



**GUILHERME ALVIM BARBOSA SANTOS**

**PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA DE  
QUALIDADE DE NASCENTES**

**LAVRAS-MG  
2021**

**GUILHERME ALVIM BARBOSA SANTOS**

**PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA DE QUALIDADE DE  
NASCENTES**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges  
Orientador

Me. Gracielly Tomaz Barbosa  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2021**

**GUILHERME ALVIM BARBOSA SANTOS**

**PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA DE QUALIDADE DE  
NASCENTES  
PROTOCOL FOR MACROSCOPIC EVALUATION OF SPRING QUALITY**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 19 de novembro de 2021.  
Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges UFLA  
Me. Gracielly Tomaz Barbosa UFLA-MG  
Prof. Dr. Ronaldo Fia UFLA  
Me. Gabrielly Nayara Tavares da Silva UFLA

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges  
Orientador

Me. Gracielly Tomaz Barbosa  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade de ter cursado Engenharia Ambiental e Sanitária na UFLA, e por ter me encaminhado desde o começo do curso até o fim.

A todos os professores que fui aluno, e todos que não tive a oportunidade de ser aluno mas que me ajudaram de alguma forma, agradeço principalmente a meu orientador Luis Antônio Coimbra.

Ao meu pai Cláudio Alvin, que foi minha companhia durante todo o curso, minha tia Marli Matias, e minha mãe Marlene Matias que me ajudaram durante todo o curso e principalmente no trabalho de campo para a realização do TCC, a minha noiva Rilcy Carla que sempre me ajuda e me dá força para cumprir os desafios, ao meu avô Luiz Matias Barbosa e minha avó Lazara Maria Borges, que durante a realização do curso completaram sua missão no mundo terreno mas que todo dia me manda forças para completar também minha missão aqui.

A todos meus amigos (não irei citar nomes para não cometer equívocos e esquecer alguém) pela ajuda todos os dias, por estudar junto, pela paciência e parceria, nunca irei esquecer de vocês e de todos os momentos que passamos juntos na faculdade, nas horas de tristeza e nas horas de alegria.

Muito obrigado a todos pela torcida, vocês são muito importantes para mim!

## RESUMO

O presente trabalho consiste em um estudo para avaliação de impactos ambientais em nascentes causados pela agropecuária e por atividades no meio urbano, e de como pode contribuir para o assoreamento, poluição, e até pela extinção de nascentes. A área estudada foi a cidade de Candeias/MG, a qual foi analisada um grupo de nascentes, de acordo com as características do ambiente em que se localiza e observou se está dentro da Lei nº 12.651, de 2012, denominado Código Florestal, que estabelece que as nascentes, num raio de 50 metros, são áreas de preservação permanente, e qual grau de preservação estão o grupo de nascentes. Além do ambiente em torno das nascentes foi observado a qualidade de suas águas de acordo com uma análise macroscópica, se está dentro dos padrões estabelecidos pelo Índice de Impacto Ambiental em Nascente (IIAN) que estabelece normas que são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, como por exemplo, se há poluentes, em relação aos parâmetros normais de qualidade água de nascentes, situação da área de preservação permanente, e se a cultura agropecuária estão as prejudicando. Os padrões são estabelecidos com base em critérios científicos que avaliam o risco para o futuro da nascente e a qualidade de suas águas. Diante do exposto quando não é respeitada a Lei nº 12.651, de 2012 também é necessário a verificação das condições e padrões de lançamentos para as águas doces e qualidade estabelecidos pelo CONAMA 430/2011. Os resultados demonstraram que a grande maioria das nascentes estudadas estão em uma situação ruim, sendo que quanto mais próximas estão da cidade pior é a condição em que se encontram, devido ao descaso dos moradores próximos a elas, utilização por animais, por humanos, degradação vegetal, falta de proteção das áreas, proximidades por residências e pela presença de bioindicadores de nível trófico da água que foram os maiores problemas encontrados, inclusive em nascentes que são utilizadas para o abastecimento da população.

**Palavras-chave:** Bioindicadores. Índice de Impacto Ambiental em Nascentes. Área de Preservação Permanente. Qualidade de água.

