

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

GUILHERME CEZAR NERES DE SOUSA CURTY

**ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DO
ASSENTAMENTO FLORESTAN FERNANDES NO SUL DO ESPÍRITO
SANTO**

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2018

GUILHERME CEZAR NERES DE SOUSA CURTY

**ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DO
ASSENTAMENTO FLORESTAN FERNANDES NO SUL DO ESPÍRITO
SANTO**

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

2018

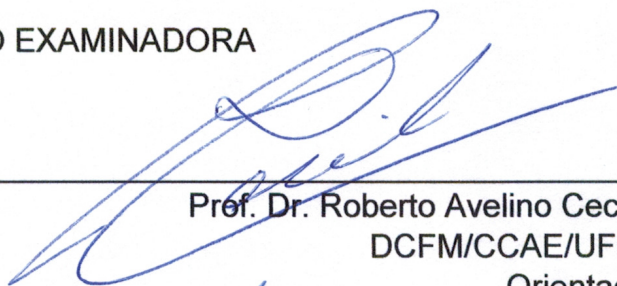
GUILHERME CEZAR NERES DE SOUSA CURTY

**ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DO
ASSENTAMENTO FLORESTAN FERNANDES NO SUL DO ESPÍRITO
SANTO**

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 11 de julho de 2018


COMISSÃO EXAMINADORA



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



Eng. Sanitarista e Ambiental Edilson Sarter Braum
Mestrando - UFES



Bióloga Thamara Lins Bravo
Mestranda - UFES

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todas as bênçãos que todos os dias são derramadas sobre mim.

Ao meu núcleo familiar, meus pais Julio Cezar e Maria de Fátima, aos meus irmãos Julio Cezar e Mellina de Fátima; por todo aprendizado que me foi transmitido ao longo da vida. Além disso, agradeço aos meus pais por todo amor e pelo grande tesouro que me foi transmitido: uma ótima educação.

A minha tia Iracema Neres de Souza e minha tia de consideração Solange Maria Soares Afonso; pela força e apoio que deram a mim e ao meu núcleo familiar ao longo da vida.

A minha namorada Letícia Azeredo de Freitas, pelo carinho, amor, e por sempre me deixar mais próximo de Deus e da mãe Igreja.

Ao Ministério Universidades Renovadas e principalmente ao grupo de oração universitário Luz do Amor de Deus, por todos os momentos de alegria e pela amizade de cada membro.

Aos amigos e colegas da turma de Engenharia Florestal que ingressaram no ano de 2012/1, pela amizade, pelos momentos de alegria, pelas noites de estudo. Por momentos icônicos vivenciados nas viagens de aula prática, por todas as paródias e programas de rádio criados por William Masioli, me lembrarei sempre com muito carinho.

A todos os moradores que passaram pelo alojamento do CCAE – UFES, pelo aprendizado, por me ensinarem a viver em grupo. Aos amigos de minha segunda e última república.

Ao Grupo de Agricultura Ecológica Kapi'xawa, por terem me transmitido os conceitos básicos de Agroecologia.

A todos os motoristas que ao longo da minha graduação me deram carona, sem estes não teria chegado até aqui.

Aos verdadeiros amigos de minha cidade natal e aos amigos que fiz em Alegre – ES, obrigado pelo companheirismo e por terem me ajudado a moldar meu modo de pensar.

Ao professor Roberto Avelino Cecílio, pela paciência e compreensão.

A Francielle Rodrigues de Oliveira, pela grande ajuda na elaboração da minha tese de conclusão de curso, sendo minha coorientadora.

Aos participantes da minha banca examinadora, Edilson Braum e Thamara Bravo, pela disponibilidade e atenção.

A todos, meu muito obrigado!

RESUMO

Sendo a água um elemento fundamental aos seres vivos e por esta possuir múltiplos usos, é importante o conhecimento da qualidade da água. Em comunidades rurais o abastecimento de água não é realizado pelo sistema público, não obstante, o Assentamento Florestan Fernandes sofre com a falta de acessibilidade à água potável. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi comparar a aplicação de dois diferentes índices de qualidade da água, IQA_{CETESB} e IQA_{adaptado}, em 8 nascentes distintas no Assentamento Florestan Fernandes em Guaçuí/São José do Calçado - ES. As amostras foram coletadas em agosto e outubro de 2017, em dias sem chuva e no período da manhã. Os pontos de coleta das amostras de água foram os locais de surgimento da água subterrânea, denominados “olho d’água”, e nos locais de acesso dos moradores à água. Os resultados obtidos para os parâmetros foram as médias das duas coletas, das respectivas nascentes em estudo. Com base nas informações alcançadas, com a caracterização físico-química e microbiológica das nascentes, foi verificada a aplicabilidade destes índices na área em estudo e os resultados das amostras foram comparadas com a legislação vigente.

