

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

THIAGO VALIATE BARBOSA

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES DE
ASSENTAMENTO RURAL EM GUAÇUÍ-ES

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2017

THIAGO VALIATE BARBOSA

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES DE
ASSENTAMENTO RURAL EM GUAÇUÍ-ES

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2017

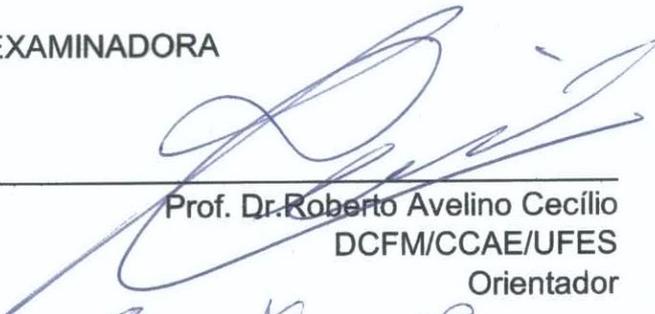
THIAGO VALIATE BARBOSA

ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES DE
ASSENTAMENTO RURAL EM GUAÇUÍ-ES

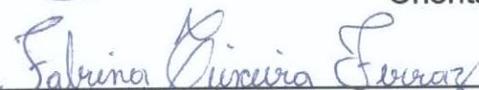
Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheiro Florestal

Aprovado em 28 de julho de 2017

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Roberto Avelino Cecílio
DCFM/CCAUE/UFES
Orientador



Eng. Florestal Fabrina Teixeira Ferraz
UFES



Eng. Florestal Francielle Rodrigues de Oliveira
UFES

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo seu amor e cuidado, me guiando durante toda essa jornada.

Aos meus pais Elton de Paula Barbosa e Tânia Maria Valiate Barbosa, e ao meu irmão, Matheus Valiate Barbosa, por terem me ajudado a percorrer os caminhos da vida.

Ao meu Prof. Roberto Avelino Cecílio pela orientação, ensinamentos, amizade e por abrir as portas do laboratório de recursos hídricos, permitindo a realização deste trabalho.

A Universidade Federal do Espírito Santo, por todo o conhecimento transmitido e amizades proporcionadas.

Aos meus amigos de turma Eleon Neder, Filipe Meneguelli e Guilherme Rizo, que estiveram comigo durante os momentos difíceis de estudo e nos momentos de diversão.

A Francielle, que me ajudou a coletar os dados e a realizar este trabalho.

Ao meu primo Guilherme Valiate por todos esses anos dividindo uma casa, proporcionando muita história, momentos e uma grande amizade.

À minha banca avaliadora, por disporem o seu tempo, para avaliação deste trabalho.

RESUMO

A água é vital para o ser humano, seja para seu consumo ou na incrementação de atividades, sua essência possui influência direta na saúde, na qualidade de vida e no desenvolvimento das populações. Este trabalho teve como objetivo, analisar a qualidade da água em diferentes nascentes, utilizadas pela população local em diferentes práticas, as quais exigem qualidades distintas para cada atividade em que a água irá ser aplicada. As amostras foram coletadas em dois períodos e diretamente nos “olhos d’água”, ou em pontos de utilização da água pelos proprietários. Selecionou-se oito nascentes do Assentamento Florestan Fernandes, que estão localizadas entre os municípios de Guaçuí e São José do Calçado, no Espírito Santo. A qualidade da água foi calculada através do IQA-CETESB, ferramenta que de maneira simples transmite ao público leigo a classificação da qualidade da água. Os resultados das análises foram comparados com os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, definidos pela portaria nº 518 do Ministério da Saúde, e pela resolução do CONAMA 357. As nascentes em geral, apresentaram boas condições para o padrão de águas naturais, mas não apresentaram boas condições para o padrão de potabilidade, e quando aplicado o IQACETESB, foi obtido bons resultados de classificação da qualidade da água, revelando que a ferramenta pode subestimar ou superestimar os valores, pois leva em consideração apenas alguns parâmetros.

Palavras-chave: controle, IQACETESB, PORTARIA Nº518, CONAMA 357.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 O problema e sua importância	10
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivos gerais	11
1.2.2 Objetivos específicos	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 QUALIDADE DA ÁGUA	12
2.2 COBERTURA DO SOLO E QUALIDADE DA ÁGUA	17
2.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA	17
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
3.3 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO QUÍMICA	24
3.4 CÁLCULO DE QUALIDADE DA ÁGUA	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA	26
4.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA	43
5. CONCLUSÃO	45
6. REFERÊNCIAS	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização do entorno das nascentes.	20
Tabela 2. Padrões normativos para qualidade da água referentes aos parâmetros avaliados no estudo.	24
Tabela 3. Parâmetros e seus respectivos pesos para cálculo da Qualidade da água	25
Tabela 4. Comparação entre os valores médios das nascentes analisadas com os valores determinados pela legislação em vigor.....	42
Tabela 5. Classificação da água de acordo com o IQACETESB.	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da bacia hidrográfica, com a localização das nascentes em estudo.	19
Figura 2. Pontos de coleta da Sede (A), Aldo (B), Arildo (C) e Mangueira (D).....	21
Figura 3. Pontos de coleta da Leda (A) e Laudenísia (B), e nascente da área do Pica-Pau (C).....	21
Figura 4. Valores médios de oxigênio dissolvido (OD) quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	26
Figura 5. Valores médios de temperatura quantificados nas amostras das nascentes em estudo.....	27
Figura 6. Valores médios de pH quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	28
Figura 7. Valores médios da demanda biológica de oxigênio (DBO) quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	30
Figura 8. Valores médios de nitrogênio total quantificados nas amostras das nascentes em estudo.....	31
Figura 9. Valores médios de fósforo total quantificados nas amostras das nascentes em estudo.....	32
Figura 10. Valores médios de ferro quantificados nas amostras das nascentes em estudo	33
Figura 11. Valores médios de cálcio quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	34
Figura 12. Valores médios de magnésio quantificados nas amostras das nascentes em estudo.....	34
Figura 13. Valores médios de turbidez quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	36
Figura 14. Valores médios de condutividade elétrica (CE) quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	37
Figura 15. Valores médios de sólidos quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	38
Figura 16. Valores médios de coliformes totais quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	39

Figura 17. Valores de coliformes fecais quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	40
Figura 18. Classificação das nascentes de acordo com o IQACETESB	43

1. INTRODUÇÃO

A água, é um recurso vital e natural obrigatório ao ser humano e aos demais seres vivos, além de ser suporte essencial aos ecossistemas. Sua utilização vai desde o seu consumo até a incrementação em atividades socioeconômicas. É retirada de rios, lagos, represas, aquíferos e outras fontes, possuindo influência direta sobre a saúde, qualidade de vida e o desenvolvimento das populações (SOUZA, 2000).

A disponibilidade de água é tão importante quanto a sua qualidade, sendo estes dois fatores fundamentais para garantir a sobrevivência dos organismos vivos, o bom funcionamento dos ecossistemas, das comunidades e da economia (ANA, 2011).

As características de uma bacia hidrográfica e os processos nos quais está inserida, como a forma de ocupação do solo, o clima, a geologia, a fisiografia, o tipo de solo e sua vegetação, refletem na qualidade da água, que não necessariamente, devem se encontrar em um estado de pureza. Assim, o padrão estabelecido para que a água atinja uma qualidade aceitável, deve-se estar o mais próximo possível do seu estado natural. (MAROTTA et al., 2008).

Em todo o mundo há relatos de problemas com perda de fontes potenciais de água, restando poucas as regiões que ainda não enfrentaram tais adversidades devido à depreciação da qualidade da água, resultando em problemas de saúde quando consumida, ou até a escassez da matéria prima (MORAES; JORDÃO, 2002). A qualidade insatisfatória do corpo d'água quando consumida, é causadora de inúmeras doenças, que podem ser de origem hídrica ou de transmissão hídrica, sendo causadas por agentes químicos ou biológicos (BRASIL, 2008).

A região em que o lençol freático emerge na superfície do solo, dando início a um curso d'água, é denominado de nascente. Esta, que por sua vez é considerada Patrimônio Natural, possuindo suas APP's (Área de Preservação Permanente), definidas como a área que contorna as nascentes e os chamados "olhos d'água" perenes. A área é limitada a um raio de 50 m, não levando em consideração a topografia local (BRASIL, 2012).

As Áreas de Preservação Permanente (APP's) são áreas instituídas pelo Governo Brasileiro, como forma de proteger os recursos ambientais, especialmente os hídricos, através do Código Florestal estabelecido pela LEI Nº 12.651, que define as porções do território que deverão possuir cobertura com vegetação nativa (BRASIL,

2012). Caso essas áreas estejam desprovidas de vegetação nativa, será necessária uma atividade de reflorestamento.

A falta de água para as necessidades básicas e para a agricultura local no assentamento vem sendo relatado por moradores desde o ano de 2013, sendo observado que a maioria das APP's na área não possuem vegetação nativa. Diante desse problema, a prefeitura de Guaçuí-ES, por meio da Secretaria de agricultura, em parceria com a CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais S.A), implementou em 2015, o Programa de Manutenção e Recuperação de Nascentes no Assentamento visando cercar as nascentes e realizar plantio de espécies florestais para recuperação das APP's localizadas no entorno das nascentes.

A cobertura vegetal oferecida pelas APP's, servem como mecanismo de proteção da água, sendo importantes para a manutenção nas nascentes e cursos d'água, garantir a integridade das acumulações das águas subterrâneas, e também funcionar como filtros, reduzindo e evitando o carreamento de sólidos e substâncias tóxicas aos corpos hídricos (SOUZA, 2012). As florestas ripárias trazem benefícios aos usuários do corpo hídrico, pois realizam sombreamento da água, mantendo uma boa temperatura, funcionando como fonte de fornecimento adequado de nutrientes, e como filtros de sedimentos poluentes (TUNDISI et al, 2006).

O Assentamento Florestan Fernandes, localizado na divisa entre Guaçuí e São José do Calçado, no Espírito Santo, possui 34 famílias, totalizando 120 pessoas na comunidade. O cultivo de feijão e hortaliças é o principal meio de renda da população.

De acordo com a utilização da água e seu consumo pela população do Assentamento Florestan Fernandes, o trabalho pretende avaliar e classificar a qualidade da água em nascentes, introduzidas em diferentes ocupações do solo, comparando os parâmetros analisados nas nascentes, com os limites exigidos dos mesmos pelas legislações vigentes.

1.1 O problema e sua importância

A ocupação do solo ao redor da nascente interfere na qualidade da água, podendo explicar uma boa essência ao corpo hídrico ou não. A qualidade é essencial ao corpo d'água, quando depreciada, seu consumo pode ocasionar problemas de

saúde, e sua incrementação em indústrias ou nos setores agrícolas podem comprometer a produção.

A análise e avaliação da qualidade da água, caracteriza o corpo hídrico, sendo possível indicar a atividade na qual o corpo d'água será introduzido, a partir de um padrão pré-estabelecido de qualidade, relativo com as exigências físico-químicas e biológicas da prática.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos gerais

Avaliar a qualidade da água em nascentes, sob diferentes ocupações do solo, na comunidade do Assentamento Florestan Fernandes.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar microbiologicamente e físico-quimicamente a água das nascentes
- Confrontar os resultados obtidos com a legislação vigente para qualidade de água.
- Calcular o Índice de Qualidade de Água proposto pela CETESB para cada nascente, e classificar as mesmas por qualidade, de acordo com as classificações pré-estabelecidas pela CETESB.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 QUALIDADE DA ÁGUA

A água, líquido incolor, inodoro, insípido e transparente, é um solvente universal, e por isso não é encontrada na natureza em seu estado de absoluta pureza (VON SPERLING, 2007).

Para o consumo humano, a qualidade necessária que a água deve conter, é determinado de potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química ou física. Não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2004).

Em baixas proporções, na grande maioria, todos os elementos químicos podem ser encontrados em águas naturais. Normalmente estes são sólidos dissolvidos ionizados, gases, compostos orgânicos, matéria em suspensão, e também microrganismos e material coloidal (SETTI et al., 2000; TUCCI, 2009).

Sendo assim, as características químicas, físicas e biológicas que a água apresenta, são definidas como qualidade de água. As variações dessas características definem diferentes finalidades para seu uso, como irrigação, uso doméstico, recreação, entre outros (MERTEN; MINELLA, 2002).

De acordo com Rebouças (2006), a caracterização do corpo d'água é importante para conhecer a situação dos corpos hídricos, com relação aos impactos antrópicos na bacia hidrográfica, para que possa promover ações que permitam controlar o problema.

