por este motivo, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter cor do que as águas subterrâneas. Além disso, pode-se ter cor devido ao material em suspensão.

Segundo Oliveira e Cunha (2014), concentrações superiores deste parâmetro causam não só alterações estéticas na água, mas interferem nos processos biogeoquímicos, especialmente na fotossíntese, pelo impedimento da passagem de luz no meio aquático.

Segundo Bárbara, Cunha e Siqueira (2010) e Cunha (2013), a cor é influenciada principalmente por compostos inorgânicos e orgânicos (substâncias húmicas) presentes no solo, como óxidos de ferro ou óxido de manganês, que apresentam características coloidais que alteram a cor da água mas não interfere no parâmetro da turbidez.

De acordo com o Boletim de informações sobre metodologias analíticas, publicado em 02/09/14, a cor pode ser de origem vegetal ou mineral, causada por substâncias metálicas como o ferro ou manganês, matérias húmicas, taninos, algas, plantas aquáticas e protozoários, ou por resíduos orgânicos ou inorgânicos de indústrias.

Alguns estudos comprovam que a adição de cloro em águas coloridas pode dar origem a formação de compostos que têm efeitos cancerígenos sobre animais.

4.2 Turbidez

Os resultados estão apresentados na Tabela 15. Para turbidez, os pontos amostrados de cisternas (2 à 16), apresentaram os menores valores (0,3 e 4,3 UNT, respectivamente), para uma água que esteja de acordo com o padrão de potabilidade, tem-se uma turbidez representada pelo valor máximo permissível

(VMP) de 5 UNT (Tabela 8), desta forma os resultados foram satisfatórios, enquanto para os pontos amostrados 1 e 15 apresentaram os maiores valores (8,5 e 21 UNT), o que pode resultar na rejeição desta água pelos consumidores. Além disso, os valores de turbidez podem estar vinculados a microrganismos patogênicos levando riscos de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Os pontos 1 e 15 estão localizados conforme o mapa (Figura 2), próximo a área de pastagem, culturas anuais e áreas construídas, bem como as residências e a granja de suinocultura. Uma vez que a turbidez é originada de partículas em suspensão e resíduos orgânicos, os pontos que apresentaram os maiores valores provavelmente são proveniente de áreas mais degradadas em relação à erosão do solo e áreas mais antropizadas como agricultura. Nesta faixa de turbidez, filtração direta e desinfecção podem ser o suficiente para tratar a água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992).

Para Cavalcante (2014) que avaliou a qualidade da água na Comunidade Olho d'água Grande em Santana do Ipanema/Al, os resultados encontrados em seus experimentos para a dosagem de turbidez, estavam praticamente todos superiores ao padrão aceitável para o consumo humano.

A turbidez provoca a alteração da penetração da luz devido as partículas em suspensão que provocam a sua difusão e absorção. Com o aumento da turbidez, ocorrerá também a redução na zona eufótica, que é a zona de luz onde a fotossíntese ainda é possível ocorrer.

Segundo Buzelli e Cunha-Santino (2013), o aumento da turbidez ocorre, geralmente, em estações chuvosas devido à movimentação do sedimento em locais rasos como a zona litorânea, erosão das margens por falta de vegetação ripária, folhagens e galhos de árvores que são levados para dentro do corpo hídrico por ação dos ventos e da correnteza.

Portanto é importante correlacionar os valores de turbidez com os volumes de precipitação durante o período de coleta. A Tabela 16 mostra a compara-

ção entre a média de todos os pontos coletados e o volume de chuva do mês de coleta. É importante lembrar que, como a coleta foi realizada em uma frequência mensal, pode ter ocorrido coleta posterior ou anterior a um dia de precipitação. Mesmo com o volume baixo de chuva durante este período, os pontos mantiveram o padrão de potabilidade do Ministério da Saúde e apenas os pontos 1 e 15 apresentaram valores superiores ao limite permissível.

Para a Agência Nacional das Águas (2007), a principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, visto que na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Detritos orgânicos como algas, bactérias, plâncton dentre outros, também interferem na turbidez da água.

Ações antrópicas como desmatamento, despejo de esgoto sanitário, efluentes industriais, agropecuários e mineração, fazem com que o escoamento superficial aumente a turbidez da água resultando em grandes alterações no ecossistema aquático (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014).

Tabela 15 Valores médio, máximo e mínimo de turbidez em UNT, das amostras de água de cisternas

PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Agosto	8,0	0,8	2,0	0,6	1,0	0,7	0,3	1,1	1,7	2,4	3,4	3,2	1,9	4,2	16,2	2,9	0,6
Setembro	8,3	1,0	2,4	1,3	1,2	1,0	0,7	0,9	1,5	2,3	3,8	3,1	1,9	4,2	15,0	3,2	0,9
Outubro	8,1	0,9	2,2	1,4	1,3	0,9	0,9	1,0	1,3	2,5	3,7	3,0	2,3	3,8	18,3	2,8	1,2
Novembro	7,5	1,2	2,0	0,7	1,1	0,8	0,6	1,2	1,8	2,3	3,3	3,0	1,8	4,4	18,0	2,7	1,0
Dezembro	8,5	2,0	2,5	1,5	1,9	1,5	1,2	1,7	2,6	3,1	3,9	3,9	2,5	5,3	21,0	3,7	2,1
Janeiro	8,0	0,9	1,9	0,5	1,2	0,5	0,4	1,2	1,8	2,1	3,0	3,0	1,5	4,3	17,3	3,0	1,0
Fevereiro	7,2	1,0	2,2	0,8	1,0	0,8	0,3	1,2	1,8	2,2	2,0	3,0	2,0	4,0	15,3	2,7	0,8
Abril	7,8	1,1	1,9	0,6	0,9	1,1	0,4	1,4	1,8	2,1	2,3	3,4	1,8	3,9	15,9	2,9	1,0
Média	7,9	1,1	2,1	0,9	1,2	0,9	0,6	1,2	1,8	2,4	3,2	3,2	2,0	4,3	17,1	3,0	1,1
Máximo	8,5	2,0	2,5	1,5	1,9	1,5	1,2	1,7	2,6	3,1	3,9	3,9	2,5	5,3	21,0	3,7	2,1
Mínimo	7,2	0,8	1,9	0,5	0,9	0,5	0,3	0,9	1,3	2,1	2,0	3,0	1,5	3,8	15,0	2,7	0,6
DP	0,42	0,38	0,23	0,41	0,31	0,30	0,32	0,25	0,38	0,32	0,70	0,32	0,31	0,47	1,98	0,33	0,45
CV(%)	5,30	34,12	10,59	43,91	25,97	32,84	53,45	20,41	21,03	13,64	22,06	9,88	15,87	10,93	11,55	11,09	41,82

*DV Desvio padrão.

*CV Coeficiente de variação.

Tabela 16 Comparação entre a precipitação e a turbidez das amostras de água das cisternas

Meses de coleta	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Abril
Precipitação total (mm)	1,9	64,4	85,6	173,4	162,2	249,3	34,4	122,8
Média de Turbidez	3,0	3,1	3,3	3,1	4,1	3,0	2,8	3,0

4.3 Sólidos dissolvidos

Os valores médio, máximo e mínimo de sólidos dissolvidos se encontram na Tabela 17. As concentrações dos sólidos dissolvidos nas amostras de água de cada cisterna variaram entre 5 à 550 mgL⁻¹. Sendo assim, os resultados obtidos para os valores de sólidos dissolvidos no presente estudo mostraram que 100% das amostras analisadas durante o monitoramento estão de acordo com a portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, segundo esta portaria, o valor recomendável para sólidos dissolvidos é de 1000 mg L⁻¹.

De acordo com os estudos de Buzelli et al. (2013) que diagnosticou um monitoramento da qualidade de água em um reservatório, comparou-se os valores de sólidos dissolvidos em períodos de cheia e seca e notou-se que os valores encontrados foram cinco vezes menor que o limitado pela legislação.

Segundo Souza, Romeiro e Lopes (2014) que monitorou a qualidade das águas subterrâneas do Aquífero Bambuí no Norte de Minas Gerais, observou em seus resultados que as concentrações de sólidos dissolvidos apresentaram elevadas variações. Tais variações, em geral, ocorrem em função da natureza das rochas e nos processos químicos envolvidos.

