



**PATRICIA SENA COELHO CAJUEIRO**

**ESTUDO AMBIENTAL E SOCIAL DE NASCENTES URBANAS DA BACIA DO  
RIBEIRÃO ARRUDAS EM BELO HORIZONTE / MG**

**TRÊS CORAÇÕES / MG  
2019**

**PATRICIA SENA COELHO CAJUEIRO**

**ESTUDO AMBIENTAL E SOCIAL DE NASCENTES URBANAS DA BACIA DO  
RIBEIRÃO ARRUDAS EM BELO HORIZONTE / MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Vale do Rio Verde (UninCor) como parte das exigências do programa de Pós-graduação Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos, área de concentração em Recursos Hídricos, para obtenção do título de mestre.

**Orientadora:**

**Profa. Dra. Eliana Alcantra**

**Coorientadora:**

**Profa. Dra. Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques**

**TRÊS CORAÇÕES  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2019**

556.18

C139e CAJUEIRO, Patrícia Sena Coelho

Estudo de qualidade das águas de nascentes urbanas da Bacia do  
Ribeiro Arrudas em Belo Horizonte e Sabará - MG. – Três Corações:  
Universidade Vale do Rio Verde, 2019.

88 f. il.

Orientadora: Profa. Dra. Eliana Alcantra

Co-orientadora: Profa. Dra. Rosângela Francisca P. Vitor Marques

Dissertação – Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações/  
Mestrado Profissional Sustentabilidade em Recursos Hídricos.

1. Recursos Hídricos 2. Área Urbana. 3. Impacto ambiental 4.  
Qualidade de Água. I. Profa. Dra. Eliana Alcantra, orient..  
Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações. II. Título.

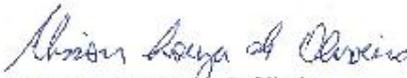
**ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DO MESTRADO PROFISSIONAL EM  
SUSTENTABILIDADE EM RECURSOS HÍDRICOS**

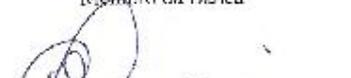
Aos seis dias do mês de setembro do ano de dois mil e dezenove, sob a presidência do Profa. Dra. Eliana Alcântara (UninCor), e com a participação dos membros Profa. Dra. Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques (UninCor), Prof. Dr. Alisson Souza de Oliveira (UninCor) e Prof. Dr. Claudiomir Silva Santos, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão **"ESTUDO AMBIENTAL E SOCIAL DE NASCENTES URBANAS DA BACIA DO RIBEIRÃO ARRUDAS EM BELO HORIZONTE, MG"**, da mestrande **Patrícia Sena Coelho Cajueiro**, aluna do Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos. Após arguição da candidata, a banca deliberou pela (  ) **APROVAÇÃO** ~~(  ) APROVAÇÃO COM ALTERAÇÕES~~ (  ) **NÃO APROVAÇÃO**. Eu, secretária, lavro a presente ata que, depois de lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos demais membros da banca examinadora.

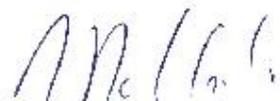
Três Corações, 06 de setembro de 2019.

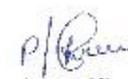
  
Profa. Dra. Eliana Alcântara  
Presidente

  
Profa. Dra. Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques  
Membro da Banca

  
Prof. Dr. Alisson Souza de Oliveira  
Membro da Banca

  
Prof. Dr. Claudiomir Silva Santos  
Membro da Banca

  
Prof. Dr. Ricardo Junqueira Del Carlo  
Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão

  
Profa. Esp. Francislaire Santos Silva do Rosário  
Secretária Geral

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Regina e Eugênio, meu esposo Rômulo e minha filha Lara.

## AGRADECIMENTOS

Ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – CBH Rio das Velhas, pela cessão das informações.

À Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo – Agência Peixe Vivo, pelo apoio e compreensão.

À GOS Florestal pela credibilidade e suporte logístico, sempre que necessário.

À Universidade Vale do Rio Verde – UNINCOR, pela oportunidade.

À professora Eliana, pela orientação.

Ao bonde de amigos, pelo companheirismo.

À Deus, por tudo.

## **EPÍGRAFE**

*“Tomar água nos dá vida; tomar consciência nos dará água.”*

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Identificação das nascentes contempladas na Bacia do Ribeirão Arrudas.....	37
Tabela 2 - Parâmetros analisados no IIAM .....	38
Tabela 3 - Classes do IET e significados.....	41
Tabela 4 - IET e equivalência com medidas de fósforo total (FT).....	42
Tabela 5 - Quantificação dos parâmetros macroscópicos nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais, 2018 .....	51
Tabela 6 – Valores de vazão nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais.....	61

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação .....	39
Quadro 2 - Classificação quanto aos impactos macroscópicos nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais, 2018 .....	50

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia do Ribeirão Arrudas.....	34
Figura 2 - Mapa de localização das nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas, Belo Horizonte / MG, 2019.....	36
Figura 3 - Nascente AR032 (Bairro Havaí, BH) .....	45
Figura 4 - Nascente AR078 (Bairro Nações Unidas, Sabará) .....	47
Figura 5 - Nascente AR120 (Bairro Santa Lúcia, Belo Horizonte).....	48
Figura 6 - Nascente AR170 (Bairro Diamante, Belo Horizonte) .....	49
Figura 7 - Valores de cloreto, pH e temperatura nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais .....	53
Figura 8 – Amostra de água coletada na nascente AR032 na Bacia do Ribeira Arrudas, em outubro de 2018.....	54
Figura 9 - Valores de turbidez e sólidos totais nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais .....	55
Figura 10 - Valores de DBO e <i>E.coli</i> nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais.....	55
Figura 11 – Casas localizadas no entorno da nascente AR032, na Bacia do Ribeirão Arrudas em 2018 .....	56
Figura 12 – Valores de fósforo nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais.....	57
Figura 13 - Valores de nitrato nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais.....	57
Figura 14 - Índice do Estado Trófico das nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais.....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas  
AGÊNCIA PEIXE VIVO – Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo  
APP – Área de Preservação Permanente  
CBH – Comitês de Bacias Hidrográficas  
CBH RIO DAS VELHAS – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas  
CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco  
CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DN – Deliberação Normativa  
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto  
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde  
IIAM – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico  
IET – Índice de Estado Trófico  
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia  
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas  
OD – Oxigênio Dissolvido  
PDRH Velhas – Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
PIB – Produto Interno Bruto  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte  
SEGRH – Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos  
SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos  
UC – Unidades de Conservação  
UFC – Unidades Formadoras de Colônia  
UPGRH – Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos  
UninCor – Universidade Vale do Rio Verde

## RESUMO

Na gestão de recursos hídricos, as nascentes são consideradas importantes para a garantia da quantidade e da qualidade das águas que abastecem a população dos grandes centros urbanos, como Belo Horizonte, e estão presentes em grande número, e até mesmo dentro das residências. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade ambiental e social de nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas, região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. Para tanto foram selecionadas quatro nascentes localizadas em área urbana. As análises foram realizadas em período chuvoso e de seca no ano de 2018, por meio da aplicação do índice de Impacto Ambiental Macroscópico – IIAM, da análise de variáveis de qualidade de água (sólidos totais, temperatura, turbidez, cloretos, DBO, fósforo, nitrato, pH e *E. coli*), medição de vazão, cálculo do índice de Estado Trófico – IET e avaliação da presença de bioindicadores. Além disso, foram realizadas entrevistas com dois cuidadores, cujas nascentes estudadas estão dentro das respectivas residências, nos meses de abril e março de 2019. Os resultados foram comparados entre as nascentes com cuidadores e sem, para avaliar o papel e atuação desses voluntários. Os resultados obtidos apontam que as nascentes estudadas, apresentam a qualidade de suas águas comprometidas causada pela urbanização, crescimento populacional e ocupação desordenada. Os resultados mostram degradação da qualidade ambiental das nascentes estudadas, evidenciada principalmente pela avaliação do IIAM, IET e das variáveis de qualidade de água, refletindo a interferência antrópica. Foram identificados valores elevados de turbidez e sólidos totais, bem como inconsistências relacionadas aos valores de DBO, *E. coli*, fósforo e nitrogênio nitrato. A quantidade de águas das nascentes estudadas também merece atenção especial tendo em vista o comprometimento identificado. Sob ponto de vista social, as nascentes são consideradas importantes, uma vez que fortalecem o vínculo com os recursos hídricos, sendo as ações desenvolvidas pelos cuidadores, agentes voluntários e que atuam em suas residências com o intuito de preservar e proteger a água ali existente, pontuais e insuficientes para proporcionar água em quantidade e qualidade adequadas para o consumo. Assim conclui-se que as nascentes avaliadas apresentam necessidade de ações de proteção e preservação que possam proporcionar água tanto em qualidade quanto em quantidade adequadas para os diversos usos. Destaca-se a necessidade de uma política pública e de fato participativa dos recursos hídricos e a importância da divulgação desses resultados para toda a população e para os órgãos responsáveis pela gestão.

**Palavras-chave:** Recursos Hídricos. Área Urbana. Impacto Ambiental. Qualidade de Água.

## **ABSTRACT**

*In the management of water resources, springs are considered important for ensuring the quantity and quality of waters that supply the population of large urban centers, such as Belo Horizonte, and are present in large numbers, and even within homes. The aim of this study was to evaluate the environmental and social quality of springs in the Ribeirão Arrudas basin, metropolitan Belo Horizonte, Minas Gerais. Therefore, four springs located in an urban area were selected. The analyzes were performed in the rainy and dry season in 2018, by applying the Macroscopic Environmental Impact Index - IIAM, by analyzing water quality variables (total solids, temperature, turbidity, chlorides, BOD, phosphorus, nitrate, pH and E. coli), flow measurement, calculation of Trophic State Index - EIT and evaluation of the presence of bioindicators. In addition, interviews were conducted with two caregivers, whose studied sources are within their respective homes, in April and March 2019. The results were compared between the caregivers and those without caregivers, to evaluate the role and performance of these volunteers. The results show that the studied springs present the quality of their compromised waters caused by urbanization, population growth and disordered occupation. The results show degradation of the environmental quality of the studied springs, evidenced mainly by the IIAM, EIT and water quality variables evaluation, reflecting the anthropic interference. High turbidity and total solids values were identified, as well as inconsistencies related to BOD, E. coli, phosphorus and nitrogen nitrate values. The amount of water from the studied springs also deserves special attention in view of the identified compromise. From a social point of view, springs are considered important, since they strengthen the link with water resources, being the actions developed by caregivers, volunteer agents and who work in their homes in order to preserve and protect the water there, punctual and insufficient to provide water in adequate quantity and quality for consumption. Thus, it is concluded that the evaluated springs present the need for protection and preservation actions that can provide water in both quality and quantity suitable for the various uses. We highlight the need for a public and indeed participatory water policy and the importance of disseminating these results to the entire population and to the agencies responsible for management.*

**Keywords:** *Water Resources. Urban Area. Environmental. Water Quality.*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 A nascente e sua importância no contexto da gestão dos recursos hídricos.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Valorização das nascentes urbanas da RMBH .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Avaliação da qualidade da água.....</b>	<b>21</b>
2.3.1 Variáveis físicas da qualidade da água .....	23
2.3.1.1 Sólidos totais .....	23
2.3.1.2 Temperatura.....	24
2.3.1.3 Turbidez.....	24
2.3.2 Variáveis químicas da qualidade da água.....	25
2.3.2.1 Cloretos.....	25
2.3.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	25
2.3.2.3 Fósforo total.....	25
2.3.2.4 Nitrogênio nitrato .....	26
2.3.2.5 Potencial hidrogeniônico (pH) .....	26
2.3.3 Variáveis microbiológicas da qualidade da água .....	27
2.3.3.1 Coliformes termotolerantes ( <i>Escherichia coli</i> ).....	27
<b>2.4 Avaliação dos parâmetros macroscópicos: Índice de Impacto Ambiental.....</b>	<b>28</b>
<b>2.5 Índice de Estado Trófico .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6 Insetos bioindicadores .....</b>	<b>30</b>
<b>2.7 Medição de vazão.....</b>	<b>31</b>
<b>2.8 Cuidadores de nascentes urbanas .....</b>	<b>31</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 Período de estudo .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Caracterização da área de estudo e nascentes contempladas .....</b>	<b>33</b>
3.2.1 Inserção Regional – Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas .....	33

3.2.2 Inserção Local – Ribeirão Arrudas .....	34
<b>3.3 Visitas a campo.....</b>	<b>38</b>
<b>3.4 Avaliação do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico nas nascentes.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5 Coletas das amostras de água para análises laboratoriais de qualidade da água... </b>	<b>40</b>
<b>3.6 Análise dos resultados das variáveis de qualidade das águas .....</b>	<b>40</b>
<b>3.7 Análise do Índice de Estado Trófico.....</b>	<b>40</b>
<b>3.8 Análise de insetos bioindicadores .....</b>	<b>42</b>
<b>3.9 Medição da vazão .....</b>	<b>43</b>
<b>3.10 Avaliação da atuação dos cuidadores de nascentes.....</b>	<b>43</b>
<b>3.11 Análise integrada dos resultados .....</b>	<b>44</b>
<b>3.12 Análise e tratamento dos dados .....</b>	<b>44</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1 Avaliação Macroscópica .....</b>	<b>45</b>
4.1.1 Caracterização descritiva das nascentes.....	45
4.1.2 Índice do Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes.....	50
<b>4.2 Análise dos resultados das variáveis de qualidade das águas .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3 Análise do Índice de Estado Trófico.....</b>	<b>58</b>
<b>4.4 Análise de insetos bioindicadores .....</b>	<b>59</b>
<b>4.5 Análise da vazão .....</b>	<b>60</b>
<b>4.6 Avaliação da atuação dos cuidadores de nascentes.....</b>	<b>62</b>
<b>4.7 Análise integrada dos resultados .....</b>	<b>64</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>84</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos podem ameaçar a sobrevivência humana e das demais espécies do planeta. O desenvolvimento econômico e social dos países está fundamentado na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção (TUNDISI, 1999).

No Brasil, embora a água seja considerada recurso abundante, a preocupação com sua preservação é assunto relativamente recente, fato esse marcado pela instituição, em 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) por meio da Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, segundo a qual a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

O uso e a ocupação do solo em uma bacia hidrográfica influenciam diretamente nas condições ambientais da mesma. Ao se estudar o planejamento, uso e gestão dos recursos hídricos, deve-se considerar as principais atividades desenvolvidas na bacia, devido ao fato destas influenciarem diretamente nos processos naturais que ocorrem no ambiente, além de influenciar na disponibilidade qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos (LIMA *et al.*, 2011).

Neste contexto, as nascentes acabam por se configurar em locais de primeira importância na bacia, uma vez que marcam a passagem da água do subterrâneo para a superfície, sendo definitivas para tornar disponível a parcela de água de mais fácil acesso para a população (FELIPPE; JUNIOR, 2009).

As nascentes não podem ser comprometidas pelas ações de degradação originadas pela ocupação humana, mas sim preservadas como elementos que propiciam relações integradoras nas comunidades e também como instrumento de conscientização sobre a capacidade regenerativa da natureza. Portanto, qualquer projeto que pretenda revitalizar ou preservar um rio deve iniciar pelas suas nascentes (LEITÃO, 2010).

Nas cidades, as nascentes se mostram cruciais ao desenvolvimento ambiental, uma vez que funcionam como indicadores naturais do sistema urbano, refletindo em sua qualidade as pressões ambientais sofridas. A ocupação urbana ocasiona inúmeras alterações espaciais e ambientais e, conseqüentemente, influência na dinâmica dos recursos hídricos. Assim, compreender como o meio é transformado, interpretando os processos que deflagram os impactos, é essencial para a gestão atual e futura dos recursos hídricos em particular, e dos recursos ambientais como um todo (LEITÃO, 2010).

De acordo com experiências obtidas na execução de projetos anteriores, de maneira empírica, o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, 2016), reafirma a necessidade da recuperação e proteção de nascentes, especialmente nas áreas urbanas da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Sendo a RMBH rica em nascentes, grande parte das mesmas se localizam em área urbana, dentro de residências ou empreendimentos, associadas às propriedades privadas, ou em áreas públicas de uso comum. No âmbito dos estudos das nascentes localizadas em áreas urbanas, na região metropolitana de Belo Horizonte, destaca-se a figura do “cuidador”, sendo este um voluntário que atua com o objetivo de preservar o bem público, e suas ações importantes focos de propagação da manutenção da qualidade dessas nascentes.

Ressalta-se que este estudo é parte de um trabalho que vem sendo realizado desde 2012 pelo CBH Rio das Velhas. Inicialmente foram cadastradas 345 (trezentas e quarenta e cinco) nascentes, sendo 183 na Bacia do Ribeirão Arrudas, todas no âmbito da RMBH. Desde então, várias ações têm sido executadas com o intuito de recuperar e valorizar as áreas das nascentes.

Para a escolha das nascentes propostas, foram visitadas várias nascentes cadastradas quando do início dos trabalhos, ainda em 2012 pelo CBH Rio das Velhas. Entretanto, diante do atual cenário encontrado e da dinamicidade dos ambientes, optou-se por quatro nascentes, visto que as demais não apresentaram viabilidade (de acesso, coletas, segurança, etc...), destacando que algumas inclusive já nem existem mais. Destas quatro nascentes escolhidas, duas possuem cuidador, e duas não.

Neste contexto, objetivou-se avaliar a qualidade ambiental e social de quatro nascentes urbanas na Bacia do Ribeirão Arrudas, região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Á água é um recurso limitado e seu uso visa atender a múltiplos usuários, tendo prioridade o abastecimento humano. Com os processos de urbanização acelerados principalmente em grandes centros urbanos como Belo Horizonte / MG, as nascentes têm se destacado como uma fonte desse recurso, sendo que a sua preservação pode contribuir tanto para manutenção da qualidade quanto da quantidade adequada do recurso hídrico.

O conhecimento da condição ambiental das nascentes localizadas em áreas urbanas pode contribuir para a gestão adequada desses recursos, em atendimento aos princípios fundamentais das leis vigentes.

### 2.1 A nascente e sua importância no contexto da gestão dos recursos hídricos

A nascente é um sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial (FELIPPE; JUNIOR, 2009). Isso significa que garantir a qualidade das nascentes representa o primeiro passo para a manutenção do equilíbrio da dinâmica ambiental de todo o sistema fluvial. Alterações nos processos que abarcam as nascentes promovem, invariavelmente, consequências a jusante. O primeiro e mais evidente efeito é qualitativo, pois envolve distúrbios físicos, químicos ou biológicos das águas dos rios. Efeitos quantitativos também podem ser visualizados, desde a redução nos débitos à jusante até alterações na distribuição sazonal das vazões de toda a bacia (PARAGUAÇU *et al.*, 2010).

A importância das nascentes para o equilíbrio ambiental é relatada por diversos autores, e vem sendo abordada também pela legislação brasileira desde 1965 (BRASIL, 1965). Mais recentemente, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 303 reafirmou como Área de Preservação Permanente (APP) o entorno das nascentes (BRASIL, 2012), reiterando a necessidade de proteção desses ambientes.

Todavia, em meio urbano, a aplicabilidade da legislação ambiental é inexpressiva. As intensas transformações do espaço culminam na retirada das nascentes e cursos d'água da paisagem urbana, sob a lógica das canalizações que por anos perdurou na metropolização brasileira (MEDEIROS, 2008). Nascentes nas cidades são comumente drenadas, aterradas ou conectadas às galerias de drenagem pluvial (GENRICH, 2002) promovendo severos impactos em todo o sistema fluvial.

Essa especificidade ambiental que condiciona e caracteriza as nascentes impõe uma necessidade evidente de proteção desses sistemas para a manutenção do equilíbrio hidrológico e do meio. Sendo assim, desde 1965, quando foi promulgada a Lei nº. 4.771, que versava sobre o código florestal da época, as nascentes são consideradas ambientes que exigem proteção (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, 2016).