2.1.1. Parâmetro Físicos e Químicos de Qualidade da Água

2.1.1.1. Oxigênio Dissolvido (OD)

Este componente é vital para a preservação da vida aquática, devido à diferentes organismos necessitarem do oxigênio para sobreviver (ANA, [201-?]). De acordo com Tucci (2009), o oxigênio dissolvido é um índice expressivo de qualidade sanitária dos aquíferos, assim as águas limpas apresentam concentrações de OD mais elevadas, geralmente maiores que 5 mg/L, ao contrário de águas com presença de poluição, que tendem a possuir baixa concentração de OD, que é consumido no processo de decomposição de matéria orgânica ali depositada.

2.1.1.2. Temperatura (°C)

É a intensidade de calor presente, transferido para a água por meio de radiação, condução ou convecção, através do solo e atmosfera. (VON SPERLING, 2007). Vários parâmetros físico-químicos da água são influenciados pela temperatura, exemplo desses parâmetros são a tensão superficial, viscosidade, solubilidade dos gases, reações bioquímicas das atividades microbianas, e reações químicas. A temperatura é capaz de afetar os organismos aquáticos quando estiver acima ou abaixo dos seus limites de tolerância térmica, impactando em sua sobrevivência, reprodução e crescimento (ANA, [201-?]).

2.1.1.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

É o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio presentes em uma solução, sua expressão é apresentada em moles por litro. O potencial hidrogeniônico possui valores que vão de 0 a 14, indicando acidez quando o valor estiver entre 0 e 7, neutralidade quando o valor estiver igual a 7, e alcalinidade quando o valor estiver entre 7 e 14 (CHAPMAN; KIMSTACK, 1992; LIMA, 2008; TUCCI, 2009).

A água na natureza está presente com seu pH entre 4 e 9 (APHA, 2005), e sua variação pode ocorrer a diversos fatos, como dissolução de rochas, condições do solo, oxidação de matéria orgânica, e até fotossíntese (VON SPERLING, 2007; ESTEVES, 2011). Assim, sua variação afeta o metabolismo de diferentes espécies aquáticas, e a resolução do CONAMA 357, estabelece que para a proteção e sobrevivência da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9 (ANA, [201-?]).

2.1.1.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Este parâmetro de IQA possui como objetivo determinar de forma indireta a quantidade de matéria orgânica presente na água (VON SPERLING, 2007; PARRON et al., 2011). Assim, a Demanda Bioquímica de Oxigênio é a quantidade necessária de oxigênio, para realizar a oxidação da matéria orgânica que se encontra presente na água, através da decomposição microbiana aeróbia. Quando for constatado altos valores de DBO, conseqüentemente haverá uma diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, assim podendo afetar a sobrevivência dos organismos aquáticos (ANA, [201-?]).

2.1.1.5. Nitrogênio Total

Nos corpos hídricos, o nitrogênio ocorre nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. O nitrogênio é uma forma de nutrientes nos processos

biológicos, assim seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água com outros nutrientes, ocasionam o processo de eutrofização, que podem acarretar em um crescimento excessivo nas algas presentes, prejudicando o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática (ANA, [201-?]).

O nitrogênio em forma de nitrito e nitrato, em altas concentrações, é prejudicial aos organismos. O nitrito, geralmente é encontrado em baixo teor na água, pois não possui estabilidade na presença de oxigênio. O nitrato é um componente tóxico à humanos, que está associado a doenças como a metahemoglobinemia, ocasionada quando o nitrato que está presente na água substitui o oxigênio transportado pelas hemoglobinas (CETESB, 2015). Para avaliação da qualidade da água a CETESB adota a utilização da concentração de N total que é soma do nitrogênio orgânico e da amônia (APHA, 2005).

2.1.1.6. Fósforo Total

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas (ANA, [201-?]). O fósforo pode se apresentar na água na forma orgânica, ou inorgânica, e a determinação do fósforo total (P-total) se dá convertendo-se todas as formas de fósforo, em ortofosfato (ESTEVES, 2011).

O fósforo pode ser encontrado na água de forma natural, através da dissolução dos compostos do solo, decomposição da matéria orgânica ou por decomposição celular dos microrganismos. Também é depositado de forma antropogênicas, através de despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes. O fósforo é um importante indicador de qualidade da água, mas apenas sua presença não compromete o abastecimento público (VON SPERLING, 2007).

2.1.1.7. Ferro (Fe)

Em águas subterrâneas, o ferro aparece com maior frequência e concentração quando comparado a corpos hídricos superficiais, sendo explicado pela dissolução do minério através do gás carbônico presente na água. Nos corpos d'água superficiais, as concentrações de ferro podem variar em função das estações, em períodos chuvosos, pode aumentar o índice de ferro, que é ocasionado pelo carreamento de solos e processos de erosão das margens d'água, ou através de efluentes industriais (CETESB, 2015)

Este elemento químico, não é considerado como um componente tóxico, porém sua presença resulta em diferentes problemas para o abastecimento público, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários, ocasionados pela cor e sabor específico que a presença de ferro causa. Além de trazer problemas para a rede de distribuição, pois gera deposição do componente em canalizações e desenvolvimento de ferro-bactéria, ocasionando assim uma contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (CETESB, 2015).

2.1.1.8. Cálcio e Magnésio

A presença destes elementos, determinam a dureza da água, parâmetro este medido através da capacidade da água de precipitar sabão, isto é, os corpos hídricos com altos valores, dificultam a produção de espuma pelo sabão, transformando-os em complexos insolúveis. (CETESB, 2015). Se tratando de potabilidade, a concentração de cálcio é sempre maior em relação a concentração de magnésio, porém de acordo com que aumenta os valores de magnésio, surge um sabor desagradável, além de efeito diurético e catártico, bem antes de se tornar tóxico (LIMA, 2008).

2.1.1.9. Turbidez

A turbidez indica a perda de intensidade de um feixe de luz ao passar pela água. A redução deste feixe, ocorre pela absorção e espalhamento da luz ocasionada por partículas de sólidos suspensas na água. A erosão de solos em épocas chuvosas, levam quantidades significativas de material sólido para o corpo hídrico, sendo a principal fonte de turbidez (ANA, [201-?]).

Quando encontrado grandes concentrações de turbidez, há dificuldade das plantas enraizadas submersas e de algas à realizarem a fotossíntese, assim prejudicando o equilíbrio das comunidades biológicas aquáticas. A água com alto índice de turbidez possui um visual estético ruim, afetando assim as atividades recreacionais, industriais e domésticas, além de ser necessário maiores quantidades de coagulantes a serem incrementados nas estações de tratamento (CETESB, 2015).

2.1.1.10. Condutividade Elétrica (CE)

É a capacidade que uma solução possui em conduzir corrente elétrica, sendo dependente da concentração total, da mobilidade e valência dos íons e da temperatura (CHAPMAN; KIMSTACK, 1992; CETESB, 2015; PARRON et al., 2011). Sua associação está ligada à salinidade das águas, e o teor absoluto de sais

presentes em um corpo hídrico é um fator limitante de seu uso na agricultura, pois afeta o solo e o desenvolvimento das plantas.

2.1.1.11. Série de Sólidos

O sólido total ou resíduo total, é toda matéria que permanece no recipiente após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água por determinado período de tempo a uma temperatura específica (ANA, [201-?]). Os sólidos podem ser classificados de acordo com o tamanho das partículas, as quais podem ser separadas por meio de filtração, sendo eles os sólidos dissolvidos (SD), os quais são representados pelos íons e coloides, e os sólidos suspensos ou não dissolvidos (SS) (CETESB, 2009).

Os resíduos sólidos quando depositados nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, aumentando o risco de enchentes no local. Também é capaz de interferir nas características físicas e químicas da água, e causar danos a comunidade aquática (ANA, [201-?]).

2.1.2. Parâmetros Microbiológicos de Qualidade da Água

2.1.2.1. Coliformes Fecais ou Termotolerantes

São micro-organismos do grupo coliformes, caracterizados pela capacidade de fermentar a lactose a 44-45°C. *Escherichia coli*, algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, são os principais representantes deste grupo de coliformes, porém somente a *Escherichia coli* é de origem exclusivamente fecal, sendo encontrada em elevadas concentrações em fezes de mamíferos, pássaros e humanos, sendo difícil sua presença em solos e corpos d'água onde não houve contato com contaminação fecal. As demais bactérias podem ser encontradas no corpo hídrico através da deposição de altos teores de matéria orgânica (CETESB, 2015). Os coliformes termotolerantes, quando em grandes concentrações indicam a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, os quais possuem capacidade de transmissão de doenças através do corpo hídrico (ANA, [201-?]).

2.1.2.2. Coliformes Totais

A análise de coliformes totais é um importante indicador, para observar a presença de organismos vivos na água, não havendo necessidade dos indivíduos

serem patogênicos, sendo considerado apenas um teste para verificação destes organismos presentes na água (AGRIZZI, 2012).

Os coliformes totais (COLtotais) são os grupos de enterobactérias, bacilos gram-negativos, não esporulantes, oxidase-negativas, anaeróbicas facultativas em meio de cultura contendo sais biliares e móveis. Nesse grupo, enquadram-se bactérias originárias do trato gastrointestinal de humanos e de outros animais endotérmicos (*Escherichia coli*), e também bactérias não entéricas, como dos gêneros *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Serratia*, dentre outras (BRASIL, 2004; SILVA et al., 2010; ESTEVES, 2011), que são originadas do solo, de vegetais ou outras fontes.

2.2 COBERTURA DO SOLO E QUALIDADE DA ÁGUA

A utilização da área, possui grande influência quando relacionada à qualidade da água, um manejo inadequado do solo ou uma ocupação desordenada, pode ocasionar interferências no ciclo hidrológico, aumentando o número de substâncias carregadas para o curso d'água (AGRIZZI, 2012), pois a preparação e manejo do solo influenciam na infiltração da água, interferindo na propriedade e condição da superfície (BRANDÃO et al., 2006).

As destruições de áreas florestadas, para a implementação de atividades agrícolas ou urbanas, podem estar associadas à diminuição da quantidade e qualidade das águas (GERGEL et al., 2002; SNYDER et al., 2005). Se tratando de recursos hídricos, a melhor condição desejada para uma bacia hidrográfica, é a presença de suas áreas florestadas no seu estado natural, não devendo ser perturbada (DONADIO et al., 2005)

A cobertura vegetal, ocasiona inúmeros benefícios, uns dos principais, são o abastecimento dos lençóis subterrâneos e a redução do assoreamento dos corpos d'água, através da redistribuição da água das chuvas, promovendo retenção, direcionamento e amortecimento das gotas até o solo, favorecendo a infiltração, reduzindo o escoamento superficial (PASTRO, 2015), mantendo a disponibilidade de água de boa qualidade (DONADIO et al., 2005).

2.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os Índices de Qualidade de Água (IQA) são fundamentais para caracterizar as condições qualitativas dos mananciais. Os IQA's buscam expressar através de uma

equação empírica, por meio de um único número os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de qualidade da água (MCCLELLAND, 1974).

Sabe-se da importância da qualidade da água quando destinada a consumo humano, pois a mesma tem capacidade de transportar grande quantidade de contaminantes físico-químicos e biológicos (TORRES et al., 2000), e quando consumida, pode estar associada a problemas de saúde.

Para atender a este padrão, a qualidade da água deve apresentar quantidades limites para diferentes parâmetros físico-químicos e microbiológicos, definidos pela portaria nº 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As nascentes estudadas estão localizadas dentro do assentamento Florestan Fernandes, situado entre os municípios de Guaçuí e São José do Calçado, região sul do estado do Espírito Santo, em propriedades pertencentes a diferentes agricultores, na bacia hidrográfica do rio Itabapoana (Figura 1).