Palavras-chave: Análise de Água. Corpos Hídricos. Comunidade Rural.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Geral	3
2.2. Específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Qualidade da água	4
3.1.1. Parâmetro Físicos e Químicos de Qualidade da Água	4
3.1.2. Parâmetros Microbiológicos de Qualidade da Água	7
3.2. Cobertura do solo e qualidade da água	7
3.3. Índice de qualidade da água	8
4. METODOLOGIA	11
4.1. Descrição da área de estudo.....	11
4.2. Coleta e análise da água.....	13
4.3. Legislação vigente.....	13
4.4. Cálculo do IQA	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6. CONCLUSÃO	19
7. REFERÊNCIAS	20

1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento de grande importância e de grande distribuição no globo terrestre, ocupando 70% da superfície do planeta Terra (ESTEVES, 1998; REBOUÇAS, 2002). Segundo Souza et al. (2014) “A utilização da água pela sociedade humana visa a atender suas necessidades pessoais, atividades econômicas [agrícola e industrial] e sociais”. A disponibilidade da água foi e é um fator essencial no desenvolvimento e crescimento de cidades e civilizações. O ser humano além de utilizar a água para atender suas demandas básicas do dia-a-dia, como preparo de alimentos, higiene básica, etc., também a utiliza para fins socioeconômicos (TOMASONI; PINTO; SILVA, 2009).

Por ser um elemento fundamental aos seres vivos e possuir múltiplos usos, é importante o conhecimento de sua qualidade. Para Scorsafava et al. (2010) a avaliação da potabilidade e das condições higiênico-sanitárias da água são primordiais para a saúde da população. Ainda assim, a qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação (MARTEN; MINELLA, 2002).

A qualidade da água é um conceito relativo que depende diretamente do uso a que se destina, seja este para balneabilidade, consumo humano, irrigação, transporte e manutenção da vida aquática. Para cada um dos usos existe um padrão de qualidade especificado pela legislação. Assim, a política normativa nacional de uso da água, como consta na resolução do CONAMA nº 357, procurou estabelecer parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os seus diferentes usos (SOUZA et al., 2014).

De acordo com o 4º artigo da portaria nº 1469 de 29 de dezembro de 2000, do Ministério da Saúde, água potável é aquela destinada ao consumo humano, onde os parâmetros físicos, químicos e biológicos atendam um padrão mínimo, que não ofereça risco à saúde (SILVA; ARAÚJO, 2003).

Não há um indicador de qualidade de água único e padronizável para qualquer sistema hídrico. Uma forma de avaliar objetivamente essas variações é a combinação de parâmetros de diferentes dimensões, em índices que os reflitam

conjuntamente em uma distribuição amostral no espaço e no tempo (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Todos os cidadãos têm direito ao acesso à água tratada e de boa qualidade, devendo ser o Estado provedor deste recurso. Porém, em comunidades rurais, o abastecimento de água não é realizado pelo sistema público [como é feito no meio urbano]. Neste contexto, Amaral et al. (2003) afirmam que, o Estado não realiza ações para promover o controle da qualidade da água no meio rural, sendo de responsabilidade dos moradores desse meio a manutenção das fontes de água. No entanto, a maior parte dessa população não tem acesso a informações adequadas das condições de saneamento e o estado de conservação de nascentes.

Diante deste cenário, tem-se buscado estratégias para avaliar a qualidade das nascentes localizadas em zonas rurais. E ao conhecer a necessidade do gerenciamento da qualidade da água no Assentamento Florestan Fernandes, viu-se a importância da compreensão dos limites da utilização do Índice de Qualidade da Água IQA_{Cetesb} em relação os parâmetros envolvidos.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Comparar a aplicação de dois diferentes índices de qualidade da água, IQA_{CETESB} e $IQA_{adaptado}$, em 8 nascentes distintas no Assentamento Florestan Fernandes em Guaçuí/São José do Calçado - ES.

2.2. Específicos

- Realizar coletas e análises de água.
- Calcular o IQA_{CETESB} e o $IQA_{adaptado}$.
- Comparar os resultados com a legislação vigente.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Qualidade da água

As características físicas, químicas e biológicas da água estão associadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem e podem ser expressas por meio de concentrações ou outros valores, passando a ser caracterizados como parâmetros. Onde alguns destes parâmetros são relacionados como propriedades organolépticas no padrão de potabilidade válido (BRASIL, 2006).

Quando se trata dos principais usos da água, sua qualidade é a característica mais importante a ser avaliada, independente da finalidade em que esta será destinada. No abastecimento humano, este vem sofrendo consequências provenientes de ações antrópicas nos recursos hídricos, alterando assim a qualidade da água usada no abastecimento doméstico (SOUZA et al., 2014).

O comprometimento da qualidade da água é decorrente de poluição causada por diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola. Os poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais. Para as condições brasileiras, não se tem quantificado o quanto esses poluentes [deflúvio superficial agrícola] contribuem para a degradação dos recursos hídricos. Desta forma, existe um consenso geral que a atividade agropecuária rege uma importante função na contaminação dos mananciais, sendo uma atividade com alto potencial degradador, e que a qualidade da água é um reflexo do uso e manejo do solo de uma bacia hidrográfica (MARTEN; MINELLA, 2002).