## ABSTRACT

The present work consists of a study to assess the environmental impacts on springs caused by agriculture and activities in urban areas, and how it can contribute to silting, raising, and even the extinction of springs. An area studied for the city of Candeias / MG, which was analyzed a group of springs, according to the characteristics of the environment in which it is located and observed whether it is within Law No. 12,651 of 2012, called Forest Code, which jurisdiction that the springs, within a radius of 50 meters, are areas of permanent preservation, and what degree of preservation is the group of springs. In addition to the environment around the springs, the quality of its waters was observed according to a macroscopic analysis, if it is within the standards elaborated by the Environmental Impact Index in Springs (IIAN) which standards are constituted by a set of parameters and limits, such as, for example, if there are pollutants, in relation to the normal parameters of water quality of springs, situation of the permanent preservation area, and if an agricultural culture is causing harm. Standards are created based on scientific criteria that assess the risk for the future of the spring and the quality of its waters. In view of the above, when Law No. 12,651 of 2012 is not respected, it is also necessary to verify the conditions and standards of releases for fresh water and quality corrected by CONAMA 430/2011. The results showed that the vast majority of the studied springs are in a bad situation, and the closer they are to the city, the worse is a condition in which they chose, due to the neglect of the residents close to them, use by animals, by humans, degradation vegetation, lack of protection of areas, places by residences and the presence of bioindicators of trophic water level, which were the biggest problems found, including in springs that are used to supply the population.

**Keywords:** Bioindicators. Impact Index Environmental in Springs. Permanent preservation area. Water quality.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Medidor condutivímetro utilizado para análise de parâmetros físicos da água (temperatura, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos). .....	19
Figura 2 – Caracterização de nascentes e APP .....	26
Figura 3 – Localização de Candeias, MG. ....	28
Figura 4 – Praça no centro da cidade de Candeias/MG. ....	28
Figura 5 – Ribeirão Congo Choco. ....	29
Figura 6 – Município de Candeias e sua rede hidrográfica. ....	30
Figura 7 – Biomas de Candeias, MG. ....	32
Figura 8 – Nascentes mapeadas. ....	33
Figura 9 – Localização da nascente 1. ....	35
Figura 10 – Situação da nascente 1. ....	36
Figura 11 – Localização da nascente 2. ....	37
Figura 12 – Situação da nascente 2. ....	37
Figura 13 – Localização da nascente 3. ....	38
Figura 14 – Situação da nascente 3. ....	38
Figura 15 – Situação da nascente 3. ....	39
Figura 16 – Localização da nascente 4. ....	40
Figura 17 – Situação da nascente 4. ....	40
Figura 18 – Situação da nascente 4. ....	41
Figura 19 – Localização da nascente 5. ....	42
Figura 20 – Situação da nascente 5. ....	42
Figura 21 – Situação da nascente 5. ....	42
Figura 22 – Localização da nascente 6. ....	44
Figura 23 – Situação da nascente 6. ....	44
Figura 24 – Situação da nascente 6. ....	45
Figura 25 – Localização da nascente 7. ....	46
Figura 26 – Situação da nascente 7. ....	46
Figura 27 – Localização da nascente 8. ....	47
Figura 28 – Situação da nascente 8. ....	47
Figura 29 – Localização da nascente 9. ....	49
Figura 30 – Situação da nascente 9. ....	49

Figura 31 – Localização da nascente 10. ....	50
Figura 32 – Situação da nascente 10.....	50
Figura 33 – Situação da nascente 10.....	51
Figura 34 – Localização da nascente 11. ....	52
Figura 35 – Situação da nascente 11.....	52
Figura 36 – Localização da nascente 12. ....	53
Figura 37 – Situação da nascente 12.....	54
Figura 38 – Localização da nascente 13. ....	55
Figura 39 – Situação da nascente 13.....	55
Figura 40 – Localização da nascente 14. ....	56
Figura 41 – Situação da nascente 14.....	57
Figura 42 – Localização da nascente 15. ....	58
Figura 43 – Situação da nascente 15.....	58
Figura 44 – Situação da nascente 15.....	58
Figura 45 – Localização da nascente 16. ....	59
Figura 46 – Situação da nascente 16.....	60
Figura 47 – Localização da nascente 17. ....	61
Figura 48 – Situação da nascente 17.....	61
Figura 49 – Localização da nascente 18. ....	62
Figura 50 – Situação da nascente 18.....	63
Figura 51 – Situação da nascente 18.....	63
Figura 52 – Localização da nascente 19. ....	64
Figura 53 – Situação da nascente 19.....	65
Figura 54 – Situação da nascente 19.....	65
Figura 55 – Localização da nascente 20. ....	66
Figura 56 – Situação da nascente 20.....	67
Figura 57 – Localização da nascente 21. ....	68
Figura 58 – Situação da nascente 21.....	68
Figura 59 – Localização da nascente 22. ....	69
Figura 60 – Situação da nascente 22.....	70
Figura 61 – Situação da nascente 22.....	70
Figura 62 – Localização da nascente 23. ....	71
Figura 63 – Situação da nascente 23.....	71
Figura 64 – Localização da nascente 24. ....	72