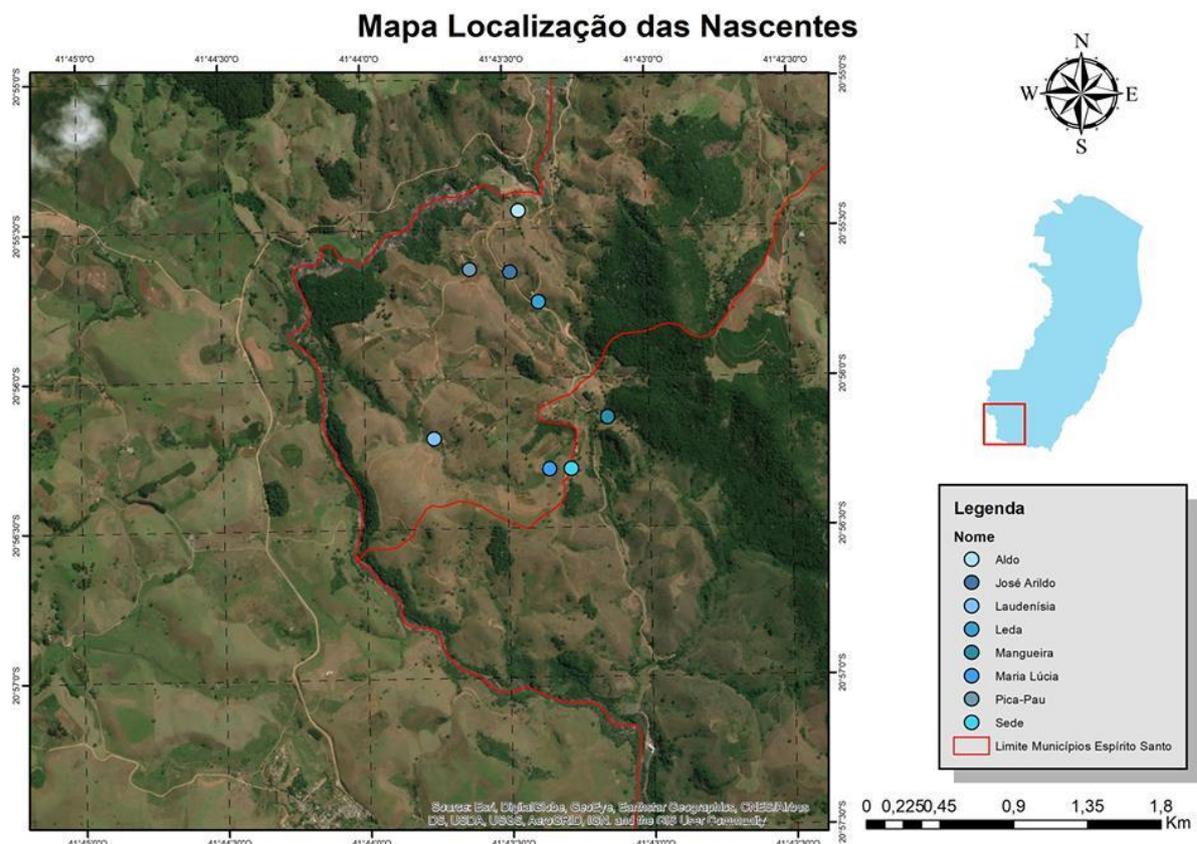


Figura 1. Mapa da bacia hidrográfica, com a localização das nascentes em estudo.
Fonte: Autor

A classificação climática internacional de acordo com Köppen e Geiger para o município de Guaçuí é do tipo Cfa, ou seja, o clima local é quente e úmido. A temperatura média anual é de 20,6°C e com média anual de precipitação em torno de 1248mm. O período de seca ocorre nos meses de maio a setembro e o período chuvoso ocorre de outubro a abril (CLIMATE-DATA.ORG, s.d.).

As oitos nascentes, possuem ocupações do solo diferentes, sendo cinco delas inclusas no projeto de reflorestamento, e três não (Tabela 1). Os pontos estão enquadrados em propriedades privadas, nas quais utilizam a água em questão, para

diferentes atividades, como irrigação para hortaliças e lavouras, abastecimento de caixas d'água, poços para retirada de água, e uso do gado.

Tabela 1. Caracterização do entorno das nascentes.

Pontos de Coleta	Condição da Nascente	Uso do solo / Condição da Vegetação
Sede (C1)	Cercada	Vegetação nativa, estágio mais avançado de recuperação
Aldo (C2)	Cercada	Perto de estrada, com pouca vegetação, presença de gramíneas.
Arildo (C3)	Cercada	Próxima ao pasto, no pé do morro, presença de gramíneas.
Maria Lúcia (C4)	Cercada	Próxima ao pasto, presença de gramíneas.
Mangueira (C5)	Cercada	Próxima a cultura agrícola, em estágio inicial de recuperação.
Leda (NC1)	Não cercada	Em meio ao pasto, presença de gramíneas.
Laudenísia (NC2)	Não cercada	Em meio a produção de hortaliças, com presença de animais domésticos.
Pica-Pau (NC3)	Não cercada	Em meio ao pasto, presença de gramíneas

O primeiro ponto coletado (área da Sede), e o último ponto (área do Pica-pau), a coleta foi realizada na caixa d'água dos proprietários locais, próxima a nascente, que estava em local inacessível. As demais amostras foram coletadas nas nascentes propriamente dita. As propriedades visitadas para coleta dos dados (Figura 2 e Figura 3), seguiram à devida ordem: Sede, Aldo, José Arildo, Maria Lúcia, Mangueira, Leda, Laudenísia e Pica-pau.



Figura 2. Pontos de coleta da Sede (A), Aldo (B), Arildo (C) e Mangueira (D)



Figura 3. Pontos de coleta da Leda (A) e Laudenísia (B), e nascente da área do Pica-Pau (C).

3.2 COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA

O ponto escolhido para a retirada das amostras foi nos locais de surgimento da água subterrânea, ou seja, no “olho d’água”, e nos locais de acesso dos moradores à água. Cada nascente possui características próprias, variando em sua vazão, seu escoamento pelo terreno e a forma de captação feita pelo proprietário, notando-se esta diferença buscou-se obter uma padronização na coleta.

As coletas de água foram realizadas no período de março/2017 a maio/2017, com uma dupla repetição, ou seja, coletaram duas amostras em cada nascente em períodos diferentes para análise dos resultados.

Os resultados obtidos, foram a média dos valores de cada parâmetro, derivado dos dados obtidos no período das duas coletas, gerando um valor único de cada parâmetro para cada nascente. Assim, com o valor final obtido, o da média, foi possível desenvolver o cálculo para determinar o índice de qualidade, e também realizar uma caracterização microbiológica e físico-química das nascentes, comparando os corpos d’água de cada propriedade com os padrões normativos para qualidade da água.

A água foi retirada da nascente e depositada em recipientes, que foram devidamente lacrados, evitando o contato com o meio externo, e postos em uma caixa térmica. Ao fim da coleta, os frascos foram levados ao laboratório da Universidade Federal do Espírito Santo, no campus do CCAE-UFES, em Jerônimo Monteiro, para realização das análises da água.

Entre as análises realizadas, duas eram necessárias serem feitas no momento de coleta, em campo, a medição do oxigênio dissolvido e a temperatura local da água. As demais análises (pH, coliformes totais e fecais, demanda biológica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, ferro, cálcio, magnésio, turbidez, condutividade elétrica, e sólidos totais, dissolvidos e suspensos) foram realizadas no laboratório.

O Nitrogênio Total, foi analisado utilizando equipamento multiparâmetros, através do método do ácido cromotrópico, denominado Hanna HI 83214, que converte todas as formas de nitrogênio em nitrato. O método aplicado foi de acordo com os parâmetros da norma brasileira ABNT 13976 (1997).

O Fósforo total, assim como o nitrogênio, sua medição foi realizada através de equipamentos multiparâmetros Hanna HI 83214, porém com o método do ácido ascórbico, que converte todas as formas orgânicas de fosfato e inorgânicas

condensadas de fosfato em ortofosfato. O método aplicado foi de acordo com os parâmetros da norma brasileira ABNT 12772 (1992).

A série de sólidos (ST), os sólidos dissolvidos, sólidos suspensos e totais, foram avaliados e analisados através do método gravimétrico, que consiste em um processo analítico quantitativo, cujo envolve a separação e pesagem de um elemento ou um composto do elemento, de acordo com as exigências dos parâmetros da norma brasileira ABNT 10664 (1989).

$$ST = MR - MS.$$

Os sólidos suspensos são obtidos então, através da equação:

$$SS = (MR - MC) \times 1000 / VAM$$

Com os sólidos totais e sólidos suspensos determinados, determina-se então o valor referente aos sólidos dissolvidos, através da equação:

$$SD = ST - SS$$

O Oxigênio Dissolvido e a temperatura foram obtidos no momento da coleta, sendo feito em campo, através de um oxímetro, no qual o método consistia em colocar o medidor do aparelho mergulhado na água, durante um período de 3 minutos, após esse tempo o valor era determinado.

A demanda bioquímica de oxigênio foi analisada através do método da DBO à 20°C durante cinco dias, aplicado de acordo com os parâmetros da norma brasileira ABNT 12614 (1992).

O Magnésio foi analisado através do equipamento Fotômetro Multiparâmetro, utilizando o método calmagite, selecionado através do método de magnésio no equipamento.

A análise de Cálcio foi feita com auxílio do Fotômetro Multiparâmetro, baseado no método oxalato.

Para determinação da condutividade elétrica das amostras, foi utilizado o condutímetro, que faz a mensuração através de sua sonda de condutividade elétrica.

A determinação da turbidez, foi feita a partir do turbidímetro, utilizando o método do nefelométrico, que consiste em comparar a intensidade de luz espalhada pela amostra, com uma solução padrão.

A avaliação de coliformes foi feita através de Colipaper® (Meio cromogênico em DIP SLIDE em papel), alfakit código 65.

3.3 LEGISLAÇÕES CONFRONTADAS

Foi analisado que a utilização da água das nascentes pelos proprietários, é em maior intensidade para o próprio consumo ou para a irrigação de culturas. Assim, foi realizado uma comparação das análises com os valores determinados pelo Ministério da Saúde, através da portaria nº 518/2004, que confere um padrão de potabilidade da água para o consumo humano, e com a Resolução CONAMA Nº 357/2005 (Tabela 2), para verificar as condições de preservação ambiental na qual se encontra os corpos hídricos.

Tabela 2. Padrões normativos para qualidade da água referentes aos parâmetros avaliados no estudo.

PARÂMETROS	PORTARIA Nº518	RESOLUÇÃO Nº357
OD (mg/L)	*	≥5
TEMPERATURA (°C)	*	*
Ph	6,0 a 9,5	6,0 a 9,0
COL.TOTAIS (NMP ⁽¹⁾ /100mL)	Ausência ⁽²⁾	*
COL. FECAIS (NMP/100mL)	Ausência ⁽³⁾	≤1000 ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾
DBO (mg/L) ⁽⁶⁾	*	≤5
NITRATO (mg/L)	≤10	≤10
N AMONIACAL (mg/L)	≤1,5	≤3,7 ⁽⁷⁾
N TOTAL (mg/L)	*	*
P TOTAL (mg/L)	*	≤0,05
Fe (mg/L)	0,3	0,3
Ca (mg/L)	*	*
Mg (mg/L)	*	*
TURBIDEZ (UNT) ⁽⁸⁾	≤5	≤100
CE (µs/cm)	*	*
SÓLIDOS TOTAIS	*	*
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	≤1000	≤500
SÓLIDOS SUSPENSOS	*	*

Fonte: BRASIL (2004) e BRASIL (2005). Notas: * Valor não especificado na referida norma; (1) Número mais provável; (2) Sua presença é tolerada quando proveniente de poços, nascentes ou fontes sem tratamento desde que não esteja presente *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes; (3) Água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo proveniente de poços, minas e nascentes; (4) Para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA Nº 274 de 2000; (5) Esse valor não deverá ser excedido em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas no período de um ano, com frequência bimestral; (6) DBO 5 dias a 20° C; (7) Para pH ≤ 7,5 (situação encontrada nesse trabalho); (8) Unidade Nefelométrica de Turbidez;

3.4 ÍNDICE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Para desenvolver o cálculo da qualidade da água, foi utilizado o IQACETESB, que incorpora nove parâmetros de qualidade, cada um com seu respectivo peso (w) (Tabela 3), que foi determinado em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, tendo como o objetivo final o seu uso para o abastecimento público (CETESB, 2015).

Tabela 3. Parâmetros e seus respectivos pesos para cálculo da Qualidade da água

Parâmetros de Qualidade da Água	Peso (w)
Oxigênio dissolvido	0,17
Potencial hidrogeniônico (pH)	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,1
Temperatura	0,1
Nitrogênio Total	0,1
Fósforo Total	0,1
Turbidez	0,08
Resíduo Total	0,08
Coliformes Termotolerantes	0,15

Com os q_i 's determinados, obtidos a partir da curva média de variação de qualidade (número entre 0 e 100), aplica-se a equação do IQACETESB, para avaliação dos índices de qualidade das nascentes em estudo:

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

Em que:

IQA: Índice de Qualidade da Água

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro

i : número do parâmetro

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA

4.1.1. Oxigênio Dissolvido (OD)

As nascentes apresentaram baixa concentração de OD (Figura 4), exceto pela nascente localizada na propriedade da Sede (C1), a qual apresentou boas condições, o que pode ser explicado pelo sombreamento local da nascente, influenciando a temperatura do corpo hídrico. Os demais corpos d'água apresentaram condições vegetais e temperaturas semelhantes, condicionando concentrações parecidas de oxigênio dissolvido. A relação inversa entre temperatura e OD, não explica a maior concentração do parâmetro nas nascentes da Leda (NC1) e Pica-pau (NC3), que possuem maiores temperaturas, em relação as demais. Assim, os valores bem inferiores, podem ser explicados pela maior deposição de matéria orgânica nas demais nascentes.