Pela Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que institui o Novo Código Florestal, são definidas em seu Capítulo II, Artigo 4º, as situações específicas em que são consideradas e constituídas as APPs, das quais se destacam:

[...] as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; [...] a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Porém, o que se vê na realidade é o não atendimento à legislação ambiental brasileira, que se reflete na degradação dos corpos hídricos como um todo, entre eles as nascentes. Além do não cumprimento do raio mínimo de preservação, a bacia hidrográfica contribuinte é completamente ignorada. Se, por um lado, a aplicabilidade da legislação é questionável, também o é seu cumprimento. A emergência da questão de proteção das nascentes está particularmente presente em espaços urbanos. A legislação específica para a maior parte das zonas urbanas brasileiras não garantiu, em termos ambientais, a necessária proteção das nascentes ao longo do tempo, em parte devido à falta de operacionalização do aparato legal e também devido aos diversos interesses especulativos e imobiliários do espaço urbano. Para a construção de residências, prédios comerciais, ou mesmo da infraestrutura urbana muitas nascentes foram drenadas e, portanto, destruídas (FELIPPE, 2009).

Corroborado a este cenário, o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (PDRH Rio das Velhas) direciona ações específicas que devem ser priorizadas em cada região específica da bacia. Para o Ribeirão Arrudas, dentre as componentes estratégicas que norteiam os programas e ações, conforme a distribuição dos recursos financeiros, o saneamento ambiental destaca-se em primeiro lugar, seguido pela conservação ambiental. Entende-se que, embora para o saneamento ambiental seja necessária uma mobilização maior de recurso, as ações dependem de um arranjo institucional que compete às instâncias governamentais junto ao CBH Rio das Velhas. Já as ações que se referem à conservação ambiental, também indicadas como prioritárias no PDRH, podem ser efetivadas por meio de articulações locais, evidenciada na prática pela execução de projetos que possam fortalecer a gestão de recursos hídricos, por meio da ação estratégica que levará à

promoção da melhoria da qualidade da vida das pessoas e das águas da bacia como um todo (AGÊNCIA PEIXE VIVO, 2017).

Dentre as ações do Comitê, destacam-se os projetos hidroambientais que visam à recuperação e melhoria ambiental de diversos corpos hídricos da Bacia do Rio das Velhas. Entre esses, destaca-se o Projeto de Valorização de Nascentes Urbanas, realizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

## **2.2 Valorização das nascentes urbanas da RMBH**

Alinhado às linhas de atuação do CBH Rio das Velhas, destaca-se o “Projeto Hidroambiental: Valorização de Nascentes Urbanas nas Bacias do Ribeirão Arrudas e Onça”. A 1ª etapa do projeto identificou e cadastrou 345 (trezentas e quarenta e cinco) nascentes, sendo 183 nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas e 162 na Bacia do Ribeirão Onça, das quais 60 foram selecionadas para receberem um plano de ações a serem adotadas, levantando em consideração as condições em que se encontram essas nascentes, possibilitando o direcionamento de ações de recuperação ou valorização destas áreas. A 2ª etapa consistiu na execução de intervenções visando a conservação e proteção em algumas das nascentes previamente cadastradas, tendo como referência os respectivos Planos de Ações, além da promoção de atividades de educação ambiental, divulgação da relevância das ações executadas e realização de campanhas de amostragem para conhecimento da qualidade das águas nas nascentes selecionadas (AGÊNCIA PEIXE VIVO, 2015).

Em 2018 foi executada a 3ª etapa do projeto, em ações separadas nas duas bacias contempladas. Na Bacia do Ribeirão Arrudas, optou-se em continuar a implementação de Planos de Ações em quatro nascentes, localizadas nos municípios de Belo Horizonte e Sabará visando à conservação e proteção das mesmas, além da avaliação da qualidade da água e o desenvolvimento de atividades de comunicação, mobilização social e educação ambiental.

E é no âmbito dessa nova etapa que esse estudo se insere. A escolha dessas quatro nascentes se deu após visitação de várias nascentes cadastradas na bacia, em função dos aspectos de viabilidade, acessibilidade e segurança para realização dos trabalhos.

Destaca-se a realização das coletas está sendo financiada com recursos da cobrança pelo uso da água no âmbito dos projetos executados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – CBH Rio das Velhas, contratado por meio da Agência Peixe Vivo e executado pela empresa GOS Florestal.

Cabe destacar que, durante todas as etapas do projeto sempre houve a busca pelo engajamento da população/comunidade a ser beneficiada com as intervenções relativas ao projeto hidroambiental promovendo ações que sensibilizem para a importância da preservação e da valorização de nascentes urbanas bem como desenvolver estratégias de educação ambiental que possam fomentar um debate em relação à sustentabilidade e ao uso racional dos recursos hídricos e apoiar a capacitação dos cuidadores de nascentes para que os mesmos possam dar continuidade às ações de mobilização social propostas pelo projeto (LUME, 2012).

O projeto de valorização das áreas de recarga e nascentes, visando a sua recuperação e conservação, passa, necessariamente, por estratégias e metodologias de comunicação e mobilização das comunidades às ações propostas, que repercutam positivamente na pretendida melhoria da qualidade dos cursos de água das respectivas regiões (AGÊNCIA PEIXE VIVO, 2015).

O trabalho desenvolvido permite que os envolvidos aprofundem os conhecimentos e discutam sobre as nascentes localizadas em territórios urbanos, funcionando como um facilitador da gestão socioambiental participativa (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, 2016).

Sob esse aspecto, o estudo em questão é parte complementar dos estudos em desenvolvimento pelo CBH Rio das Velhas, pois fornece informações que podem subsidiar uma gestão assertiva desses recursos hídricos.

O conhecimento a respeito da qualidade dessas nascentes fortalece o sentimento de pertencimento da população e pode auxiliar no uso adequado dessas águas, muitas vezes utilizadas de maneira imprópria.

### **2.3 Avaliação da qualidade da água**

A água contém diversos componentes que podem ter como origem o ambiente natural ou provenientes de atividades humanas desenvolvidas no entorno dos rios, riachos e lagos (PRATTE-SANTOS; TERRA; BARBIERI, 2008).

Para caracterização da água, são determinados diversos parâmetros que representam as características físicas, químicas e biológicas. Essas variáveis são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso (PRATTE-SANTOS; TERRA; BARBIERI, 2008).

A qualidade da água pode variar de acordo com o uso a que se destina, podendo ser tanto para balneabilidade, consumo humano, irrigação, transporte ou manutenção da vida aquática. Para cada um dos usos existe um padrão de qualidade especificado pela legislação. A Resolução CONAMA nº 357, institui a política normativa nacional de uso da água e estabelece parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os seus diferentes usos (SOUZA *et al.*, 2014).

Sob o aspecto da potabilidade, dependendo de sua qualidade, a água pode atuar como importante veículo de propagação de uma série de doenças, e seu consumo, quando contaminada, pode acarretar grandes danos e sérios prejuízos à saúde da população (SAUNDERS; WARFORD, 1983).

A Portaria de Consolidação nº 05/2017, do Ministério da Saúde, estabelece que seja determinada na água, para aferição de sua potabilidade do ponto de vista microbiológico, a presença de coliformes totais e termotolerantes. A mesma portaria recomenda que a contagem padrão de bactérias não deva exceder a 500 Unidades Formadoras de Colônias -UFC por 1 mililitro de amostra (500 UFC/mL), ausência de coliformes termotolerantes em nenhuma amostra de água tratada e admite a presença de coliformes totais em situações específicas no sistema de distribuição. A análise padrão de água consiste de teste presuntivo, pesquisa de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. A observação de resultados positivos ou negativos obtidos em cada teste é essencial para evidenciar a presença ou ausência desses contaminantes em amostras de água (BRASIL, 2017).

Em termos de limites de classe para as variáveis de qualidade de água, optou-se por adotar a legislação estadual, Deliberação Normativa Conjunta do COPAM/CERH 01/2008 publicada em 05 de maio de 2008, que é a revisão da DN nº10/86. A DN COPAM/CERH 01/2008 trouxe modificações pouco significativas em relação à Resolução CONAMA 357/05, uma vez que foi elaborada para se adequar às condições dessa Resolução (MINAS GERAIS, 2008).

A Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005) dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, sendo que o enquadramento de um rio em determinada classe se dá em função do uso que se pretende fazer da água (SOUZA *et al.*, 2014).

As águas da Bacia do Rio das Velhas foram enquadradas conforme Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – DN CERH nº 20, de 24 de junho de 1997, da seguinte maneira, tendo como destaque os trechos de interesse para este trabalho (MINAS GERAIS, 1997):

Item 1 (Rio das Velhas – Leito Principal): Trecho 4 - Rio das Velhas, da confluência com o Ribeirão Sabará até a confluência com o Rio Jabuticatubas: Classe 3;

Item 20 (Sub-Bacia do Ribeirão Arrudas): Trecho 51 - Córrego Cercadinho, das nascentes até o limite jusante da Área de Proteção Especial - APE Cercadinho, com captação d'água para o município de Belo Horizonte - Classe Especial.

Trecho 55 - Ribeirão Arrudas, a jusante do trecho canalizado, até a confluência com o rio das Velhas - Classe 3.

As águas da Bacia do Rio das Velhas que não estão enquadradas pela DN nº 20/1997, segundo artigo 37 da DN Conjunta COPAM/CERH Nº 01/2008, são consideradas como Classe 2.

As nascentes aqui avaliadas, por não terem seus tributários enquadrados na DN nº 20/1997, são considerados como Classe 2, cujas águas podem ser destinadas aos seguintes usos: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; e) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e f) à aquicultura e à atividade de pesca (MINAS GERAIS, 1997):

O conhecimento e a caracterização por meio de monitoramento e avaliação da qualidade da água identificando tendências em bacias hidrográficas são primordiais para a gestão dos recursos hídricos, sendo essenciais para várias atividades de gestão, tais como: planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água (ANA, 2018).

Para a população, é importante que se conheça a qualidade da água utilizada ou consumida, bem como a orientação sobre medidas simples de tratamento, como hipoclorito de sódio, filtração e/ou a fervura da água, que podem evitar graves problemas de saúde coletiva devido às doenças de veiculação hídrica (LOPES *et al.*, 2013).

As variáveis de análise da água podem ser divididas em físicas, químicas e microbiológicas.

A seguir serão apresentados os respectivos significados de cada um deles.

### 2.3.1 Variáveis físicas da qualidade da água

#### 2.3.1.1 Sólidos totais

Os sólidos totais são aqueles resíduos que permanecem após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura. Esses resíduos depositam-se nos leitos dos corpos d'água causando assoreamento, gerando danos aos peixes e à vida aquática, prejudicando a navegação e aumentando o risco de enchentes (CANTAI, 2016).

Os sólidos constituem uma informação preliminar importante para se entender o comportamento da água e podem reter microrganismos patogênicos, tais como bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios (CETESB, 2016).

### 2.3.1.2 Temperatura

A variação da temperatura é uma qualidade crítica da água e variável ambiental importante devido à influência nos tipos e tamanhos de vidas aquáticas, e também por regular a concentração máxima de oxigênio dissolvido. A temperatura também exerce influência nas reações químicas e biológicas (CETESB, 2016).

Referente às reações químicas e biológicas, quanto maior a temperatura da água maior a taxa de reações químicas e metabólicas. Variações sazonais na temperatura da corrente das águas podem ser causadas pela mudança de temperatura do ar, do ângulo solar, meteorológicas. Essas características físicas incluem a origem de fluxo, velocidade, tipos de vegetação e cobertura, uso da terra e o percentual de área impermeável (CANTAI, 2016).

### 2.3.1.3 Turbidez

A turbidez ou turvação é a impedância da passagem da luz. Tal fenômeno se dá pela presença de materiais em suspensão e ocorre principalmente em águas superficiais. A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. A alta turbidez afeta a preservação dos organismos aquáticos, os usos doméstico e industrial e as atividades de recreação (CANTAI, 2016).

Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas (CETESB, 2016).

## 2.3.2 Variáveis químicas da qualidade da água

### 2.3.2.1 Cloretos

As águas naturais, em menor ou maior escala, contêm íons resultantes da dissolução de minerais. Os íons cloretos são advindos da dissolução de sais. Um aumento no teor de cloretos na água é indicador de uma possível poluição por esgotos (através de excreção de cloreto pela urina) ou por despejos industriais, e acelera os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água (IGAM, 2018).

### 2.3.2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é um parâmetro que retrata a quantidade de oxigênio requerido para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea. É uma indicação indireta, portanto, da quantidade de carbono orgânico biodegradável (VON SPERLING, 2005).

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. É normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO<sub>5,20</sub> (CETESB, 2016).

Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água (CETESB, 2016).

### 2.3.2.3 Fósforo total

O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala

domesticamente constituem a principal fonte. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (IGAM, 2018).

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macronutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células.), sendo utilizado em larga escala como fertilizante, por apresentar custo relativamente baixo. Ainda por ser nutriente para processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais conduz a processos de eutrofização das águas naturais (FIGUEIREDO *et al.*, 2007)

#### 2.3.2.4 Nitrogênio nitrato

Nitrogênio Nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada nas águas. Concentrações de nitratos superiores a  $5\text{mg.L}^{-1}$  demonstram condições sanitárias inadequadas, pois as principais fontes de nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado, processo denominado de eutrofização (IGAM 2018).

As grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos múltiplos usos dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição decorrente da morte e decomposição desses organismos. O controle da eutrofização, através da redução do aporte de nitrogênio é comprometido pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas como a fixação do nitrogênio atmosférico, por parte de alguns gêneros de algas (CETESB, 2016).

#### 2.3.2.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

Importante variável que pode interferir em diversos processos físico-químicos, a influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Possui também um efeito indireto podendo,

em determinadas condições, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados e exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (CETESB, 2016).

As restrições de faixas de pH são estabelecidas, uma vez que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,0 a 9,5, de acordo com a Portaria de Consolidação nº 05 de 2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

Os valores de pH podem apresentar valores médios para águas naturais (pH = 5,0 a 7,0). Entretanto, deve ser ressaltado que para águas continentais esse parâmetro pode variar entre 6,7 e 8,6, dependendo da variação de fatores como temperatura, oxigênio dissolvido, concentração de cátions e ânions, etc. (LIMA, 2009).

### 2.3.3 Variáveis microbiológicas da qualidade da água

#### 2.3.3.1 Coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*)

Os coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos, indicando a possibilidade de transmissão de doenças de veiculação hídrica, como disenteria bacilar, cólera e outras. (CANTAI, 2016).

São representados principalmente pela *Escherichia coli* e, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Dentre esses microrganismos, somente a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. Os demais podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição (FUNASA, 2009).

Os coliformes termotolerantes não são, dessa forma, indicadores de contaminação fecal tão apropriados quanto a *E. coli*, mas seu uso é aceitável para avaliação da qualidade da água. Além disso, na legislação brasileira, os coliformes termotolerantes são utilizados como padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais destinadas a abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura (CETESB, 2016).

Principal bactéria do subgrupo dos coliformes termotolerantes, sendo de origem exclusivamente fecal, a *Escherichia coli* está presente em número elevado nas fezes humanas e de animais de sangue quente, raramente detectada na ausência de poluição fecal. É

considerada o indicador mais adequado de contaminação fecal em águas doce (CETEBS, 2016).

#### **2.4 Avaliação dos parâmetros macroscópicos: Índice de Impacto Ambiental**

Apesar da existência de poucos estudos que abordem as nascentes – sobretudo em meio urbano – é importante que se compreenda a complexa dinâmica desses sistemas, para que haja controle sobre o uso do solo urbano. Esse tipo avaliação poderá subsidiar atividades de gestão e planejamento do meio ambiente e dos recursos hídricos, frente ao problema desencadeado pela ocupação urbana (GUIMARÃES; RIBEIRO, 2012).

Portanto, é importante realizar o levantamento das condições ambientais através da Avaliação de Impactos Ambientais, que terá como base as condições das nascentes para evitar e minimizar os efeitos negativos (SÁNCHEZ, 2008).

Atualmente, uma das metodologias mais aceitas para avaliação da qualidade ambiental de nascentes é a do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico em Nascentes (IIAM) adaptado para a realidade brasileira por Gomes, Melo e Vale (2005), tendo sido posteriormente tratado por Felipe (2009) e Paraguaçu *et al.* (2010). As principais vantagens desse índice são seu baixo custo e a facilidade para a aplicação, apesar da possível subjetividade inerente ao método. O objetivo do IIAM é verificar de forma qualitativa o grau de proteção em que as nascentes se encontram. A técnica consiste na avaliação sensorial – macroscópica – e comparativa de alguns elementos-chave na identificação de impactos ambientais e suas consequências sobre a qualidade das nascentes.

O IIAM consiste em um protocolo de campo para avaliação das características macroscópicas das nascentes e seu entorno. No total, são avaliados 13 (treze) parâmetros: cor e odor da água; presença de lixo ao redor; materiais flutuantes, espumas, óleos e esgoto; preservação da vegetação; uso por animais; uso por humanos; proteção (e acessibilidade) do local; proximidade com residências ou estabelecimentos e o tipo de área de inserção da nascente (GOMES; MELO; VALE; 2005).

Conforme metodologia estabelecida por Gomes, Melo e Vale (2005), por meio da somatória dos parâmetros, que assumem uma pontuação variável, o índice é definido de acordo com o grau de preservação da nascente, em cinco classes, variando de A (Ótimo) a E (Péssimo).

## 2.5 Índice de Estado Trófico

A eutrofização é o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, nos ecossistemas aquáticos, que tem como consequência o aumento de suas produtividades (ESTEVES, 1998). Como decorrência deste processo, o ecossistema aquático passa da condição de oligotrófico e mesotrófico para eutrófico ou mesmo hipereutrófico.

O fenômeno da eutrofização ocorre naturalmente, mas pode ser agravado pela antropização dos ambientes. A eutrofização antrópica ou eutrofização cultural é causada pelo lançamento excessivo de nutrientes nos ambientes, mudando as características dos corpos d'água e afetando diversos usos que vão desde a preservação da vida aquática até o abastecimento público (LAMPARELLI, 2004). Dessa maneira, o processo de eutrofização pode ser entendido como um registro das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica (NOGUEIRA *et al.*, 2012).

A eutrofização interfere diretamente nos padrões de qualidade das águas e possui reflexos econômicos (LAMPARELLI, 2004), uma vez que as águas devem receber o devido tratamento para remoção dos nutrientes antes de serem destinadas aos diversos usos. Uma das principais causas dessa situação é a falta de tratamento adequado dos esgotamentos domésticos.

Outro fator importante de ser abordado relacionado à eutrofização, são as florações de algas que ocorrem em função desse enriquecimento de nutrientes das águas, principalmente em função do fósforo e nitrogênio. Essas florações acarretam não só problemas com a qualidade da água, que passa a apresentar gosto e cheiro ruim, mas também em episódios de emergências ambientais com mortandade de peixes e até mesmo de saúde pública, uma vez que essas algas podem apresentar toxicidade (CETESB, 2016).

O IET tem por finalidade classificar corpos de água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo do fitoplâncton (IGAM, 2018).

Neste cenário, a avaliação da presença do elemento fósforo é de extrema importância, pois na maioria das vezes ele é o fator limitante para o crescimento dessas algas. Os resultados correspondentes ao fósforo, IET (P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo (IGAM, 2018).

## 2.6 Insetos bioindicadores

Diversas técnicas podem avaliar mudanças no meio ambiente, sendo que algumas incluem organismos vivos, os bioindicadores. Estes podem responder fisiológico, metabólico e/ou etologicamente as mudanças no meio ambiente, sendo, pois, espécies que indicam a ocorrência de modificações dos parâmetros ambientais. São de grande importância, pois sinalizam alterações imperceptíveis sem instrumentos ou aferições laboratoriais, podendo ser alertas a futuros danos aos habitats (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

De acordo com Neumann-Leitão e El-Deir (2009), bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas que através de suas condições de vida, presença e abundância revelam parâmetros biológicos de determinada condição ambiental. Para Callisto, Gonçalves Junior e Moreno (2004) a utilização dos bioindicadores é mais eficiente do que as medidas instantâneas de parâmetros físicos e químicos utilizados para avaliar a qualidade das águas. No campo pode ajudar a identificar os efeitos causados por agentes naturais e antropogênicos. A vantagem do uso de bioindicadores sobre os métodos convencionais de avaliação da qualidade ambiental está no baixo custo, podendo ser utilizado para a avaliação cumulativa de eventos ocorridos um determinado período de tempo, resgatando um histórico ambiental não possível de detecção ou medição por outros métodos (CETESB, 2016).