3.1.1. Parâmetro Físicos e Químicos de Qualidade da Água

3.1.1.1. Oxigênio Dissolvido (OD)

Ao introduzir determinada quantidade de matéria orgânica na água, isso resulta indiretamente no consumo de oxigênio dissolvido, sendo este parâmetro um indicador de poluição e de autodepuração dos recursos hídricos. Quanto maior for a

queda deste parâmetro, causada pela respiração de micro-organismos, pior é a qualidade da água (VON SPERLING, 1996).

3.1.1.2. Temperatura (°C)

Expressa o grau da movimentação das moléculas de um corpo. Alterações na temperatura da água podem ser causadas naturalmente (por energia solar, por exemplo) ou de forma antrópica (resíduos industriais e águas de resfriamento de máquinas). A temperatura da água influencia nas atividades metabólicas, na velocidade das reações químicas e na solubilidade de solutos. Falando-se em água para consumo humano, altas temperaturas da mesma elevam as perspectivas de não-aceitação ao uso (BRASIL, 2006).

3.1.1.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Este afeta o metabolismo de muitas espécies aquáticas. A resolução CONAMA n° 357 determina que o pH ideal deve estar ente 6 e 9, para que haja a proteção da vida aquática (CETESB 2012). O pH retrata a intensidade das condições ácidas ou alcalinas da solução aquosa, por meio da contagem de íons hidrogênio (H⁺). O mesmo é calculado em grandeza antilogarítmica, abrangendo uma escala entre 0 e 14 (inferior a 7: pH ácido; superior a 7: pH básico). Este também contribui para uma maior ou menor solubilidade de substâncias e define o potencial de toxicidade de muitos elementos (BRASIL, 2006).

3.1.1.4. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Este parâmetro retrata, indiretamente, o teor de matéria orgânica na água, indicando o potencial consumo de oxigênio dissolvido. Altos valores de DBO na água são provocados [em sua maioria] pela emissão de resíduos orgânicos, oriundos do esgoto doméstico. Onde estes altos valores provocam a diminuição de oxigênio dissolvido na água (VON SPERLING, 1996).

3.1.1.5. Nitrogênio Total (N_{total})

Este é um elemento químico que pode ser encontrado na água sob várias maneiras, como: íon nitrato (NO_3^-); íon nitrito (NO_2^-); íon amônio (NH_4^+); e nitrogênio molecular. O nitrogênio (como o fósforo) é um elemento químico muito importante no crescimento de algas e plantas aquáticas superiores, sendo de fácil assimilação sob as formas de nitrato e amônio. Em condições muito alcalinas, há predominância de amônia livre, sendo esta tóxica a muitos seres aquáticos. Já o nitrato, em altas concentrações, está vinculado à doença da metaemoglobinemia (BRASIL, 2006).

O nitrogênio é fortemente descartado na natureza, de forma antrópica, principalmente por resíduos de esgoto doméstico, industriais, como resíduos e animais e por fertilizantes (BRASIL, 2006).

3.1.1.6. Fósforo Total (P_{total})

O fósforo é o elemento químico mais importante para o desenvolvimento de plantas aquáticas. Quando este crescimento ocorre de forma excedente, afetando de forma negativa os usos da água, ocorre o fenômeno denominado eutrofização. Em corpos hídricos naturais não poluídos, as concentrações deste elemento localizam-se em uma faixa de 0,01mg/L a 0,05mg/L (BRASIL, 2006).

3.1.1.7. Turbidez

Esta indica o nível de intervenção à passagem da luz através da água. A modificação à penetração da luz na água ocorre pela presença de partículas de material em suspensão (BRASIL, 2006).

A turbidez em corpos hídricos ocorre geralmente com mais frequência em locais mais propícios à erosão do solo (locais com pouca ou nenhuma cobertura vegetal). Opostamente à cor, que é formada por substâncias dissolvidas, a turbidez é ocasionada por partículas em suspensão, sendo assim, reduzida por sedimentação (BRASIL, 2006).

3.1.1.8. Sólidos Totais

Os sólidos totais podem ser encontrados na água da seguinte maneira: a) em suspensão (sedimentares ou não sedimentares) ou b) dissolvidos (voláteis ou fixos). Sólidos em suspensão podem ser caracterizados como partículas sujeitas de retenção por mecanismos de filtração. Já os sólidos dissolvidos são partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm , onde estas permanecem em solução mesmo depois do processo de filtração. A entrada de sólidos na solução aquosa pode acontecer de forma natural ou antropogênica (BRASIL, 2006).

3.1.2. Parâmetros Microbiológicos de Qualidade da Água

As bactérias do grupo coliforme se alojam comumente os intestinos dos animais, sendo estas indicadoras da contaminação da água por fezes. Sabe-se que a maior parte das doenças associadas com a água é disseminada por via fecal, atingindo o meio aquático (por resíduos de esgoto e criação animal), podendo contaminar pessoas no ato da ingestão destas águas contaminadas (BRASIL, 2006).