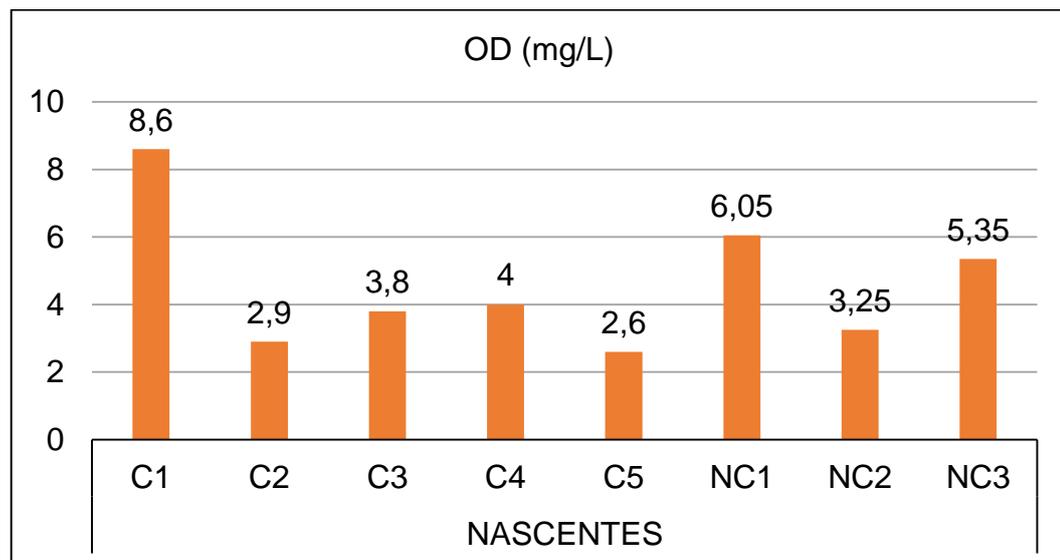


Figura 4. Valores médios de oxigênio dissolvido (OD) quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

O oxigênio dissolvido possui sua solubilidade variável em função da temperatura e da altitude. Portanto, locais mais altos e com menores temperaturas, tendem a reter maiores quantidades de oxigênio. Considerando o nível do mar, uma temperatura média de 20°C, a concentração de OD está em torno de 9,2 mg/L (VON SPERLING, 2007).

Somente com as baixas concentrações de oxigênio dissolvido, não é possível concluir o nível de poluição do corpo hídrico, e nem comprometer o seu uso (AGRIZZI,

2012). Segundo Chapman e Kimstack (1992), em seus trabalhos, afirmam que a mensuração de oxigênio dissolvido, em águas subterrâneas, não é um bom indicador para avaliar o corpo hídrico para consumo, pois há pouco contato com a atmosfera, havendo dispêndio do oxigênio dissolvido pela matéria orgânica presente.

4.1.2. Temperatura (°C)

Entre as nascentes do Assentamento Florestan Fernandes, a maior amplitude de temperatura ocorreu entre as propriedades da Sede (C1) e Pica-Pau (NC3), que pode ser observado na Figura 5.

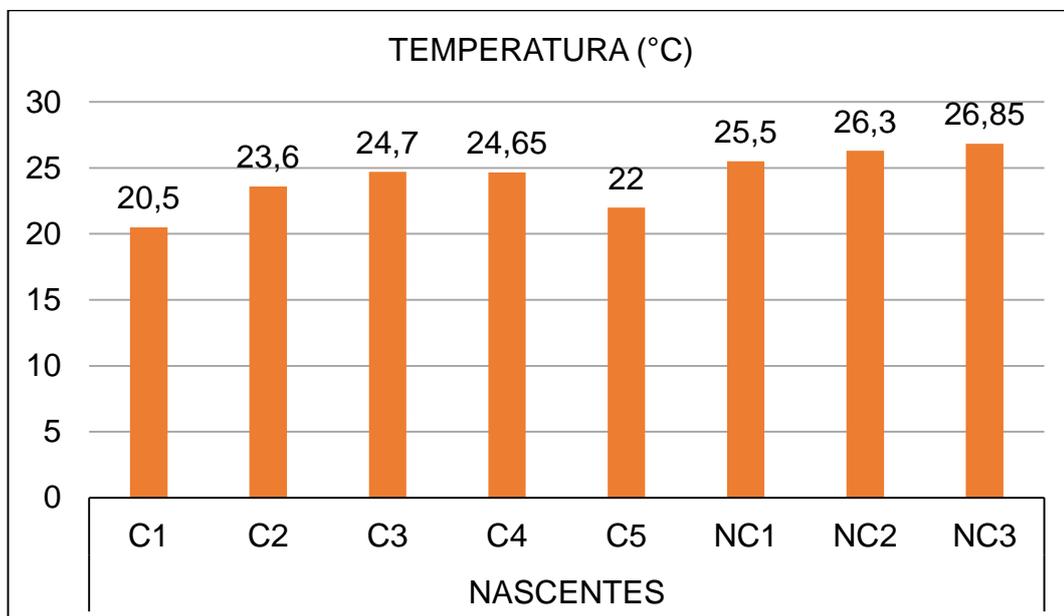


Figura 5. Valores médios de temperatura quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

Pode-se dizer que a variação ocorreu em função do sombreamento da área das nascentes e sua utilização. A nascente C1 está protegida e localizada em área de grande sombreamento e vegetação, ao contrário da nascente do NC3, que está exposta à atividade pecuária e localizada em área de pleno sol. A temperatura das nascentes, se mostrou inversamente proporcional à vegetação, sendo observado que as nascentes com menor temperatura, possuíam maiores áreas vegetativas ao seu entorno, e nascentes com maiores temperaturas, possuíam menores áreas com vegetação.

Em aquíferos nacionais, com exceção do sul do país em que a temperatura dos corpos hídricos é menor, variando entre 5°C à 15°C, os leitos d'água encontram-se

em geral em uma faixa de temperatura entre os 20°C e 30°C (BRASIL, 2006). No presente trabalho, a média geral das temperaturas variou entre 20,5°C e 26,85°C, apresentando uma amplitude de 6,3°C.

Rodrigues et al. (2009), realizaram trabalhos em nascente represada cercada por mata em estágio inicial de recuperação, em nascente sem proteção no seu entorno, localizada em meio à cultura de citros e cana-de-açúcar, próximo a estrada rural, e em nascente em meio à mata protegida. Foram constatados valores de temperatura média referente à essas nascentes, iguais à 24,3°C, 22,7°C e 21°C, respectivamente estes dados foram similares com os apresentados no assentamento, onde foi obtido valor parecido entre as nascentes em meio à mata (próximo à 21°C), e a nascente da Sede.

Assim, as matas ciliares são de grande importância, influenciando fortemente os ecossistemas aquáticos, fornecendo cobertura que irá controlar a temperatura da água (Sugimoto et al., 1997).

4.1.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os resultados obtidos (Figura 6) nas nascentes analisadas, não apresentaram grandes amplitudes de diferença, exceto quando comparado as nascentes da Sede e da Laudénisia, obtendo um valor de 1,8 de diferença de pH.

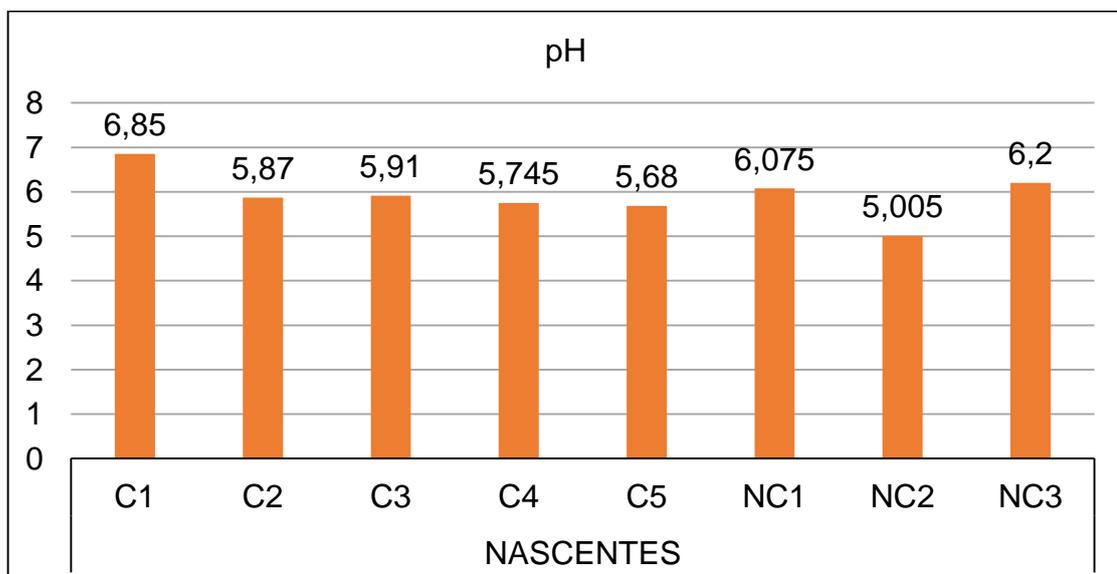


Figura 6. Valores médios de pH quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

Se formos enquadrar todas as nascentes nos padrões de potabilidade em relação ao pH, somente três nascentes estariam próprias para o consumo, visto em

que é importante lembrar que nos montantes das nascentes não há poluição por indústrias ou esgotos domésticos, que são influenciadores da acidez na água.

Os limites de faixas de pH, são estabelecidos de acordo com as diferentes classes de corpos d'água, sendo imposto de acordo com a legislação federal, que para a proteção da vida aquática os valores de pH deveriam estar entre 6 e 9 (CETESB, 2015). De acordo com Von Sperling (2007), os valores de pH dos corpos hídricos são considerados normais para ambientes naturais quando encontrados uma faixa de pH entre 4 e 9.

Segundo a Portaria 518/04 do Ministério de Saúde, o valor de pH considerado padrão de potabilidade, para as águas de abastecimento público, deve estar enquadrado entre os valores de 6,0 a 9,5.

Os resultados apresentados, com pouco grau de acidez, podem ser explicados provavelmente por influência do solo e pela origem subterrânea das águas, tornando os corpos hídricos levemente mais ácidos que as águas superficiais (MORO, 1998)

As nascentes analisadas, estão encaixadas dentro dos valores de pH padrões de corpos hídricos naturais, os quais não comprometem a saúde do consumidor, por estar dentro do padrão de normalidade para águas naturais entre os valores de pH 4 e 9, assim não ocasionando irritação na pele ou nos olhos (VON SPERLING, 2007).

4.1.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

As nascentes do assentamento, apresentaram valores baixos de DBO (Figura 7), que de acordo com a Resolução do CONAMA 357, devem ser inferiores à 5 mg/L. Em território nacional, as águas naturais, possuem sua concentração de DBO entre 1 e 10 mg/L. (BRASIL, 2004).

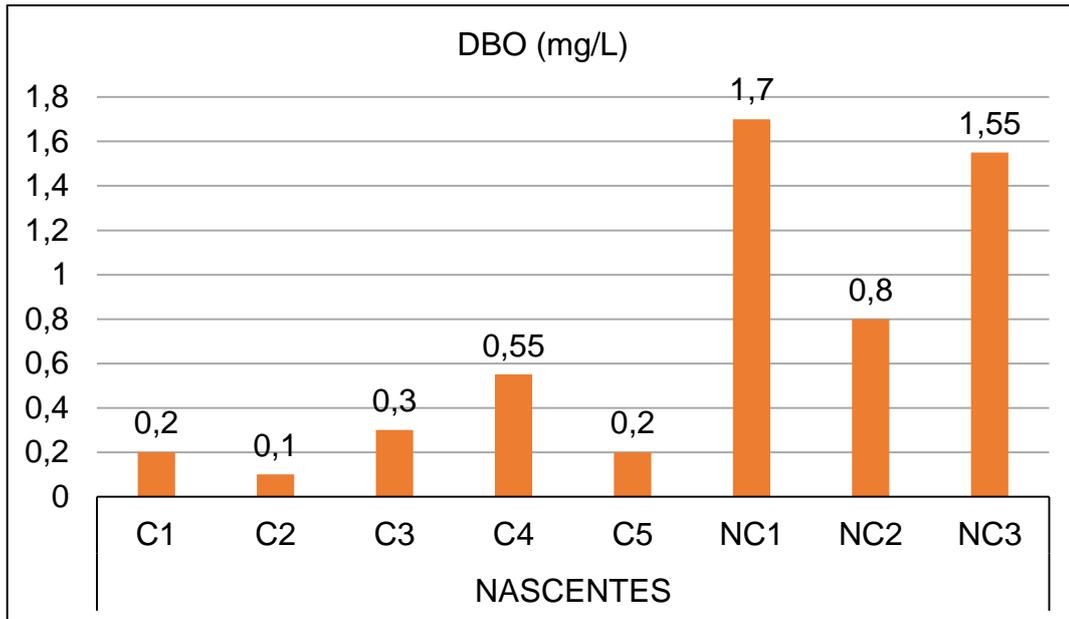


Figura 7. Valores médios da demanda biológica de oxigênio (DBO) quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

Em estudos realizados por Primavesi et al. (2002), o qual mensurou DBO em nascente em meio à mata, que foi constatado concentração de 0,3 mg/L, e em nascente em meio ao sistema intensivo de produção de leite bovino, com mata ciliar de 50 m, foi verificado valores para a DBO de 1,4 mg/L. Os corpos d'água em estudo, não apresentaram valores similares à esses, sendo constatado concentrações parecidas entre as nascentes localizadas com entorno vegetativo (Sede, Mangueira) e as nascentes localizadas em meio à pasto (Arildo) e beira de estrada (Aldo).