As concentrações de sólidos dissolvidos representam a soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água (OLIVEIRA et al., 2014). Dessa forma, sólidos dissolvidos são constituídos por todas as impurezas da água, com exceção dos gases dissolvidos.

Tabela 17 Valores médio, máximo e mínimo de sólidos dissolvidos (mg L⁻¹) de amostras de água das cisternas

PONTO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
Agosto	0	0	0	0	17,5	52,5	5,0	13,3	55,0	15,0	13,3	20,0	113,3	208,3	186,7	175,0	45,0
Setembro	40,0	32,5	7,5	25,0	8,3	22,5	26,7	82,5	150,0	35,0	50,0	0,0	35,0	10,0	21,7	5,0	23,3
Outubro	235,0	240,0	405,0	65,0	28,3	95,0	7,5	507,5	150,0	10,0	167,5	50,0	246,7	123,3	32,5	78,3	117,5
Novembro	0,0	345,0	200,0	6,7	308,3	56,7	110,0	45,3	65,0	228,3	161,7	65,0	12,5	30,0	60,0	25,0	17,5
Dezembro	550,0	0,0	25,0	108,3	35,0	80,0	71,7	86,7	35,0	20,0	162,5	0,0	12,5	50,0	28,3	25,0	21,7
Janeiro	56,7	65,0	32,5	72,5	111,7	72,5	32,5	45,0	20,0	226,5	10,0	140,0	92,5	23,3	37,5	22,5	23,3
Fevereiro	53,3	92,5	32,5	77,5	61,7	56,7	32,5	33,3	41,7	33,3	10,0	0,0	92,5	21,7	17,5	10,0	11,7
Abril	28,3	20,0	49,5	100,0	76,7	20,0	25,0	80,0	297,5	137,5	20,0	40,0	36,7	140,0	17,5	46,7	8,3
Média	120,4	99,4	94,0	56,9	80,9	57,0	38,9	111,7	101,8	88,2	74,4	39,4	80,2	75,8	50,2	48,4	33,5
Máximo	550,0	345,0	405,0	108,3	308,3	95,0	110,0	507,5	297,5	228,3	167,5	140,0	246,7	208,3	186,7	175,0	117,5
Mínimo	0,0	0,0	7,5	0,0	8,3	20,0	5,0	13,3	20,0	10,0	10,0	0,0	12,5	10,0	17,5	5,0	8,3
DP	189,0	126,4	140,7	41,42	97,99	26,17	35,23	162,0	93,55	94,98	75,25	47,69	77,66	72,42	56,86	56,12	35,66
CV(%)	157,0	127,2	149,6	72,82	121,04	45,92	90,66	145,0	91,91	107,6	101,1	121,1	96,82	95,51	113,2	115,8	106,3

*DV Desvio padrão.

*CV Coeficiente de variação.

4.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A Tabela 18 e 18.1 apresenta os resultados obtidos de pH em cada ponto coletado. Este indicador apontou variações entre 4,6 e 6,2, sendo que, os valores mais altos observados foram para os pontos 13 e 9 da primeira e terceira amostragem realizadas, respectivamente, e o mais baixo foi para os pontos 11 e 10, sendo primeira e segunda amostragens respectivamente.

Em média, os pontos 10 e 11 apresentaram os valores mais baixos neste parâmetro, e os pontos 9 e 13 os mais altos. Ao analisar o conjunto desses resultados, os pontos que se encontram mais próximo do valor permissível na faixa de 6 a 9,5 são os pontos 9 e 13, alcançando uma média equivalente a 5,94 e 5,99 (Tabela 18 e 18.1), enquanto os demais pontos encontram-se abaixo do valor recomendável, o que resulta na limitação do uso desta água devido ao seu potencial corrosivo e agressivo nas tubulações e peças das águas de abastecimento.

Segundo a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, o valor de pH recomendável para que uma água esteja em conformidade com o padrão de potabilidade encontra-se na faixa de 6,0 a 9,5. Para Farias (2006), o pH pode ser influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, pois quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois pode haver decomposição de materiais compostos de ácidos orgânicos.

Constatou Oliveira et al. (2014) avaliando a variabilidade da qualidade de águas, que os pontos analisados para a variável pH, não apresentaram variações significativas em relação aos sítios de coleta, com exceção ao mês de setembro, onde dois pontos apresentaram valores abaixo do mínimo recomendável.

De acordo com Buzelli et al. (2013), Rodgher et al. (2005), Panhota e Bianchini Júnior (2003) a faixa de pH analisado em seus experimentos, variaram

entre 6,10 e 6,48, encontrando-se dentro da faixa estabelecida recomendada pela legislação vigente.

Os estudos de Zuffo et al. (2009), indicaram que o pH das amostras oscilou entre 3,0 em Vilhena e 9 e 12 em Nova União, ambas situadas na bacia do Machado, sendo que a maioria das águas apresentaram pH entre 5,1 e 5,5. Os autores atribuíram estes valores aos solos ácidos da região, devido às elevadas concentrações de dióxido de carbono dissolvido na água, resultante dos processos de decomposição da matéria orgânica que libera gás carbônico.

Conforme Scalize et al. (2014), os valores de pH de três amostras na fonte e duas no ponto de consumo apresentaram-se valores menores que 6,0 e as demais ficaram na faixa recomendada pela legislação, que é de 6,0 a 9,5, apresentando uma média de 6,6 .

Assim nota-se que o valores de pH dos dezessete pontos de cisternas da Comunidade dos Pimentas, apenas 11% dos pontos analisados estão próximo do valor mínimo permissível e 89% estão bem abaixo do mínimo permissível, o que pode ser atribuído ao solo ácido da região que foi comprovado pela análise deste solo (Tabela 19).

Tabela 18 Valores médio, máximo e mínimo de pH das amostras de água das cisternas avaliadas

PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Agosto	9,55E-06	1,12E-06	2,00E-06	5,01E-06	3,98E-06	2,00E-05	1,00E-05	3,16E-06	1,26E-06
Setembro	9,12E-06	1,00E-06	2,51E-06	3,16E-06	2,51E-06	6,31E-06	1,00E-05	2,00E-06	1,00E-06
Outubro	1,26E-05	1,26E-06	1,58E-06	3,98E-06	3,16E-06	1,26E-05	5,01E-06	1,26E-06	6,31E-07
Novembro	1,00E-05	1,58E-06	1,26E-06	3,98E-06	5,01E-06	1,00E-05	6,31E-06	2,00E-06	1,00E-06
Dezembro	1,58E-05	1,58E-06	3,16E-06	5,01E-06	5,01E-06	1,26E-05	7,94E-06	2,00E-06	1,00E-06
Janeiro	1,00E-05	1,26E-06	2,51E-06	6,31E-06	5,01E-06	1,00E-05	7,94E-06	3,98E-06	1,26E-06
Fevereiro	7,94E-06	1,58E-06	2,51E-06	5,01E-06	7,94E-06	1,58E-05	1,00E-05	5,01E-06	1,58E-06
Abril	1,00E-05	1,26E-05	7,94E-06	6,31E-06	1,00E-05	2,00E-05	1,26E-05	6,31E-06	2,00E-06
Média	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Log média	5,0	5,6	5,5	5,3	5,3	4,9	5,1	5,5	5,9
Máximo	5,1	6,0	5,9	5,5	5,6	5,2	5,3	5,9	6,2
Mínimo	4,8	4,9	5,1	5,2	5,0	4,7	4,9	5,2	5,7
DV	0,09	0,35	0,24	0,10	0,20	0,17	0,13	0,24	0,15
CV (%)	867560,68	12882031,6	8144554,2	2135368,9	3676696,2	1260927,2	1469100,4	7438360,2	12383153,4

*DV Desvio padrão.

*CV Coeficiente de variação.