Os coliformes termotolerantes mostram a chance de organismos causadores de doenças estarem presentes na água, sua análise é feita quando consta na amostra a presença de Coliformes Totais. Não é tolerável a presença de Coliformes Totais na água destinada ao consumo humano (INSENBURG, 2016).

3.2. Cobertura do solo e qualidade da água

A abordagem utilizando determinada bacia hidrográfica como unidade de pesquisa é interessante para avaliar a interação entre o ambiente aquático e o terrestre (LIKENS; BORMANN, 1974).

Poluentes oriundos de deflúvio superficial agrícola são compostos de dejetos animais, nutrientes, agroquímicos e sedimentos. Atividades agropecuárias, por exemplo, exercem uma importante função na contaminação dos cursos hídricos, com alto grau de degradação, alterando sensivelmente os processos biológicos,

físicos e químicos dos sistemas naturais (MARTEN; MINELLA, 2002), onde a qualidade da água é um reflexo do uso e manejo do solo de uma bacia hidrográfica.

Sendo assim, o manejo e conservação do solo; a origem do solo; o clima e a cobertura vegetal de uma bacia hidrográfica, podem influenciar a qualidade da água de uma microbacia (VAZHEMIN, 1972; PEREIRA, 1997).

Em bacias hidrográficas onde o solo é coberto por mata nativa, a vegetação exerce uma função contra a erosão do solo e lixiviação excessiva de nutrientes (SOPPER, 1975). Sendo as áreas cobertas por mata nativa importantes para manter o abastecimento de água de boa qualidade (DONADIO; GALBIATTI; DE PAULA, 2005).

3.3. Índice de qualidade da água

Ao calcular o Índice de Qualidade da Água, é obtido um único valor, servindo como informação de fácil compreensão ao público leigo, além disso, serve também como base para políticas públicas, voltadas ao manejo e conservação de recursos hídricos (CETESB, 2012).

Os parâmetros que compõem o Índice de Qualidade da Água retratam a contaminação dos recursos hídricos, ocasionadas pelo despejo de resíduos nos corpos hídricos. Tal índice [IQA] é principalmente utilizado para avaliar a qualidade da água destinada ao abastecimento público (CETESB, 2012).

Há diversas formas para expressar o Índice de Qualidade da Água, onde muitos foram baseados no IQA proposto pela National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos da América (FLORES, 2002). Tal índice, este abreviado como IQA_{NSF} , é o mais conhecido e aceito mundialmente, sendo adaptado para várias regiões e realidades diferentes (JONNALAGADA; MHERE, 2001).

No Brasil, o IQA_{NSF} foi adaptado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), onde o IQA_{CETESB} tem como objetivo principal a qualificação da água para abastecimento público (AGRIZZI, 2012). O IQA_{CETESB} utiliza nove parâmetros de qualidade, sendo estes: oxigênio dissolvido; coliformes

termotolerantes; potencial hidrogeniônico; demanda bioquímica de oxigênio; temperatura; nitrogênio total; fósforo total; turbidez e sólidos totais. Tal índice é calculado com a atribuição de pesos para cada parâmetro, de acordo com a sua importância, ao causar certo tipo de interferência na qualidade da água (Tabela 1), e o somatório desses pesos é igual a 1 (CETESB, 2012). O cálculo do IQA_{CETESB} é calculado pela seguinte fórmula (Equação 1):

$$\prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

em que:

IQA = Índice de Qualidade da água (número entre 0 e 100);

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro (número entre 0 e 100);

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro (número ente 0 e 1);

i = número do parâmetro (número natural entre 1 e 9).

Tabela 1- Pesos correspondentes aos parâmetros de qualidade da água

Parâmetros	Unidade	Peso (w)
Oxigênio Dissolvido	% (saturação)	0,17
Coliformes Termotolerantes	NMP 100 ml	0,15
Potencial Hidrogeniônico (pH)	-	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,10
Temperatura	°C	0,10
Nitrogênio Total	mg/L	0,10
Fósforo Total	mg/L	0,10
Turbidez	UNT	0,08
Sólidos Totais	mg/L	0,08

Fonte: CETESB (2012).

Calculando o IQA, posteriormente pode-se enquadrar qualitativamente a água em categorias para o consumo humano, conforme a classificação apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação da qualidade da água de acordo com os resultados obtidos pelo Índice de Qualidade da Água proposto pela CETESB

Classificação	Faixa de IQA
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$
Aceitável	$36 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: CETESB (2012).