4.1.5. Nitrogênio Total

De acordo com a Figura 8, as nascentes cercadas, apresentaram bons valores de nitrogênio total, exceto as nascentes da propriedade da Maria Lúcia e Arildo, que estão próximas à pasto, influenciando uma maior concentração do elemento. Foi observado maiores valores de nitrogênio total, onde a ocorrência de contaminação é maior nas nascentes que não estão cercadas (Pica-pau, Laudensia, Leda), devido a presença de animais e seus excrementos na área, contribuindo com o acréscimo de nitrogênio ao corpo hídrico.

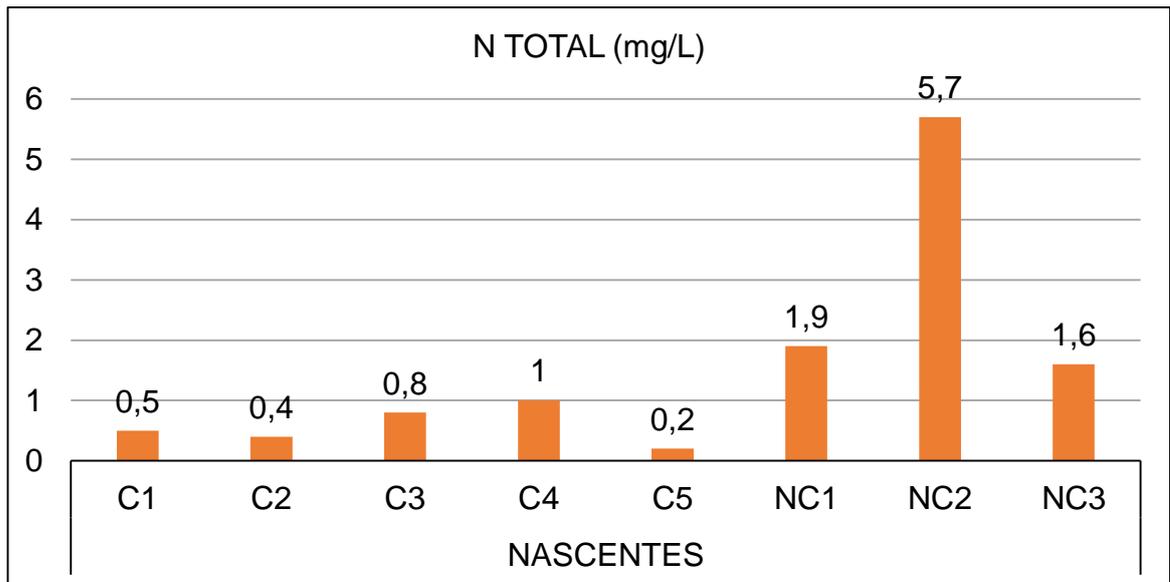


Figura 8. Valores médios de nitrogênio total quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

As principais fontes de nitrogênio para as nascentes, na ausência de contaminação antrópica (esgotos domésticos, efluentes industriais e fertilizantes), é a decomposição da matéria orgânica (células e excrementos) (VON SPERLING, 2007).

A resolução do CONAMA 357, e a portaria N° 518, não levam em consideração o nitrogênio total, e sim nitrogênio amoníaco e nitrato. Para se obter os valores referentes a essas legislações, multiplica-se o nitrogênio total por um fator de correção igual à 1,22, para obtenção do nitrogênio amoníaco, e 4,43, para obtenção do nitrato. Assim, no quesito nitrato, todas as nascentes estão enquadradas dentro de ambas legislações, exceto a propriedade da Laudenísia, que também não se enquadra no parâmetro do nitrogênio amoníaco. As nascentes da Leda e Pica-pau, não atingiram os parâmetros exigidos para nitrogênio amoníaco apenas para a potabilidade, ou seja, a portaria N°518, estando dentro do exigido pela resolução 357 do CONAMA.

4.1.6. Fósforo Total

As nascentes das propriedades Laudenísia e Pica-pau, apresentaram expressivos valores de fósforo total (Figura 9). Isto se explica, provavelmente, pela movimentação e presença de animais no entorno, atuando como fonte de excrementos. As demais nascentes não apresentaram concentração deste elemento.

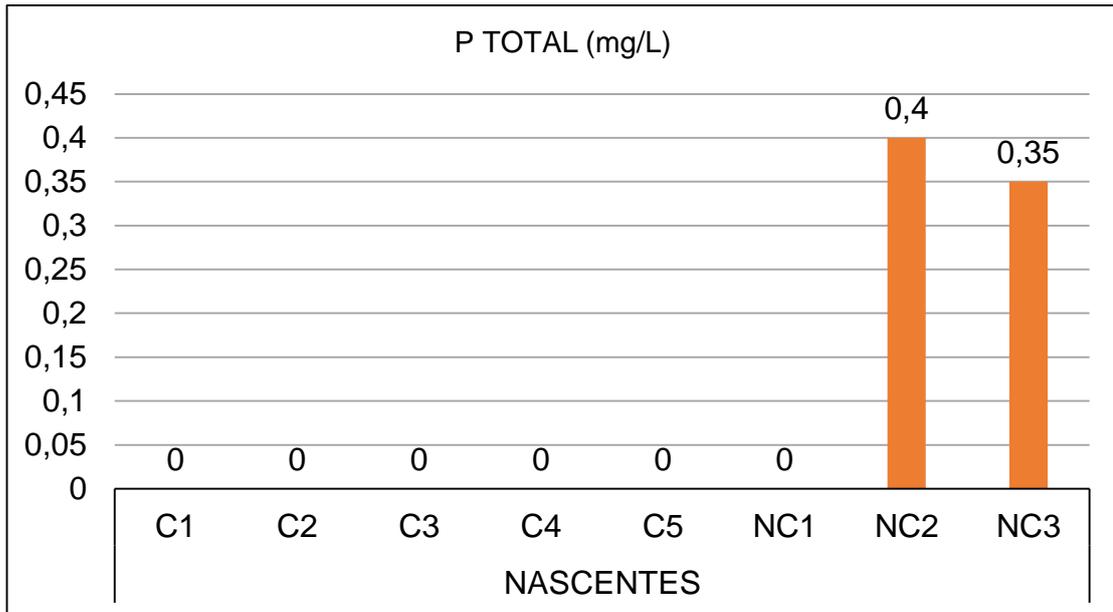


Figura 9. Valores médios de fósforo total quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

O fósforo, assim como o nitrogênio, quando há ausência de contaminações por esgotos domésticos, efluentes industriais, e fertilizantes, sua presença nos corpos d'água ocorre através da decomposição da matéria orgânica (células e excrementos), e também através da decomposição de rochas (VON SPERLING, 2007).

4.1.7. Ferro

Entre as nascentes analisadas no assentamento, apenas três estariam enquadradas dentro dos limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde, as nascentes presentes nas propriedades da Sede, Mangueira, Laudénisia (Figura 10). De acordo com o padrão de potabilidade, estabelecido pela Portaria Nº 518 do Ministério da Saúde, a concentração de ferro possui um limite máximo de 0,3 mg/L (BRASIL, 2004).

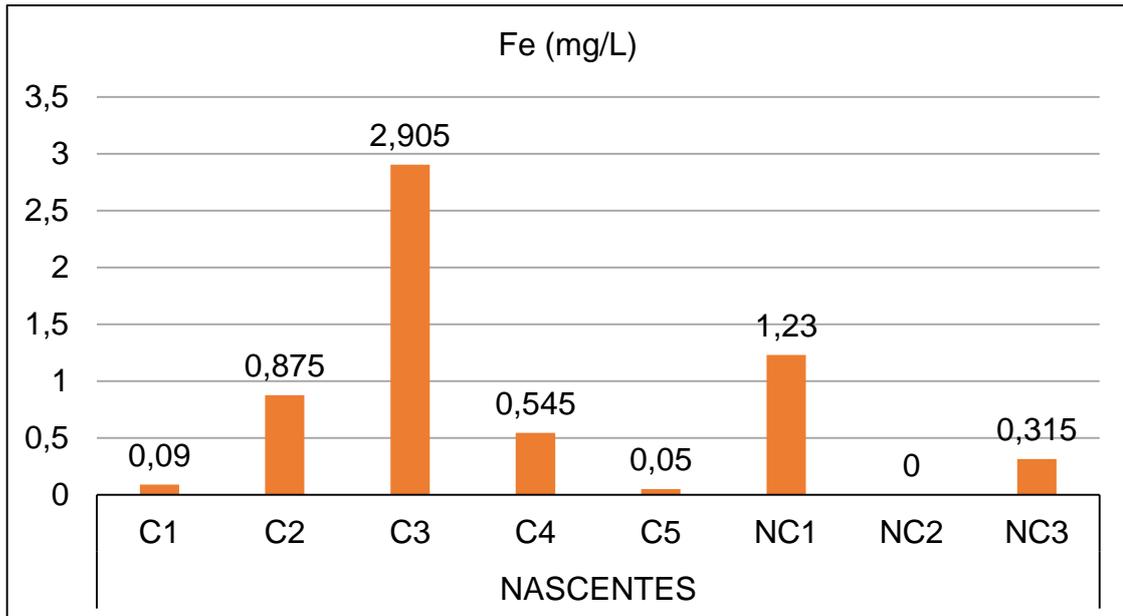


Figura 10. Valores médios de ferro quantificados nas amostras das nascentes em estudo

Estas nascentes estão localizadas em área de floresta, e em produção de hortaliças, assim pode-se explicar o baixo valor de ferro nas águas superficiais ocasionados pelo baixo carreamento de solo e erosão das margens. As demais nascentes estão localizadas em meio de gramíneas e pasto, perto de estradas, facilitando o processo erosivo do solo, o que responde o grau de elevação da concentração de ferro.

Em relação ao uso da água das nascentes para o abastecimento e sua utilização pelos proprietários locais, as concentrações encontradas não comprometem o seu consumo, visto que este elemento químico não é considerado um componente tóxico, mesmo quando fizer o uso da água das nascentes que apresentaram concentrações superiores ao limite estabelecido. Os corpos d'águas que apresentaram concentrações maior que o limite, o ferro irá prejudicar ocasionando cor e sabor a água, podendo causar manchas nas roupas e objetos. (VON SPERLING, 2005; BRASIL, 2006).

Em estudo realizado por Primavesi et al. (2002), encontraram-se valores bem similares em comparação com as nascentes estudadas em questão, obtendo-se uma concentração de Fe de 0,1 mg/L, em nascente localizada em meio à mata, e de 0,5 mg/L, em nascente contornada por sistema intensivo de produção de bovinos de leite.

4.1.8. Cálcio e Magnésio

As nascentes do assentamento, em grande maioria, não expressaram valores referentes a concentrações de cálcio (Figura 11) e magnésio (Figura 12), sendo notado a presença destes elementos nas nascentes localizadas nas propriedades do Aldo, José Arildo, Laudenísia, Leda e Pica-pau.