Figura 65 – Situação da nascente 24.....	73
Figura 66 – Localização da nascente 25. ....	74
Figura 67 – Situação da nascente 25.....	74
Figura 68 – Localização da nascente 26. ....	75
Figura 69 – Situação da nascente 26.....	75
Figura 70 – Localização da nascente 27. ....	76
Figura 71 – Situação da nascente 27.....	77
Figura 72 – Situação da nascente 27.....	77
Figura 73 – Localização da nascente 28. ....	78
Figura 74 – Situação da nascente 28.....	78
Figura 75 – Situação da nascente 28.....	79
Fluxograma 1 – atividades desenvolvidas. ....	34
Gráfico 1 – Número de nascentes em cada classe de grau de preservação. ....	80
Gráfico 2 – Resultados das cores encontradas.....	82
Gráfico 3 – Resultados de odor encontrado na água.....	83
Gráfico 4 – Resultados de resíduos sólidos encontrados nas nascentes. ....	84
Gráfico 5 – Resultados de materiais flutuantes encontrados na água.....	85
Gráfico 6 – Resultados de espuma encontrada na água. ....	85
Gráfico 7 – Resultados de óleo presente na água. ....	86
Gráfico 8 – Resultados do esgoto encontrado nas nascentes. ....	87
Gráfico 9 – Resultados da vegetação encontrada no entorno das nascentes. ....	88
Gráfico 10 – Resultados encontrados de uso por animais na área das nascentes. ....	89
Gráfico 11 – Resultados encontrados de uso por humanos na área das nascentes. ....	89
Gráfico 12 – Resultados encontrados de proteção de nascentes. ....	90
Gráfico 13 – Resultados da proximidade residências com as nascentes.....	91
Gráfico 14 – Resultados de tipos de área de inserção.....	91
Gráfico 15 – Temperatura das nascentes.....	92
Gráfico 16 – Condutividade elétrica das nascentes (medidas em $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). ....	93
Gráfico 17 – TDS (medida em $\text{mg}/\text{L}$ ). ....	93
Tabela 1 – Quantificação da análise dos indicadores macroscópicos. ....	16
Tabela 2 – Classificação das nascentes quanto as classes e os graus de preservação ....	17
Tabela 3 – Parâmetros físicos da água bruta. ....	18
Tabela 4 – Ação da temperatura sobre a biota aquática.....	20
Tabela 5 – Níveis de TDS ....	21

Tabela 6 – Nascentes e suas respectivas pontuações e classes.....	79
---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Avaliação macroscópica .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Definição de qualidade de água.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Parâmetros físicos.....</b>	<b>17</b>
<b>3.4</b>	<b>Temperatura da água .....</b>	<b>19</b>
<b>3.5</b>	<b>Condutividade elétrica da água .....</b>	<b>20</b>
<b>3.6</b>	<b>Sólidos totais dissolvidos (TDS) .....</b>	<b>20</b>
<b>3.7</b>	<b>Parâmetros químicos.....</b>	<b>21</b>
<b>3.8</b>	<b>Parâmetros biológicos .....</b>	<b>23</b>
<b>3.9</b>	<b>Bioindicadores .....</b>	<b>24</b>
<b>3.10</b>	<b>Leis ambientais.....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização dos Municípios.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3</b>	<b>Hidrologia .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4</b>	<b>Relevo.....</b>	<b>30</b>
<b>4.5</b>	<b>Clima.....</b>	<b>31</b>
<b>4.6</b>	<b>Vegetação.....</b>	<b>31</b>
<b>4.7</b>	<b>Metodologia .....</b>	<b>32</b>
<b>4.7.1</b>	<b>Etapas para a realização do trabalho .....</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1</b>	<b>Nascente número 1 (20°44'32.15"S; 45°16'25.29"O) .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Nascente número 2 (20°46'8.72"S; 45°17'27.49"O) .....</b>	<b>36</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Nascente número 3 (20°44'56.69"S; 45°16'32.49"O) .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1.4</b>	<b>Nascente 4 (20°45'43.82"S; 45°16'38.12"O) .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1.5</b>	<b>Nascente 5 (20°46'25.19"S; 45°14'34.42"O) .....</b>	<b>41</b>
<b>5.1.6</b>	<b>Nascente 6 (20°46'7.24"S; 45°15'30.51"O) .....</b>	<b>43</b>