Os melhores organismos para o monitoramento biológico são os invertebrados, mais especificamente os macro invertebrados, pois são mais simples para se amostrar, são de extrema eficácia, possuem tolerâncias e sensibilidades variadas. Em especial os grupos dos insetos são ótimos bioindicadores, pois precisam de condições específicas para que possam se desenvolver (BARBOSA, 2015).

Neste cenário, pode ser feita a classificação biológica dos indivíduos associados a diversos ambientes. A classificação biológica tem como objetivos o conhecimento das leis gerais e das relações entre grupos. Nas classificações os animais são distribuídos conforme seus caracteres, em grupos que denominamos táxons. Os níveis em que os táxons são dispostos são denominadas categorias, distribuídos da seguinte forma: filo, classe, ordem, família, gênero e espécie. A categoria básica sobre a qual se baseia toda classificação animal é a espécie, que é a população de animais de uma área, onde ocorre cruzamento e há produção de prole fértil (LEITE; SÁ, 2010).

A identificação dos organismos coletados em um determinado ambiente pode ser feita conforme uma classificação previamente estabelecida, uma vez que a presença deles em

ambientes aquáticos específicos pode determinar se a qualidade da água é boa ou ruim e se existe poluição nesses locais ou não (BARBOSA, 2015).

## 2.7 Medição de vazão

Dentre as informações importantes para o conhecimento de um corpo hídrico, destaca-se a vazão apresentada, que pode apresentar dados associados com a demanda de uso do recurso em determinada região.

A captação de água perfaz o conhecimento das vazões mínimas de dado corpo hídrico, a demanda de uso, bem como de sua qualidade (BOHRER *et al.*, 2015).

Para o conhecimento da disponibilidade de água, são utilizadas técnicas de medição de vazão. Por vazão entende-se o volume de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional de medidas em  $m^3/s$ . A descarga (vazão) aumenta da montante (região mais alta do rio) para a jusante (áreas rio abaixo) até sua foz (CARVALHO, 2008).

Existem diversos métodos para medição de vazão, sendo que para cada situação deve-se adotar uma determinada técnica, dependendo de fatores do meio físico e fatores financeiros. Dentre as técnicas mais utilizadas para medição de vazão, destacam-se técnicas de uma forma “manual” de estimar a vazão seja em rios ou córregos, por meio da medição em um recipiente graduado. É um método simples utilizado em alguns casos quando a profundidade e o fluxo de água não permitem a utilização de aparelhos (CARVALHO, 2008).

Para estas situações, utiliza-se o método volumétrico, que consiste em medir o tempo de enchimento de um recipiente com volume conhecido. É um método preciso e barato, necessita apenas de um cronômetro e um recipiente graduado. Para a aplicação do método, é necessário que o fluxo do córrego seja concentrado numa pequena queda d’água para facilitar a coleta da água no recipiente. O método pode ser aplicado com vazão de até  $20 L.s^{-1}/s$  (BORTOLUZZI; FERNANDEZ, 2008).

## 2.8 Cuidadores de nascentes urbanas

Ao longo do desenvolvimento de estudos sobre a importância das nascentes urbanas na região de Belo Horizonte / MG realizados pelo CBH Velhas (LUME, 2012) consolidou-se a presença de pessoas que são chamadas popularmente de “cuidadores de nascentes”.

Vale esclarecer que o “cuidador de nascente” é aquele que, de forma voluntária, protege um bem público, e contribui diretamente para a melhoria da quantidade e da qualidade de nossas águas. São pessoas que atuam como protagonistas de pequenas, mas importantes histórias de conservação e preservação de inúmeras nascentes localizadas em grandes centros urbanos (AGÊNCIA PEIXE VIVO, 2011).

Acredita-se que a valorização do trabalho de um cuidador de nascente pode ser um elo para que outras pessoas se sintam imbuídas pelo mesmo sentimento de adesão a essa importante causa. A proposta é gerar um efeito multiplicador na comunidade e o nascimento de novos cuidadores, para que cada vez mais nascentes urbanas possam ser adotadas e protegidas (SEPULVEDA, 2006).

Sob este aspecto espera-se um impacto das ações desenvolvidas pelos cuidadores nas suas respectivas nascentes, o que pode interferir diretamente na qualidade ambiental das mesmas.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Para atingir os objetivos propostos, foram avaliadas quatro nascentes inseridas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Arrudas, notadamente nos municípios de Belo Horizonte e Sabará, Minas Gerais.

Foram realizadas análises laboratoriais das variáveis físicas, químicas e biológicas de qualidade da água das nascentes. Foram realizadas medições de vazão e análises de bioindicadores. Além disso, foram avaliados o Índice de Impacto Ambiental Macroscópica – IIAM e Índice de Estado Trófico - IET. Também foi feita uma comparação dos resultados obtidos entre as nascentes que possuem cuidadores e as que não possuem, para verificar se há algum fator que indique a interferência sobre a qualidade dessas nascentes, além da realização de entrevistas com cuidadores de nascentes.

#### **3.1 Período de estudo**

O estudo contemplou o período entre os meses de julho de 2018 e abril de 2019. Foram realizadas três visitas a campo nos meses de julho, outubro e novembro de 2018, nas quatro nascentes localizadas no Ribeirão Arrudas, Minas Gerais, para preenchimento do protocolo do IIAM, bem como para as coletas para análise da qualidade das águas, bioindicadores, e medição das vazões. As entrevistas foram realizadas nos meses de março e abril de 2019.

A visita a campo do mês de julho contemplou o período de estiagem e as outras duas, realizadas em outubro e novembro, contemplaram o período chuvoso, confirmado pelos dados de chuva do portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

#### **3.2 Caracterização da área de estudo e nascentes contempladas**

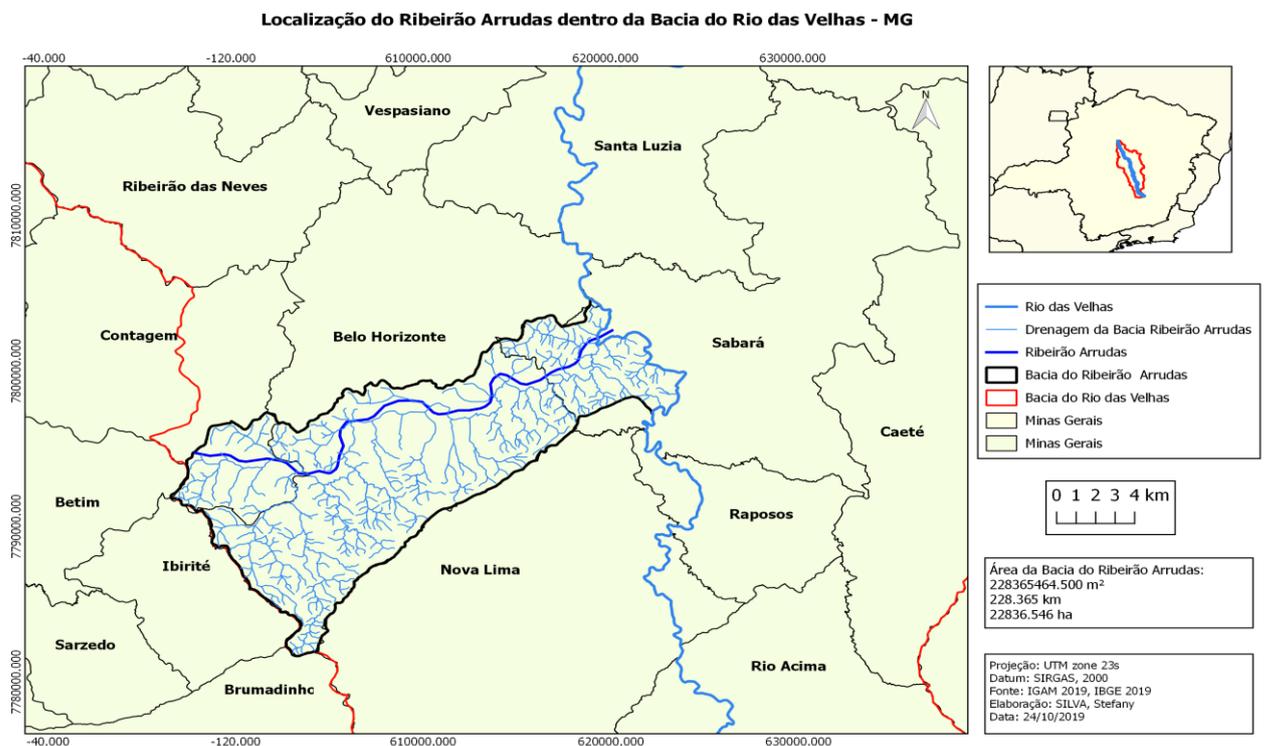
##### **3.2.1 Inserção Regional – Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**

A Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas localiza-se na região central do Estado de Minas Gerais, ocupa uma área total de 27.850 km<sup>2</sup>, equivalente a quase 60% do território da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). O Rio das Velhas, ao longo de seus 806,84 km de extensão, é alimentado por diversos cursos d'água, com destaque para os seus principais afluentes: Rio Bicudo, Ribeirão Jequitibá, Ribeirão da Mata, Ribeirão Arrudas,

Ribeirão do Onça e Rio Itabirito (pela margem esquerda); e Rio Curimataí, Rio Pardo, Rio Paraúna/Cipó, Rio Taquaraçu e Ribeirão Caeté/Sabará (pela margem direita) (CONSÓRCIO ECOPLAN/SKILL, 2016).

Durante o seu percurso, o Rio das Velhas e seus afluentes drenam áreas de 51 municípios, dos quais 44 têm suas sedes urbanas inseridas na bacia e 20 fazem parte da RMBH (Figura 1). A população efetivamente residente dentro dos limites da bacia é de, aproximadamente, cujo somatório total da população é de aproximadamente 4,8 milhões de habitantes, o que corresponde a 24,7% da população de Minas Gerais, principalmente em termos de população urbana (28,1%) (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, 2016).

**Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia do Ribeirão Arrudas**



Fonte: IGAM, 2019.

### 3.2.2 Inserção Local – Ribeirão Arrudas

A Bacia do Ribeirão Arrudas, localizada no Alto Rio das Velhas, possui uma área de 228,37 km<sup>2</sup> e uma população de aproximadamente 1,2 milhões de habitantes. Os principais cursos d'água são o Ribeirão Arrudas, Córrego do Barreiro, Córrego do Jatobá e Córrego Ferrugem (CONSÓRCIO ECOPLAN/SKILL, 2016).

Estudos realizados na bacia mostram que os principais agentes de degradação das águas superficiais na Bacia do Ribeirão Arrudas devem-se, sobretudo, aos lançamentos de esgotos domésticos e aos efluentes industriais (CONSÓRCIO ECOPLAN/SKILL, 2016).

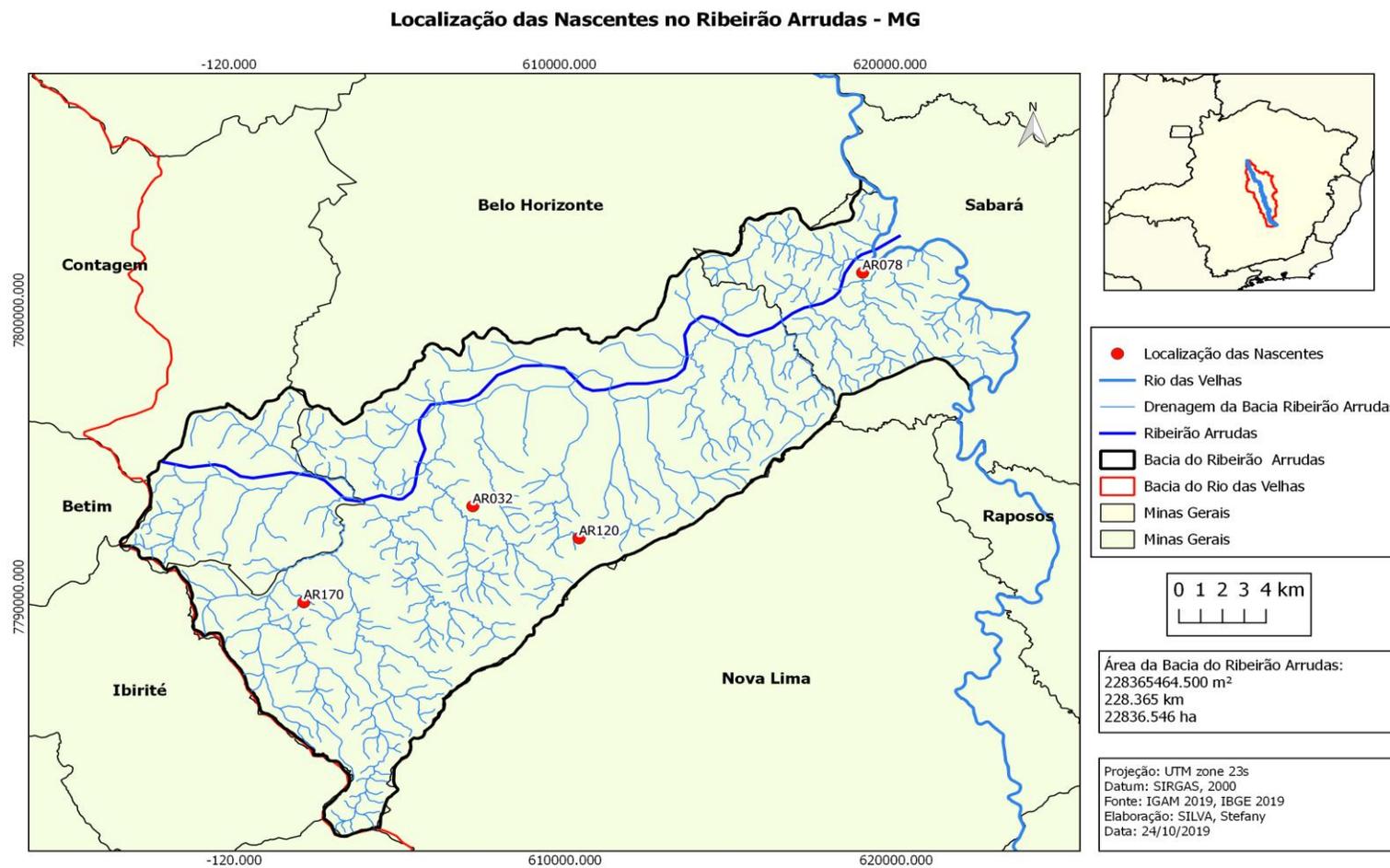
Em relação aos usos da água, o setor industrial é o principal responsável (53,0%), seguido pelo abastecimento urbano (32,0%) e mineração (10,87%). Quanto ao uso e ocupação do solo, a bacia tem a área urbana representada por 75,7% da superfície e 16,5% de vegetação arbustiva. A área urbana apresenta regiões de uso intensivo, com edificações e sistema viário, predominando as superfícies artificiais não agrícolas. A Bacia do Arrudas possui 36 (trinta e seis) Unidades de Conservação (UCs) inseridas parcialmente em seu território, representando aproximadamente 17,1% da área total da bacia (CONSÓRCIO ECOPLAN/SKILL, 2016).

A Bacia do Ribeirão Arrudas é marcada pela atividade de serviços, que concentrou, em 2010, um Produto Interno Bruto (PIB) superior a R\$19,2 bilhões. No segundo plano aparece a participação dos impostos, com R\$4,6 bilhões e o setor industrial com R\$5,2 bilhões (CONSÓRCIO ECOPLAN/SKILL, 2016).

No estudo, foram contempladas quatro nascentes localizadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, sendo três em Belo Horizonte / MG e 1 uma em Sabará / MG (Figura 2).

O ribeirão Arrudas é um curso d'água de grande importância histórica para o estado de Minas Gerais. Afluente do rio das Velhas, na porção central do estado, teve um papel primário na estruturação da capital mineira. Atualmente, sofre inúmeras pressões ambientais decorrentes de uma intensa ocupação urbana e elevada densidade demográfica. A Bacia do Ribeirão Arrudas drena uma área de aproximadamente 207,43 km<sup>2</sup>. Seu curso d'água principal tem 43,7 km de extensão, desde as cabeceiras do córrego Independência, no extremo sul do município de Belo Horizonte, até sua desembocadura no rio das Velhas, já no município de Sabará. Apresenta ainda parte da bacia no município de Contagem (CONSÓRCIO ECOPLAN/SKILL, 2016).

**Figura 2 -** Mapa de localização das nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas, Belo Horizonte / MG, 2019



Fonte: IGAM, 2019.

A escolha das nascentes se deu em função dos aspectos de viabilidade, acessibilidade e segurança para realização dos trabalhos, aspectos esses levantados após visitação de várias outras nascentes cadastradas na bacia.

As nascentes da Bacia do Ribeirão Arrudas foram cadastradas por meio de códigos “AR” que significa Arrudas e recebem numeração crescente, localizadas à montante até à jusante, considerando a bacia como um todo (Tabela 1).

Destaca-se que as nascentes codificadas como AR078 e AR170 (Tabela 1) se localizam dentro de propriedades privadas e possuem cuidadores, que são os donos das residências e que se comprometem a manter as nascentes limpas e preservadas.

**Tabela 1-** Identificação das nascentes contempladas na Bacia do Ribeirão Arrudas

<b>Código</b>	<b>Localização</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>	<b>Sub Bacia</b>	<b>Município</b>	<b>Altitude (m)</b>
AR032	Rua da Represa, bairro Havaí	19°57'20,63" 43°58'29,35"	Cercadinho	Belo Horizonte	898
AR078	R Minas Gerais, nº 452, Nações Unidas	19°52'55,16" 43°51'46,73"	Contribuição direta Arrudas	Sabará	728
AR120	Rua Planetóides, bairro Santa Lúcia	19°57'58,39" 43°56'37,57"	Córrego Leitão	Belo Horizonte	1021
AR170	Rua Vicente Dutra nº.380, bairro Diamante Barreiro	19°59'9,60" 44°1'24,64"	Córrego Jatobá	Belo Horizonte	964

Fonte: Autor, 2019.

Contudo as nascentes codificadas como AR032 e AR120 (Tabela 1) não possuem a presença do cuidador, sendo que a primeira se localiza numa área invadida, pertencente à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte / MG, e a segunda se localiza em um lote vago de bairro residencial da região sul de Belo Horizonte, de propriedade privada, mas que está em processo de espólio.

As nascentes foram avaliadas considerando o artigo 37 da Deliberação Conjunta COPAM / CERH nº 01/2008, que considera como Classe 2 as águas que não possuem enquadramento definido.

### 3.3 Visitas a campo

A primeira etapa do trabalho consistiu na realização de visitas a campo para coletar informações relacionadas aos aspectos físicos das nascentes escolhidas e seu entorno, bem como os problemas ambientais e pressões identificadas macroscopicamente. Foi avaliado o raio de 150 metros a partir de cada nascente.

Foi realizada visita de reconhecimento das áreas e outras três visitas a campo para coleta dos dados nas nascentes e seu entorno, feitas nos meses de julho, outubro e novembro de 2018.

Durante as visitas a campo foram realizadas as amostragens de água para avaliação das variáveis de qualidade, bioindicadores e medição da vazão.

As visitas a campo possibilitaram, também, a caracterização fotográfica e descritiva das nascentes estudadas e foram utilizadas para preenchimento do protocolo para definição do IIAM – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico em Nascentes.

### 3.4 Avaliação do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico nas nascentes

Para a avaliação do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico (IIAM) foi utilizada metodologia proposta por Gomes, Melo e Vale (2005) observando nos pontos de amostragem e seu entorno características macroscópicas que foram comparadas com protocolo de campo (Tabela 2).