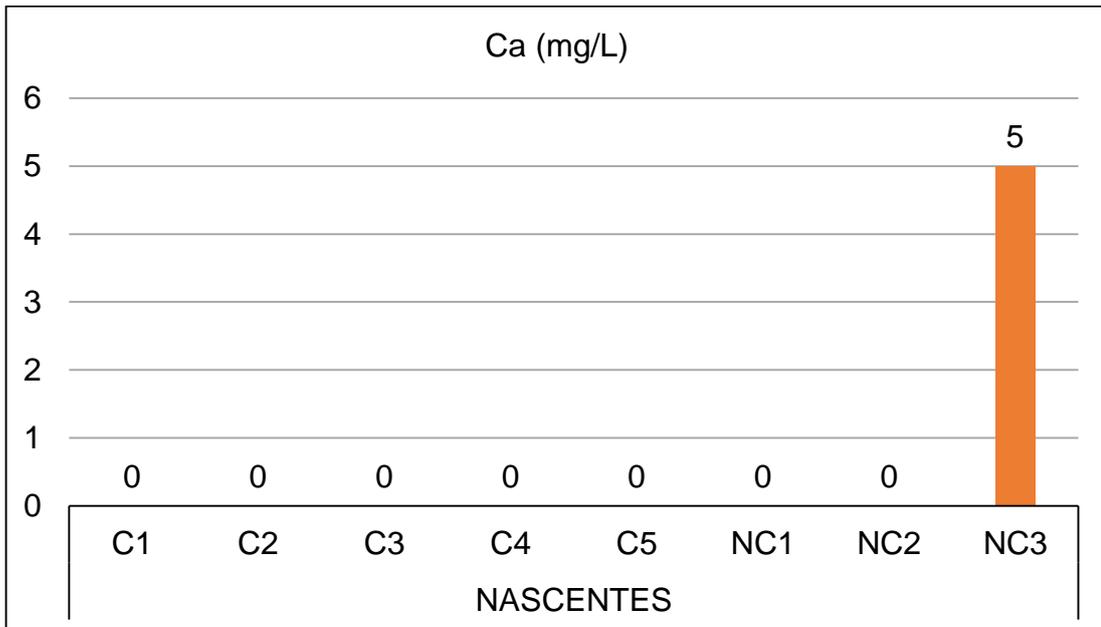


Figura 11. Valores médios de cálcio quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

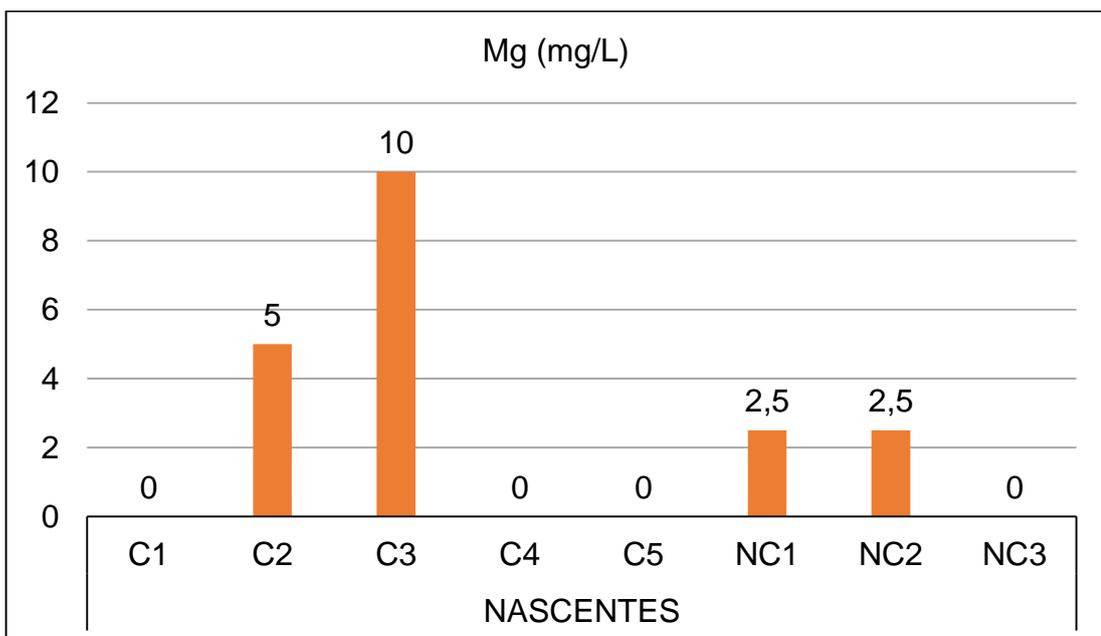


Figura 12. Valores médios de magnésio quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

Nas amostras recolhidas no corpo hídrico na área de estudo, os baixos valores referentes à Ca e Mg, pode ser atribuída ao fator da baixa concentração destes elementos no solo, visto em que a maioria das nascentes estão rodeadas por pastagens onde não se faz o uso de calagem, assim explicando também a presença desses constituintes químicos em algumas nascentes, através do processo erosivo do solo.

Segundo Gonçalves et al. (2005), que realizaram estudos na microbacia Arroio Lino, foi observado que o magnésio e o cálcio são nutrientes constituintes do solo, e conforme se aumenta o número de erosões ocorrentes no local, também se aumenta o nível de concentração de tais elementos na água. Leite (1994), constatou que em ecossistemas com menor área de produção de lavouras, as concentrações de cálcio e magnésio estavam relacionadas à composição química dos solos predominantes, e nos ecossistemas com cultivo intensivo, os valores referentes à magnésio e cálcio, estavam relacionados à aplicação desses nutrientes através de adubação, para satisfazer às exigências da cultura.

4.1.9. Turbidez

Entre as nascentes cercadas, as que estavam localizadas na propriedade da Sede, Maria Lúcia e Mangueira apresentaram baixos teores de turbidez, devido a proteção da mata e das gramíneas forrageiras presentes ao redor dessas nascentes, protegendo o corpo d'água. As que apresentaram concentrações mais elevadas estavam em áreas próximas a estrada, em área com declividade, e localizada dentro de pasto.

O cercamento das nascentes, pelos resultados (Figura 13), nesse quesito não houve influência, visto que duas das três nascentes não cercadas, apresentaram baixas concentrações de turbidez, o que pode ser explicado pela menor erosão do solo nas áreas pela presença de hortaliças. Porém a nascente da Leda, que também não estava cercada, devido a transação de animais no local, apresentou a maior taxa de turbidez das nascentes analisadas, não estando inclusa nos padrões de legislação definidos pelo CONAMA e pela portaria do ministério da saúde.

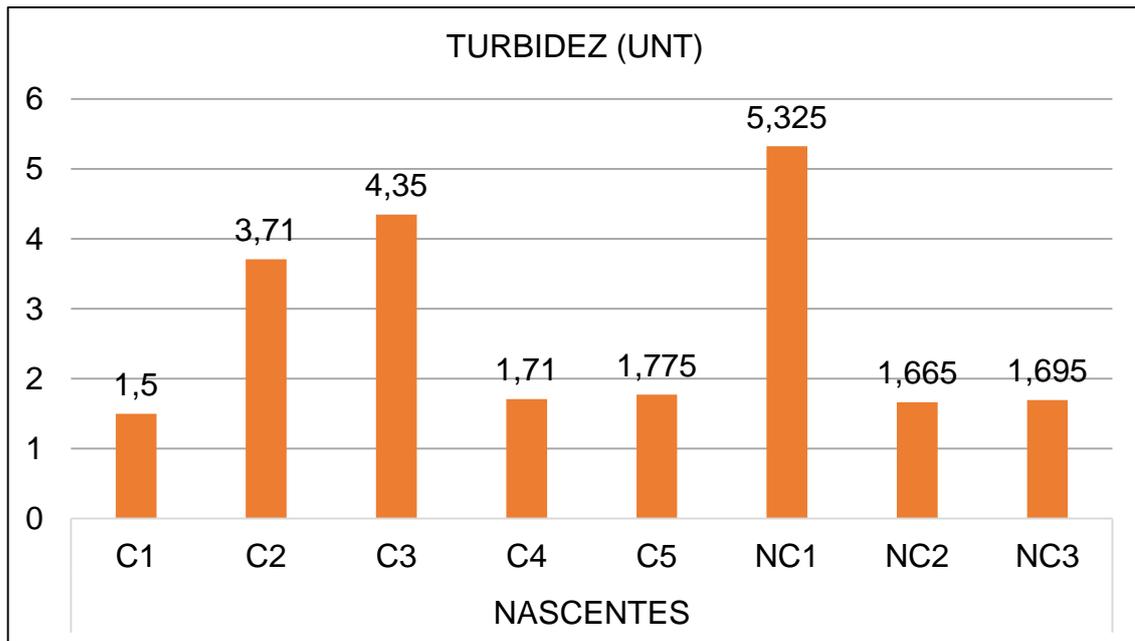


Figura 13. Valores médios de turbidez quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

A turbidez da água natural está entre 3 e 500 (Brasil, 2006). Em estudos realizados por, Rodrigues et al. (2009), Primavesi et al. (2002), e Donadio et al. (2005), no qual foi feita a mensuração em nascentes localizadas dentro da mata, foram obtidos valores de turbidez referentes à 2,0 UNT, 0,4 UNT e 4,5 UNT. Tais valores quando comparados com as nascentes estudadas, são bem similares.

4.1.10. Condutividade Elétrica (CE)

As nascentes estudadas apresentaram baixa capacidade de condução de corrente elétrica (Figura 14), podendo ser observado que o corpo d'água presente na propriedade do Aldo foi o de menor concentração de CE, e a do Pica-Pau, apresentou maior capacidade de condução de corrente elétrica. Os ambientes considerados impactados através da observação deste fator, são aqueles que obtiverem concentrações superiores à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CETESB, 2015).

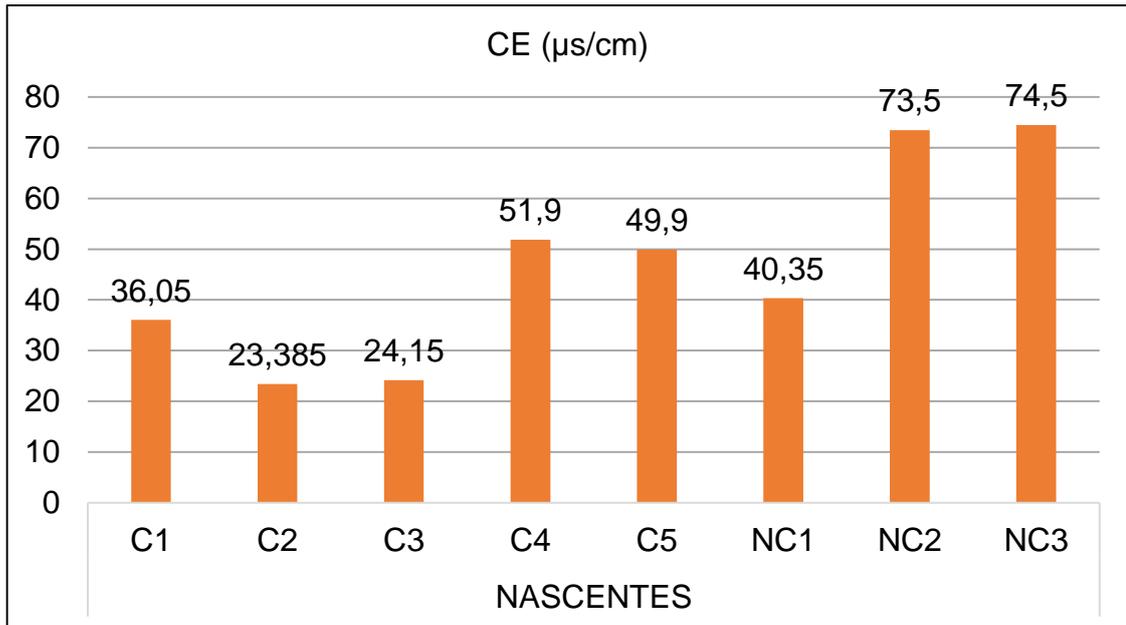


Figura 14. Valores médios de condutividade elétrica (CE) quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

O fator de condutividade elétrica, expressa uma boa indicação de modificações na composição da água, especialmente em relação a composição mineral. A condutividade elétrica da água, aumenta de acordo com que vai ocorrendo a dissolução de sólidos ali presentes, assim, altos valores de CE, podem ser indicadores de corpos hídricos com característica corrosiva. Assim sendo uma forma indireta de medir a concentração de poluentes (CETESB, 2015).

4.1.11. Série de Sólidos

Os resultados dos sólidos (Figura 15), demonstrou que as nascentes estão aptas às legislações impostas, apresentando maiores concentrações de sólidos nas propriedades da Leda e Maria Lúcia, as quais estão inseridas em locais com pouca ou quase nenhuma vegetação ciliar. A nascente da Sede que estava rodeada pela maior concentração de vegetação ciliar, apresentou a menor concentração de sólidos, explicado pelo trabalho de retenção de sólidos feito pela mata ciliar.