5.1.7	Nascente 7 (20°45'3.57"S; 45°14'42.82"O) .....	45
5.1.8	Nascente 8 (20°45'19.56"S; 45°14'2.16"O) .....	47
5.1.9	Nascente 9 (20°45'6.04"S; 45°13'23.10"O) .....	48
5.1.10	Nascente 10 (20°46'1.42"S; 45°18'18.55"O) .....	49
5.1.11	Nascente 11 (20°44'20.83"S; 45°16'55.38"O) .....	51
5.1.12	Nascente 12 (20°47'6.55"S; 45°15'45.09"O) .....	53
5.1.13	Nascente 13 (20°47'17.48"S; 45°14'39.55"O) .....	54
5.1.14	Nascente 14 (20°48'0.10"S; 45°15'31.59"O) .....	56
5.1.15	Nascente 15 (20°46'34.45"S; 45°16'19.77"O) .....	57
5.1.16	Nascente 16 (20°44'20.58"S; 45°14'40.50"O) .....	59
5.1.17	Nascente 17 (20°47'6.43"S; 45°15'55.86"O) .....	60
5.1.18	Nascente 18 (20°46'46.12"S; 45°16'16.30"O) .....	61
5.1.19	Nascente 19 (20°43'51.01"S; 45°13'47.96"O) .....	63
5.1.20	Nascente 20 (20°43'13.70"S; 45°16'0.46"O) .....	66
5.1.21	Nascente 21 (20°41'34.18"S; 45°10'42.53"O) .....	67
5.1.22	Nascente 22 (20°46'51.49"S; 45°16'16.87"O) .....	69
5.1.23	Nascente 23 (20°45'45.47"S; 45°15'59.84"O) .....	70
5.1.24	Nascente 24 (20°46'36.78"S; 45°15'48.83"O) .....	71
5.1.25	Nascente 25 (20°45'13.15"S; 45°16'38.69"O) .....	73
5.1.26	Nascente 26 (20°44'52.73"S; 45°16'6.57"O) .....	74
5.1.27	Nascente 27 (20°45'29.37"S; 45°16'37.51"O) .....	76
5.1.28	Nascente 28 (20°46'26.14"S; 45°16'48.80"O) .....	77
5.2	Classificação das nascentes quanto aos parâmetros macroscópicos.....	79
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	81
6.1	Resultados coloração da água .....	82
6.2	Resultados odor da água .....	83
6.3	Resultados lixo encontrado .....	83
6.4	Resultados de materiais flutuantes encontrados .....	84
6.5	Resultados de espuma encontrada na água .....	85
6.6	Resultados óleo encontrado na água.....	86
6.7	Resultados esgoto presente na água.....	86
6.8	Resultados preservação da vegetação .....	87
6.9	Resultados de uso por animais .....	88
6.10	Resultados de uso por humanos.....	89

<b>6.11</b>	<b>Resultados proteção das nascentes.....</b>	<b>90</b>
<b>6.12</b>	<b>Resultados proximidade de residências .....</b>	<b>90</b>
<b>6.13</b>	<b>Resultados tipo de área de inserção .....</b>	<b>91</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Resultados das medidas pelo condutivímetro .....</b>	<b>92</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Temperatura .....</b>	<b>92</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Condutividade elétrica .....</b>	<b>92</b>
<b>6.2.4</b>	<b>Sólidos totais dissolvidos (TDS) .....</b>	<b>93</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>95</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXO A – TABELA DE CONDIÇÃO DE CADA NASCENTE .....</b>	<b>98</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A preservação das nascentes da maioria dos municípios brasileiros tem sofrido com a expansão urbana e de uso de áreas para agricultura, criação de gado, além de erosão, e assoreamento com isso muitas nascentes ficam com a qualidade da água muito deteriorada.

Segundo a WWF-Brasil (World Wide Fund for Nature) o setor público, após décadas de negligência, precisa definir uma agenda estratégica e prioritária, garantindo que no mínimo 0,5% do PIB nacional seja investido na gestão e na preservação das bacias hidrográficas críticas.

O novo Código Florestal Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012 em seu artigo 4º inciso IV excluiu as nascentes intermitentes da obrigatoriedade de proteção da Área de Preservação Permanente. De acordo com a lei, apenas as nascentes perenes são incluídas na faixa de proteção permanente, num raio mínimo de 50 metros (BRASIL, 2012). Além do Código, temos também A Política Nacional de Recursos Hídricos, quando foi instituída pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, ficou conhecida por estabelecer instrumentos para a gestão dos recursos hídricos de domínio federal e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

No Sudeste que foi atingido por uma grande seca nos anos de 2014 e 2015 várias nascentes secaram, tal estiagem foi a maior em 85 anos, então de acordo com a lei citada acima elas poderiam ser desmatadas.