Os índices elaborados pela NSF e pela CETESB apresentam fórmulas “limitadas”, para seu cálculo, aplicando pesos intrínsecos para cada parâmetro, tornando sua aplicação impossível quando não se dispõe um dos parâmetros exigidos (AGUILERA et al., 2001; TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

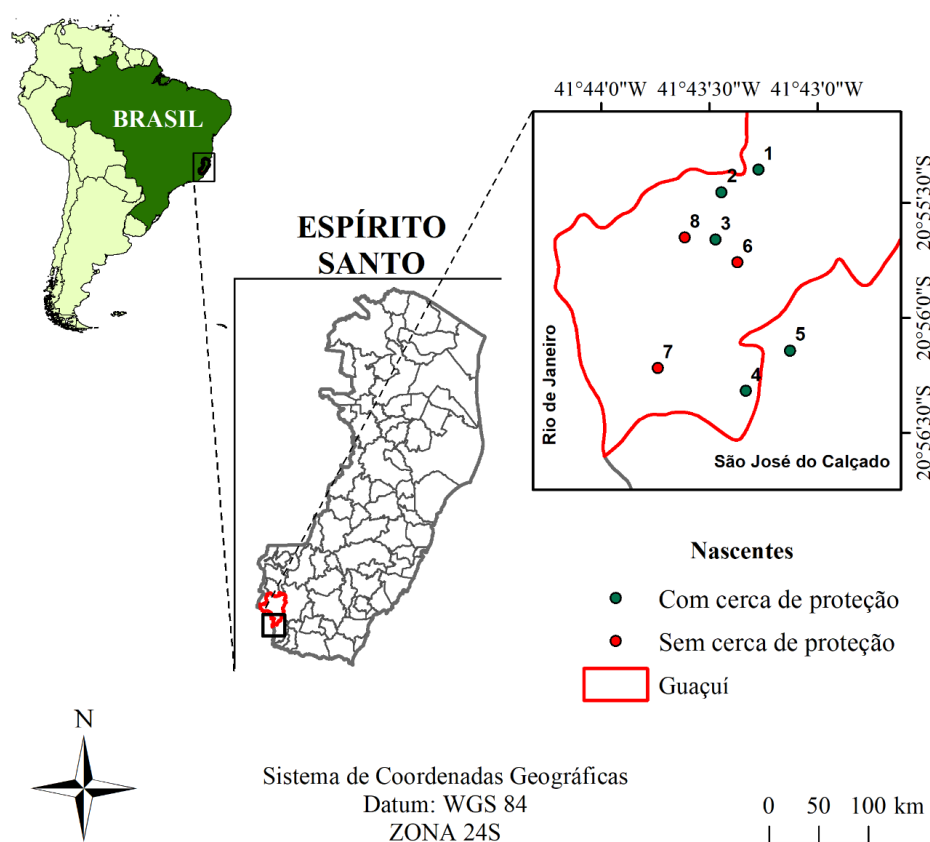
Não havendo um IQA específico para uma determinada utilização da água, ou a região de interesse possua condições climáticas diferentes daquele para o qual foi criado, um novo IQA deve ser elaborado. Este novo IQA será determinado por meio de estudos para localizar os parâmetros que interferem com mais expressividade na qualidade da água, dando pesos (w) aos parâmetros, de acordo com a relevância de cada um (AGRIZZI, 2012).

4. METODOLOGIA

4.1. Descrição da área de estudo

As nascentes avaliadas localizam-se dentro do assentamento Florestan Fernandes, entre os municípios de Guaçuí e São José do Calçado, região do sul do Estado do Espírito Santo. Tais nascentes situam-se na bacia hidrográfica do Rio Itabapoana (Figura 1).

Figura 1 – Localização das nascentes em estudo



Fonte: Oliveira (2018).

As características das nascentes em estudo são descritas no Quadro 1:

Quadro 1- Características da área ao redor das nascentes em estudo

Nascente	Condições de proteção	Características da área ao redor
1	Cercada	A vegetação encontra-se preservada com estrato arbóreo denso, o estágio de recuperação é mais avançado. Há clareiras em seu interior, porém o estado de conservação foi considerado de baixa degradação.
2	Cercada	Vegetação secundária antropizada, arbórea-arbustiva com presença de espécies invasoras chegando até a nascente. Próxima ao pasto, à jusante de área declivosa.
3	Cercada	Localizada às margens da estrada vicinal do assentamento. Vegetação antropizada, formada por gramíneas e poucos indivíduos arbustivos.
4	Cercada	Vegetação formada por pastagem em todo o entorno da nascente, e com bovinocultura.
5	Cercada	A nascente é protegida por telhas de amianto e fica sombreada pela vegetação arbórea-arbustiva, com presença de espécies frutíferas.
6	Não cercada	Ausência da faixa vegetada, consistindo unicamente em pastagem. A água da nascente é acumulada em um açude, de formato retangular.
7	Não cercada	A vegetação antropizada ao entorno é composta por espécies arbóreas e arbustivas, gramíneas e outros tipos de cultivo.
8	Não cercada	A vegetação é composta predominantemente por pastagem de uso intensivo, solo exposto e presença de espécies arbustivas invasoras.

Fonte: Oliveira (2018), adaptado pelo autor.

A classificação climática internacional, de acordo com Köppen e Geiger para o município de Guaçuí – ES é do tipo Cfa, sendo o clima deste município quente e úmido. A temperatura média anual é de 20,6 °C, com média anual de precipitação por volta de 1248mm. O período chuvoso ocorre de outubro a abril e o período de seca ocorre entre maio e setembro (Em: < <https://pt.climate-data.org/location/27697/>>).