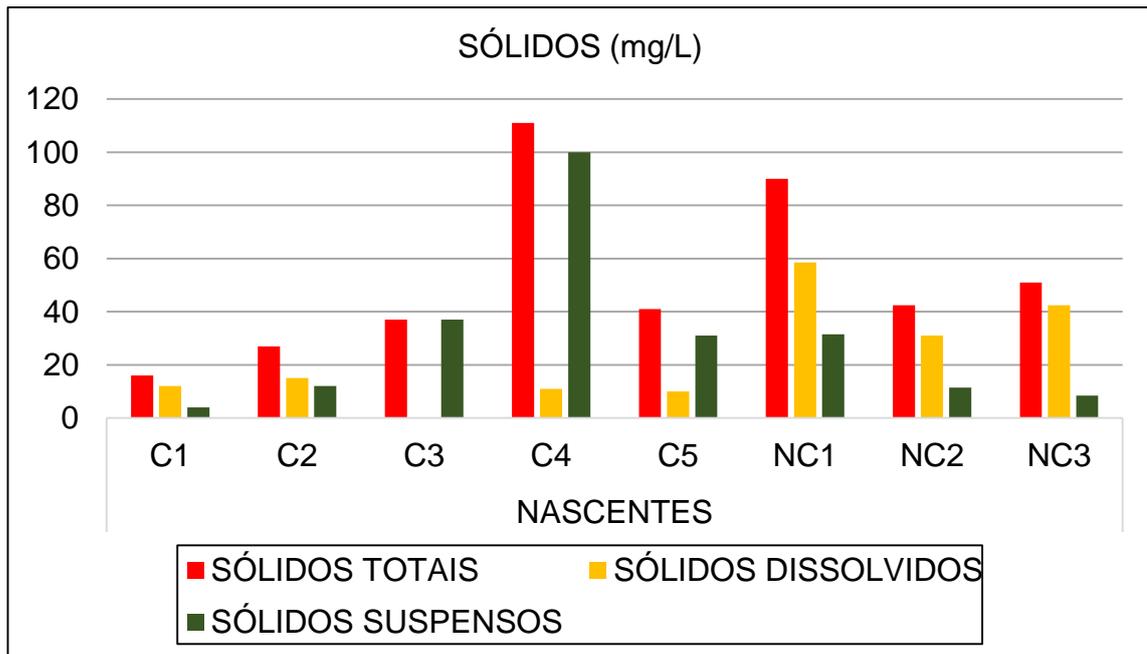


Figura 15. Valores médios de sólidos quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

De acordo com a resolução CONAMA 357, para águas naturais, e a portaria Nº 518, para potabilidade e consumo humano, as nascentes devem apresentar concentrações inferiores à 1000 mg/L, e a 500 mg/L.

A turbidez e os sólidos em suspensão possuem grande correlação, visto que a análise de turbidez é a variável mais indicada para a determinação indireta dos sólidos (PICCOLO et al, 1999). A retirada de vegetação, gera maior lixiviação do solo até o corpo hídrico, prejudicando assim a qualidade da água (LIMA, 2010). De acordo com Primavesi et al. (2002), e Donadio et al. (2005), foi analisado maiores valores para turbidez em microbacias com uso agrícola, quando comparada a áreas florestadas, destacando a função da mata ciliar na qualidade da água, realizando a contenção dos sólidos.

4.1.12. Coliformes Totais

O menor valor para coliformes totais, representado na Figura 16, foi observado no corpo hídrico da propriedade da Laudeníssia, nascente essa que está inserida próxima a hortaliças e não está cercada, o que não acarretou problemas, pois mesmo não estando cercada não há movimentação de animais nos locais, não depositando seus excrementos que são de grande influência para a análise de coliformes.

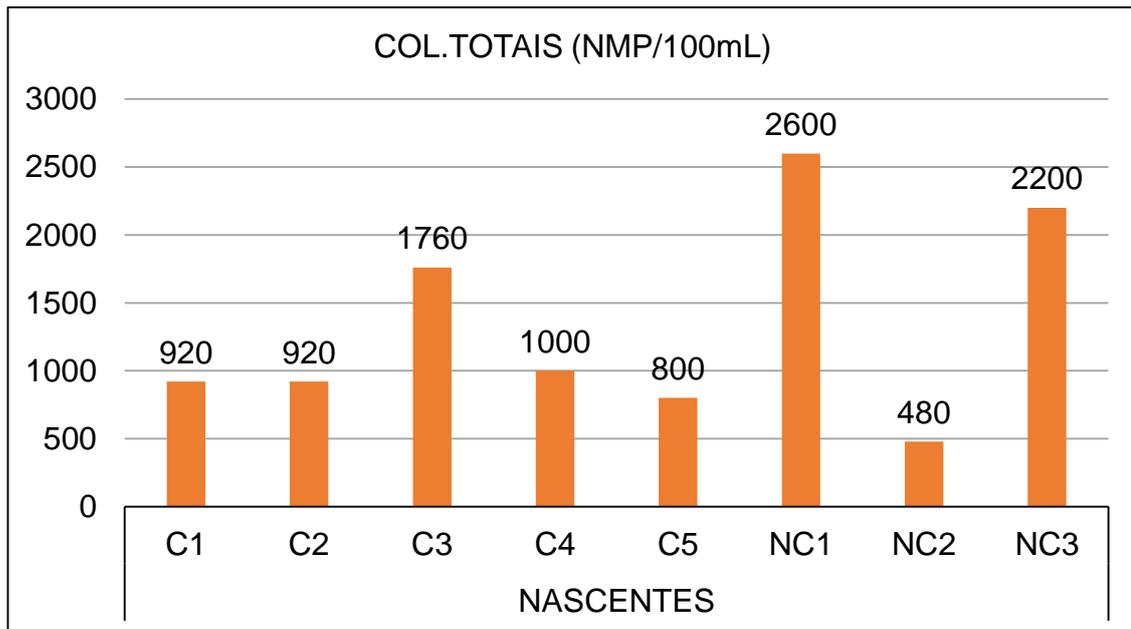


Figura 16. Valores médios de coliformes totais quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

As maiores concentrações de coliformes foram encontradas nas nascentes que possuíam seu entorno para a utilização intensiva de gado. Nas propriedades do Pica-Pau e da Leda, o gado possui livre transição próximo as nascentes, pois não estão cercadas, e a nascente localizada na propriedade do José Arildo, mesmo cercada, possui seu entorno para a prática intensiva de gado, assim essas concentrações elevadas podem ser explicadas pelo contato direto com as fontes contaminantes, podendo ser o solo, matéria orgânica ou excrementos de animais.

A presença de organismos não entéricos na análise de coliformes totais em corpos d'água não possui limite, sendo considerado tolerável quando não for detectado a presença de *E. coli* e/ou coliformes termotolerantes. Mesmo assim, deve-se tentar eliminar qualquer tipo de contaminação microbiológica, procurando encontrar sua origem de ocorrência, para assim tomar medidas imediatas, que visam à correção e prevenção do corpo d'água, até que seja observado sua completa eliminação nas análises seguintes (BRASIL, 2004). Com isso, é impossível presumir a avaliação da água da nascente, sem que haja a complementação das análises do teste de coliformes termotolerantes.

4.1.13. Coliformes Termotolerantes

A nascente do José Arildo apresentou a maior concentração para coliformes fecais (Figura 17), podendo ser explicado por estar localizada em pé de morro,

rodeada por pastagens, ocorrendo carreamento das fezes para o corpo hídrico. A nascente da Sede, mesmo rodeada por floresta ripária, apresentou elevado valor de coliformes termotolerantes, podendo ser explicado pela movimentação de animais silvestres, por causa do ambiente propício, e pela movimentação de animais domésticos da área.

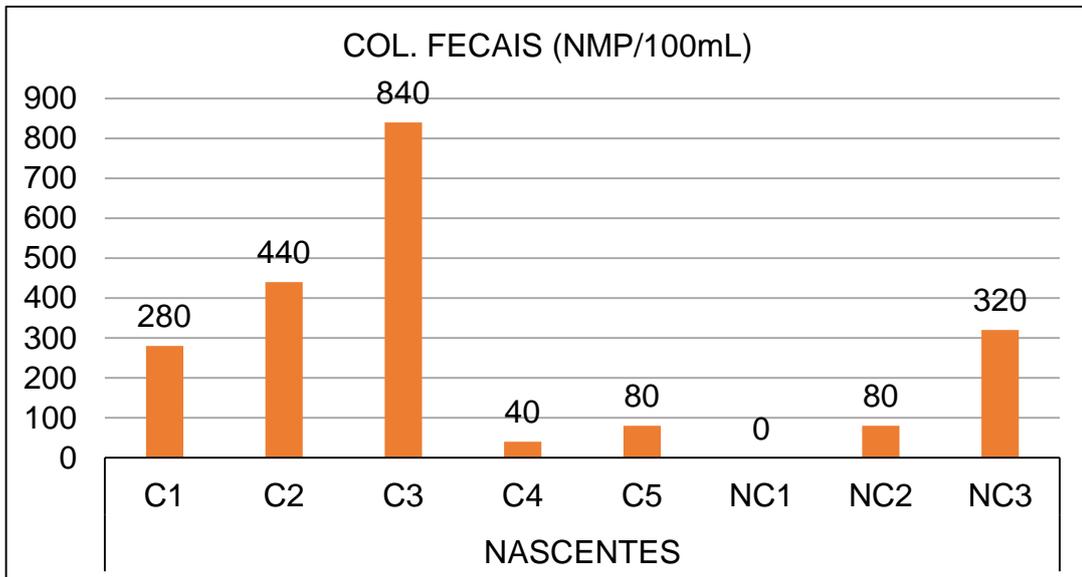


Figura 17. Valores de coliformes fecais quantificados nas amostras das nascentes em estudo.

De acordo com a Resolução CONAMA 357, os valores aceitáveis para que o corpo d'água possa ser utilizado para recreação, irrigação de culturas, ou consumo, é que seja considerável uma concentração de coliformes fecais menores que 1000 NMP/100mL. A portaria N°518, para níveis de potabilidade, exige ausência de coliformes termotolerantes, assim, a nascente localizada na propriedade da Leda, seria a única em conformidade com a legislação determinada pela portaria, sendo a única não possuindo coliformes termotolerantes, estando apta para o consumo. Esse valor, não condiz que a nascente esteja constantemente potável, possuindo a qualidade microbiológica do corpo d'água, variável em função do manejo do solo na bacia, da sazonalidade, da forma de coleta, entre outros (AGRIZZI, 2012).

Em estudos realizados por Primavesi et al. (2002) em São Carlos, SP, foi observado concentrações de coliformes termotolerantes iguais à 7 NMP/100mL, em nascentes protegidas por mata. Em nascentes protegidas por uma faixa de 50m de mata ciliar, em área de sistema intensivo de produção de bovinos de leite, foi observado valores iguais à 458 NMP/100mL de coliformes termotolerantes, valor este

explicado pela movimentação de animais ao redor da nascente, influenciando assim à presença de coliformes termotolerantes na água.

Tabela 4. Comparação entre os valores médios das nascentes analisadas com os valores determinados pela legislação em vigor.

PARÂMETROS	NASCENTES									PORTARIA Nº518	RESOLUÇÃO Nº357
	C1	C2	C3	C4	C5	NC1	NC2	NC3			
OD (mg/L)	8,6	2,9	3,8	4	2,6	6,05	3,25	5,35	*	≥5	
TEMPERATURA (°C)	20,5	23,6	24,7	24,65	22	25,5	26,3	26,85	*	*	
Ph	6,85	5,87	5,91	5,745	5,68	6,075	5,005	6,2	6,0 a 9,5	6,0 a 9,0	
COL.TOTAIS (NMP ⁽¹⁾ /100mL)	920	920	1760	1000	800	2600	480	2200	Ausência ⁽²⁾	*	
COL. FECAIS (NMP/100mL)	280	440	840	40	80	0	80	320	Ausência ⁽³⁾	≤1000 ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾	
DBO (mg/L) ⁽⁶⁾	0,2	0,1	0,3	0,55	0,2	1,7	0,8	1,55	*	≤5	
NITRATO (mg/L)	2,215	1,772	3,544	4,43	0,886	8,417	25,251	7,088	≤10	≤10	
N AMONÍACAL (mg/L)	0,61	0,488	0,976	1,22	0,244	2,318	6,954	1,952	≤1,5	≤3,7 ⁽⁷⁾	
N TOTAL (mg/L)	0,5	0,4	0,8	1	0,2	1,9	5,7	1,6	*	*	
P TOTAL (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0,4	0,353	*	≤0,05	
Fe (mg/L)	0,09	0,875	2,905	0,545	0,05	1,23	0	0,315	0,3	0,3	
Ca (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	5	*	*	
Mg (mg/L)	0	5	10	0	0	2,5	2,5	0	*	*	
TURBIDEZ (UNT)	1,5	3,71	4,35	1,71	1,775	5,325	1,665	1,695	≤5	≤100	
CE (µs/cm)	36,05	23,385	24,15	51,9	49,9	40,35	73,5	74,5	*	*	
SÓLIDOS TOTAIS	16	27	37	111	41	90	42,5	51	*	*	
SÓLIDOS DISSOLVIDOS	12	15	0	11	10	58,5	31	42,5	≤1000	≤500	
SÓLIDOS SUSPENSOS	4	12	37	100	31	31,5	11,5	8,5	*	*	

Notas: * Valor não especificado na referida norma; (1) Número mais provável; (2) Sua presença é tolerada quando proveniente de poços, nascentes ou fontes sem tratamento desde que não esteja presente *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes; (3) Água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo proveniente de poços, minas e nascentes; (4) Para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA Nº 274 de 2000; (5) Esse valor não deverá ser excedido em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas no período de um ano, com frequência bimestral; (6) DBO 5 dias a 20° C; (7) Para pH ≤ 7,5 (situação encontrada nesse trabalho); (8) Unidade Nefelométrica de Turbidez;

4.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

De acordo com o CETESB, o IQA, pode determinar de maneira simples, os níveis de qualidade da água (Tabela 5), através de um número de 0 a 100, obtido dos resultados dos cálculos do IQA.