Um estudo recente da Universidade Estadual Paulista (UNESP) realizado por Maria Stela Maioli Castilho, demonstrou que mais da metade das nascentes em São José do Rio Preto secaram. A mesma situação ocorreu em Nova Odessa, região de Campinas. E a nascente de um dos principais rios brasileiros, o São Francisco, teve uma seca em 2014, ainda que protegida dentro do Parque Nacional da Serra da Canastra em Minas Gerais (GLOBO, 2014). Esta situação tende a piorar devido às mudanças climáticas e o Novo Código Florestal.

Sendo assim foram mapeadas e analisadas as nascentes próximas as áreas de práticas agrícolas, estradas e área urbana, observando o estado de qualidade em que a água se apresenta, como está a preservação no seu entorno, e realizada a captação de amostras para a medição da condutividade elétrica e temperatura com o condutivímetro.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Diagnosticar a situação de algumas nascentes do município de Candeias, por meio de avaliação física e macroscópica a fim de avaliar sua preservação e qualidade hídrica.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Mapear as nascentes encontradas na área de abastecimento público do município de Candeias com base em imagens de satélite;
- b) Identificar como estão a qualidade macroscópica das água utilizadas para o abastecimento da população;
- c) Identificar as áreas onde estão localizadas as nascentes analisadas, situação da Área de Preservação Permanente e se estão com presença de mata ciliar;
- d) Analisar a situação de degradação de cada nascente de acordo com os parâmetros de avaliação macroscópica.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A maior parte das águas das nascentes de Candeias tem como destino abastecimento da população urbana ou rural, sendo tratada pela COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). Quando a água chega para o tratamento ela é nomeada de água bruta, pois está sem nenhum tratamento preliminar, da forma em que foi coletada. Neste trabalho é tomado como base a água sem tratamento, de acordo com a ANA (Agência Nacional de Águas) água bruta.

A avaliação de impactos ambientais de modo sucinto é realizar uma avaliação e notar se haverá algum prejuízo ambiental após a realização de determinado projeto. Mas mesmo que antes da realização do projeto não fosse realizada a avaliação ela poderá ser realizada depois para saber se está prejudicando o meio ambiente.

Uma solução para as áreas de agropecuária não poluírem as nascentes próximas é ser realizado uma avaliação de impactos ambientais, que visa prever impactos ambientais na fase de planejamento e concepção do projeto. Seu resultado embasa a identificação de maneiras de reduzir os impactos negativos, moldar projetos para se adequarem ao ambiente local e apresentar as previsões e opções para os tomadores de decisão (SÁNCHEZ, 2013). Para grandes projetos uma avaliação de impactos ambientais é exigida por lei, mas projetos com pequena infraestrutura podem causar prejuízos ambientais tanto quanto.

Pesquisas realizadas como de Ribeiro e Rooke (2010) mostram que a água contaminada acarreta inúmeras doenças, e os resíduos sólidos ou esgoto que é despejado nas nascentes geram prejuízo ao longo de todo o curso, fazendo com que de certa forma chegue de novo ao homem em forma de contaminação.

#### 3.1 Avaliação macroscópica

A avaliação ambiental das nascentes pode ser realizada utilizando-se o índice de Impacto Ambiental em nascentes (IIAN) (Gomes, Melo e Vale; 2005), interpretado a partir de Dias (1998), e o Guia de Avaliação da Qualidade das água (2004). Para isso são utilizados os seguintes indicadores:

Coloração da água: Geralmente, quando a água apresenta alguma coloração, é por conta da presença de metais dissolvidos. Águas com forte coloração amarelada geralmente possuem elementos como ferro e manganês em altas concentrações. A água potável deve ser

incolor a olho nu e possuir concentrações de Cor Aparente menores do que 5 uH, conforme Portaria do Ministério da Saúde (STAL; MARINHO, 2006).

**Odor:** O ideal é que a água seja inodora e não possua sabor, resultantes de fatores naturais (algas, vegetação em decomposição, bactérias etc.) ou artificiais (esgotos domésticos e industriais) (STAL; MARINHO, 2006).

**Lixo no entorno:** Além do orgânico, o lixo descartado em rios é formado por resíduos sólidos de pequeno porte como plásticos, vidros, metais etc. e outros de grande porte como sofás, colchões, carcaças de carros, eletrodomésticos etc. Muitos destes objetos levam mais de 500 anos nos corpos hídricos até a sua completa degradação (SOARES, 2016).

**Materiais flutuantes:** devem estar ausentes os materiais flutuantes que causem assoreamento do corpo d'água. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015).