**Tabela 2** - Parâmetros analisados no IIAM

<b>Parâmetros</b>	<b>Qualificação</b>		
Cor da água	(1) Escura	(2) Clara	(3) Transparente
Odor	(1) Cheiro forte	(2) Cheiro fraco	(3) Sem cheiro
Lixo ao redor	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem lixo
Materiais flutuantes	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem
Espumas	(1) Muita	(2) Pouca	(3) Sem espumas
Óleos	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem óleos
Esgoto	(1) Esgoto doméstico	(2) Fluxo superficial	(3) Sem esgoto
Vegetação	(1) Alta degradação	(2) Baixa degradação	(3) Preservada

Uso por animais	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Uso por humanos	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Proteção do local	(1) Sem proteção	(2) Com proteção, mas com acesso	(3) Com proteção sem acesso
Proximidade com residência	(1) Menos de 50 metros	(2) Entre 50 e 100 metros	(3) Mais de 100 metros

Fonte: Gomes, Melo e Vale (2005).

Para o preenchimento do protocolo de campo, no que diz respeito à avaliação dos 13 (treze) itens avaliados, considerou-se uma área de 150 (cento e cinquenta) metros, percorrida no entorno de cada nascente segundo metodologia de Gomes, Melo e Vale (2005).

Ao final, foram creditados os valores 3, 2 e 1, respectivamente, para cada qualificação atribuída ao parâmetro que então, a partir de uma soma simples, foram integrados em um índice. O resultado analítico do IIAM é o Grau de Proteção das nascentes, apresentado em classes – A, B, C, D e E (Quadro 1).

**Quadro 1** - Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação

Classe	Grau de proteção	Pontuação Final*
A	Ótimo	Entre 37-39 pontos
B	Bom	Entre 34-36 pontos
C	Razoável	Entre 31-33 pontos
D	Ruim	Entre 28-30 pontos
E	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

(\*) Notas para os 13 parâmetros observados (através da somatória dos pontos obtidos na quantificação da análise macroscópica).

Fonte: Gomes, Melo e Vale (2005).

Uma possível limitação dessa metodologia, por se tratar de nascentes que se localizam em áreas urbanas, é que parâmetros como “proximidade com residência ou estabelecimento” e “uso por humanos” podem não apresentar informações significativas.

Para fins da composição dos diagnósticos, entretanto, foram mantidos todos os critérios para garantir a fidelidade à metodologia.

### 3.5 Coletas das amostras de água para análises laboratoriais de qualidade da água

Para cada nascente selecionada foi realizada a análise de qualidade da água em três campanhas, ocorridas nos meses de julho, setembro e novembro, sendo duas no período de estiagem, e uma no período chuvoso. As amostras foram do tipo simples, colhidas preferencialmente no local de acumulação das águas que vertem da respectiva nascente.

Nas coletas foram adotadas as técnicas de amostragem e preservação especificadas na NBR 9898, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1987) ou as Normas do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2017).

As amostras foram encaminhadas para análise em laboratório acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. As variáveis avaliadas foram: cloreto, DBO, fósforo, nitrato, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos, turbidez e *E. coli*.

### 3.6 Análise dos resultados das variáveis de qualidade das águas

Após a realização das coletas em campo, as amostras foram enviadas para análise em laboratório, no âmbito dos projetos do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

Os resultados obtidos foram devidamente autorizados e disponibilizados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (Apêndice A) e sua Agência de Bacia Peixe Vivo (Apêndice B).

### 3.7 Análise do Índice de Estado Trófico

Por meio dos resultados de fósforo obtidos nas três amostragens, foi feito o cálculo do Índice do Estado Trófico - IET.

Para este trabalho, optou-se pela utilização dos cálculos realizados para ambientes lóticos. O cálculo do IET foi realizado a partir dos valores de fósforo total pela fórmula, segundo Lamparelli (2004):

$$\text{IET} = 10 \cdot (6 - ((0,42 - 0,36 \cdot (\ln.PT) / \ln 2)) \quad (1)$$

Onde: fósforo total (PT) é expresso em  $\mu\text{g.L}^{-1}$  e  $\ln$  significa logaritmo natural.

Os valores do IET são classificados segundo classes de estado tróficos, juntamente com suas características (Tabela 3) e os valores de fósforo total obtidos são equivalentes aos diversos graus de trofia (Tabela 4).

Os resultados de IET para fósforo devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo.

**Tabela 3** - Classes do IET e significados

<b>Valor IET</b>	<b>Classes</b>	<b>Significado</b>
$IET \leq 47$	Ultraoligotrófica	Corpos de água limpos, produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que acarretam em prejuízos aos usos da água.
$47 < IET \leq 52$	Oligotrófica	Corpos de água limpos, baixa produtividade, não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água, decorrentes da presença de nutrientes.
$52 < IET \leq 59$	Mesotrófica	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
$59 < IET \leq 63$	Eutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes em interferências nos seus múltiplos usos.
$63 < IET \leq 67$	Supereutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como ocorrência de episódios de florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.

---

IET > 67	Hipereutrófica	Corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associados a episódios de florações de algas ou mortandade de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.
----------	----------------	--

---

Fonte: Lamparelli (2004).

**Tabela 4** - IET e equivalência com medidas de fósforo total (FT)

Valor IET	Classes	Valores de Fósforo Total (mg. L <sup>-1</sup> )
IET ≤ 47	Ultraoligotrófica	≤ 0,013
47 < IET ≤ 52	Oligotrófica	0,013 < FT ≤ 0,035
52 < IET ≤ 59	Mesotrófica	0,035 < FT ≤ 0,137
59 < IET ≤ 63	Eutrófica	0,137 < FT ≤ 0,296
63 < IET ≤ 67	Supereutrófica	0,296 < FT ≤ 0,640
IET > 67	Hipereutrófica	> 0,640

---

Fonte: Lamparelli (2004).

### 3.8 Análise de insetos bioindicadores

Foram feitas três coletas coincidentes com as amostragens de qualidade das águas.

As amostras de água foram coletadas com recipientes de vidro de 500 mL na profundidade de 10 cm abaixo da coluna de água, sempre que possível. Após a coleta, foi feita a separação em bandejas e as amostras foram fixadas em álcool 70% em recipientes hermeticamente fechados e devidamente etiquetados.

A avaliação para identificação dos bioindicadores presentes nas amostras de água coletadas foi realizada no Laboratório de Biologia Básica da UninCor da Unidade de Três Corações / MG por meio de análise das características morfológicas utilizando-se chaves de identificação em literatura especializada, conforme metodologia descrita no manual de classificação de macroinvertebrados de Mugnai, Nessimian e Fernandes (2010). A classificação/identificação é feita, primeiramente, até a categoria taxonômica de ordem e família. Caso seja possível, a identificação pode chegar até gênero e espécie.

### **3.9 Medição da vazão**

Foram realizadas três medições de vazão coincidentes com as amostragens de qualidade das águas e dos bioindicadores. O intuito da medição de vazão é avaliar a disponibilidade de águas nas nascentes do Ribeirão Arrudas estudadas.

Como se tratam de nascentes, cujo volume de água a princípio é reduzido, foi utilizado o método de medição volumétrico por meio da medição do tempo de enchimento de um recipiente (copo) de volume conhecido (500 mL). Esse método, conhecido como volumétrico ou de capacidade, é preciso além de apresentar baixo custo, uma vez que necessita apenas de um cronômetro e um recipiente graduado (BORTOLUZZI; FERNANDEZ, 2008).

Para cada medição foram realizadas três repetições, sendo o resultado final obtido por meio da média aritmética.

### **3.10 Avaliação da atuação dos cuidadores de nascentes**

A entrevista teve o objetivo de coletar informações sobre a percepção dos cuidadores de nascentes urbanas sobre a importância dos recursos hídricos no cotidiano dessas famílias, sobre a proteção dessas águas e relevância das ações desenvolvidas para tal.

As entrevistas realizadas foram do tipo semiestruturadas, onde o informante pode discorrer sobre o tema proposto, semelhante a uma conversa informal. Para esse tipo de entrevista, o pesquisador deve seguir um conjunto de questões previamente definidas, dirigindo, no momento que achar oportuno, a discussão para o assunto de interesse e guiando o entrevistado de maneira sutil (BONI; QUARESMA, 2005).

As entrevistas foram gravadas e apresentadas de maneira transcrita, com o conteúdo integral (Apêndice C). As repostas foram apresentadas de maneira resumida e discutidas nos resultados. Os entrevistados assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) e a identidade dos mesmos foi devidamente preservada. O estudo teve a aprovação do Comitê de Ética para Pesquisa com Pessoas (Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa UNINCOR nº 2.996.910, Anexo B).

Após delimitação do perfil individual de cada cuidador, foram feitas perguntas sobre o vínculo com os recursos hídricos, no intuito de demonstrar a essas pessoas a importância da água na rotina diária, ambos afirmaram fazerem o uso da água da nascente de maneira ampla.

### **3.11 Análise integrada dos resultados**

Foi avaliado se a presença da figura do cuidador de nascentes, bem como a atuação dos mesmos, interfere na qualidade das nascentes localizadas em área urbana na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais. Para tal fim, fez-se uma análise comparativa entre os resultados encontrados para cada nascente, considerando as que possuem cuidador e as que não possuem, verificando se houve ou não diferenças nos resultados encontrados.

O impacto das ações dos cuidadores foi associado aos demais resultados obtidos e às entrevistas com os cuidadores das nascentes estudadas, sendo uma forma de complementação da coleta dos dados.

### **3.12 Análise e tratamento dos dados**

Os resultados das análises laboratoriais das variáveis físicas, químicas e biológicas foram consistidos imediatamente após a emissão dos certificados de laboratório e submetidos à uma análise quali-quantitativa, e foram comparados com os limites determinados pela Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde nº. 05/2017, Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº. 357/2005 e Deliberação Normativa Conjunta Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM / Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais – CERH-MG nº. 01, de 05 de maio de 2008, de acordo com as respectivas classes de enquadramento.

Para análise exploratória dos resultados de caráter qualitativo foram elaborados gráficos que possibilitam a observação da faixa de variação dos dados e a detecção da presença de possíveis valores extremos para as variáveis de qualidade de água apresentando as principais desconformidades em consonância com a legislação vigente, além de tabelas para os índices estudados.

Os dados macroscópicos de qualidade ambiental, de bioindicadores bem como do IET, foram submetidos a uma análise descritiva.

Todos os resultados foram submetidos a uma análise integrada, comparativa entre as nascentes.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

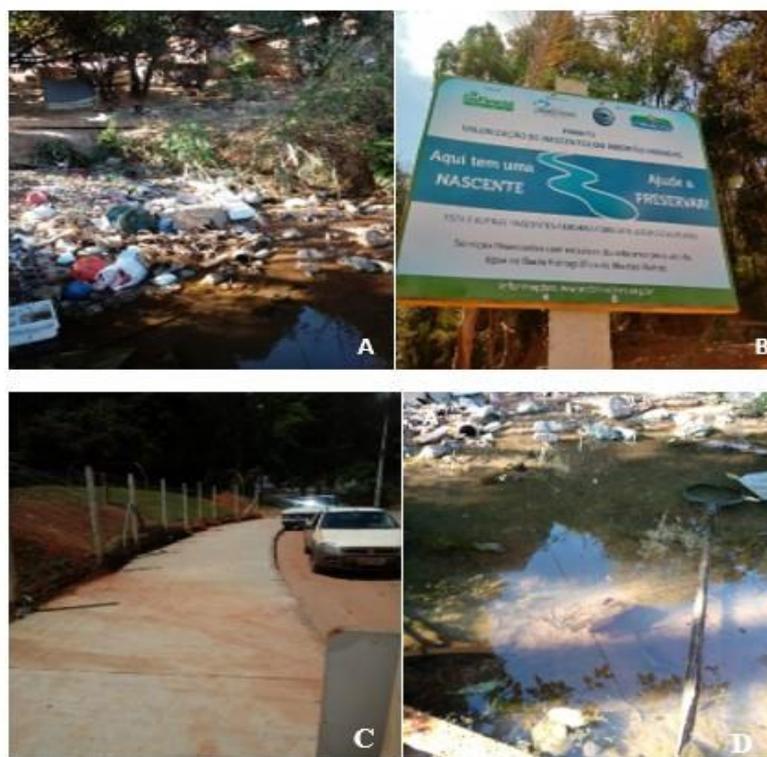
### 4.1 Avaliação Macroscópica

#### 4.1.1 Caracterização descritiva das nascentes

##### 4.1.1.1 AR032

A nascente AR032 está localizada em no bairro Havaí, em Belo Horizonte, e sua água apresentou-se transparente, com leve odor de esgoto, uma vez que um lançamento superficial de esgoto doméstico foi detectado à montante. Foi identificada uma quantidade significativa de resíduos sólidos tais como materiais plásticos, vidros, panos, restos de construção e papéis acumulados no entorno da nascente (Figura 3 A). Esse acúmulo de lixo gerou a presença de materiais flutuantes na água, mas não foram identificados espumas e óleos (Figura 3 D).

**Figura 3** - Nascente AR032 (Bairro Havaí, BH)



A: Disposição inadequada de resíduos diretamente na nascente; B: Placa de identificação da nascente; C: Vista da rua da Represa, onde a nascente se localiza; D: Ângulo de visão da nascente.

Fonte: Autor, 2018.

A vegetação do entorno se encontra bem preservada, uma vez que a região faz parte de uma Área de Proteção Permanente (APP). A área onde se localiza a nascente faz parte de um parque de posse da prefeitura municipal. Entretanto, verificou-se a presença de várias residências irregulares, a menos de 10 m, abrindo uma clareira na vegetação que se apresenta inexistente no local da nascente e indicando interferência na APP. A nascente não possui cercamento e pôde-se verificar a presença de diversos animais domésticos que fazem uso dessa água, como cachorros, gatos e galinhas, oriundos das residências próximas.

Foi identificado um poço desativado e há relatos de diversas nascentes na mesma rua.

Nenhum morador do local foi identificado como responsável pela área e nem como atuante no que diz respeito às ações de proteção e preservação da nascente.

Tendo como base a avaliação visual, a nascente não aparenta boas condições de qualidade.

#### 4.1.1.2 AR078

Ao avaliar a nascente AR078 verificou-se que esta fica dentro de uma propriedade privada, em um lote onde moram várias pessoas de uma mesma família, em bairro residencial do município de Sabará, próximo a Belo Horizonte (Figura 4 A e B).

A nascente AR078 apresentou água límpida e transparente, canalizada para um pequeno lago artificial que serve como criatório de peixes ornamentais, de fluxo constante, cuja água é drenada para a rede pública pluvial (Figura 4 C).

Não foi identificada presença de nenhum tipo de resíduo, uma vez que os moradores fazem o descarte adequado dos resíduos ali gerados. Também não se detectou presença de óleos e espumas, nem de odor de esgoto, que é canalizado e não foi verificada a presença de material flutuante na água (Figura 4 D).

Não há vegetação natural, já que o local é totalmente revestido por cimento e piso intertravado (Figura 4 A e D). A vegetação ao redor da nascente é exótica, composta principalmente por plantas ornamentais tais como samambaias, roseiras, etc. As casas ficam bem próximas (menos de 10 metros), e a nascente passa por baixo de algumas residências.

Há uma proteção ao redor da nascente e não foi identificada a utilização por animais, além dos peixes ali introduzidos artificialmente (Figura 4 D).

Há um poço no local cuja água é utilizada para consumo dos moradores.

**Figura 4** - Nascente AR078 (Bairro Nações Unidas, Sabará)



A: Entrada da casa com a nascente à esquerda; B: Ângulo da rua com visão do portão de entrada da casa onde fica a nascente; C: Coleta de água no lago formado pela nascente; D: Ângulo de visão da nascente.  
Fonte: Autor, 2018.

Foi identificado cuidado e zelo com a nascente, sendo a mesma alvo de ações que visam a sua manutenção e proteção, tais como cercamento, disposição ambientalmente adequada dos resíduos e manutenção da vegetação (Figura 4 D).

Em função desse cuidado do morador, o local é agradável e a aparência visual é boa, o que remete a bons padrões de qualidade.

#### 4.1.1.3 AR120

Pertencente a uma área privada na região nobre de Belo Horizonte, a nascente AR120 está localizada em um lote em atual processo de espólio.

Não há proteção e o acesso à nascente é livre. Há uma canalização de parte da água formando uma bica, utilizada para consumo de vários cidadãos da região e de moradores de

rua (Figura 5 D). Foi identificada presença de animais por meio de pegadas e fezes.

**Figura 5** - Nascente AR120 (Bairro Santa Lúcia, Belo Horizonte)



A: Ângulo de visão da rua onde a nascente está localizada; B: Trilha de acesso à nascente; C: Presença de diversos resíduos próximo à nascente; D: Bica formada pela nascente.

Fonte: Autor, 2018.

Pode-se perceber o acúmulo de lixo no local, tais como garrafas plásticas e de vidro, papéis, pneus, restos de comida e até algumas peças de roupas (Figura 5 C).

A água apresentou-se transparente, e com um leve odor típico de esgoto, sem evidenciar, contudo, a presença de lançamentos de esgotos. Devido à presença considerável de resíduos, pode-se detectar a presença de materiais flutuantes na água. Entretanto, comprovou-se a ausência de espumas e óleos (Figura 5 C e D).

A vegetação tanto do entorno quanto do local da nascente está um pouco degradada, composta basicamente por capim e algumas poucas árvores (Figura 5 B).

Não há residências há menos de 50 metros, mas há vários prédios e casas próximos.

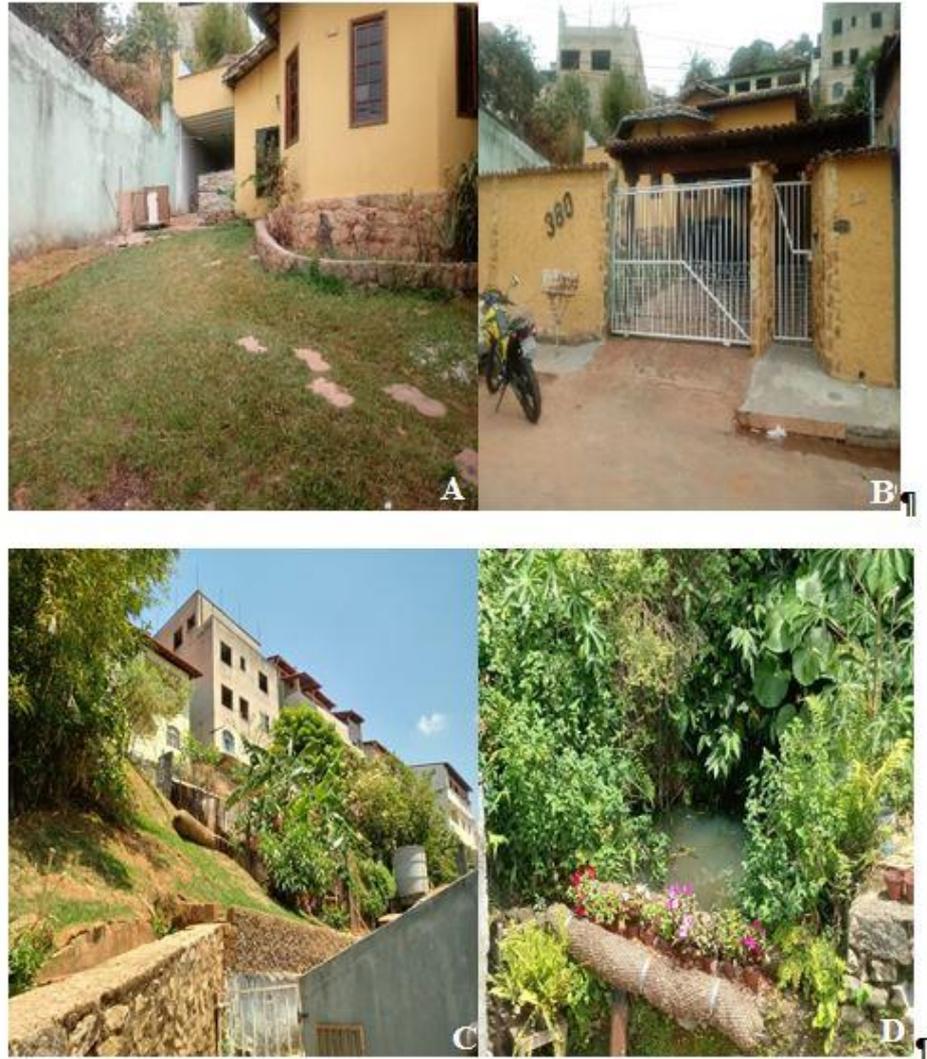
Por se tratar de uma área desocupada, não foi possível identificar a presença de uma pessoa responsável pela proteção e preservação do local.