Tabela 5. Classificação da água de acordo com o IQACETESB.

Classificação	Ponderação
Ótima	79 < IQA < 100
Boa	51 < IQA < 79
Aceitável	36 < IQA < 51
Ruim	19 < IQA < 36
Péssima	0 < IQA < 19

Com o cálculo de IQA das nascentes (Figura 18), foi realizado as classificações que variou entre as classes de Ótima, Boa e Aceitável. A nascente da Sede e da Leda foram as que apresentaram melhores índices, enquadradas na classificação de ótima qualidade.

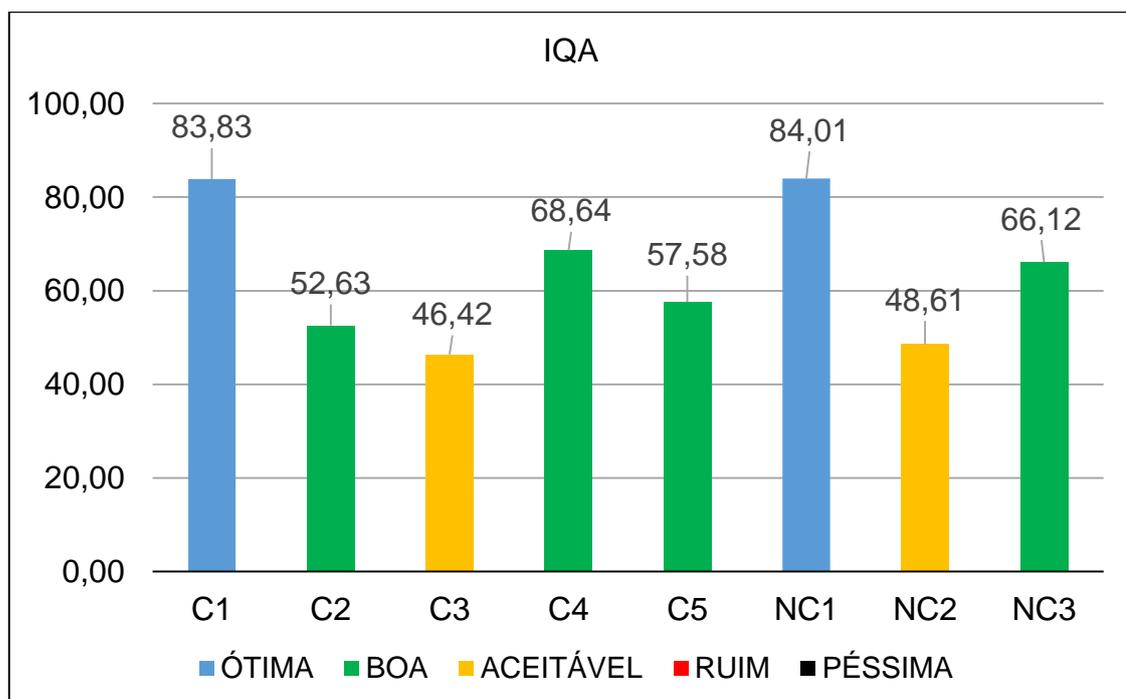


Figura 18. Classificação das nascentes de acordo com o IQACETESB

A propriedade da Leda, apresentou o melhor IQA, contrariando as expectativas da nascente em meio a mata (Sede), que era esperado apresentar a melhor qualidade. A nascente da Sede apresentou valores menores de qi em coliformes termotolerantes e em sólidos, quando comparado com a propriedade da Leda, explicando assim menor valor do IQA na Sede. A floresta ripária apresenta consideráveis funções benéficas ao ecossistema, sobretudo sobre a qualidade da água. Em estudos observados por Scalize et al. (2014), foi constatado que a profundidade do poço é um fator que pode influenciar no IQA, a nascente da Leda, possui uma profundidade relativamente alta, o que pode ter superestimado ou subestimado os valores.

Em estudos realizados por Souza (2011), também foi observado melhores valores de IQA em área pastagem, esse influenciado pelos parâmetros de DBO e P total. Segundo Barros et al. (2012), os valores de IQA podem ser subestimados ou superestimados, por isso a avaliação individual dos parâmetros possui sua devida importância.

5. CONCLUSÃO

As nascentes apresentaram boas classificações dos IQA's, estando entre as classes ótima, boa e aceitável.

Quando feito a comparação dos parâmetros analisados com os valores oferecidos pelas legislações, todas as nascentes analisadas apresentaram inconformidade em algum parâmetro verificado, principalmente quando a utilização do recurso é para consumo humano.

Pelos resultados, é possível observar que o IQA é uma ótima forma de reunir os resultados, e transmitir essa informação de maneira mais simples ao público, porém este pode subestimar ou superestimar a qualidade da água.

Os coliformes termotolerantes, parâmetro utilizado no IQA, apresentou elevados índices em quase todas as nascentes, as quais são utilizadas para consumo, quando sua concentração deveria ser ausente, de acordo com a portaria do ministério da saúde.

O cercamento na área se demonstrou eficiente, sendo analisado melhores condições de qualidade de água nas nascentes cercadas.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional das Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.** Brasília: ANA, 2011. 154 p.

Agência Nacional de Águas. Portal da Qualidade das Águas: **Indicadores de Qualidade da Água – Índice de Qualidade das Águas (IQA).** Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 20 jun. 2017

AGRIZZI, Daniela Vantil. **ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES NO ASSENTAMENTO PARAÍSO, ALEGRE, ES.** 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/4994/1/tese_5813_.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2017.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for de examination of water and wastewater.** 21 th. ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environmental Federation, 2005. 1368 p.

BRANDÃO, V. dos S.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA D. D. da. **Infiltração da água no solo.** 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 120 p.

BRASIL. Decreto-Lei nº 7.841 de 8 de ago. de 1945. Código de Águas Minerais. **Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 20 ago. 1945. Seção 1.4.2.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa: altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006 revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 28 maio. 2012. Seção 1. p. 1-16.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de set. de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 16 set. 1965. Seção 1. p. 9529.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de jan. de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art 1º da Lei nº 8.001, de 13 de mar. de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dez. de 1989. **Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil,** Brasília, DF, 09 jan. 1997. Seção 1, p. 470-474.

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

Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1, p. 266- 270.

BRASIL. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).
BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 20, de 18 de jun. de 1986.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de mar. de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Seção 1, p 58 - 63.

BRASIL. REDE DE SANEAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA. . **Água e Saúde**. 2008. Disponível em: <http://www.resag.org.br/extranet/uploads/PublicacaoArquivo/resag_aguasaude_1403716030790.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2017

CHAPMAN, D.; KIMSTACK, V. The selection of water quality variables. CHAPMAN D. (Ed.) In: **Water quality assessment**. London: Chapman & Hall Ltd., 1992. p. 51-117.

CLIMATE-DATA.ORG, s.d., **Clima Guaçuí**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/27697/>>. Acesso em: 19 abri. 2017

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **IQA**. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-C-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas-.pdf>> Acesso em: 20 mai. 2017.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **IQA**. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-D-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-1.pdf>> Acesso em: 20 mai. 2017.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. de. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 5, n. 1, p. 115 – 125, jan./abr., 2005.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2011. 826 p.

GERGEL, S. E.; TURNER, M. G.; MILLER, J. R.; MELACK, J. M.; STANLEY, E. H. Landscape indicators of human impacts to riverine systems. **Aquatic Science**, Itajaí, v.64, p.118-128, 2002.

GOMES, M. M. L. A. Projeto no Ensino da (Micro)Biologia: **Um guia do professor com sugestões de atividades para análise microbiológica da água**. Disponível em: <<http://www.casadasciencias.org/dmdocuments/Gui%C3%A3o%20de%20activid>>

ades%20em%20Microbiologia%20da%20%20C3%81gua.pdf> Acesso em: 29 mai. 2017.

GONÇALVES, C. S. et al. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola em Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 391-399, 2005.

LEITE, J. O. Variação das concentrações de P, K, Ca e Mg nas águas fluviais do agroecossistema cacauzeiro Almada, Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.483-490, 1994.

LIMA, J. S. de S.; SILVA, S. de A.; OLIVEIRA, R. B. de; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre – ES. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p 327 – 332, abr./jun. 2008.

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O.; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambiental. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.11. n.1, p.67-79, 2008.

MCCLELLAND, N.I. **Water Quality Index Application in the Kansas River Basin**, Prepared for U.S. EPA-Region VII, 1974.

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

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, São Paulo. v. 36, n.3, p 270-274, 2002.

MORO, R. S. **Interpretações peleoecológicas do quaternário através da análise de diatomáceas (Bacillariophyta) nos sedimentos da Lagoa Dourada, Ponta Grossa, PR**. 1998. 141 p. Tese (Doutorado em Biociências) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. de F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 67 p. (Documentos / Embrapa Florestas, INSS 1980- 3958; 219).

PASTRO, Milena Scaramussa. **QUALIDADE DA ÁGUA EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS**. 2015. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_8555 DISSERTA%C7%C3O_Milena%20Scaramussa%20Pastro.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2017.

PICCOLO, M. A. M.; PINTO, C. A.; TEIXEIRA, E. C. Correlação entre sólidos em suspensão, cor e turbidez para água captada no rio Jucu, ES. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: XX CBESA, p.1341-1347.

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R. de; PRIMAVESI, A.C.; OLIVEIRA, H.T. de. Water quality of Canchim's creek watershed in São Paulo, SP, Brazil, occupied by beef and

dairy cattle activities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 209-17, 2002.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPOS, S. Condições hidrológicas de uma bacia hidrográfica com diferentes usos do solo na região de Taquaritinga, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 158-169, abr. / jun. 2009

SCALIZE, P. S.; BARROS, E. F. S.; SOARES, L. A et al. Avaliação da qualidade da água para abastecimento no assentamento de reforma agrária Canudos, Estado de Goiás. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 4, p. 696-707, 2014.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. de C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 207 p.

SILVA, N. da; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. de A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S. dos; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo, SP: Varela, 2010.

SOUZA, Ana Paula Almeida Bertossi. **ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS, NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**. 2011. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_5086_.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2017.

SOUZA, Milena Caramori Borges de. **INFLUÊNCIA DA MATA CILIAR NA QUALIDADE DA ÁGUA DE TRECHO DO RIO JACARECICA – MACEIÓ/AL**. 2012. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgrhs/SITE_ANTIGO/Dissertação_Milena_Caramori_Borges_de_Souza - versão impress.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2017.

SOUZA, D. A. **Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de multiresíduos de pesticidas em águas de abastecimento de São Carlos – SP**. 52 2000. 109f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

SNYDER, M. N.; GOETZ, S. J.; WRIGHT, R. K. Stream health rankings predicted by satellite derived land cover metrics: Impervious area, forest buffers and landscape configuration. **Journal of the American Resources Association**, v.41, n.3, p.659-677, 2005.

SUGIMOTO, S.; NAKAMURA, F.; ITO. A. Heat budget and statistical analysis of the relationship between stream temperature and riparian Forest in the Toikanbetsu river basin, Northern Japan. **Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 2, n. 2, p. 103-7, 1997.

TORRES, D. A. G. V. CHIEFFI P.P.; COSTA W. A.; KUDZIELICS E. Giardíase em creches mantidas pela prefeitura do município de São Paulo, 1982/1983. **Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo**, v.33, p. 137- 141, 2000.

TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH. 2009. 943 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4).

TUNDISI, J. G. et al. (Ed.) **Eutrofização na América do Sul**: causas, tecnologias de gerenciamento e controle. IIE, IIEGA, IAP, IANAS, ABC, 2006. 531p.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007. 588 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.7).