**Espumas:** A observação de materiais flutuantes na água, como blocos de espuma, por exemplo, pode indicar a presença de detergente proveniente do despejo de efluentes ou esgotos domésticos e industriais. É importante observar se há materiais flutuando, ou sendo arrastados pela correnteza, e a sua quantidade. (ROCHA, 2009)

**Óleos:** visto que o óleo é menos denso que a água, ele fica na superfície dos rios e lagos, impedindo a entrada de luz e oxigênio. Isso causa a morte de várias espécies aquáticas, como o fitoplâncton (algas microscópicas que vivem em rios e mares e que produzem oxigênio) que depende da luz para desenvolver-se e sobreviver (CETESB, 2012).

**Esgoto:** Ao chegar nos rios, o esgoto altera toda a composição química da água, impactando diretamente a vida aquática. Isso acontece porque o acúmulo de matéria orgânica propicia o surgimento de micro-organismos que diminuem a quantidade de oxigênio na água, comprometendo diretamente a vida aquática e a qualidade dessa água. A presença de esgoto é notada pelo cheiro e principalmente pela cor da água (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS 2002).

**Vegetação:** cobertura vegetal nativa, que ficam às margens de rios, igarapés, lagos, olhos d'água e represas, podendo ser muito degradadas (TURNER, 2004).

**Uso por animais:** é necessário evitar a entrada dos animais e por conseguinte o pisoteio e compactação do solo na área da nascente (STAL; MARINHO, 2006).

**Uso antrópico:** evidência da utilização da nascente por humanos (trilhas ao redor, bombas de sucção, encanamentos e irrigação), isso pode causar assoreamento, escassez de água e diminuição da qualidade da água (STAL; MARINHO, 2006).

**Proteção:** Construção de cercas, fechando a área da nascente, num raio de 30 a 50 metros a partir do olho d'água evita a entrada dos animais (WWF, 2003).

Residências: a quantificação aproximada da distância das nascentes até residências ou outros estabelecimentos é necessário pois consequentemente pode indicar a falta de preservação das encostas e pode causar assoreamento (SOARES, 2016).

Tipo de área de inserção: significa se a nascente está localizada em uma área que visa à preservação, sendo de responsabilidade do proprietário do terreno ou da prefeitura da cidade sua preservação. ( BAGGIO, 2013)

A seguir está a tabela com os pontos analisados macroscopicamente citados acima para a qualidade das nascentes.

Tabela 1 – Quantificação da análise dos indicadores macroscópicos.

<b>Indicadores</b>	<b>1 Ponto</b>	<b>2 Pontos</b>	<b>3 Pontos</b>
<b>Cor da água</b>	escura	clara	transparente
<b>Odor</b>	cheiro forte	cheiro fraco	sem cheiro
<b>Lixo ao redor</b>	muito	pouco	sem lixo
<b>Materiais flutuantes</b>	muito	pouco	sem materiais flutuantes
<b>Espuma</b>	muita	pouca	sem espuma
<b>Óleos</b>	muito	pouco	sem óleo
<b>Esgoto</b>	esgoto doméstico	fluxo superficial	sem esgoto
<b>Vegetação (preservação)</b>	alta degradação	baixa degradação	preservada
<b>Uso por animais</b>	presença	apenas marcas	não detectado
<b>Uso por humanos</b>	presença	apenas marcas	não detectado
<b>Proteção do local</b>	sem proteção	com proteção (mas com acesso)	com proteção (sem acesso)
<b>Proximidade com residências ou estabelecimentos</b>	menos de 50m	entre 50m e 100m	mais de 100m
<b>Tipo de área de inserção</b>	ausente	propriedade privada	parques ou áreas protegidas

Fonte: Gomes *et al.* (2005).

A partir da quantificação da análise dos indicadores macroscópicos, indicada na Tabela 1, de cada nascente, foi realizado o somatório da pontuação obtida em cada indicador. Desse somatório resulta a pontuação final a qual demonstrou o grau de preservação e a classe de cada nascente conforme demonstra a Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação das nascentes quanto as classes e os graus de preservação

CLASSE	PONTUAÇÃO FINAL	GRAU DE PRESERVAÇÃO
A	Entre 37 a 39 pontos	Ótima
B	34 a 36	Boa
C	31 a 33	Razoável
D	28 a 30	Ruim
E	Abaixo de 28	Péssimo

Fonte: Gomes, Melo e Vale (2005).

Seguindo esta pontuação determina-se o grau de preservação de cada nascente e atribuindo o risco de extinção.

### 3.2 Definição de qualidade de água

A qualidade da água é atribuída por características físicas, químicas e biológicas, sempre levando em conta o caminho que seu curso percorre e a sua destinação. Para medir sua potabilidade são utilizados padrões de classificação, sendo assim de acordo com sua utilização deve-se seguir as normas para adequar aos padrões. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2002).