“Tabela 18, conclusão”

PONTO	10	11	12	13	14	15	16	17
Agosto	2,0E-05	2,5E-05	3,2E-06	6,3E-07	1,3E-05	6,3E-06	1,6E-05	3,2E-06
Setembro	2,5E-05	2,0E-05	3,2E-06	1,0E-06	1,0E-05	1,3E-05	1,6E-05	6,3E-06
Outubro	1,3E-05	1,0E-05	2,0E-06	1,6E-06	7,9E-06	7,9E-06	1,0E-05	1,0E-05
Novembro	1,0E-05	5,0E-06	2,5E-06	1,3E-06	6,3E-06	6,3E-06	1,3E-05	5,0E-06
Dezembro	7,9E-06	6,3E-06	2,0E-06	7,9E-07	5,0E-06	5,0E-06	6,3E-06	5,0E-06
Janeiro	1,3E-05	1,3E-05	4,0E-06	1,0E-06	1,0E-05	7,9E-06	1,0E-05	2,5E-06
Fevereiro	1,6E-05	1,0E-05	5,0E-06	1,0E-06	7,9E-06	1,0E-05	1,3E-05	1,6E-06
Abril	1,3E-05	1,3E-05	6,3E-06	1,3E-06	1,0E-05	1,3E-05	1,6E-05	2,0E-06
Média	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Log. média	4,8	4,9	5,5	6,0	5,1	5,1	4,9	5,4
Máximo	5,1	5,3	5,7	6,2	5,3	5,3	5,2	5,8
Mínimo	4,6	4,6	5,2	5,8	4,9	4,9	4,8	5,0
DV	0,16	0,23	0,18	0,12	0,13	0,15	0,14	0,27
CV (%)	1096095,2	1835106,0	5141143,8	11692487,1	1469100,4	1697608,0	1121811,0	6097410,3

*DV Desvio padrão

*CV Coeficiente de variação

Visando uma melhor interpretação de resultados para o pH, fez-se necessário a quantificação da análise de solo da região para comparação de resultados. Como o solo da região de Minas Gerais é constituído de vegetação de cerrado, sua característica é de elevada acidez e com adição de poluentes, sendo eles, orgânico ou inorgânico, ao percorrer ou infiltrar no solo, pode ocorrer interferência na qualidade da água, principalmente na quantificação de pH.

Ao observar o mapa de uso e ocupação do solo da região dos Pimentas (Figura 2), constatou-se que o solo possui maiores ocupações com culturas anuais e pastagens. Desta forma, as culturas anuais para o plantio de grãos, são feitas com a utilização de adubos orgânicos, ou seja, resíduos líquidos de suínos gerado pela granja de suínos desta comunidade. Além disso, é um fator importante para a contribuição da acidificação do solo e água.

Para Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2002), a poluição ambiental por dejetos é um problema que vem se agravando na suinocultura. Diagnósticos recentes têm demonstrado um alto nível de contaminação dos rios e lençóis freáticos.

As atividades pecuárias também contribuem com a contaminação das águas e a danificação do solo com o excessivo pisoteio do gado sobre o solo que se torna compacto, reduzindo assim a infiltração de água e conseqüentemente, reduzindo a recarga dos aquíferos, além de favorecer a ocorrência de focos erosivos nas áreas mais declivosas (SANTOS, 2008).

A Tabela 19, mostra os teores médios dos parâmetros químicos para o LVAd.

Tabela 19 Características químicas de amostras de material dos solos utilizados, retirados na camada de 0 a 20 cm de profundidade

Características*	LVAd
pH (H ₂ O)	4,9
P mehlich (mg/dm ⁻³)	1,71
P-rem (mg/dm ⁻³)	19,58
K (mg dm ⁻³)	38
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,50
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,10
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,60
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	7,04
SB (cmol _c dm ⁻³)	0,70
MO (dag kg ⁻¹)	1,52
V(%)	9,01
t (cmol _c dm ⁻³)	1,30
T (cmol _c dm ⁻³)	7,74
m (%)	46,15
S (mg dm ⁻³)	15,21
Zn (mg dm ⁻³)	1,46
B (mg dm ⁻³)	0,28
Fe (mg dm ⁻³)	119,20
Mn (mg dm ⁻³)	11,56
Cu (dag kg ⁻¹)	1,98

*Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

Portanto, o resultado encontrado para o solo da região objeto de estudo foi de 4,9, indicativo de acidez elevada (ALVAREZ et al., 2000). Por isso, com a interpretação deste resultado, o solo encontra-se ácido, notando-se que a acidez do solo pode também estar relacionada com a acidez das águas das cisternas e superficiais que foram quantificadas neste monitoramento, concluindo que a

acidificação das águas é proveniente do tipo de solo da região e ambos devem adotar medidas para sua correção.

4.5 Dureza total

Os valores mínimo, máximo e médio dos pontos coletados estão apresentados na Tabela 20. Sabendo-se que para a água ser considerada potável que o valor máximo permissível (VMP) para a dureza, segundo a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde é de 500 mg L^{-1} conforme (Tabela 9), observa-se que apenas o ponto 15 encontra-se com um valor bem superior ao recomendável, ou seja, resultado insatisfatório em relação aos demais pontos, desde a primeira amostragem até a última amostragem coletada.

Portanto, a principal fonte de dureza nas águas é a passagem dela pelo solo e é muito frequente encontrar-se águas subterrâneas com dureza elevada devido à composição do solo, ou seja, regiões de zonas calcárias. Dessa forma, apenas o ponto 15 ficou classificado como água muito dura e os demais pontos como água mole e moderada.

Segundo Oliveira et al. (2014), a dureza total é expressa pelo teor de carbonato de cálcio (mg/L de CaCO_3), sendo que seus valores em uma amostra de água são comumente interpretados da seguinte forma: dureza $< 50 \text{ mg/L CaCO}_3$ – água mole; dureza de 50 a 150 mg/L CaCO_3 – dureza moderada, dureza 150 a 300 mg/L CaCO_3 – água dura e dureza $> 300 \text{ mg/L CaCO}_3$ – água muito dura (VON SPERLING, 2005).

Santos (2008) e Roloff (2006) relatam que a dureza da água causa sabor desagradável, efeitos laxativos e reduz a formação da espuma do sabão, já Alvarado e Herrera (1999) complementa que pode provocar incrustações nas tubulações de caldeiras e em tubulações para abastecimento de água domésticas. E estudos de Silva et al. (1986) indicam que a água dura pode causar náuseas, vô-

mitos, letargia, fraqueza muscular intensa e hipertensão arterial em sessões de hemodiálise.

A presença de dureza na água está relacionada a processos de origem natural (dissolução de rochas calcáreas, cálcio e magnésio) ou antropogênica (efluentes industriais) o que não é o caso da área de estudo.

Tabela 20 Valores médio, máximo e mínimo de dureza (mg L^{-1} de CaCO_3) das amostras de água das cisternas avaliadas

PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Agosto	0,0	8,0	12,0	0,0	4,0	0,0	60,0	0,0	38,0	0,0	0,0	0,0	56,0	16,0	1280,0	8,0	90,0
Setembro	0,0	6,0	10,0	0,0	4,0	0,0	64,0	0,0	34,0	0,0	0,0	0,0	50,0	18,0	1360,0	8,0	100,0
Outubro	0,0	8,0	12,0	0,0	4,0	0,0	70,0	0,0	34,0	0,0	0,0	0,0	48,0	14,0	1320,0	6,0	96,0
Novembro	0,0	4,0	12,0	0,0	4,0	0,0	60,0	0,0	36,0	0,0	0,0	0,0	58,0	18,0	1280,0	6,0	96,0
Dezembro	0,0	4,0	10,0	0,0	4,0	0,0	56,0	0,0	38,0	0,0	0,0	0,0	54,0	18,0	1240,0	10,0	98,0
Janeiro	0,0	8,0	10,0	0,0	4,0	0,0	60,0	0,0	42,0	0,0	0,0	0,0	56,0	20,0	1160,0	10,0	88,0
Fevereiro	0,0	10,0	16,0	0,0	4,0	0,0	58,0	0,0	46,0	0,0	0,0	0,0	56,0	18,0	1160,0	10,0	90,0
Abril	0,0	6,0	10,0	0,0	4,0	0,0	60,0	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	60,0	16,0	1240,0	6,0	88,0
Média	0,0	6,8	11,5	0,0	4,0	0,0	61,0	0,0	38,5	0,0	0,0	0,0	54,8	17,3	1255,0	8,0	93,3
Máximo	0,0	10,0	16,0	0,0	4,0	0,0	70,0	0,0	46,0	0,0	0,0	0,0	60,0	20,0	1360,0	10,0	100,0
Mínimo	0,0	4,0	10,0	0,0	4,0	0,0	56,0	0,0	34,0	0,0	0,0	0,0	48,0	14,0	1160,0	6,0	88,0
DP	0,00	2,12	2,07	0,00	0,00	0,00	4,28	0,00	4,11	0,00	0,00	0,00	3,99	1,83	70,71	1,85	4,77
CV(%)	0,00	31,43	18,00	0,00	0,00	0,00	7,01	0,00	10,66	0,00	0,00	0,00	7,29	10,62	5,63	23,15	5,12

*DV Desvio padrão.