4.2. Coleta e análise da água

As amostras foram coletadas em agosto e outubro de 2017, em dias sem chuva e no período da manhã. Os pontos de coleta das amostras de água foram os locais de surgimento da água subterrânea, denominados “olho d’água”, e nos locais de acesso dos moradores à água.

Os resultados obtidos para os parâmetros foram as médias das duas coletas, das respectivas nascentes em estudo. As amostras de água foram coletadas e depositadas em recipientes devidamente lacrados, não havendo contato com o meio externo, e logo em seguida foram colocados em uma caixa térmica. Por fim, as amostras foram encaminhadas ao laboratório da Universidade Federal do Espírito Santo, no CCAE – UFES, no município de Jerônimo Monteiro – ES, para a realização das análises.

Sobre as análises realizadas, os parâmetros oxigênio dissolvido e temperatura, foram realizados em campo. Os demais parâmetros (pH, coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais) foram devidamente realizados em laboratório.

4.3. Legislação vigente

O Ministério da Saúde, através da portaria nº 518 confere um padrão de potabilidade da água para o consumo humano. Já a resolução CONAMA nº 357 (Tabela 3), verifica as condições de preservação ambiental dos corpos hídricos.

Tabela 3- Padrões normativos para a qualidade da água, referentes aos parâmetros avaliados em estudo.

Parâmetros	Portaria n° 518	Resolução n° 357
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	*	≥ 5
Temperatura (°C)	*	*
Potencial Hidrogeniônico	6,0 a 9,5	6,0 a 9,0
Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Ausência ^(a)	≤ 1000 ^{(b); (c)}
DBO (mg/L) ^(d)	*	≤ 5
Nitrogênio Total (mg/L)	*	*
Fósforo Total (mg/L)	*	≤ 0,05
Turbidez (UNT) ^(e)	≤ 5	≤ 100
Sólidos Totais	*	*

Fonte: Brasil (2004) e Brasil (2005). Notas: (*), valor não especificado na referida norma; (a), água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo proveniente de poços minas e nascentes; (b), para uso de recreação de contato primário, deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n° 274 de 2000; (c), tal valor não deve ser excedido em 80% ou mais, de pelo menos seis amostras coletadas no período de uma ano, com frequência bimestral; (d), DBO cinco dias a 20°C; e (e), Unidade Nefelométrica de Turbidez

4.4. Cálculo do IQA

A qualidade da água foi calculada utilizando-se o IQA_{CETESB}. Com base nas informações alcançadas, com a caracterização físico-química e microbiológica das nascentes foi verificada a aplicabilidade deste índice na área em estudo.

Um outro modelo para o cálculo do IQA foi utilizado (IQA_{adaptado}), proposto por Agrizzi (2012), sendo os parâmetros considerados não-importantes para taxar a qualidade da água nas nascentes em estudo, foram eliminados do índice, e os parâmetros que continuaram, tiveram seus pesos corrigidos proporcionalmente (Equação 2 e 3).

$$Wia = \frac{Wic}{Z} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n Wia = 1 \quad (3)$$

em que:

Wia = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro no IQA_{adaptado} ;

Wic = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro no IQA_{CETESB} ;

Z = somatório do Wic que não foram eliminados;

n = número de parâmetros remanescentes no IQA_{adaptado} .

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 apresenta os valores dos parâmetros de qualidade da água medidos nas oito nascentes em estudo.

Tabela 4- Média dos parâmetros avaliados das nascentes em estudo

Parâmetros	Unid.	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
OD	mg/l	7,9	4,36	3,93	4,45	3,82	5,99	3,81	3,98
Temperatura	°C	22	30,7	25,15	23,5	27,3	23,1	31,6	32,5
pH	-	7,4	6,1	6,0	6,5	6,3	6,7	5,6	7,0
Coliformes Term.	mg/l	200	320	920	680	80	40	0,01	40
DBO	mg/L	1,68	1,73	1,19	2,18	0,85	1,92	0,69	0,23
Nitrogênio Total	mg/L	0,20	2,95	0,20	3,35	0,0	0,05	2	0,45
Fósforo Total	mg/L	1,08	0,34	0,10	1,05	0,19	0,13	0,94	0,39
Turbidez	UNT	6,15	35,17	11,71	51,9	20,7	19,3	3,77	1,98
Sólidos Totais	mg/L	87	314	92	358	66,3	122	82	20

Fonte: o autor (2018). Nota: N = nascente.