### 3.3 Variáveis físicas

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2002), estes são as variáveis físicas a serem levadas em conta:

1. Temperatura: medida da intensidade de calor; é um parâmetro importante, pois, influencia em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar no decorrer das fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas).
2. Sabor e odor: resultam de causas naturais (algas; vegetação em decomposição; bactérias; fungos; compostos orgânicos, tais como gás sulfídrico, sulfatos e cloretos) e artificiais (esgotos domésticos e industriais). O padrão de potabilidade: água completamente inodora.

3. Cor: resulta da existência, na água, de substâncias em solução; pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. Padrão de potabilidade: intensidade de cor inferior a 5 unidades.
4. Turbidez: presença de matéria em suspensão na água, como argila, substâncias orgânicas divididas, organismos microscópicos e outras partículas. O padrão de potabilidade: turbidez inferior a 1 unidade.
5. Sólidos:
 

Sólidos em suspensão: resíduo que permanece num filtro de asbesto após filtragem da amostra. Podem ser divididos em:

  - a) Sólidos sedimentáveis: sedimentam após um período t de repouso da amostra;
  - b) Sólidos não sedimentáveis: somente podem ser removidos por processos de coagulação, floculação e decantação;
  - c) Sólidos dissolvidos: material que passa através do filtro. Representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente;
6. Condutividade Elétrica: capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica medida com o aparelho condutímetro mostrado na imagem abaixo. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

Tabela 3 – variáveis físicas da água bruta.

Variáveis físicas	CONAMA 357/2005
Temperatura	25 a 30 °C
Sabor e Odor	Inodora e sem sabor
Cor	< 75 mg Pt/L
Turbidez	<100 UNT
Sólidos	< 500 mg/L
Condutividade	> 10 µS/cm

Fonte: portaria nº 888, de 4 de maio de 2021

Figura 1 – Medidor condutivímetro utilizado para análise de parâmetros físicos da água (temperatura, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos).



Fonte: Do autor (2021).

De acordo com Oliveira e Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , e em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os valores podem chegar até 1000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ .

### 3.4 Temperatura da água

A temperatura da água é ditada pela radiação solar, estação do ano, profundidade do curso d'água, dependendo da intensidade do Sol ela poderá estar com a temperatura mais alta ou mais baixa, desconsiderando locais com águas termais ou próximos a área de vulcões. Artificialmente a temperatura da água pode obter mudança graças a termelétricas, despejos industriais e usinas atômicas (UFFRJ, 2013)

Segundo o Wupcenter, organização especializada em temperatura, citada pela UFFRJ (2013), o oxigênio dissolvido e pH da água, a temperatura exerce maior influência nas atividades biológicas e no crescimento. Também governa os tipos de organismos que podem viver ali: peixes, insetos, zooplâncton, fitoplâncton e outras espécies aquáticas, todas têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem. Se essa faixa for ultrapassada (para

menos ou para mais), o número de indivíduos das espécies diminui até se extinguirem totalmente.

A Tabela 4 apresenta, em linhas gerais, a importância da temperatura para a biota aquática.

Tabela 4 – Ação da temperatura sobre a biota aquática

TEMPER.	NÍVEL	VIDA AQUÁTICA
menor 14°C	baixa	Poucas plantas, truta, poucas doenças.
15 a 20°C	média	Algumas plantas, besouros d'água, algumas doenças.
21 a 27°C	alta	Muitas plantas, carpa, bagre, muitas doenças de peixes.
maior 27°C	muito alta	A temperatura começa a reduzir a vida aquática.

Fonte: Wup Center Ecology (2007).

### 3.5 Condutividade elétrica da água

Segundo Balator e Brandão (2008), a condutividade elétrica em uma água é representada em sua maioria por sólidos dissolvidos em água, dos quais se destacam dois tipos: compostos iônicos e compostos catiônicos. Os compostos iônicos (cargas negativas, que possuem elétrons livres na camada de valência) são sólidos que se dissolvem em água e caracterizados como sendo cloretos, sulfatos, nitratos e fosfatos. Os compostos catiônicos (cargas positivas, que perderam elétrons na camada de valência) também interferem na condutividade elétrica da água e possuem cátions de sódio, magnésio, cálcio, ferro, alumínio e amônio. Assim quando se apresentam na forma dissolvida na água, a condutividade elétrica é severamente reduzida; e chega a zero, quando o produto está em fase livre (presença do produto em camada).

### 3.6 Sólidos totais dissolvidos (TDS)

A medida de sólidos totais dissolvidos é de muita importância para identificar a qualidade da água, pois consegue identificar materiais filtráveis orgânicos e inorgânicos. Segundo Bodens (2013), a medida do total de sólidos dissolvidos é uma medida da quantidade de material dissolvido na água. Um certo nível de íons na água é necessário para a vida aquática. Mudanças nas concentrações de TDS podem ser prejudiciais porque a

densidade da água determina o fluxo de água de e para as células de um organismo. No entanto, se as concentrações de TDS forem muito altas ou muito baixas, o crescimento da vida aquática pode ser limitado e pode causar morte.