*CV Coeficiente de variação.

4.6 Acidez

A Tabela 21 mostra os resultados encontrados desse parâmetro. O padrão observado para acidez indica que todas as cisternas analisadas por apresentarem pH variando entre 4,6 e 5,9 (Tabela 18 e 18.1) se enquadram na forma de acidez carbônica segundo sua distribuição:

- a) $\text{pH} > 8,3$ = CO_2 livre ausente;
- b) pH entre 4,5 e 8,3 = acidez carbônica;
- c) $\text{pH} < 4,5$ = acidez por ácidos minerais fortes (despejos industriais).

Sua origem pode ser forma natural com a presença de CO_2 (dióxido de carbono) atmosférico, decomposição de material orgânico ou a presença de sulfeto de hidrogênio (H_2S) que pode ser encontrado no gás natural ou de forma antropogênica oriunda de efluentes industriais e de mineração.

Tabela 21 Valores médio, máximo e mínimo de acidez (mg L⁻¹ de CaCO₃) das amostras de água das cisternas avaliadas

PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Agosto	83,7	37,8	69,3	45,0	87,3	91,8	77,4	45,0	70,2	61,2	90,0	112,5	45,0	111,6	68,4	106,2	71,1
Setembro	82,8	36,0	68,4	36,9	81,0	90,0	76,5	46,8	71,1	59,4	99,0	114,3	47,7	109,8	69,3	107,1	67,5
Outubro	81,9	36,0	67,5	46,8	83,7	94,5	74,7	52,2	69,3	58,5	91,8	116,1	48,6	109,8	67,5	107,1	65,7
Novembro	82,8	36,9	69,3	45,0	84,6	89,1	76,5	47,7	67,5	59,4	91,8	114,3	47,7	108,0	69,3	99,0	71,1
Dezembro	83,7	36,0	63,0	44,1	85,5	90,0	73,8	49,5	66,6	56,7	87,3	109,8	46,8	108,9	65,7	98,1	64,8
Janeiro	81,0	36,0	64,8	45,9	86,4	90,9	74,7	46,8	67,5	58,5	89,1	110,7	46,8	110,7	64,8	99,9	61,2
Fevereiro	83,7	37,8	67,5	43,2	85,5	90,0	74,7	45,0	70,2	58,5	90,9	115,2	47,7	108,9	67,5	99,9	69,3
Abril	81,0	36,0	67,5	46,8	83,7	90,9	76,5	46,8	68,4	58,5	92,7	110,7	45,9	110,7	67,5	101,7	71,1
Média	82,6	36,6	67,2	44,2	84,7	90,9	75,6	47,5	68,9	58,8	91,6	113,0	47,0	109,8	67,5	102,4	67,7
Máximo	83,7	37,8	69,3	46,8	87,3	94,5	77,4	52,2	71,1	61,2	99,0	116,1	48,6	111,6	69,3	107,1	71,1
Mínimo	81,0	36,0	63,0	36,9	81,0	89,1	73,8	45,0	66,6	56,7	87,3	109,8	45,0	108,0	64,8	98,1	61,2
DP	1,15	0,82	2,20	3,21	1,95	1,67	1,27	2,39	1,60	1,27	3,46	2,36	1,15	1,18	1,60	3,81	3,62
CV(%)	1,40	2,26	3,28	7,25	2,30	1,83	1,68	5,04	2,32	2,15	3,78	2,09	2,45	1,07	2,36	3,72	5,35

*DV Desvio padrão.

*CV Coeficiente de variação.

4.7 Ferro total

Sabendo-se que para a água ser considerada potável de acordo com a legislação vigente, ela precisa atender o padrão de potabilidade referente à $0,30 \text{ mg L}^{-1}$. Os resultados encontrados são apresentados na Tabela 22. Os valores variaram entre 0,4 e 0,6 (Tabela 22), sendo o valor mais elevado observado nos pontos (8 e 9). Nota-se que no ponto 8, o valor elevado aparece apenas na 1ª e 2ª amostragem já para o ponto 9 desde a 1ª até 8ª manteve-se constante, apresentando apenas uma redução na 5ª amostragem e o valor mais baixo, mais ainda superior ao permissível, aparecem nos pontos 7 e 15. Comparando os resultados com o valor de referência, nota-se que algumas das cisternas (pontos 7, 8, 9 e 15) avaliadas não atenderam o padrão de potabilidade. As concentrações elevadas de ferro para os pontos indicados podem ser provenientes de fontes naturais como; dissolução de rochas e minerais do solo ou carreamento de solo por processos erosivos.

O ferro, quando em altas concentrações, apesar de não ser considerado um Elemento Potencialmente Tóxico (EPT), pode causar alterações na cor da água, manchando objetos e interferir no sistema de abastecimento (BÁRBARA; CUNHA; SIQUEIRA, 2010). Estudos de Oliveira et al. (2014) indicaram que a concentração de ferro na maioria das amostras de água coletadas na área apresentaram valores inferiores a $0,3 \text{ mg/L}$. Entretanto, a amostra coletada em um ponto apresentou valor para o parâmetro de $4,3 \text{ mg/L}$, o qual é superior ao permitido, sendo assim os altos teores de ferro na água subterrânea podem resultar na ocorrência de ferrobactérias ou mesmo a corrosão do revestimento ou filtro do poço (SANTOS, 2000). O processo de tratamento por filtração direta resolveria este problema.

Tabela 22 Valores médio, máximo e mínimo de Ferro (mg L^{-1}) das amostras de água das cisternas avaliadas

PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Agosto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
Setembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
Outubro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0
Novembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0
Dezembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0
Janeiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0
Fevereiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0
Abril	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0
Média	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0
Máximo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
DP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,13	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00
CV(%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,03	30,16	12,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,45	0,00	0,00

*DV Desvio padrão.

*CV Coeficiente de variação.

4.8 Coliformes termotolerantes

De acordo com a Portaria 2914/11, a água para consumo humano deve apresentar ausência em 100 mL do valor máximo permitido (VMP) nas concentrações de coliformes totais e *Escherichia coli*, uma vez que a *Escherichia coli* é considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente (BRASIL, 2011), facilmente isolada na água, possui identificação por técnicas simples, rápidas e econômicas.

As Tabelas 23 e 23.1 apresentam os resultados das amostras analisadas para coliformes termotolerantes. Os resultados são apresentados em Número Mais Provável / 100 mL (NMP /100 mL). Observa-se nas Tabelas 23 e 23.1, que 58,8% das cisternas (pontos 2, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16 e 17) apresentaram altas concentrações de coliformes termotolerantes, praticamente em todas as coletas e 41,2% das cisternas (pontos 1, 3, 4, 5, 6, 8 e 12) encontram-se isentas de coliformes termotolerantes.

Entretanto, os valores estabelecidos pela portaria 2914/11 do Ministério da Saúde apresentados na Tabela 9, indicam a ausência de coliformes termotolerantes em 100 mL para uma água apta ao consumo. Neste caso quando houver a presença de coliformes termotolerantes, a água será considerada imprópria para consumo.

Tendo em vista alguns fatores, no qual um deles é que os poços subterrâneos se encontram próximo a fossas negras conforme (Tabela 7), portanto no final de um período chuvoso ocorre a elevação do nível d'água, e as fossas também sofrem elevação, aumentando a possibilidade de confluência do material orgânico até o poço subterrâneo (SILVA et al., 2014a). Outro fator que deve ser considerado são as construções dos poços rasos presente na comunidade de estudo, as quais poucas apresentam estrutura adequada e não seguem as normas pré-estabelecidas; com isso, há maior facilidade de contaminação. E por último,

os pontos contaminados ficam entre as margens da lagoa, na qual é receptora de partes dos efluentes oriundos de dejetos líquidos de suínos. E a montante da lagoa encontra-se tanques de armazenamento dos dejetos que posteriormente são lançados no solo para plantio de grãos como o milho. Sendo assim, possivelmente sejam essas as causas associadas aos elevados valores de coliformes termotolerantes para os pontos citados.