Apesar de estar em região nobre da cidade, a nascente apresenta uma aparência de degradação dos parâmetros de qualidade.

#### 4.1.1.4 AR170

A nascente AR 170 está localizada dentro de uma residência (Figura 6 A e B) no bairro Diamante, região do Barreiro em Belo Horizonte.

**Figura 6** - Nascente AR170 (Bairro Diamante, Belo Horizonte)



A: Ângulo de visão de entrada da casa onde a nascente está localizada; B: Portão de entrada da residência; C: Vista do fundo da casa, onde está a nascente; D: Lago formado pela nascente.

Fonte: Autor, 2018.

Fica no fundo da residência, formando uma piscina, onde há criação de peixes (Figura 6 D). A piscina possui proteção e não foi identificada presença de animais.

A água apresentou-se levemente esverdeada (Figura 6 D), embora seu fluxo seja constate; a coloração é clara, com evidência de proliferação de algas.

Não há odor, nem óleos e espumas. Não foi localizado nenhum tipo de lançamento de

esgotos e nem a presença de lixo.

Detectou-se a presença de materiais flutuantes, como pequenas folhas, galhos e algas, além de pequenos aglomerados concentrados nas bordas do reservatório.

A vegetação do entorno encontra-se razoavelmente preservada. Em alguns pontos o solo está desprotegido, evidenciando erosões (Figura 6 C).

A proprietária da residência demonstrou grande preocupação em realizar a manutenção e preservação da nascente, que é bastante conhecida na região.

O cuidado da moradora remete a padrões visuais de boa qualidade e torna o ambiente bastante agradável.

Na mesma rua, foi identificada a existência de outras tantas nascentes em condições similares.

#### 4.1.2 Índice do Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes

Após o preenchimento dos protocolos de campo, os resultados obtidos para o IIAM nas nascentes avaliadas, variaram entre grau de preservação péssimo (E) observado nas nascentes AR032 e AR120 e razoável (C) associado às nascentes AR078 e AR170 (Quadro 2).

**Quadro 2** - Classificação quanto aos impactos macroscópicos nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais, 2018

Nascente	Pontuação Obtida	Grau de Proteção	Cuidador
AR032	24	Péssimo	Não
AR078	32	Razoável	Sim
AR120	25	Péssimo	Não
AR170	31	Razoável	Sim

Fonte: Autor, 2018.

Localizadas em cidades, as nascentes urbanas aqui estudadas se modificaram ao longo dos anos e se adaptaram de acordo com o crescimento do entorno ao qual pertencem. A interferência do meio é refletida na condição ambiental das mesmas, que se apresentam degradadas ou descaracterizadas.

Evidenciando grande impacto dos processos de urbanização bem como a alta densidade demográfica típica dos grandes centros urbanos, as nascentes estudadas na bacia do Ribeirão Arrudas refletem na análise dos parâmetros macroscópicos a interferência do meio em que

estão inseridas.

Conforme estudado por Gomes, Melo e Vale (2005), qualquer atividade humana provoca alterações nos processos naturais, por modificar seus rumos e romper o equilíbrio em maior ou menor grau, causando impactos altamente perceptíveis.

Os valores encontrados para os parâmetros macroscópicos (Tabela 5) resultam deste processo de urbanização e da conseqüente influência de ações humanas. Essas interferências são nítidas e modificam o aspecto físico da água e suas propriedades naturais (cor e odor). Também são observadas alterações na vegetação local que por vezes se encontra alterada ou até mesmo inexistente.

**Tabela 5** - Quantificação dos parâmetros macroscópicos nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais, 2018

PARÂMETROS	NASCENTES			
	AR032	AR078	AR120	AR170
Cor da água	3	3	3	2
Odor	2	3	2	3
Lixo	1	3	1	3
Materiais flutuantes	2	3	1	2
Espumas	3	3	3	3
Óleos	3	3	3	3
Esgoto	1	3	3	3
Vegetação	1	2	2	3
Uso por animais	1	3	1	3
Uso por humanos	1	1	1	1
Proteção do local	2	2	1	2
Proximidade com residência	1	1	2	1
Tipo de área de inserção	3	2	2	2
<b>TOTAL DE PONTOS</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>31</b>

Fonte: Autor, 2019.

A construção de casas e edificações em regiões anteriormente desabitadas, causando desmatamento e a formação de aglomerados e centros urbanos, além do descarte incorreto dos resíduos sólidos e do esgoto doméstico, desencadeando a presença de materiais flutuantes,

espumas e óleos nas nascentes, são os principais fatores responsáveis pelos piores índices de impacto ambiental, encontrados nas nascentes AR032 e AR120 (Quadro 2).

Esses resultados são corroborados por Gomes, Melo e Vale (2005), que demonstraram que a falta de proteção das áreas e a proximidade com residências são os principais fatores que influenciam os impactos ambientais, favorecendo a intensificação de outros parâmetros como lixo ao redor, materiais flutuantes, uso por animais e por humanos e a degradação da vegetação.

Os resultados encontrados também reforçam os dados apresentados por Felipe e Junior (2009), demonstrando que o uso e ocupação do solo na área do entorno das nascentes estudadas, bem como os impactos derivados dessa ocupação, podem alterar de maneira significativa a qualidade ambiental das nascentes.

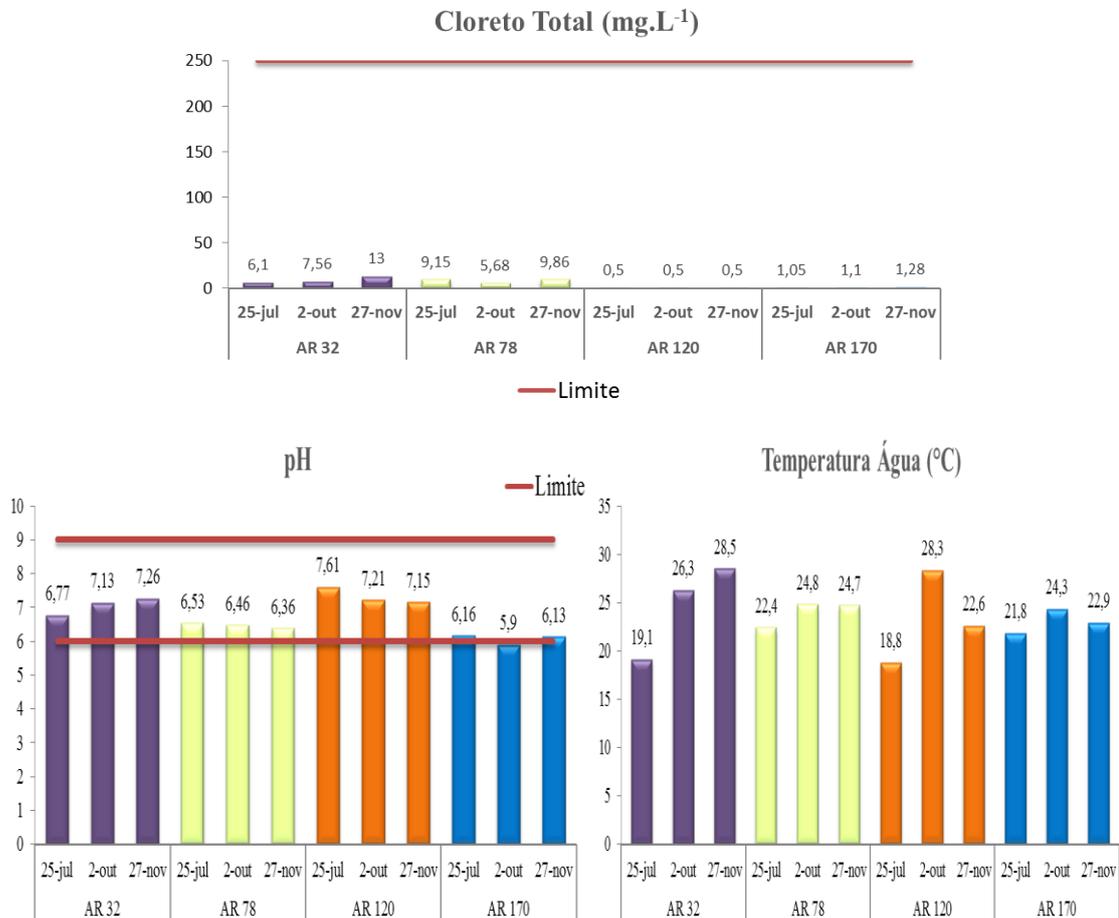
#### **4.2 Análise dos resultados das variáveis de qualidade das águas**

A variável cloreto apresentou resultados dentro do limite estabelecido pela legislação ( $250 \text{ mg.L}^{-1}$ ) (Figura 7), não sendo identificada nenhuma inconformidade. Embora o cloreto tenha se apresentado abaixo do valor máximo permitido, pode-se observar aumento na campanha do período chuvoso, demonstrando interferência das chuvas devido ao processo de lixiviação do solo, por meio do processo de carreamento para os corpos de água. Segundo Von Sperling (2005), em meio natural, o cloreto é oriundo da dissolução de minerais, além de ser proveniente dos despejos de efluentes domésticos e industriais. Além disso, o aumento da concentração de sólidos, também aumentada pelo período chuvoso, está associado ao aumento da presença de cloretos na água (CARTERI CORADI; FIA; PEREIRA – RAMIREZ; 2009).

Em relação ao pH, os resultados também se mantiveram dentro do limite estabelecido, entre 6 e 9 (Figura 7), apresentando algumas variações que podem estar associadas à temperatura e/ou presença de íons na água (LIMA, 2009).

Para temperatura, não há definição legal, e as medições apresentaram variações naturais relacionadas à temperatura do ar e variações climáticas (SOUZA, 2014) (Figura 7).

**Figura 7** - Valores de cloreto, pH e temperatura nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais



Fonte: Autor, 2019.

Em relação aos dados obtidos para turbidez e sólidos totais, detectou-se uma desconformidade na nascente AR032. Durante a segunda coleta, no mês de outubro, foi verificada uma turbidez excessiva na água (Figura 9), assim como a presença de grande quantidade de partículas sólidas. Esse fato justifica-se pela dificuldade encontrada na coleta, em função da aparência seca. Foi preciso retirar algumas pedras do fundo para que fosse possível a coleta. No entanto, a água estava barrenta e com a coloração escura (Figura 8). No local da coleta, em conversa com moradores locais, foi relatado que o vizinho ao lado estava realizando obras no terreno, o que provavelmente interferiu sobremaneira na qualidade da água avaliada.

**Figura 8** – Amostra de água coletada na nascente AR032 na Bacia do Ribeira Arrudas, em outubro de 2018

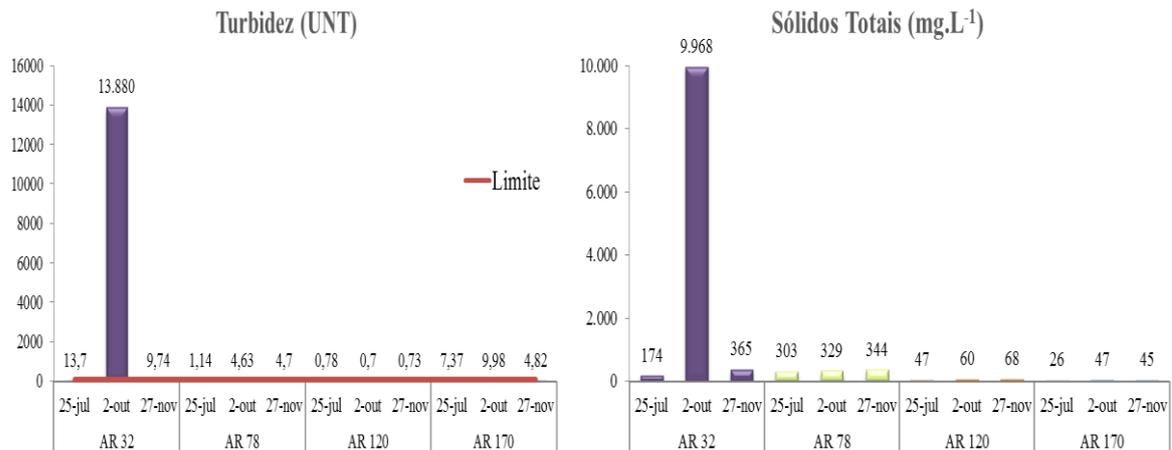


Fonte: Autor, 2018.

Embora não exista um limite legal estabelecido para a presença de sólidos totais, é evidente que o valor extrapolou a normalidade, atingindo quase  $10.000 \text{ mg.L}^{-1}$ . O alto valor de sólidos interferiu diretamente no valor de turbidez (Figura 9), que excedeu o limite de até 100 UNT definido pela legislação, corroborando resultados encontrados por Siqueira *et al.* (2012), que encontraram valores de turbidez associados ao material em suspensão devido à entrada de materiais carreados para o rio.

Ainda em relação às concentrações de sólidos totais, pode-se observar aumento conforme aumentaram as ocorrências de chuvas, fato corroborado por Carteri Coradi, Fia e Pereira (2009), resultado que interferem não só na turbidez mas também nas concentrações de cloreto, como abordado anteriormente.

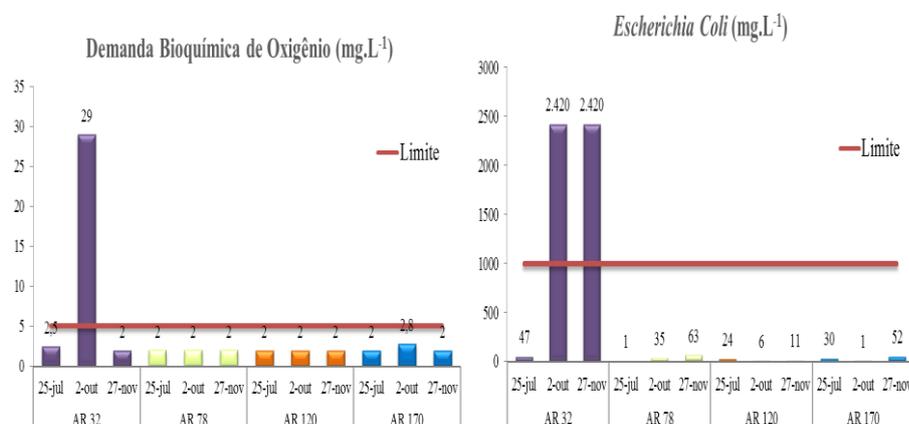
**Figura 9** - Valores de turbidez e sólidos totais nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais



Fonte: Autor, 2019.

Além da inconsistência relacionada aos sólidos e turbidez, a segunda coleta na nascente AR032 apresentou alterações nos valores de DBO e *E. coli* (Figura 10). Conforme identificado nas visitas a campo, há lançamentos de esgotos oriundos de algumas casas localizadas no entorno da nascente (Figura 11) e também presença de animais domésticos como cães, gatos e galinhas que podem explicar esse resultado. Em virtude da carga orgânica oriunda desses animais, há grande consumo do oxigênio disponível para o processo de oxidação da matéria orgânica. (SOUZA,2014). A identificação de *E. coli* confirma a contaminação de origem fecal, presente também na terceira coleta, evidenciada no período chuvoso em função da carga pontual dos lançamentos identificados.

**Figura 10** - Valores de DBO e *E.coli* nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais



Fonte: Autor, 2019.

**Figura 11** – Casas localizadas no entorno da nascente AR032, na Bacia do Ribeirão Arrudas em 2018



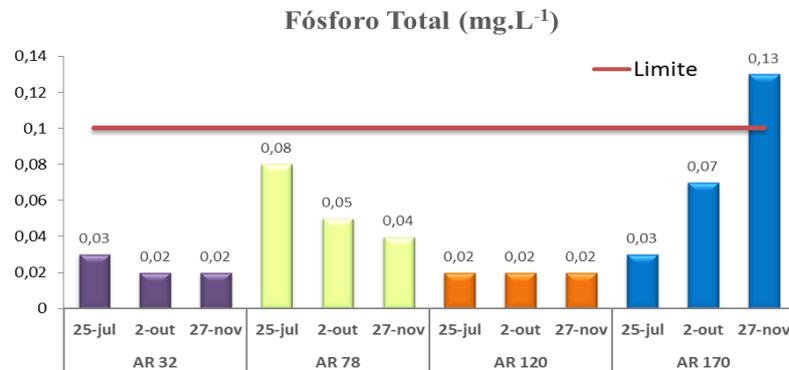
Fonte: Autor, 2018.

As bactérias do grupo coliformes, representados principalmente pela *Escherichia coli* e, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, são indicadoras de poluição por esgotos domésticos, e a sua presença em grande quantidade indica a possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos que são transmissores de doenças de veiculação hídrica, como disenteria bacilar, cólera e outras (CANTAI, 2006).

Apesar disso, verificou-se o consumo das águas para ingestão e higiene pessoal em pelo menos duas das nascentes avaliadas, sem o devido tratamento prévio, o que pode colocar em risco a saúde das pessoas que fazem o uso indevido dessas águas.

O resultado obtido para o fósforo na nascente AR170, na última campanha foi superior ao estabelecido pela legislação para águas doces de Classe 2, que é  $0,10 \text{ mg.L}^{-1} \text{ P}$  (Figura 12). Como a nascente está localizada numa área cercada por vegetação com parte do solo erodido, esse resultado pode ser consequente da decomposição natural da matéria orgânica biodegradável existente no solo e na água (BRAGA *et al.*, 2005). O incremento de fósforo, por sua vez, causa a proliferação de algas, evidenciada pela coloração esverdeada da água.

**Figura 12** – Valores de fósforo nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais

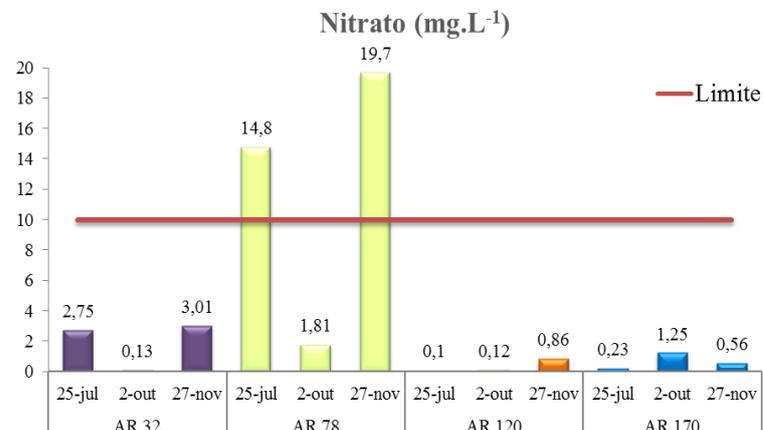


Fonte: Autor, 2019.

O período das chuvas e o carreamento de materiais do solo para o corpo de água aumentando a presença de sólidos, conforme demonstrado por Carteri Coradi, Fia e Pereira (2009), contribuem para esses resultados.

A nascente AR078 apresentou inconformidades de nitrato, cujo limite legal é definido em 10,0 mg.L<sup>-1</sup> N, em duas das três campanhas realizadas (Figura 13). A decomposição aeróbia leva à conversão de nitrogênio em nitrito e depois em nitrato; alto teor de nitrato sugere que a poluição aconteceu há mais tempo (VESILIND; MORGAN, 2013). O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada na água, e em altas concentrações demonstram condições sanitárias inadequadas, pois as principais fontes de nitrogênio nitrato são dejetos humanos e animais (IGAM, 2018).