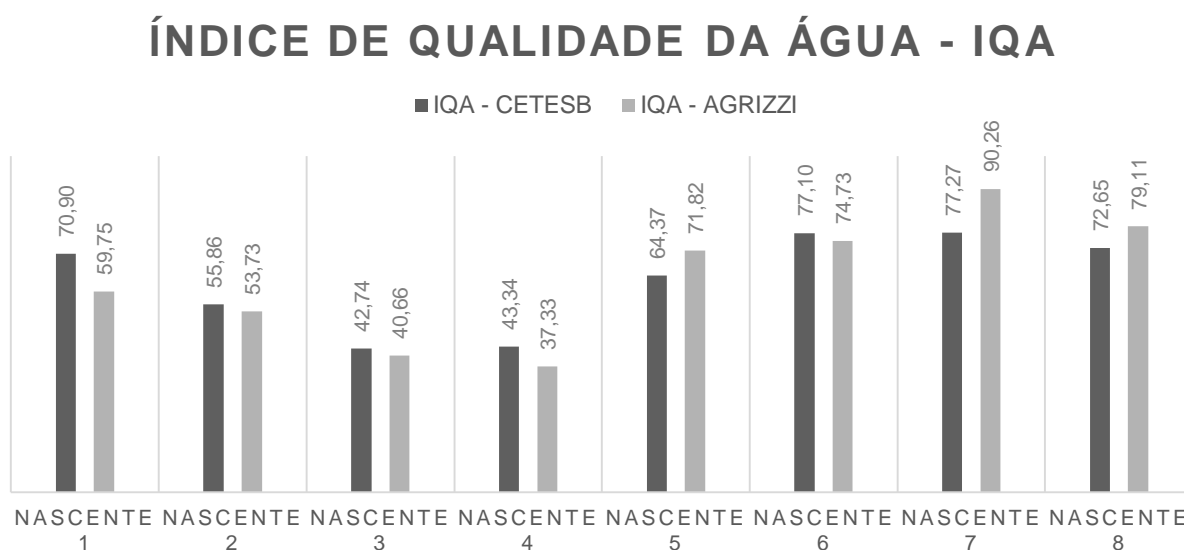
Ao comparar os dados medidos (Tabela 4) com os limites propostos na legislação vigente, percebe-se que os parâmetros pH, demanda bioquímica de oxigênio e coliformes termotolerantes de todas as nascentes, enquadram-se dentro das faixas tidas como aceitáveis pela legislação. Estando o pH da água em uma região entre seis e nove, as atividades metabólicas do ser humano funcionam normalmente, não ocasionando distúrbios em seu organismo. Quanto menor for a demanda bioquímica de oxigênio em uma amostra de água, melhor é a sua qualidade, visto que menos moléculas de oxigênio serão necessárias para oxidar a matéria orgânica presente na água, sendo este um indicativo de pouca decomposição aeróbica. A baixa presença de coliformes termotolerantes na água é um sinal positivo, pois estes estão presentes no trato intestinal dos animais, sendo indicadores da contaminação da água por fezes.

O parâmetro turbidez encontrado foi satisfatório para todas as nascentes em estudo, quando comparado com a Resolução nº 357, porém apenas as nascentes 7 e 8 foram satisfatórias, comparando-as com a Portaria nº 518. Uma atitude plausível para sanar este problema, tornando a água das nascentes prontamente apta para o consumo humano direto, por parte das famílias dos assentados, é de submeter as águas destas nascentes a um processo de filtragem.

Em relação ao parâmetro fósforo total, este se apresentou em concentrações elevadas, em todas as nascentes. Tal fato também foi observado nesta área por Oliveira (2018), que atribuiu estas altas concentrações de fósforo total com a atividade agrícola praticada pelos moradores desta localidade, onde é comum o uso de fertilizantes químicos, sendo este (P_{total}) facilmente carregado pela chuva aos mananciais.

O parâmetro oxigênio dissolvido só foi satisfatório para as nascentes 1 e 6, o que se deve ao fato de que as amostras coletadas nestas nascentes não foram no olho d'água. A água quando é coletada diretamente no olho d'água, não possui muito oxigênio dissolvido, pois veio do subsolo, não tendo contato com a atmosfera (AGRIZZI, 2012). A Figura 2 apresenta os índices de qualidade da água (IQA_{CETESB} e $IQA_{adaptado}$) calculados para as oito nascentes em estudo.

Figura 2- Comparação entre dois Índices de Qualidade da Água



Fonte: o autor (2018).

Percebe-se pela Figura 2 que os valores numéricos associados aos IQA_{CETESB} e $IQA_{adaptado}$ foram semelhantes. A água das nascentes, 1, 2, 5, 6 e 8, foram qualificadas como boa, tanto no IQA_{CETESB} como no $IQA_{adaptado}$. A água das nascentes 3 e 4 foram classificadas como regular, tanto no IQA_{CETESB} como no $IQA_{adaptado}$. Somente na nascente 7 houve mudança no padrão de qualidade. Sendo esta (N7) indicada como boa, pelo IQA_{CETESB} , e indicada como ótima, pelo $IQA_{adaptado}$. Em sete das oito nascentes em estudo não houve mudanças no padrão de qualidade da água, utilizando dois IQA 's diferentes. Isso é bom, porque foi demonstrado que o $IQA_{adaptado}$ também é eficaz e mais prático (além de possuir menos parâmetros), quando comparado ao IQA_{CETESB} .