Observa-se que os pontos contaminados por coliformes termotolerantes estão cercados pelas culturas anuais, pastagens e a construção da granja de suínos conforme (Figura 2), que muito contribui para a contaminação do solo e da água através do seu manejo inadequado.

No entanto, tratando-se de consumo humano, segundo a legislação pertinente, deveria ocorrer ausência de bactérias coliformes termotolerantes. Através do conjunto de indicadores analisados, esta foi a resposta do experimento e devido aos altos valores de coliformes para os pontos já mencionados, esta água não está apta para o consumo de acordo com a portaria 2914/11.

Esses resultados são preocupantes, *Escherichia coli* indica a presença de bactérias patogênicas que podem acarretar doenças como: febre tifoide, febre paratifoide, desintéria bacilar, amebíase e cólera (KONEMAN et al., 2001). Dessa forma, a preocupação disso, reflete na saúde da comunidade no qual necessitam de atenção em relação ao tratamento e qualidade da água de consumo.

Como observado em outras áreas rurais no Brasil (AMARAL et al., 2003; COSTA et al., 2006; GOMES; SOUZA; FUJINAGA, 2011; OLIVEIRA, 2008; ROCHA et al., 2006), as fontes de água da comunidade Pimentas, que apresentaram presença de Coliformes termotolerantes necessitam de melhorias significativas no que se refere à proteção das fontes de abastecimento e medidas para a desinfecção antes de ser consumida. Os resultados de Baguma, Loiskandl e Jung (2010) sugerem que instruções de uso, incluindo riscos à saúde, devem ser utilizados para melhorar a gestão de água doméstica dessas fontes.

Segundo Hosoi (2011 apud CAVALCANTE, 2014), os resultados corroboram com o apresentado por Hosoi (2011) de que além do aporte financeiro, os sistemas descentralizados demandam apoio técnico, operacional e social para garantir a continuidade da gestão e qualidade dos serviços.

Santos Júnior et al. (2013) apontam a falta de informação da população em geral, especialmente da população mais jovem, como um dos principais desafios enfrentados para conservação e uso racional da água no semiárido brasileiro.

Tabela 23 Valores médio, máximo e mínimo de Coliformes termotolerantes (NMP/ 100 mL) das amostras de água das cisternas avaliadas

PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Agosto	0,00	$1,1 \times 10^6$	0,00	0,00	0,00	0,00	$9,0 \times 10^3$	0,00	$9,5 \times 10^4$
Setembro	0,00	$4,5 \times 10^4$	0,00	0,00	0,00	0,00	$4,0 \times 10^3$	0,00	$7,5 \times 10^4$
Outubro	0,00	$4,5 \times 10^4$	0,00	0,00	0,00	0,00	$4,0 \times 10^3$	0,00	$4,5 \times 10^4$
Novembro	0,00	$9,0 \times 10^{-1}$	0,00	0,00	0,00	0,00	$3,0 \times 10^3$	0,00	$4,5 \times 10^4$
Dezembro	0,00	$1,4 \times 10^3$	0,00	0,00	0,00	0,00	$4,0 \times 10^1$	0,00	$9,5 \times 10^4$
Janeiro	0,00	$4,0 \times 10^3$	0,00	0,00	0,00	0,00	$9,0 \times 10^3$	0,00	$7,5 \times 10^4$
Fevereiro	0,00	$3,0 \times 10^3$	0,00	0,00	0,00	0,00	$1,4 \times 10^3$	0,00	$6,5 \times 10^4$
Abril	0,00	$3,0 \times 10^3$	0,00	0,00	0,00	0,00	$9,0 \times 10^3$	0,00	$7,5 \times 10^4$
Média	0,00	$1,5 \times 10^5$	0,00	0,00	0,00	0,00	$4,9 \times 10^3$	0,00	$7,1 \times 10^4$
Máximo	0,00	$1,1 \times 10^6$	0,00	0,00	0,00	0,00	$9,0 \times 10^3$	0,00	$9,5 \times 10^4$
Mínimo	0,00	$9,0 \times 10^{-1}$	0,00	0,00	0,00	0,00	$4,0 \times 10^{-1}$	0,00	$4,5 \times 10^4$
DP	0,00	$3,8 \times 10^5$	0,00	0,00	0,00	0,00	$3,6 \times 10^3$	0,00	$1,9 \times 10^4$
CV(%)	0,00	$2,6 \times 10^2$	0,00	0,00	0,00	0,00	$7,4 \times 10^1$	0,00	$2,7 \times 10^1$

“Tabela 23, conclusão”

PONTO	10	11	12	13	14	15	16	17
Agosto	2,5 x 10 ⁴	2,5 x 10 ⁴	0,00	1,1 x 10 ⁴	6,0 x 10 ³	7,5 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁴	9,0 x 10 ³
Setembro	2,0 x 10 ⁴	2,5 x 10 ⁴	0,00	7,0 x 10 ³	6,0 x 10 ³	4,5 x 10 ⁴	3,0 x 10 ³	6,0 x 10 ³
Outubro	2,0 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁴	0,00	4,0 x 10 ³	3,0 x 10 ³	4,0 x 10 ⁴	3,0 x 10 ³	7,0 x 10 ³
Novembro	1,5 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁴	0,00	7,0 x 10 ³	3,0 x 10 ³	4,0 x 10 ⁴	6,0 x 10 ³	7,0 x 10 ³
Dezembro	3,0 x 10 ⁴	3,0 x 10 ⁴	0,00	1,6 x 10 ⁴	7,0 x 10 ³	6,5 x 10 ⁴	6,0 x 10 ³	1,1 x 10 ³
Janeiro	2,5 x 10 ⁴	2,5 x 10 ⁴	0,00	1,5 x 10 ⁴	6,0 x 10 ³	6,5 x 10 ⁴	4,0 x 10 ³	9,0 x 10 ³
Fevereiro	1,4 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁴	0,00	1,1 x 10 ⁴	3,0 x 10 ³	4,0 x 10 ⁴	3,0 x 10 ³	3,0 x 10 ³
Abril	2,5 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁴	0,00	3,0 x 10 ³	3,0 x 10 ³	4,0 x 10 ⁴	3,0 x 10 ³	6,0 x 10 ³
Média	2,2 X 10 ⁴	1,9 X 10 ⁴	0,00	9,3 x 10 ³	4,6 x 10 ³	5,1 x 10 ⁴	5,4 x 10 ³	7,3 x 10 ³
Máximo	3,0 x 10 ⁴	3,0 X 10 ⁴	0,00	1,6 x 10 ⁴	7,0 x 10 ³	7,5 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁴
Mínimo	1,4 x 10 ⁴	1,1 X 10 ⁴	0,00	3,0 x 10 ³	3,0x 10 ³	4,0 x 10 ⁴	3,0 x 10 ³	3,0 x 10 ³
DP	5,5 X 10 ³	0,00	0,00	4,8 x 10 ³	1,7 x 10 ⁴	1,4 x 10 ⁴	4,1 x 10 ³	2,4 x 10 ³
CV(%)	2,5 X 10 ¹	0,00	0,00	5,1 x 10 ¹	3,8 x 10 ¹	2,8 x 10 ¹	7,6 x 10 ¹	3,3 x 10 ¹

*DV Desvio padrão.

*CV Coeficiente de variação.

4.9 Determinação do Índice de Qualidade de Água da Lagoa Pimentas (Entrada e Saída) e alguns pontos aleatórios à jusante da lagoa

Baseando-se na classificação do IQA e nos parâmetros de potabilidade realizados para as amostras de água, em cinco pontos, sendo eles 1, 2, 3, 4, 5, os pontos 1 e 2 são entrada e saída da lagoa e 3, 4 e 5 estão localizados à jusante da lagoa. Na Tabela 24 estão apresentados os valores observados para as variáveis avaliadas nos pontos amostrais e concentrações máximas permitidas pela Resolução COPAM 01/2008.

Verificou-se que os comportamentos desses índices foram semelhantes em relação aos pontos de coleta. Alguns parâmetros não se encontram de acordo com o padrão de aceitação para o consumo humano, apresentando alterações nos valores de pH, com caráter ácido, e DBO, conforme Tabela 24, enquanto o oxigênio dissolvido apresenta valores satisfatórios ao permitido.