**Figura 13** - Valores de nitrato nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais



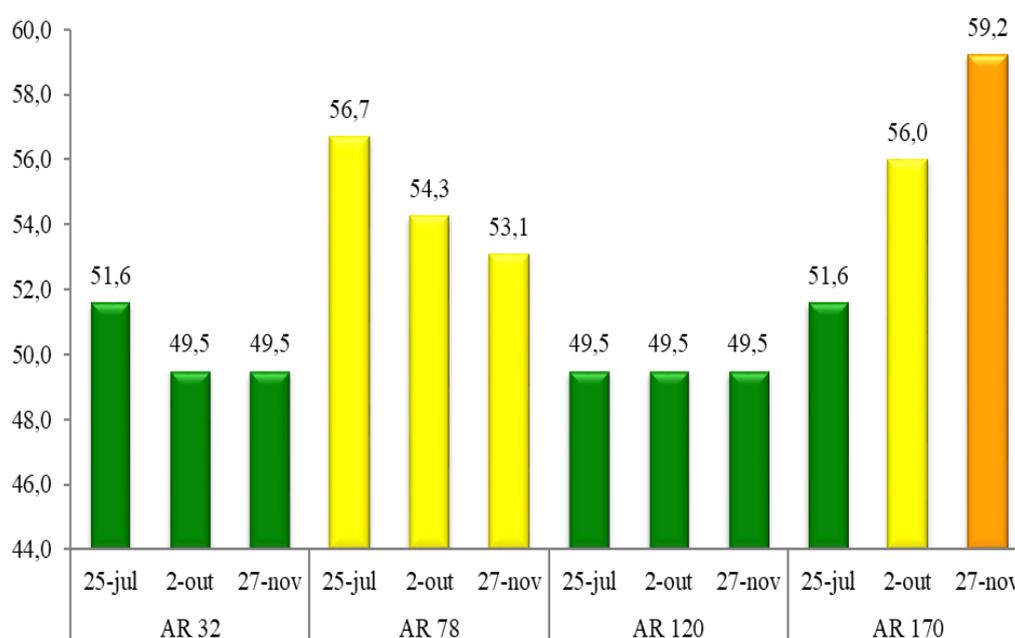
Fonte: Autor, 2019.

Quanto aos padrões de potabilidade estabelecidos e consolidados pela Portaria nº5 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017), todas as quatro nascentes analisadas apresentaram águas impróprias para o consumo humano, levando em consideração a recomendação da ausência total de microrganismos em águas usadas para a ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem.

### 4.3 Análise do Índice de Estado Trófico

As nascentes AR032 e AR120 apresentaram o menor grau de trofia (ambiente oligotrófico) (Figura 14), ou seja, pouco enriquecimento por nutrientes, apesar de estarem localizadas em áreas sem proteção e de acesso público. Esses resultados podem estar associados ao fato dessas nascentes, apesar da degradação de fatores macroscópicos avaliados, apresentarem vegetação do entorno razoavelmente preservada. Conforme observado por Marmontel e Rodrigues (2015), a presença da vegetação ciliar, preservada ou até mesmo perturbada, influencia concentrações mais baixas de algumas variáveis, pois funcionam como um filtro. Essas nascentes apresentaram uma constância do resultado oligotrófico em todas as campanhas realizadas.

**Figura 14** - Índice do Estado Trófico das nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais



Fonte: Autor, 2019.

Os resultados da nascente AR078 demonstraram médio grau de trofia (mesotrófico), com níveis de fósforo intermediários, porém aceitáveis, variando entre 0,035 e 0,137 mg.L<sup>-1</sup>, não apresentando variação entre as três campanhas realizadas em relação à classificação mesotrófica.

Mesotrófico também foi a classificação do ambiente da nascente AR170, que apresentou, em comparação com as outras nascentes estudadas, o pior grau de trofia em novembro, os resultados apresentaram-se bons na seca (mês de julho) e foram aumentando conforme intensificação do período chuvoso nos meses de outubro e novembro (Figura 14), conforme dados de chuva do INMET (2018).

As ações antrópicas exercidas sobre a nascente AR170, diferente das demais, indica interferência de um tipo de poluição difusa, cujos poluentes são carregados superficialmente para os corpos hídricos na ocorrência de chuvas. Essa característica fica evidente nos resultados do período chuvoso, quando os poluentes são diluídos com a água das chuvas e lixiviados para os corpos d'água. Conforme Braga *et al.* (2005), o incremento do fósforo pode ser de origem natural, oriundo do solo e até mesmo da água.

Corroborando com essa tendência, a nascente AR170 apresentou leve coloração esverdeada na última coleta, no mês de novembro. Esse fato pode estar relacionado aos níveis elevados de fósforo, o que pode causar eutrofização, que florações de algas ocorrem em função desse enriquecimento de nutrientes das águas observado no período chuvoso (CETESB, 2016). E pelo fato da nascente AR170 estar localizada em uma área densamente ocupada, esse resultado pode estar associado a alguma atividade das residências próximas (ROCHA; FONSECA; SOUZA, 2017).

#### **4.4 Análise de insetos bioindicadores**

Em todas as amostras de água coletas, nas três campanhas realizadas, não foi identificada a presença de insetos que revelassem ocorrência de modificações dos parâmetros ambientais, uma vez que a presença desses organismos em ambientes aquáticos específicos pode determinar se a qualidade da água é boa ou ruim e se existe poluição nesses locais ou não (BARBOSA, 2015).

A ausência dos insetos bioindicadores pode ser justificada pelo fato das nascentes avaliadas estarem localizadas em meio urbano e com avançado processo de antropização, impedindo o desenvolvimento desse tipo de ser vivo.

Em ambientes de rios e córregos, a ausência de insetos pode indicar poluição. Os impactos sofridos pelos corpos hídricos podem resultar em queda da biodiversidade aquática, por meio da alteração da estrutura das comunidades biológicas. Segundo Callisto, Gonçalves Junior e Moreno (2004), dependendo do nível de concentração de certos poluentes no ambiente, pode haver uma redução de crescimento e da reprodução, afetando principalmente o desenvolvimento desses seres ainda na fase larval.

Formas imaturas de muitas espécies de *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera* - insetos encontrados no sedimento ou substrato de ambientes aquáticos - podem ser simplesmente excluídas do ambiente em virtude da poluição. Quanto mais intensa for a poluição, mais pronunciadas serão as respostas ecológicas dos organismos aquáticos bioindicadores de qualidade de água (CALLISTO; GONÇALVES JUNIOR; MORENO, 2004).

Há que se considerar, também, que algumas das nascentes formam reservatórios utilizados para criação de peixe e que o entorno das mesmas é propício à existência de animais que podem se alimentar desse tipo de inseto.

Outro fator importante é que em algumas coletas, a turbidez excessiva da água pode configurar um fator limitante para o desenvolvimento dos insetos que ali pudessem existir. A alta turbidez está associada a presença de sólidos, conforme já abordado nos resultados anteriores, o que implica em menor incidência de luz, tornando a água menos atrativa para a postura de ovos de algumas espécies de insetos, dentre elas o *Aedes aegypti*, conforme discutido por Beserra *et al.* (2010). Entretanto, a alta turbidez também pode favorecer o desenvolvimento das larvas de *Aedes aegypti*, já que as mesmas são fotossensíveis (Beserra *et al.*, 2010).

#### **4.5 Análise da vazão**

Os resultados das medições de vazão demonstram que, apesar de toda a interferência do meio urbano em que estão inseridas, algumas nascentes ainda possuem vazão considerável e significativa (Tabela 6).

Destaca-se que, não foi possível realizar todas as medições para as nascentes AR032 e AR078 (Tabela 6).

A nascente AR032, na medição do mês de outubro, ainda no início do período chuvoso, estava completamente seca sem identificação de qualquer fluxo de água que permitisse a medição. Para realização da coleta para as análises laboratoriais, foram retiradas

algumas pedras no fundo do local onde a água se acumulava, de onde pode-se verificar pequeno fluxo de água. No local da medição, em conversa com moradores locais, foi relatado que o vizinho teria realizado um rebaixamento no terreno, o que provavelmente interferiu diretamente no fluxo do lençol freático. Houve relato, inclusive, de um auto de infração aplicado pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, em função do prejuízo causado. Até o fato ocorrido, não havia relato desta nascente ter secado em outras ocasiões.

**Tabela 6** – Valores de vazão nas nascentes avaliadas na Bacia do Ribeirão Arrudas, Minas Gerais

Nascente	Datas das Medições	Vazão (L.s <sup>-1</sup> )
AR032	25/07/2018	0,0055
	02/10/2018	-
	27/11/2018	0,015
AR078	25/07/2018	0,033
	02/10/2018	-
	27/11/2018	-
AR120	25/07/2018	0,166
	02/10/2018	0,22
	27/11/2018	0,246
AR170	25/07/2018	0,016
	02/10/2018	0,016
	27/11/2018	0,041

Fonte: Autor, 2019.

A nascente está localizada em área de APP com ocupação irregular, onde identificou-se grande quantidade de resíduos, lançamentos de esgotos e desmatamento da vegetação do entorno.

Essa mesma nascente, nas duas outras medições realizadas, apresentou os menores valores encontrados, resultado da intensa degradação ambiental proporcionada pelo contato direto e frequente das pessoas, conforme observado também por Gomes, Melo e Vale (2005).

Relacionando os aspectos de quantidade ao de qualidade, quanto menor a vazão, maior será a concentração das substâncias porventura ali presentes. Corroborado a esse fato, a

nascente AR032, com menores vazões aferidas, foi também a nascente com as maiores violações relacionadas às variáveis de qualidade de suas águas.

Para nascente AR078 também não foi possível realizar todas as medições, uma vez que a mesma forma um lago de fluxo constante para criação de peixes que demanda o esvaziamento total da mesma para a referida medição. O proprietário autorizou o procedimento apenas na primeira campanha feita no mês de julho.

Os resultados obtidos mostram o maior potencial de vazão para a nascente AR120, localizada em um terreno particular em bairro residencial da zona centro sul de Belo Horizonte, mas sem qualquer tipo de proteção e com acesso público.

Semelhante ao ocorrido na nascente AR032, a nascente AR120, por apresentar maior vazão, apresenta também melhores valores das variáveis de qualidade da água do que as outras nascentes, fato resultante do processo de diluição.

Ambas as nascentes, tanto a de maior vazão (AR120) quanto a de menor vazão (AR032), não apresentam a figura do cuidador, mas os resultados demonstram o impacto causado pela urbanização relacionado à quantidade das águas. Fatores como a impermeabilização e desmatamento dificultam a infiltração da água no solo, resultando na diminuição da quantidade das águas disponíveis.

Comparando os resultados das medições realizadas em períodos de seca e de chuva, como esperado, os maiores volumes foram encontrados nos períodos chuvosos.

#### **4.6 Avaliação da atuação dos cuidadores de nascentes**

Dentre as quatro nascentes estudadas, duas possuem a figura do cuidador que se constitui num agente voluntário e que realiza ações no intuito de proteger e garantir a preservação das nascentes.

Como forma de complementação da coleta dos dados, foram realizadas entrevistas do tipo semiestruturadas com os dois cuidadores cujas nascentes estudadas se localizam dentro das residências, nos meses de março e abril de 2019.

##### Cuidador nº 1 – Nascente AR078

Sabará, entrevista feita em 10/03/2019.

Entrevistado identificado por J., 56 anos, profissão eletricitista, estudou até 7ª série do 1º grau. Possui 3 filhos e reside no mesmo lote, totalizando 19 pessoas de 9 núcleos familiares, sendo todos irmãos da mesma família.

### Cuidador nº 2 – Nascente AR170

Belo Horizonte, entrevista feita em 30/04/2019.

Entrevistado identificado por Z., 75 anos, profissão costureira, possui 1º grau completo. Possui 3 filhos e reside com 6 pessoas da mesma família.

O primeiro cuidador disse utilizar a água da nascente para tudo inclusive para consumo, sem, contudo, realizar algum cuidado prévio nessa utilização pois acredita ser a água limpa e não contaminada, sendo a água da nascente a única fonte utilizada por ele. O segundo participante disse não utilizar a água na cozinha, pelo fato da mesma não ser tratada, apesar de ter aparência de limpa e não apresentar mau cheiro, e afirmou usar água da COPASA também.

Ambos responderam ter conhecimento sobre o fato da água poder transmitir doenças, mas não relataram nenhuma ocorrência a esse respeito.

Quanto à importância da água em suas vidas, o primeiro participante afirmou que além da importância prática, a água da nascente possui um valor sentimental para ele por estar ligada à memória do seu pai e que enquanto for vivo não deixará que se acabe. Já a segunda pessoa entrevistada relata uma importância financeira relacionada à utilização da água da nascente, proporcionando economia na conta de água, mas afirma também ter importância para o meio ambiente evitando a falta de água.

Ambos os entrevistados disseram realizar ações de limpeza tais como varrição e manutenção nas nascentes e que em episódios de falta de água na região, as pessoas procuram pelas respectivas nascentes.

As questões que abordaram a gestão dos recursos hídricos demonstram falta de conhecimento por parte dos participantes, embora o segundo entrevistado tenha relatado já ter ouvido falar sobre o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Ambos dizem desconhecer ações do poder público relacionadas aos recursos hídricos.

A transcrição das entrevistas na íntegra está disponível no Apêndice C.

Pelas respostas apresentadas, é possível observar que uma das nascentes (AR078) representa mais do que um recurso para o cuidador. Ela possui valor sentimental e representa um vínculo com a família, com o ente querido e com a própria história de vida do mesmo. O vínculo afetivo com o recurso hídrico está diretamente associado à sustentabilidade ambiental que tanto buscamos, para que possamos viver com melhor qualidade (ARROJO, 2006).

Já para a outra nascente (AR170), é possível verificar que a nascente representa importante recurso sob o ponto de vista econômico, visto que o uso da água fornecida pela COPASA é mínimo e destinado somente para a cozinha, na higiene e no preparo dos

alimentos. De certa maneira, essa percepção está alinhada tanto à Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433 de 1997), quanto à Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei 13.199 de 1999), que define a água como bem natural de domínio público e valor econômico.

Em ambas as nascentes, as ações realizadas para proteção e preservação se mostram intuitivas, visto o desconhecimento a respeito da gestão de recursos hídricos e dos entes envolvidos, o que demonstra certa apatia social em relação ao processo de gestão das águas (JUNIOR, 2003).

#### **4.7 Análise integrada dos resultados**

Considerando os resultados obtidos, em alguns aspectos, principalmente no que diz respeito aos parâmetros macroscópicos (IIAM), pôde-se perceber a interferência das ações dos cuidadores melhorando os aspectos físicos daquelas nascentes localizadas em residências, decorrência do cuidado e ações de preservação realizadas constantemente. Os melhores resultados de IIAM foram encontrados nas nascentes com cuidadores (AR078 e AR170).

Já os dados de vazão se apresentaram inconclusivos quando relacionados à presença dos cuidadores, sendo que tanto a maior vazão encontrada (AR120) quanto a menor (AR032), se localizam em áreas de nascentes sem cuidador.

Entretanto, é claro a interferência de fatores oriundos da urbanização e crescimento demográfico, principalmente pela impermeabilização do solo e desmatamento das áreas das nascentes, hoje ocupadas por residências e dificultando a infiltração das águas da chuva para recarga do lençol freático.

Importante registrar que quanto menor a vazão, maior é a concentração das substâncias avaliadas, sendo os fatores vazão e variáveis, indissociáveis para a discussão dos aspectos de qualidade e quantidade das águas.

Em relação aos resultados de IET, os resultados encontrados demonstram, ao contrário dos parâmetros macroscópicos, que mesmo com a atuação dos cuidadores, o fato das nascentes estarem localizadas próximo de residências, faz com que o impacto sofrido seja intensificado pela presença e atuação humana, causando maior degradação, conforme mencionado por Gomes, Melo e Vale (2005). Os melhores resultados de IET foram encontrados nas nascentes sem cuidadores (AR032 e AR120) e o pior resultado na nascente AR170 no período chuvoso, provavelmente fonte de alguma contaminação difusa do entorno onde se localiza.

Os resultados demonstram que as nascentes, bem como têm-se observado com as águas brasileiras, de modo geral, possuem a qualidade comprometida. A presença de substâncias tais como coliformes termotolerantes, fósforo e nitrogênio nitrato são indicativos da interferência dos esgotamentos domésticos lançados nos corpos de água sem tratamento adequado. A influência do lançamento de esgotos fica ainda mais evidente em grandes centros urbanos, como é o caso de Belo Horizonte, pela concentração populacional e urbanização crescente.

As ações já desenvolvidas pelos cuidadores são intuitivas e se limitam a uma nascente específica, uma vez que não atingem a bacia como um todo. De todo modo, possuem relevância local e precisam ser intensificadas e aprofundadas, passando inclusive à responsabilidade do poder público, integrando um novo modelo de gestão, mais eficiente e participativo e de modo a garantir a preservação das nascentes e a melhoria ambiental das mesmas.

## 5 CONCLUSÃO

As nascentes apresentam a qualidade ambiental comprometida.

A nascente AR032 apresenta valores acima do limite permitido para turbidez, sólidos, DBO e *E. coli*, baixa vazão aferida e índice de impacto ambiental macroscópico péssimo. O índice do estado trófico é bom, com indicação de um ambiente oligotrófico.

A nascente AR120 não demonstra inconsistências das variáveis de qualidade de água, tem boa vazão e índice de estado trófico bom, indicando um ambiente oligotrófico. Apresenta índice de impacto ambiental macroscópico péssimo.

As nascentes com os melhores (AR120) e piores (AR032) resultados não possuem cuidador.

As nascentes AR078 e AR170 possuem cuidadores e boa avaliação dos aspectos macroscópicos com índice de impacto ambiental razoável e aferições medianas dos valores de vazão. AR078 apresenta inconformidades nas concentrações de nitrato e médio grau de trofia; classificada como ambiente oligotrófico, assim como a nascente AR170.

Sob o ponto de vista social, as nascentes são consideradas importantes, pois fortalecem o vínculo com os recursos hídricos, sendo as ações desenvolvidas pelos cuidadores, agentes voluntários e que atuam em suas residências com o intuito de preservar e proteger a água ali existente, pontuais e insuficientes para proporcionar água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos, especialmente consumo humano.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE BACIA HIDROGRÁFICA PEIXE VIVO. **Ato Convocatório nº. 020/2011.** Contratação de consultoria especializada para execução dos trabalhos de levantamento de áreas de nascentes hídricas e cadastramento dos respectivos proprietários, em áreas urbanas nas bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça – Bacia do rio das Velhas. Disponível em: <http://www.agbpeixevivo.org.br>. Acesso em abril de 2018.

AGÊNCIA DE BACIA HIDROGRÁFICA PEIXE VIVO. **Ato Convocatório nº. 004/2015.** Contratação de empresa especializada para revitalização de nascentes urbanas na bacia hidrográfica do ribeirão Arrudas e divulgação de práticas ambientais para proteção e conservação das nascentes. Disponível em: <http://www.agbpeixevivo.org.br>. Acesso em fevereiro de 2018.

AGÊNCIA DE BACIA HIDROGRÁFICA PEIXE VIVO. **Ato Convocatório nº. 019/2017.** Contratação de pessoa jurídica especializada para execução de projeto de recuperação e conservação de nascentes urbanas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Arrudas, em Belo Horizonte e Sabará, Minas Gerais. 2017. Disponível em: <http://www.agbpeixevivo.org.br>. Acesso em abril de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, Portal da Qualidade das Águas. **O Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA.** Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br>. Acesso em junho de 2018.

APHA (2017). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 23. ed. New York.

ARROJO, P. **Los retos éticos de la nueva cultura del agua.** *Polis* [En línea], 14, 2006. Disponível em: <http://journals.openedition.org/polis/5060>. Acesso em julho de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento.** Rio de Janeiro, 1987.

BARBOSA, B.C. **Vespas sociais (Vespidae: Polistinae) em fragmento urbano: riqueza, distribuição espacial e redes de interação.** Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Comportamento e Biologia Animal. UFJF. 2015

BESERRA, E. B.; FERNANDES, C. R. M.; SOUSA, J. T. de; FREITAS, E. M. de; SANTOS, K. D. Efeito da qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology.** v. 39, n. 6, p. 1016-1023. 2010.

BOHRER, R. E.; VASCONCELOS, M. C.; SIPPERT, L.; BISOQNIN, R.; SOUZA, L. E. Estudo e Implantação de Projeto de Monitoramento de Vazão das Principais Nascentes do Lajeado Eral Novo. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, Edição Especial Curso

de Especialização em Educação Ambiental. p. 108-111 **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas** – UFSM. 2015.