As nascentes 3 e 4 obtiveram a pior classificação de qualidade (regular). Nestas, observa-se os maiores índices de coliformes termotolerantes. Sabe-se que os coliformes termotolerantes possuem o segundo maior peso no cálculo do IQA (Tabela 1), impactando negativamente no resultado das amostras das nascentes 3 e 4. Além disso, os parâmetros oxigênio dissolvido e fósforo total não apresentaram resultados positivos.

Esses fatos podem ser explicados pela proximidade das estradas na nascente 3 e pela atividade de bovinocultura ao redor da nascente 4, a qual também não apresenta cobertura florestal.

As nascentes 6, 7 e 8, teoricamente teriam pior uso do solo em seu entorno, sendo inclusive desprovidas de cercamento. Todavia, apresentaram boa qualidade de água. Acredita-se que se deve ao fato de estas apresentarem baixos teores de coliformes termotolerantes, indicando menor nível de contaminação biológica mesmo sem a presença de cercamento.

6. CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos, pode-se concluir que o uso e ocupação do solo, como seu manejo, interferem na qualidade da água.

Nenhuma nascente analisada no assentamento Florestan Fernandes atendeu completamente nos padrões exigidos pela legislação brasileira, pertinente ao consumo de água pelo ser humano (Portaria nº 518 e Resolução nº 357).

Pelo IQA_{CETESB} , seis nascentes foram consideradas “boa” e duas nascentes foram consideradas “regular”.

Pelo $IQA_{adaptado}$, cinco nascentes foram consideradas “boa”, duas nascentes foram consideradas “regular” e uma nascente considerada “ótima”.

Pode-se perceber que o $IQA_{adaptado}$ foi eficaz, obtendo resultados satisfatórios e se mostrando como uma alternativa plausível para obter o índice de qualidade da água.

7. REFERÊNCIAS

AGRIZZI, D. V. **Índice de qualidade da água de nascentes no Assentamento Paraíso, Alegre, ES**. 2012.88f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro. 2012.

AGUILERA, P. A.; CASTRO, H.; RESCIA, A.; SCHMITS, M. F. Methodological Development of an Index of Coastal Water Quality: Application in a Tourist Area. **Environmental Management**, v. 27, n. 2, p. 295-301, 2001.

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

BRAGA, R. A. P. As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 5, p. 974–985, 2011.

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. 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. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde*. – Brasília: Ministério da Saúde, 212 p. 2006.

CLIMATE-DATA.ORG, s.d., Clima Guaçuí. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/27697/>>. Acesso em: jul. 2018.

CETESB. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo**, p. 1–36, 2012.

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. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FLORES, J. C. Comments to the use of water quality indices to verify the impact of Cordoba City (Argentina) on Suquiya river. **Water Research**, Amsterdam, v.36, p.4664-4666, 2002.

ISENBURG, A. A. R. V.; CANTUSIO NETO, R. **Plano de segurança da água**. Campinas: Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A, 2016. 34p.

JONNALAGADDA, S.B.; MHERE, G. Water Quality of the Odzi river in the eastern highlands of Zimbabwe. **Water Research**, v. 35, n. 10, p. 2371-2376, 2001.

LIKENS, G. E.; BORMANN, F. H. Linkages between terrestrial and aquatic ecosystems. **BioScience**, v. 24, n. 8, p. 447–456, 1974.

MARTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.**, Porto Alegre, n. 4, p. 33-38, out./dez. 2002.

OLIVEIRA, F. R. **Qualidade hidroambiental de nascentes no assentamento Florestan Fernandes, sul do Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro. 2018.

PEREIRA, V.P. Solo: manejo e controle de erosão hídrica. Jaboticabal: FCAV, 1997. 56 p.

REBOUÇAS, A. da C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. DA C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil capitais ecológicos usos e conservação**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 269-324.

SCORSALFAVA, M. A.; SOUZA, A. DE.; STOFER, M.; NUNES, C. A.; MILANEZ, T. V. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinadas ao consumo humano. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, p. 229-232. 2010.

SILVA, R. DE. C. A. DA.; ARAÚJO, T. M. DE. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência e Saúde Coletiva**, 8(4), p. 1019-1028, set./dez. 2003.

SOPPER, W. E. Effects of timber harvesting and related management practices on water quality in forested watersheds. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.4, n.1, p.24-9, 1975.

SOUZA, R. DE.; MORAES, M. E. B. De; SONODA, S. L; SANTOS, H. C. R. G. **REDE – Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, n.1, p. 26-45, abr. 2014.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.181-6, 2002.

TOMASONI, M.A; PINTO, J.E.S.; SILVA, H.P. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. **GeoTextos**, v. 5, n. 2, p. 107-127, 2009.

VAZHEMIN, I.G. Chemical composition of natural waters in the VYG river basin in relation to the soil of Central Karelia. **Soviet Soil Science**, Silver Spring, v.4, n.1, p.90-101, 1972.

Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

VON SPERLING, M.. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 1996.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.