Filho et al.(2014), no qual analisaram o IQA da bacia no Rio Carimã em Barreiros – PE. Foram realizadas 10 amostragens em nascentes, adutora e área urbana e os autores destacaram que os valores de pH apresentaram uma variação de 5,37 a 6,56 para os pontos coletados, já para a análise de DBO e OD apresentaram valores acima do estabelecido pela CONAMA 357/2005 nos diversos pontos. Segundo os autores esses índices podem ser a causa do efeito negativo no IQA deste rio.

Tabela 24 IQA dos cinco pontos das águas superficiais e concentrações máximas permitidas pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA

Variáveis	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	Classe 1	Classe2	Classe 3
pH	5,9	5,7	5,9	5,6	5,9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
DBO	9,5	5,0	6,5	9,8	15,5	< 3	< 5	< 10
OD	7,8	7,7	7,3	6,5	6,7	>6	>5	>4
Fosfato	0,016	0,030	0,02	0,05	0,002	0,02	0,03	0,05
Nitrato	0,0	0,0	0,001	0,03	0,001	<10	<10	<10
Sólidos T	108,2	29,5	63,0	50,5	52,0			
Turbidez	17,1	0,1	16,0	8,0	18,0	<40	<100	<100
T°C	21,0	20,0	19,0	22,0	22,0			
Coliformes fecais	2,5 x 10 ⁴	9,0 x 10 ⁴	7,5 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁴	7,5 x 10 ⁴	< 200	<1000	<2500
IQA	44,1	80,9	43,2	45,1	38,8			
CLASSIFICAÇÃO	RUIM	BOM	RUIM	RUIM	RUIM			

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foi analisada como uma das variáveis respostas do experimento, os valores de DBO encontrados nos pontos amostrados demonstraram que as águas superficiais apresentaram contaminação por matéria orgânica em todos os pontos analisados, uma vez que o valor máximo encontrado foi de 15,5 e a Resolução nº 357/2005 do CONAMA referencia um valor de até 5 mg L⁻¹ para captação, tratamento e consumo (Tabela 24).

A DBO é uma variável que mede a quantidade de oxigênio consumido por microrganismos durante a decomposição da matéria orgânica. Segundo Hermes, Silva (2004) e Santos (2008), sistemas aquáticos que não estão poluídos têm valores até 2,0 mg L⁻¹. Isso não é o caso da área de estudo, o fato de a DBO ser superior na entrada da lagoa ponto 01 até o ponto 05, está intimamente relacionado com a ocupação do solo. As áreas antropizadas com atividades agrícolas, práticas de manejo, entre outras, estão contribuindo para a inserção da matéria orgânica em seu curso d'água amostrado.

O oxigênio dissolvido apresentou valores acima de 5 mg L⁻¹ para todos os pontos amostrados, dessa forma, os resultados encontram-se satisfatórios conforme a Resolução 357/2005 do CONAMA, que recomenda um valor superior a 5 mg L⁻¹ para a classe 1 (Tabela 24).

De acordo com Mâcedo (2005), um teor de fósforo ou fosfato acima de 0,02 mg de PO₄³⁻ é típico de contaminação ocasionada por efluentes sanitários. Os resultados apresentados mostram que a saída da Lagoa (ponto 2) e o (ponto 4) (Tabela 24) apresentaram valores relativamente maiores do que o permitido que é 0,025 mg de PO₄³⁻ L⁻¹ recomendado pelo Ministério da saúde. A diferença apresentada entre as amostras é irrelevante frente ao teor de fosfato observado.

De acordo com Silva et al.(2014), no ambiente aquático, o fósforo pode ser encontrado sob várias formas: orgânica (matéria orgânica dissolvida e particulada na biomassa) e inorgânica (fração solúvel, representada pelos sais de

fósforo dissolvidos, e insolúvel, representada pela presença de minerais de difícil solubilização). A Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011b) não estabelece especificação para valores de fosfato. As concentrações de fosfato encontram-se com resultados satisfatórios.

Já para nitrato, os teores analisados foram iguais a zero nos pontos 1 e 2 e os demais pontos foram quantificados concentrações não significativas, não havendo possibilidade de problemas com eutrofização.

Para a indicação de poluição fecal utilizaram-se bactérias do grupo coliformes e os valores encontram-se na faixa de 2,5 , 9,0 , 7,5 e 1,10 x 10⁴ NMP/ mL (Tabela 24). É importante ressaltar que em microbiologia consideram-se principalmente as ordens dos potenciais, entretanto a análise microbiológica indica concentrações elevadas tanto para a lagoa quanto para os pontos a jusante.

Pinto et al. (2009) avaliaram o índice de qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região alto Rio Grande da cidade de Lavras – MG, constaram em suas amostras analisadas valores de até 2,5 x 10⁴ NMP/100 mL de coliformes termotolerantes, sendo o principal fator causador do quadro crítico, o qual se associa com a pecuária.

Freitas Filho et al. (2014) estudaram o IQA da bacia do Rio Carimã e verificaram um alto índice de bactérias do grupo coliformes e nas amostras da nascente, da adutora e no deságüe, os resultados ficaram acima, portaria de Nº. 2914/2011 do Ministério da Saúde, devido os despejos de fezes de animais.

De acordo com Scalize et al. (2014) que avaliou a qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos Estado de Goiás, quantificou que para a análise de coliformes com o nível de confiança 99,0% em média, as águas não atenderam os Valores Máximos Permissíveis segundo a portaria 2914/2011.

Silva et al. (2014b) analisaram as águas subterrâneas na região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). As amostras para coliformes foram coletadas apenas no período chuvoso (novembro 2011 e fevereiro 2012) e das 31 amostras analisadas 100% apresentaram concentrações acima dos Valores Máximos Permissíveis ao Consumo Humano.

Verifica-se que, às águas da lagoa e pontos à jusante, não estão aptas para o consumo humano de acordo com a portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e que também pode ser comprovado pelo IQA sendo considerado de ruim e média qualidade.

A turbidez da água a variação de temperatura e as concentrações de sólidos totais, exceto no ponto 1, encontram-se de acordo com a Resolução 357/2011. A Tabela 24, mostra a relação entre as três variáveis.

Freitas Filho et al. (2014) analisando o IQA da bacia do Rio Carimã, observaram-se que a temperatura da água apresentou menores valores para a nascente com posterior aumento ao longo da adutora, devido basicamente ao horário de coleta e com relação a turbidez e os sólidos totais, os valores encontram acima do valor máximo permitido (VMP) em água para consumo humano.

Bucci e Oliveira (2014), analisando o IQA na represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG), observaram que nos sistemas estudados, os valores de turbidez variaram de 1,00 a 126,70 UNT. De acordo com os autores estes valores devem-se a falta de mata ciliar e áreas florestadas, consequência do mau uso das terras da região.

Estes valores encontrados são considerados altos para os pontos que obtiveram resultados acima de 5 UNT, frente ao valor permissível para este parâmetro, já para os sólidos totais, todos os resultados obtidos neste estudo atenderam aos limites definidos segundo a Resolução 357/2011 do CONAMA..

O Índice de qualidade ambiental da água para os pontos analisados, conforme (Tabela 24), para o mês de agosto (período da seca), pode ser classificado

como RUIM ($25 < IQA < 50$) para os pontos (1, 3, 4 e 5) e BOM ($70 < IQA \leq 90$) para o ponto 2 da saída da lagoa.

Essa classificação para a qualidade da água nesta comunidade ocorreu principalmente devido aos coliformes termotolerantes e DBO elevados, que supostamente devem-se a contaminação provocada pelo depósito de dejetos de suínos.

5 CONCLUSÃO

O índice de pH foi insatisfatório em todos os pontos analisados, o que possa indicar efeitos negativos na qualidade da água. Por outro lado, apesar dos parâmetros cor e sólidos dissolvidos, estarem de acordo com o padrão de potabilidade da água conforme Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, os parâmetros dureza, ferro e turbidez, apresentaram alteração nos pontos (15), (07, 08, 09 e 15) e 1 e 15 respectivamente. Esses índices podem ter alterado a potabilidade da água.

Além disso, um resultado preocupante foi os elevados níveis de contaminação microbiana, ou seja, 59% das cisternas avaliadas. O alto índice de coliformes de origem fecal encontrados nas amostras, alerta para os riscos de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Os valores de IQA acima dos índices estabelecidos pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº1 de 2008, indica que o uso da água pode estar imprópria para o desenvolvimento de atividades recreativas, irrigação de hortaliças e plantas frutíferas podendo ser consumida pela população somente após ser tratada.