BONI V.; QUARESMA S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais. **Rev Eletr Pós-graduados Sociol Polit** [on-line]. v.2, n.1, p.68-80. 2005. Disponível em: <http://www.emtese.ufsc.br>.

BORTOLUZZI, L. N.; FERNANDEZ, Q. V. Q. Medição da vazão líquida em pequenos cursos d'água de Marechal Cândido Rondon (PR). **Geografia: ensino & pesquisa**, n. 12, p 4265-4275. 2008.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p.

BRASIL. Lei nº. 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário do Executivo** – "Minas Gerais", 30 de janeiro de 1999.

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**, 28 de maio de 2012.

BRASIL. Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro 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 março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, 9 de janeiro de 1997.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema único de Saúde. **Diário Oficial da União**, 03 de outubro de 2017.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março 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 República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção 1, p. 58-63. 2005.

CANTAI, C, M. M. **Índice de qualidade da água: um estudo comparado**. 2016. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Porto Velho, 2016.

CALLISTO, M.; GONÇALVES Jr., J. F.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. v. 1, p. 1-12. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

CARTERI CORADI, P.; FIA, R.; PEREIRA -RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 4, n. 2, p. 46-56. Universidade de Taubaté. Taubaté, Brasil, 2009.

CARVALHO, T. M. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **Revista brasileira de geografia física**, v. 1, n.1, p. 73-85, Recife-PE, 2008.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH RIO DAS VELHAS). **Cartilha Plano Diretor de Recursos Hídricos** – Unidade Territorial Estratégica Ribeirão Arrudas. 2016. 12 p. Disponível em: <http://cbhvelhas.org.br/arrudas/>. Acesso em Abril de 2018.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS (CBH RIO DAS VELHAS). Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. **Resumo Executivo**. 2016. Disponível em [http://200.98.167.210/site/arquivos/RE\\_VELHAS\\_Rev01.pdf](http://200.98.167.210/site/arquivos/RE_VELHAS_Rev01.pdf). Acesso em: março de 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Apêndice E: **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem** - 2016. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em: março de 2018.

CONSÓRCIO ECOPLAN ENGENHARIA, SKILL ENGENHARIA (CONSÓRCIO ECOPLAN/SKILL). **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**. 2016.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 1998. Rio de Janeiro: Interciência. 575p.

FIGUEIREDO, M. C. B. de; TEIXEIRA, A. S.; ARAUJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; PAULINO, W. D.; MOTA, S.; ARAUJO, J.C. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 399-409. 2007.

FELIPPE, M. F.; JUNIOR, A. P. M. Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte-MG. *In*: Brasil, 10 anos após a Conferência do Cairo – 6º Encontro Nacional Sobre Migrações. Belo Horizonte, MG, Brasil. **Anais do: ABEP**, Belo Horizonte. 2009.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em Unidades de Conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA- **Manual Prático de Análise de Água. Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água**. 3. ed. rev., Brasília (DF), 2009, 145p.

GENRICH, A. V. S. **Análise de impactos ambientais na cabeceira de drenagem da bacia do córrego Vilarinho** - regional Venda Nova - RMBH-MG. 2002. 90f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, Belo Horizonte, 2002.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes da cidade de Uberlândia- MG: análise macroscópica. **Sociedade e Natureza** ano 17, n. 32, p. 103-120, 2005.

GUIMARÃES, E. S.; SANTOS, J. S. G.; SILVA, A. C. F. X.; EL-DEIR, S. G. **Análise de espécies bioindicadoras de águas residuais do sistema produtivo, uma opção de monitoramento ambiental para a engenharia de produção**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 34.; 2014. PR, Brasil, 2014.

GUIMARÃES, G. A.; RIBEIRO, R. L. **Análise macroscópica das condições ambientais em nascentes na cidade de Rio Verde-GO**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Engenharia Ambiental. Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Rio Verde, 2012.

HALL, M. J. **Urban Hydrology**. London: Elsevier Applied Science, 1984.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. SF3 – **Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2017**: Resumo Executivo. Belo Horizonte, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. **Gráficos de chuva, Belo Horizonte, 2018**. Disponível em [http://www.inmet.gov.br/sim/abre\\_graficos.php](http://www.inmet.gov.br/sim/abre_graficos.php). Acesso em julho de 2019.

JUNIOR, W. C. S. **Participação social e aspectos econômicos da gestão de recursos hídricos no Brasil**. 2003. 221f. Tese de doutorado em Economia Aplicada (área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Instituto de Economia da UNICAMP. Campinas, São Paulo, 2003.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. São Paulo: USP/ Departamento de Ecologia. 2004. 235 f. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2004.

LEITÃO, C. H. M. **Identificação das nascentes da cidade de Curitiba**: uma demonstração de possibilidade de estratégias de incentivo fiscal para preservação ambiental. 17 f. Sociedade Paranaense de Ensino e Informática, Curitiba, 2010.

LEITE, G. L. D.; SÁ, V. G. M. **Apostila: Taxonomia, Nomenclatura e identificação de espécies**. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. Montes Claros/MG., 2010.

LIMA, C. M. **Qualidade da Água da Nascente Jardim da Luz do Córrego Barreiro em Goiânia/GO**. 56 f. - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, GOIÂNIA, 2009.

LIMA, J. A. FAVA, R. A. C.; CHECOLI, C. H. B.; MARCHETO, M. Abordagem morfopedológica como subsídio ao entendimento da dinâmica hídrica de nascentes de cabeceira: Revisão de Literatura. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XIX, 2011, Maceió-AL. **Anais** [...] Maceió: ABRH. 12 p. 2011.

LOPES, O. H. P.; TOLEDO, T. N. R.; PARREIRA, A. G.; FERREIRA, B. A. Estudo transversal da qualidade da água da Comunidade de Corumbá (Cláudio-MG). **Biochemistry and Biotechnology Reports**. Edição Especial, v. 2, n. 2, jun., p. 143-145, 2013.

LUME ESTRATÉGIA AMBIENTAL (LUME). **Catálogo do Projeto de Valorização de nascentes urbanas**. 2012. Disponível em:<http://www.agbpeixe vivo.org.br/images/AAGB/comites/cbhsf5/Catalogo%20Projeto%20Valorizacao%20de%20Nascentes%20Urbanas.pdf>. Acesso em: Abril de 2018.

LUZ, C. N. **Uso e ocupação do solo e os impactos na qualidade dos recursos hídricos superficiais da bacia do rio Ipitanga**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n.2, p.:171-181. 2015.

MEDEIROS, I. H. Programa DRENURBS, **Nascentes e Fundos de Vale. Potencialidades e desafios da gestão socioambiental do território de Belo Horizonte a partir de suas águas**. – Universidade Federal de Minas Gerais. 2008.

MINAS GERAIS (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) / Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (CERH-MG) nº. 01, de 05 de maio de 2008. 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 do Executivo** - “Minas Gerais”, 13/05/2008.

MINAS GERAIS (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº. 20, de 24 de junho de 1997. Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas. **Diário do Executivo** - “Minas Gerais”, 24/06/1997.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; FERNANDES, D. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books. 176 p. 2010.

NEUMANN-LEITAO, S.; EL-DEIR, S. G. **Uso de bioindicadores no monitoramento da qualidade ambiental**. 1. ed. Recife: Instituto Brasileiro Prociudadania, p.19-49, 2009.

NOGUEIRA, P. F.; CABRAL, J. B. F.; WACHHOLZ, F.; CORDEIRO, S. F. O. **Análise Espacial e Avaliação do Estado Trófico do Lago da UHE Caçu-GO**. PIBIC 2011/2012.

PARAGUAÇU, L.; MIRANDA, V.; FELIPPE M.; JUNIOR, A. M. A influência da urbanização na qualidade das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. *In*: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 8.; 2010. Recife/PE. **Anais [...]** Recife/PE: UFPE, 2010.

PRATTE-SANTOS R.; TERRA V. R.; BARBIÉRI R. S. Perspectivas da avaliação da qualidade da água em rios por intermédio de parâmetros físicos, químicos e biológicos. **Natureza on line**, v.6, n.2, p.63-65, 2008.

ROCHA, B. F.; FONSECA, A. R.; SOUSA, F. F. Análise Macroscópica e Parâmetros Microbiológicos de nascentes da área urbana de Cláudio, Minas Gerais, Brasil, **Conexão Ci.** | Formiga/MG, v. 12, n 3, p.17-33, 2017.

SÁNCHEZ, L. H. **Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e Métodos.** São Paulo: Oficina de texto. p.06-95, 2008.

SAUNDERS, R. J.; WARFORD, J. J. **Abastecimento de água em pequenas comunidades: aspectos econômicos e políticos nos países em desenvolvimento.** ABES/ CODEVASF/ BNH. Rio de Janeiro RJ: 252p., 1983.

SEPULVEDA, R. Sub-comitês como proposta de descentralização da gestão das águas na bacia do Rio das Velhas: o Projeto Manuelzão como fomentador. **Cadernos Manuelzão.** v. 1, n. 2, p.5-11, Belo Horizonte: Projeto Manuelzão, 2006.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A. M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará – Brasil). **Acta Amazonica.** v. 42, n. 3, p. 413 – 422, 2012.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso do Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil.

**Revista Eletrônica do Prodema [online]**, v. 8, n.1, p.26-45, 2014. Disponível: [http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/r\\_ede/article/viewFile/217/51](http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/r_ede/article/viewFile/217/51). Acesso: 05 abr. 2018.

TUNDISI, J. G. **Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios.** São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 24 p. 1999.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 452 p. 2005.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Ofício de autorização CBH Rio das Velhas



#### AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS

Eu, **Marcus Vinicius Polignano**, Presidente e representante do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – CBH Velhas, autorizo que a aluna **Patrícia Sena Coelho Cajueiro**, discente regularmente matriculada no curso de mestrado em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, da Universidade do Rio Verde – Unincor utilize os dados referentes ao “Projeto Hidroambiental: Valorização das Nascentes Urbanas nas Bacias do Ribeirão Arrudas e Onça”, nas suas diversas etapas.

Destaca-se que o foco principal será a terceira fase, executada no âmbito do Contrato nº 02/2018, cujo objeto é a **recuperação e conservação de nascentes urbanas na bacia do Ribeirão Arrudas** em Belo Horizonte e Sabará.

Esclareço, ainda, que a utilização das informações terá como objetivo o cumprimento dos objetivos previstos na pesquisa realizada no âmbito do curso do mestrado, podendo os mesmos ser publicados e divulgados para este fim.

Belo Horizonte, 02 de maio de 2018

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized initial 'M' followed by a long horizontal stroke.

**APÊNDICE B - Ofício de autorização Agência Peixe Vivo****AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS**

Eu, **Célia Maria Brandão Fróes**, Diretora Geral e representante legal da Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo – Agência Peixe Vivo, autorizo que a aluna **Patrícia Sena Coelho Cajueiro**, discente regularmente matriculada no curso de mestrado em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, da Universidade do Rio Verde – UNINCOR utilize os dados referentes ao “Projeto Hidroambiental: Valorização das Nascentes Urbanas nas Bacias do Ribeirão Arrudas e Onça”, nas suas diversas etapas.

Destaca-se que o foco principal será a terceira fase, executada no âmbito do Contrato nº 02/2018, cujo objeto é a **recuperação e conservação de nascentes urbanas na bacia do Ribeirão Arrudas em Belo Horizonte e Sabará**.

Esclareço, ainda, que a utilização das informações terá como objetivo o cumprimento do escopo previsto na pesquisa realizada no âmbito do curso do mestrado, podendo os mesmos ser publicados e divulgados para este fim.

Essa ação fortalece o Acordo de Cooperação Técnica, firmado entre Agência Peixe Vivo e a UNINCOR em 2017, com vigência de 05 (cinco) anos, visando a cooperação acadêmica, técnica, científica entre os entes.

Belo Horizonte, 02 de maio de 2018

## APÊNDICE C – Transcrição das Entrevistas semiestruturadas com os Cuidadores

### Nascente AR078

Cidade: Sabará - MG

Data: 10 de Março de 2019

#### 1) Delimitar o perfil do cuidador

1.1 Nome completo: J. C. da S.

1.2 Data de nascimento (idade): 23/02/1963 – 56 (cinquenta e seis) anos

1.3 Cidade onde nasceu: Sabará – MG

1.4 Endereço: Rua Minas Gerais, 452, bairro Nações Unidas

1.5 Profissão: Eletricista

1.6 Escolaridade: Até a 7ª série (ensino fundamental incompleto)

1.7 Número de filhos: 3 (três) filhos

1.8 Quantas pessoas residem no local: 8 (oito) famílias, cerca de 19 (dezenove) pessoas.

#### 2) Identificar o vínculo com os recursos hídricos

2.1 Você ou alguém que reside aqui faz uso da água da nascente? Para que?

2.2 Se há consumo, há algum cuidado antes de consumi-la?

2.3 Você usa água de outra fonte? Qual? (por exemplo, poço ou COPASA)

2.4 Você acha que a água da nascente é limpa? Por que?

2.5 Sabe que a água pode transmitir doenças? Já ficou doente por isso? Se sim qual tipo de doença?

2.6 Qual a importância dessa água? (exemplificar situações)

2.7 Por que manteve a nascente?

2.8 Quais ações são feitas para proteger a nascente?

2.9 As pessoas da comunidade sabem da existência? Se sim, fazem uso? E para que?

#### 3) Identificar o conhecimento sobre a gestão de recursos hídricos

3.1 Sabe o que é bacia de recursos hídricos? Se sim, sabe onde está inserida?

3.2 Conhece o CBH Rio das Velhas?

3.3 Se sim, acha importante o que ele faz?

3.4 Como acha que o poder público (prefeitura, Governo do Estado de Minas Gerais, e Governo Federal) cuida das águas?

J: São todos irmãos, né? Parentes, que moram aqui. Cada um tem a sua casa, separada.

#### P: Mas tudo no mesmo lote?

J: Tudo no mesmo lote.

#### P: Esse lote era do pai do senhor?

J: Era. Do nosso pai.

**P: Tive uma notícia conversando com o pessoal que seu pai tinha muito apreço por essa nascente, né?**

J: Sim, em 1974, sou meio ruim de guardar data, já tinham esses lugares aqui que nasciam, que era nascente mesmo. O lote tinha minas, inclusive lavava vasilha ali naquele pocinho, entendeu? A gente lava vasilha ali. E meu pai pagou um moço, com o nome de “Sodé”, que eu lembro até hoje e ele trocou, entendeu? Deu uma bicicleta pra que ele furasse essa cisterna pra ele. Essa cisterna tem, me parece, 1,5m de terra só. Ela foi toda furada na rocha.

**P: Essa aqui do fundo?**

J: Isso. Ela foi furada na rocha, com explosivos pequenos, que eu me lembro, né? E o moço colocava os explosivos e depois retirava as pedras. E eu achei muito interessante que quando ela tinha mais ou menos uns cinco metros de profundidade, eu lembro do último explosivo que ele tinha colocado, e quando o explosivo estourou, deu cinco minas, mas parecia uma torneira aberta, nunca tinha visto uma coisa daquela, parecia uma torneira esguichando, tanto é que essa cisterna enche tanto que ela tem um ladrão, um cano que vai pra rua. No tempo das águas mesmo você pode tirar até com a mão mesmo que você pode abrir ela ali e pegar que é fácil. Ela mina muita água. Teve uma vez que caiu alguma coisa lá dentro da cisterna, que eu não lembro o que é, que nós não conseguimos tirar porque é muita água que mina.

**P: E é a mesma água desse pocinho aqui?**

J: Era. Porque abaixo da casa do meu irmão, onde tem essa outra mina, tinha um pé de jambo e toda vida minou ali. Meu cunhado quando tinha caminhão, tinha até dificuldade de colocar caminhão aqui dentro, porque era muito úmido. A gente criava até peixe ali, entendeu? E nisso a gente começou a canalizar ela pra rua, ela corria diretamente pra rua e vivia molhando o asfalto. Quando a gente conheceu a COPASA, ela chegou aqui e até queria multar a gente, aí meu pai falou com o rapaz assim: “oh, você vai ter que multar aquilo lá em cima porque essa água é nascente daqui”. Aí ele chegou, bebeu água...

**P: E você falou que aqui na região tem muita né?**

J: Tem, essa água é tubulada. Debaixo da casa da minha mãe tem uma escada, você vai ver uma escada ali. Ali tem um cano de 100mm com um joelho, porque construiu a escada em cima dele. Ele joga pra rua, ela vai embora pro esgoto. Ela corre dia e noite, entendeu? Junto com essa água do pocinho que é dessa nascente também. Tem um ralo ali, não sei se você chegou a ver. Esse ralo vai pra esse cano também e dali vai embora. Aqui embaixo nessa praça, era uma rua, um buracão mesmo, enorme e tinha mina também embaixo. Tinha um poço e o pessoal da região pegava água pra fazer uso da água, era uma água de mina, muito boa, muito saudável e eles pegavam essa água pra poder cozinhar, tomar banho, entendeu?

**P: E aqui, S.J., alguém aqui do lote, ou até mesmo o senhor, vocês fazem uso da água essa nascente?**

J: Fazemos, eu não tenho água da COPASA. A minha água é da cisterna, da nascente.

**P: Então toda a água que você usa é dessa nascente?**

J: É dela.

**P: Então pra todo o consumo você não usa a água da COPASA, só da nascente?**

J: Não, eu não.

**P: Vocês tomam algum cuidado antes de consumir essa água?**

J: Já fizemos, mas tem muito tempo que não fazem essa análise.

**P: Mas eu digo, se vocês fervem? Antes de consumir, vocês cloram a água, tem algum tipo de cuidado?**

J: Não. Inclusive, é uma coisa bem interessante porque eu queria ver a diferença dessa daqui pela aquela de lá porque essa daqui fica exposta. A da cisterna não, a gente consome desde pequeno.

**P: Desde quanto tempo? Porque o senhor citou 1974 mais ou menos quando abriu a cisterna...**

J: 1974, isso mesmo.

**P: Então quer dizer que não tem nenhuma outra água, de outra fonte como COPASA?**

J: Não. Aqui no lote usa eu e meu irmão.

**P: As outras famílias usam COPASA?**

J: Usam COPASA, não sei se eles interessaram ou não interessaram, mas poderia todo mundo usar porque a água é bastante e dá pra todo mundo.

**P: E como o senhor falou, o senhor acredita que essa água esteja com uma qualidade boa, uma água genuína...**

J: Uma mina que esguicha não pode ser uma coisa que seja uma água ruim, que não seja descontaminada, acredito eu né?

**P: Certo, mas o senhor tem conhecimento de que a água pode transmitir algumas doenças. Aqui na família, o senhor tem conhecimento se alguém já ficou doente por conta do uso da água?**

J: Não, que eu me lembre não.

**P: O senhor sabe qual tipo de doença que a água pode transmitir?**

J: Algumas que tinha que eu nem sei se existe mais. Xistose é uma delas né? Que eu saiba é isso.

**P: E qual é a importância, seu J., dessa água aqui para vocês?**

J: Pra mim ela é muito importante porque eu uso dela pra tudo, entendeu? E é uma coisa também que eu gosto, cuido, eu fico até pensando quando a gente partir, morrer, eles

chegarem e tampar essa mina... É uma coisa que meu pai teve muito apego por isso, ele ficou muito feliz com essa cisterna, com essa fonte...

**P: Ele pediu pra vocês cuidarem da água?**

J: Não, nunca pediu, mas ele sabia porque toda vida ele passava sempre as ideias dele pra gente, né? É uma coisa que pra ele foi um presente, um presente de Deus essa água, ele jamais ia querer entupir ela, entendeu? Mesmo se oferecer água de graça, eu não queria trocar, eu não troco.

**P: Então ela tem pro senhor um papel, não só da questão do uso, mas um valor sentimental, pode-se dizer...**

J: Isso, muito grande, entendeu? Enquanto eu tiver vivo, eu não vou deixar nunca entupir ela. Eu estaria matando uma coisa que ele fez.

**P: Então, a próxima pergunta era o porquê de manter a nascente e é isso que o senhor tá dizendo, né? Da importância, do que ela representa pra você e não só o valor, como se diz, financeiro, mas também esse valor sentimental...**

J: É, tem um valor muito grande. Meu pai gostava muito dessa cisterna.

**P: É, a gente teve notícia mesmo que ele tinha muito apego e apreço por ela. Qual a ação, seu J., que vocês tomam aqui para preservar? Porque a gente vê aqui que ela tá bem cuidada, mas eu queria que o senhor dissesse aqui pra gente qual o tipo de cuidado que vocês têm pra proteger e manter a água dessa nascente.**

J: Olha tem coisas que eu não sei como proceder pra ela ficar uma água saudável, entendeu? O que põe dentro dela. Mas proteger, varrer, limpar, manter, a gente faz.

**P: A gente vê que vocês não têm lixo no local, tá bem limpinho, com plantas ali ao redor, fez um paisagismo bonito ali ao redor... As pessoas da comunidade sabem da existência dessa nascente?**

J: Quase todo mundo sabe. Quando falta água da COPASA, quando não tem água, todo mundo vem pra cá pegar.

**P: Então eles fazem o uso da água, pra consumo... Quando acaba a água na casa das pessoas, todo mundo sabe da água e vem aqui buscar água da nascente?**

J: Fazem. Vem, vem buscar.

**P: Você sabe, senhor J., o que é uma bacia de recursos hídricos, uma bacia como a gente fala “bacia do Ribeirão Arrudas”, o senhor sabe?**

J: Uma nascente, uma bacia de onde inicia tudo, começa. Sei sim.

**P: Onde que essa nascente está inserida... O senhor sabe pra onde vai essa água?**

J: Essa daqui, provavelmente, sai daqui e vai embora, né?

**P: Vai pra rede...**

J: Vai pra rede.

**P: O senhor sabe que lá na frente cai num rio...**

J: Isso.

**P: E o senhor conhece o Comitê de Bacia do Rio das Velhas?**

J. Não, não conheço não.

**P: O senhor acha que o poder público, a prefeitura, o governo do Estado e até mesmo o governo do nosso país, você acha que eles têm ações pra cuidar das nossas águas? Você acha que a prefeitura se importa com a água, ela cuida...**

J: De vez em quando eles vinham aqui colher a água pra fazer análise, mas eu pelo menos não tenho lembrança de que eles vieram trazer o resultado dessas análises.

Fonte: Autor (2018).

**Nascente AR170**

Cidade: Belo Horizonte - MG

Data: 30/04/2019

**1) Delimitar o perfil do cuidador**

- 1.1 Nome completo: Z. M. F.
- 1.2 Data de nascimento (idade): 28/08/1943 (75 anos)
- 1.3 Cidade onde nasceu: Pará de Minas - MG
- 1.4 Endereço: Rua Vicente Dutra, nº 380 – Bairro Diamante.
- 1.5 Profissão: Costureira, aposentada.
- 1.6 Escolaridade: 1º grau (Ensino fundamental completo).
- 1.7 Número de filhos: 3
- 1.8 Quantas pessoas residem no local: Meu filho, esposa e três filhos. Seis pessoas comigo.

**2) Identificar o vínculo com os recursos hídricos**

- 2.1 Você ou alguém que reside aqui faz uso da água da nascente? Para que?
- 2.2 Se há consumo, há algum cuidado antes de consumi-la?
- 2.3 Você usa água de outra fonte? Qual? (por exemplo, poço ou COPASA)
- 2.4 Você acha que a água da nascente é limpa? Por que?
- 2.5 Sabe que a água pode transmitir doenças? Já ficou doente por isso? Se sim qual tipo de doença?
- 2.6 Qual a importância dessa água? (exemplificar situações)
- 2.7 Por que manteve a nascente?
- 2.8 Quais ações são feitas para proteger a nascente?
- 2.9 As pessoas da comunidade sabem da existência? Se sim, fazem uso? E para que?

**3) Identificar o conhecimento sobre a gestão de recursos hídricos**

- 3.1 Sabe o que é bacia de recursos hídricos? Se sim, sabe onde está inserida?
- 3.2 Conhece o CBH Rio das Velhas?
- 3.3 Se sim, acha importante o que ele faz?
- 3.4 Como acha que o poder público (prefeitura, Governo do Estado de Minas Gerais, e Governo Federal) cuida das águas?

**P: A senhora veio de Pará de Minas para Belo Horizonte quando?**

Z: Não, eu fui de Pará de Minas para Teófilo Otoni, meus filhos todos nasceram lá e aí depois de dezessete anos de casamento eu me divorciei e voltei pra cá.

**P: A senhora veio pra cá e veio morar nessa casa aqui tem muito tempo?**

Z: Não, não foi nessa casa. Eu morei no Maldonado ali e nessa casa aqui eu devo ter uns... Foi em 2002 que eu vim.

**P: A casa já estava construída?**

Z: A gente que construiu, né? Eu terminei de construir ela em 2002 e mudei pra aqui.

**P: E quando a senhora construiu a casa já tinha essa nascente aqui?**

Z: Tinha, aqui era tipo um brejo.

**P: Aqui na rua tem muito né?**

Z: Tem, tanto é que meu genro é engenheiro e ele construiu. Eu tava morando em (inaudível) com meu filho, que eu passei uma temporada lá com ele e aí quando eu cheguei de lá que o meu genro me trouxe pra ver a casa. Tinha água pra todo lado. Eu falei: “meu filho desiste que eu não vou morar aqui nunca”. E ele: “não, pode deixar que vai ser bem construído e nós vamos drenar essa água toda”. E deu certo, porque minha casa hoje não tem uma rachadura, não tem umidade nenhuma.

**P: E a senhora quis manter essa nascente aqui no fundo né?**

Z: Justamente. Eu quis manter porque eu acho que é o ideal. O mundo com tanta falta de água, né? É bom você ter, utilizar ela. E eu só não utilizo ela na minha cozinha, porque no resto eu uso pra tudo, pra lavar roupa, tomar banho, molhar planta, tudo é com ela.

**P: Então que bom, já respondeu minha pergunta, porque eu ia perguntar se alguém fazia uso dessa água, então a senhora usa pra tudo, exceto na cozinha...**

Z: Exceto na cozinha. Porque na cozinha é melhor uma água tratada, né? De filtro, pra cozinhar, lavar louça...

**P: Então essa água que a senhora usa, a senhora não precisa tratar porque é mais pra esse uso de lavar uma roupa, então não precisa fazer nenhum cuidado com ela, né?**

Z: Isso, ela não é tratada não. Eu uso ela mesmo no chuveiro, no tanque de lavar roupa, essas coisas...

**P: Então, na cozinha a senhora usa a água da COPASA. E a senhora já tem esse cuidado que é muito importante porque a senhora acha que a água da nascente é boa, mas pra usar na cozinha, a senhora fica com receio, né?**

Z: Sim, a gente fica com o pé atrás, né? Porque eu já canalizei ela há muito tempo, né? Eu canalizei ela pra jogar na caixa e eu fiz análise dela na COPASA mesmo porque me falaram que era o lugar mais garantido. Na época não deu 100% não, mas aí o pessoal do laboratório me falaram: “olha, isso aí a senhora vai ter que tá analisando sempre ou então não usar ela pra beber, pra consumo próprio, né?”.

**P: Mas a senhora acha que a água é boa, né? De um modo geral.**

Z: De um modo geral pra mim ela é boa. Ela não tem mau cheiro, ela tem uma cor muito limpa, né? Pra mim é o ideal.

**P: E a senhora sabe que a água pode transmitir doenças, né?**

Z: Sei.

**P: Já aconteceu aqui de alguém ficar doente, da senhora achar que tem alguma relação com a água?**

Z: Não, acho que não. Inclusive tem até uma piscina que eu mantenho ela cheia com a água da mina também, né? E ela é tratada.

**P: Qual que é a importância dessa água, dessa nascente aqui pra senhora Dona Z.?**

Z: Eu acho importante porque eu economizo a água da COPASA. Eu pago o mínimo da água da COPASA. Então pra mim o importante é isso aí, não preciso preocupar com falta de água. Se algum vizinho tiver com água faltando na rua eu forneço pra ele. Pra mim é ótimo.

**P: Então a senhora tá falando que as pessoas aqui do bairro, da região, elas sabem que aqui tem essa água?**

Z: Sabem, inclusive tem uma plaquinha ali fora. Se bem que a água que cai ali é muito pouquinha, é mais mesmo de enfeite, mas como eu tenho uma mangueira que eu ligo direto na minha bomba, já aconteceu de faltar água na rua e as pessoas vêm: “Ô Dona Z., arruma água aí” e enche o balde.

**P: Então quando falta água o pessoal já sabe, né? Os vizinhos têm conhecimento, né?**

Z: Tem e alguns vizinhos tem também cisterna no quintal, porque aqui se você furar três metros dá água.

**P: É, a gente viu aqui a vizinha do lado... Então, a senhora manteve a nascente, a senhora comentou da questão da economia, mas a senhora falou que era o ideal. O ideal em qual sentido? É o meio ambiente, alguma coisa assim que a senhora acha importante?**

Z: Sim, primeiro que eu acho que o meio ambiente é muito importante manter, né? Me ajuda bastante na economia da água da COPASA e posso manter meu quintal sempre molhadinho, tirar a poeira...

**P: É muita água né Dona Z.?**

Z: É, bastante.

**P: E quais ações que a senhora faz pra proteger essa nascente?**

Z: Ah, eu procuro manter o mato ali em volta, né? Eu deixo brotar lá. Evito de ficar desaterrando em volta. Muita gente aqui tinha nascente, mas foi desaterrando, cavando, acabou com as nascentes. Então procuro manter assim dessa forma, fizemos o poço e mantenho um arvoredado em volta dele.

**P: Tá sempre limpinho, né?**

Z: Sim. Isso.

**P: As pessoas que pegam água aqui, que às vezes acontece, você sabe pra que elas fazem uso dessa água?**

Z: Ah, a maioria é pra lavar vasilha, roupa, essas coisas assim, sabe? Nunca pra beber não. Porque a gente já fala, né? Que a água não é própria, na plaquinha já colocaram.

**P: A senhora sabe o que é uma bacia de recursos hídricos? Porque eu vi que a senhora foi em algumas reuniões com a gente...**

Z: Eu já fui em alguns encontros, né? Mas a gente nunca estuda a fundo, né?

**P: A senhora sabe que essa água vai pra algum rio?**

Z: Não, não sei.

**P: A senhora conhece o Comitê de Bacia do Rio das Velhas?**

Z: Já ouvi falar, conheço alguns membros assim...

**P: A senhora sabe o que faz esse Comitê, a senhora acha importante?**

Z: Ah, eu acho importante porque inclusive já fizeram o cadastramento de algumas nascentes, né? Já até fui, visitei uma horta, né? Nós estamos começando a organizar.

**P: E a senhora sabe que tudo isso é feito pra preservar o nosso rio, né? Essas ações... E em relação à prefeitura, governo... A senhora acha que esse pessoal tem cuidado das nossas águas?**

Z: Ah, eu não sei não. Não tenho informação nenhuma.

## ANEXOS

### ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



#### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome: \_\_\_\_\_

As informações contidas neste prontuário visam firmar acordo por escrito, mediante o qual o responsável pelo menor ou o próprio sujeito objeto de pesquisa, autoriza sua participação, com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá o paciente, com capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

#### I - TÍTULO DO TRABALHO EXPERIMENTAL:

Estudo ambiental e social de nascentes urbanas da bacia do ribeirão arrudas em Belo Horizonte, MG

**Pesquisador Responsável:** Mestranda Patricia Sena Coelho Cajueiro; Prof. Dra. Eliana Alcantra;

#### II - OBJETIVOS

Geral: Avaliar a qualidade de quatro nascentes localizadas em área urbana, na Bacia do Ribeirão Arrudas, região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, bem como o perfil e a atuação dos cuidadores das nascentes.

#### Objetivos específicos

Avaliar a qualidade e quantidade de água por meio da análise de parâmetros físico químicos, biológicos e medição de vazão em quatro nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Avaliar o Índice de Impacto Ambiental Macroscópico (IIAM) em quatro nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Avaliar o Índice de Qualidade das Águas (IQA) em quatro nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Avaliar o Índice de Estado Trófico (IET) em quatro nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Identificar os bioindicadores de qualidade da água em quatro nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Analisar o perfil e a atuação dos cuidadores das nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas, por meio da realização de entrevistas.

Associar a presença do cuidador nas nascentes urbanas com as análises de qualidade da água no Ribeirão Arrudas em Belo Horizonte, MG.

#### III - JUSTIFICATIVA

As nascentes assumem papel importante na manutenção do sistema hidrológico e do meio ambiente, o que evidencia e reforça a necessidade de proteção, preservação ou recuperação das mesmas, justificando, portanto, a eleição deste tema como objeto de estudos e das ações nele propostas.

#### IV - PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

**AMOSTRA** – A entrevista será realizada com dois participantes que possuem nascentes em sua propriedade localizadas na bacia do Ribeirão Arrudas em Belo Horizontes, MG, com idade acima de 18 anos.

**EXAMES** - não será realizado nenhum tipo de exame nos participantes.

#### V - RISCOS ESPERADOS

Constrangimento, incomodo ao responder as perguntas. Além disso o vazamento da identidade e informações dos participantes são riscos esperados. E em caso de vazamento da identidade do participante a pesquisa será suspensa.

#### VI – BENEFÍCIOS

Pouco se sabe do papel do cuidador de nascentes urbanas e sua relação com as nascentes e assim essa pesquisa tem muito a contribuir com a proposta de valorização das nascentes localizadas em áreas urbanas, visando a identificação de uma consciência crítica sobre os problemas existentes nas bacias hidrográficas o que poderá contribuir para agregar o sentimento de pertencimento do indivíduo como integrante de uma bacia hidrográfica fazendo com que a população primeiro conheça, para que depois possa se tomar de fato parte da gestão integrada dos recursos hídricos.

**VII - RETIRADA DO CONSENTIMENTO**

O responsável pelo menor ou o próprio sujeito tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo ao atendimento a que está sendo ou será submetido na Unincor.

**VIII – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA**

Em caso do participante não autorizar sua identificação na publicação dos dados da pesquisa e ocorrer vazamento dessas informações a pesquisa será suspensa.

**IX - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO**

PACIENTE MAIOR DE IDADE

Eu \_\_\_\_\_, certifico que, tendo lido as informações acima e suficientemente esclarecido (a) de todos os itens, estou plenamente de acordo com a realização do experimento. Assim, eu autorizo a execução do trabalho de pesquisa exposto acima.

Belo Horizonte, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200\_.

NOME (legível) \_\_\_\_\_ RG \_\_\_\_\_

ASSINATURA \_\_\_\_\_

**ATENÇÃO:** A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa da Unincor. Endereço – Av. Castelo Branco, 82 – Chácara das Rosas, Três Corações – MG.

No caso de qualquer emergência entrar em contato com o pesquisador responsável no Departamento de Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos. Telefones de contato: 035 991202451.

## ANEXO B – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa UNINCOR



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ESTUDO AMBIENTAL E SOCIAL DE NASCENTES URBANAS DA BACIA DO RIBEIRÃO ARRUDAS EM BELO HORIZONTE, MG

**Pesquisador:** Eliana Alcantra

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 01655218.5.0000.5158

**Instituição Proponente:** Universidade Vale do Rio Verde - UNINCOR

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.996.910

#### Apresentação do Projeto:

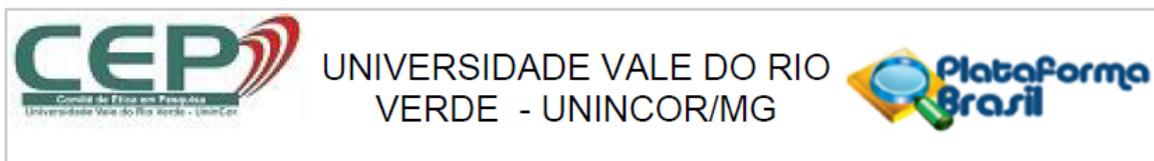
Nas cidades, as nascentes se mostram cruciais ao desenvolvimento ambiental, uma vez que funcionam como indicadores naturais do sistema urbano, refletindo em sua qualidade todas as pressões ambientais sofridas. Por meio da avaliação de parâmetros físico-químicos e biológicos de qualidade das águas, da realização de análise macroscópica da qualidade ambiental do IIAM – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico, análise do IQA- Índice de Qualidade da Água e IET – Índice de Estado Trófico, pretende-se relacionar a ação dos cuidadores dessas nascentes com a qualidade ambiental que as mesmas apresentam. Para atingir tal objetivo, serão realizadas amostragens de água para análises laboratoriais dos parâmetros, cujos resultados serão associados com medições de vazão, análise dos índices propostos e avaliação de bioindicadores, por meio de coletas de campo e por entrevistas realizadas com os cuidadores das nascentes estudadas. Os resultados obtidos nesta pesquisa serão apresentados em forma de um Relatório Técnico proporcionando o conhecimento do cenário e da qualidade das quatro nascentes estudadas, e avaliando a importância do papel dos cuidadores na gestão dos recursos hídricos corretos.

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a qualidade de quatro nascentes localizadas em área urbana, na Bacia do Ribeirão Arrudas,

**Endereço:** Avenida Castelo Branco, 82  
**Bairro:** Chácara das Rosas **CEP:** 37.410-000  
**UF:** MG **Município:** TRES CORACOES  
**Telefone:** (35)3239-1246 **Fax:** (35)3239-1246 **E-mail:** cepunincor@unincor.edu.br



Continuação do Parecer: 2.996.910

região metropolitana de Belo Horizonte, Minas

Gerais.

Objetivo Secundário:

A partir do objetivo geral, pretende-se investigar alguns objetivos específicos, a saber:

Avaliar a qualidade e quantidade de água por meio da análise de parâmetros físico químicos, biológicos e medição de vazão em quatro nascentes

na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Avaliar o Índice de Impacto Ambiental Macroscópico (IIAM) em quatro nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Avaliar o Índice de Qualidade das Águas (IQA) em quatro nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Avaliar o Índice de Estado Trófico (IET) em quatro nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Identificar os bioindicadores de qualidade da água em quatro nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas.

Analisar o perfil e a atuação dos cuidadores das nascentes na Bacia do Ribeirão Arrudas, por meio da realização de entrevistas.

Associar a presença do cuidador nas nascentes urbanas com as análises de qualidade da água no Ribeirão Arrudas em Belo Horizonte, MG.

Corretos

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Corretos

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Corretos

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Corretos

**Recomendações:**

Aprovado

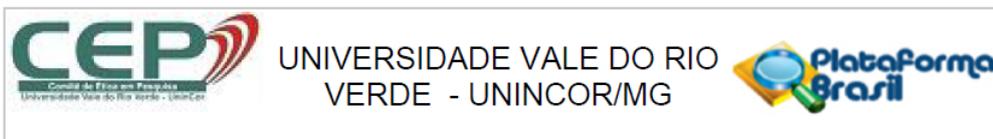
**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

<b>Endereço:</b> Avenida Castelo Branco, 82	
<b>Bairro:</b> Chácara das Rosas	<b>CEP:</b> 37.410-000
<b>UF:</b> MG	<b>Município:</b> TRES CORACOES
<b>Telefone:</b> (35)3239-1246	<b>Fax:</b> (35)3239-1246
	<b>E-mail:</b> cepunincor@unincor.edu.br



Continuação do Parecer: 2.996.910

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1234815.pdf	19/10/2018 19:34:42		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2.pdf	19/10/2018 19:33:45	Eliana Alcantra	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.pdf	19/10/2018 19:33:16	Eliana Alcantra	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_assinada.pdf	19/10/2018 19:32:53	Eliana Alcantra	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

TRES CORACOES, 01 de Novembro de 2018

---

**Assinado por:**  
**Alexandre Tourino Mendonça**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Avenida Castelo Branco, 82  
**Bairro:** Chácara das Rosas **CEP:** 37.410-000  
**UF:** MG **Município:** TRES CORACOES  
**Telefone:** (35)3239-1246 **Fax:** (35)3239-1246 **E-mail:** cepunincor@unincor.edu.br