O resultado encontrado em uma amostra de solo da região indicou acidez elevada, o que pode influenciar na acidez das águas das cisternas e superficiais.

A região dos Pimentas vem sofrendo com a degradação ambiental, como exemplo a porcentagem de áreas degradadas é superior as áreas preservadas, utilização excessiva de dejetos de suínos no solo para plantio, ocupação e uso irregular do solo e grande área ocupada por pastagem.

Propostas que visem um conjunto de ações que possam minimizar a poluição da água nessa comunidade são válidas e devem ser estudadas.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, K. V. P. et al. Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16.; ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 17., 2010, São Luís. **Anais...** São Luís: ABAS, 2010. p. 01-11.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil, e, Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil.** Brasília: ANA, 2007. 124 p. (Caderno de Recursos Hídricos, 5).

ALVARADO, D. M.; HERRERA, N. A. Caracterización y distribución por cantones de la dureza del agua em fuentes utilizados para consumo humano em Costa Rica. **Revista Costarricense de Salud Pública**, San José, v.8 n.15, p. 1-10, May 1999.

ALVAREZ, V. et al. Determinação e uso do fosforo remanescente. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 27-32, 2000.

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510-514, ago. 2003.

AMERICAN PUBLICHEATH ASSOCIATION. **Métodos padronizados parao exame de Água e Wastewater.** 20ed. Washington: American Public Heath Association, 1998. 1569 p.

AMERICAM PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 19 ed. Washington: APHA, 2005. 541 p.

ANDRADE, N. J.; MACEDO, J. A. B. **Higienização na industria de alimentos.** São Paulo: Varela, 1996. 182 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12216:** projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 18 p.

BAGUMA, D.; LOISKANDL, W.; JUNG, H. Water management, rainwater harvesting and predictive variables in rural households. **Water Resources Management**, Oxford, v. 24, n. 13, p. 3333–3348, Oct. 2010.

BAIRD, C. **Química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.

BÁRBARA, V. F.; CUNHA, A. C.; SIQUEIRA, E. Q. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. **Revista de Biociências**, Taubaté, v. 16, n. 1, p. 57-72, 2010.

BASSO, C. J. et al. Dejeito líquido de suínos: II – perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1234-1242, nov./dez. 2005.

BAUMGARTEN, M. G.; POZZA, S. A. **Qualidade de águas**: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: Editora da FURG, 2001. 166 p.

BILICH, M. R.; LACERDA, M. P. C. Avaliação da qualidade da água do Distrito Federal (DF), por meio de geoprocessamento. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 2059-2065.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005. 336 p.

BRANCO, C. C. (Coord.). **Programa de monitoramento limnológico e qualidade da água da Pchparacambi-RJ**: monitoramento Rio Ribeirão das Lajes—Rio Guandu. Rio de Janeiro: [s.n.], 2011. 46 p. Disponível em: <<http://agevap.org.br/downloads/110815%20-%20Anexo%20plano%20rev.7%20-%20Relat.%20UNIRIO%20-%20qualidade%20agua%20.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 092, 16 maio 2011a. p. 89.

BRASIL. Portaria MS nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 dez. 2011b.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água ediretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 053, 18 mar. 2005. p. 58-63.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 mar. 2004.

BUCCI, M. H. S.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Índices de qualidade da água e de estado trófico na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 130-148, jan./mar. 2014.

BUNCE, N. **Introduction to environmental chemistry**. Winnipeg: Wuerz Publishing, 1993. 268 p.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CARVALHO, A. R. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água**. 1996. 242 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.

CAVALCANTE, R. B. L. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 550-558, jul./set. 2014.

CERETTA, C. A. et al. Dejeito líquido de suínos: I perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1296-1304, nov./dez. 2005.

CLARKER, R.; KING, J. **O atlas da água**. São Paulo: Publifolha, 2005. 128 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: CETESB, 1998.149 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Parâmetro de qualidade das águas**. São Paulo: CETESB, 2008. 29 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. 540 p. (Série Relatórios).

COMPANHIA DE TECNOLOGIA EM SANEAMENTO AMBIENTAL. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem**. São Paulo: CETESB, 2008. 44 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Índice de qualidade das águas**. São Paulo: Cetesb, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov>>. Acesso em: 23 jul. 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Parâmetro de qualidade das águas**. São Paulo: Cetesb, 2014. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>>. Acesso em: 05 jul. 2014.

COPETTI, A. C. C. **Resíduos de agroindústrias familiares: impactos na qualidade da água e tratamento com técnicas simplificadas**. 2010. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.

COSTA, R. da C. et al. Diagnóstico das condições sanitárias de distritos semi-urbanos localizados em clima semi-árido. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 8., 2006, Gravatá. **Anais...** Gravatá: ABRH, 2006.

CUNHA, A. C. Revisão descritiva sobre ecossistemas aquáticos na perspectiva da modelagem da qualidade da água. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, p. 124-143, 2013.

CUSTODIA, E.; LLAMAS, M.R. **Hidrologia subterrânea**: volume 1. 2. ed. Barcelona: Omega, 1983. 2350 p.

EATON, A. D. et al. (Ed.). **Standard methods for the examination of Water & Wastewater**. 21. ed. Estados Unidos: American Water Works Association, 2005. 55 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Boletim Informativo Bipers**, Concórdia, v. 10, n. 14, ago/2002. 30 p. Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/bipers/bipers14.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço nacional de levantamento e conservação do solo: manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade do Rio Cabelo**. Paraíba: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-para-promocao-da-saude/>>. Acesso em: 18 jan. 2014.

FREITAS FILHO, J. R. et al. Analisando e avaliando os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água do rio carimã utilizada pela população de Barreiros – PE. **Educação Ambiental em Ação**, Pernambuco, v. 7, n. 46, fev. 2014. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1696&class=21>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/>>. Acesso em: 12 out. 2014.

GOMES, M. C. R. L.; SOUZA, J. B.; FUJINAGA, C. I. Estudo de caso das condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos moradores da estação ecológica de Fernandes Pinheiro (PR). **Ambiência**, Guarapuava, v. 7, n. 1, p. 25-38, jan./abr. 2011.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acesso em: 08 fev. 2014.

HERMES, L. C.; SILVA, A. S. **Avaliação da qualidade das águas**: manual prático. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 55 p.

HOSOI, C. Comunidades isoladas exigem um saneamento sob medida. **Revista DAE**, São Paulo, n. 187, p. 4-12, set. 2011.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Relatório de Monitoramento da Qualidade das águas dos rios da região de Curitiba, no período de 1992 a 2005**. Curitiba: IAC, 2005. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/meioambiente/iap>>. Acesso em: 22 jul. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Brasília: IBGE, 2013. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Disponível em: <www.igam.mg.gov.br>. Acesso em: 13 abr. 2014.

KOBIYAMA, M. et al. Áreas degradadas e a sua recuperação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 210, p. 10-17, maio/jun. 2001. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/recupera%E7%E3o.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2014.

KONEMAN, E. W. et al. **Diagnóstico microbiológico**. 5. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 2001. p. 1465.

LIBÂNIO, P. A. C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NASCIMENTO, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 219-28, jul./set. 2005.

MACEDO, J. A. B.; ANDRADE, N. J. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 182 p.

MACÊDO, J. A. B. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Juiz de Fora: Conselho Regional de Química, 2006. 1028 p.

MACÊDO, J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-química e microbiológicas**. 3. ed. atual. e rev. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química, 2005. 601 p.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, out./dez. 2002.

MICHAEL, P.; BOUTIER, B.; CHIFFOLEAU, F. Fluxos líquidos dissolvido arsênio, cádmio, cobre, zinco, nitrogênio e fósforo a partir do estuário do Gironde (França). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, London, v. 51, p. 541-462, 2000.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

MIZUTORI, I. S. **Caracterização da qualidade das águas fluviais e meios peri-urbanos**: o caso da Bacia Hidrográfica do Rio Morto - RJ. 2009. 181 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2009.

OLIVEIRA, A. D.; CUNHA, A. C. Análise de risco como medida preventiva de inundações na Amazônia: estudo de caso da enchente de 2000 em Laranjal do Jari-AP, Brasil. **Revista Ciência & Natura**, Santa Maria, v. 37, nesp., p. 110-118, jan./mar. 2014.

OLIVEIRA, B. M. K.; MORAIS, F.; BACELLAR, L. A. P. Distribuição de parâmetros hidroquímicos das águas subterrâneas na região da Lagoa da Confusão - TO – Brasil. **Ambiência**, Guarapuava, v. 10, p. 281-302, ago. 2014. Suplemento.

OLIVEIRA, B. S. S. et al. Correlação entre qualidade da água e variabilidade da precipitação no sul do Estado do Amapá. **Revista Ambiente & Água**, Taubate, v. 9, n. 2, p. 261-275, abr./jun. 2014.

OLIVEIRA, D. G. S. **Potabilidade da água de fontes alternativas (nascente, poço raso e poço profundo) na zona rural de Formiga (MG) e sua relação com a condição ambiental da microbacia**. 2008. 54 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Estado de Minas Gerais, Divinópolis, 2008.

PANHOTA, R. S.; BIANCHINI JÚNIOR, I. Potential cycling of organic matter in a eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP – Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 15, n. 2, p. 1 –11, 2003.

PATERNIANI, J. E. S.; ROSTON, D. M. Tecnologias para tratamento e reuso da água no meio rural. In: HAMADA, E.(Ed.). **Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. Cap. IV. 1 CD ROM.

PEPPER, I. L.; GERBA, C. P.; BRUSSEAU, M. L. (Ed.). **Pollution science**. Caifornia: Academic Press, 1996. 397 p.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 1, n. 1. p. 20-36, jul./dez. 2004.

PHILIPPI JÚNIOR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005. 864 p.

PINTO, D. B. F. et al. **Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região alto Rio Grande. Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1145-1152, jul./ago. 2009.

PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. Caracterização da qualidade da água. In: BRANCO, S. M. (Ed.). **Hidrologia ambiental**. São Paulo: ABRH/EDUSP, 1991. 27-66 p.

PRADO, R. B.; NOVO, E. M. L. M. Analiação espaço-temporal da relação do estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP) com o potencial poluidor da bacia hidrográfica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 5-18, dez. 2007.

RACANICCHI, R. M. Z. V. **Influência da implantação de estação de tratamento de esgoto tipo lagoas de estabilização na recuperação da qualidade da água do Córrego Cabeceira da Mula em Santa Fé do Sul – SP**. 2002. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

ROCHA, C. M. B. M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, set. 2006.

ROCHA, M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, set. 2006.

RODGHER, S. et al. Limnological and ecotoxicological studies in the cascade of reservoirs in the Tietêriver (São Paulo, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 65, n. 4, p. 697-710, Nov. 2005.

ROLOFF, T. A. Efeitos da não aplicação do controle de qualidade da água nas indústrias alimentícias. **Revista de Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 1, n. 1, p. 52-57, 2006.

ROMEIRO, C. E.; SOUZA, C. E., LOPES, F. W. Discussões sobre a recuperação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. In: I SIMPÓSIO MINEIRO DE GEOGRAFIA, 1., 2014, Alfenas. **Anais...** Alfenas: Universidade Federal de Alfenas, 2014. p. 385-401.

SANGES, S. M. et al. Agentes desinfetantes, alternativos para o tratamento de água. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 17, p. 8-12, maio 2003.

SANTOS, A. C. Noções de hidroquímica. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (Coord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: CPRM, 2000. Cap. 5, p. 81-108.

SANTOS, J. E. **Uso do solo e qualidade da água na microbacia do candidópolis, Itabira - MG**. 2008. 91 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade) - Centro Universitário de Caratinga, Caratinga, 2008.

SANTOS JÚNIOR, J. A. et al. Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 263-271, 2013.

SCALIZE, P. S. et al. Avaliação da qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos, Estado de Goiás. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 9, n. 4, p. 696-707, 2014.

SILVA, A. M. M. et al. Revisão/atualização em diálise: água para hemodiálise. **Jornal Brasileiro de Nefrologia**, São Paulo, v. 18 n. 2, p.180-188, 1986.

SILVA, D. D. et al. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: Região Bairro pedra Noventa, Cuiba (MT). **Engenharia Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 43-52, jan./mar. 2014a.

SILVA, E. S. et al. Qualidade da água servida no município de Confresa -Mato Grosso. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 11., 2014, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: ABF, 2014b

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicada ao Rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia - SP. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 689-694, jul./ago. 2006.

SILVA, G. S. **Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado no Rio Atibaia, região de Campinas/Paulínia-SP.** 2004. 115 p. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2004.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2011.** Brasília: Ministério das Cidades, 2013. 363 p.

SOUZA, C. E.; ROMEIRO, C. E.; LOPES, F. W. Discussões sobre a recuperação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE GEOGRAFIA, 1., 2014, Alfenas. **Anais...** Alfenas: Universidade Federal de Alfenas, 2014. p. 385-401.

STRIEDER, M. N. et al. Avaliação dos efeitos de fontes de poluição pontual sobre os macroinvertebrados bentônicos no Arroio Peão, RS. In: RONCHI, L. H.; COELHO, O. G. W. **Tecnologia, diagnóstico e planejamento ambiental.** São Leopoldo: Editora da Unisinos, 2003. p. 61-85.

STUKEL, T. A. et al. A longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies. **Environmental Science & Technology**, Easton, v. 24, n. 4, p. 571-575, Apr. 1990.

TOMAZONI, J. C. et al. Utilização de Medidas de turbidez na quantificação da movimentação de sólidos por veiculação hídrica nas Bacias do Rios Anta gorda, Brinco, Coxilha rica e Jirau Sudoeste do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Paraná, n. 57, p. 49-56, 2005.

UNITECK DO BRASIL. RWL Water Group. Disponível em: <<http://www.uniteckdobrasil.com.br/contato.php>>. Acesso em: 16 nov. 2014.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Centro Superior de Educação Tecnológica. **Tratamento físico-químico de efluentes líquidos**. Campinas: CESET/UNICAMP, 2008. 4 p. Disponível em: <http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502293205/apoio/1/Resumo_aula_06-03_caracteriza_o_de_efluentes.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2014.

VAN RAIJ, B. et al. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.

VIANA, F. C.; LOPES, J. D. S.; LIMA, F. Z. de. **Tratamento de água no meio rural**. Viçosa: CPT, 2009. 262 p.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**: volume 1. 3. ed. Belo Horizonte: DESA, 2005. 452 p.

WANG, J. et al. Teoria dos modelos de jogos de melhoria de para a segurança fazer abastecimento de água na China. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE DESING SISTEMA DE ENGENHARIA, CIÊNCIA E INFORMATIZAÇÃO DE FABRICAÇÃO, 3., 2012, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: IDEMI, 2012. p. 1-4.

WARD, N. D. et al. Degradation of terrestrially derived macromolecules in the Amazon River. **Nature Geoscience**, London, v. 6, n. 6, p. 1-4, 19, May 2013.

ZANINI, H. L. T. et al. Caracterização da água da microbacia do córrego rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 732-741, jul./ago. 2010.

ZUFFO, C. E. et al. Águas subterrâneas em Rondônia: análise estatística de dados hidroquímicos, organolépticos e bacteriológicos. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 30, n. 1-2, p. 45-59, jan./dez. 2009.

ANEXO

ANEXO A - Levantamento de dados sobre abastecimento de água na comunidade dos pimentas – Lavras – MG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
NÚCLEO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E
SANITÁRIA



Levantamento de dados sobre o abastecimento de água na comunidade rural (Pimentas) do município de Lavras/MG

COMUNIDADE: _____

1. Origem da água utilizada para consumo

Rio Lagoa Poço artesiano Cisterna Outro _____
chuva

2. A água captada passa por algum tipo de tratamento antes de ser consumida?

Sim Não Qual? _____

3. Sistema de esgotamento sanitário? (Se lançar em curso de água, especificar o curso de água)

Sim Não Qual? _____

4. Como é feito o descarte de lixo?

Coletado pela prefeitura? Sim Não Periodicidade: _____

Orgânico _____ Inorgânico _____

5. Identificação de pontos de poluição pontual ou difusa das águas?

Pontual Difusa Qual? _____

6. Identificar possíveis pontos de coleta.

Fonte: _____

Torneira: _____

Bebedouros: _____

Nascentes: _____

Cisternas: _____

Minas: _____

7. Agricultura predominante do local ?

Soja Arroz Fumo Pecuária Fruticultura Subsistência