A Organização Mundial da Saúde (2004) quantificou o efeito dos níveis de TDS na água de consumo humano da seguinte forma (tabela 5):

Tabela 5 – Níveis de TDS

- Excelente: <300 mg/l
- Bom: 300-600 mg/l
- Regular: 600-900 mg/l
- Baixo: 900-1.200 mg/l
- Inaceitável: > de 1.200 mg/l
- Também inaceitável: extremamente baixo

Fonte: OMS (2004).

### 3.7 Parâmetros químicos

Parâmetros químicos segundo a Agência Nacional de Águas (2002):

1. pH (potencial hidrogeniônico): representa o equilíbrio entre íons H<sup>+</sup> e íons OH<sup>-</sup>; varia de 0 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7); o pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a entupir as tubulações; a vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.
2. Alcalinidade: causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio; mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos; em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável à água, tem influência nos processos de tratamento da água.
3. Dureza: resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade, em teores elevados; causa sabor desagradável e efeitos laxativos; reduz a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo; provoca entupimento nas tubulações e caldeiras.
4. Cloretos: Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas.

5. Ferro e manganês: podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais; causam coloração avermelhada à água, no caso do ferro, ou marrom, no caso do manganês, manchando roupas e outros produtos industrializados; conferem sabor metálico à água; as águas ferruginosas favorecem o desenvolvimento das ferrobactérias, que causam maus odores e coloração à água e obstruem as canalizações.
6. Nitrogênio: o nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato; é um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização; o nitrato, na água, pode causar a meta-hemoglobinemia; a amônia é tóxica aos peixes; são causas do aumento do nitrogênio na água: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais.
7. Fósforo: encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico; é essencial para o crescimento de algas, mas, em excesso, causa a eutrofização; suas principais fontes são: dissolução de compostos do solo; decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais; fertilizantes; detergentes; excrementos de animais.
8. Fluoretos: os fluoretos têm ação benéfica de prevenção da cárie dentária; em concentrações mais elevadas, podem provocar alterações da estrutura óssea ou a fluorose dentária (manchas escuras nos dentes).
9. Oxigênio Dissolvido (OD): é indispensável aos organismos aeróbios; a água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura; águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica; a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água; dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios.
10. Matéria Orgânica: a matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico; em grandes quantidades, no entanto, podem causar alguns problemas, como: cor, odor, turbidez, consumo do oxigênio dissolvido, pelos organismos decompositores. O consumo de oxigênio é um dos problemas mais sérios do aumento do teor de matéria orgânica, pois provoca desequilíbrios ecológicos, podendo causar a extinção dos

organismos aeróbios. Geralmente, são utilizados dois indicadores do teor de matéria orgânica na água: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO).

11. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias, para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto).
12. Demanda Química de Oxigênio (DQO): é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica, através de um agente químico. A DQO também é determinada em laboratório, em prazo muito menor do que o teste da DBO. Para o mesmo líquido, a DQO é sempre maior que a DBO.
13. Componentes Inorgânicos: alguns componentes inorgânicos da água, entre eles os metais pesados, são tóxicos ao homem: arsênio, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, prata, cobre e zinco; além dos metais, pode-se citar os cianetos; esses componentes, geralmente, são incorporados à água através de despejos industriais ou a partir das atividades agrícolas, de garimpo e de mineração.
14. Componentes orgânicos: alguns componentes orgânicos da água são resistentes à degradação biológica, acumulando-se na cadeia alimentar; entre esses, citam-se os agrotóxicos, alguns tipos de detergentes e outros produtos químicos, os quais são tóxicos.

### **3.8 Parâmetros biológicos**

Parâmetros biológicos segundo a Agência Nacional de Águas (2002):

1. Coliformes: são indicadores de presença de microrganismos patogênicos na água; os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças.
2. Algas: as algas desempenham um importante papel no ambiente aquático, sendo responsáveis pela produção de grande parte do oxigênio dissolvido do meio; em grandes quantidades, como resultado do excesso de nutrientes (eutrofização), trazem alguns inconvenientes: sabor e odor; toxidez, turbidez e cor; formação de massas de matéria orgânica que, ao serem decompostas, provocam a redução do oxigênio

dissolvido; corrosão; interferência nos processos de tratamento da água: aspecto estético desagradável.

### 3.9 Bioindicadores

Há também a existência dos bioindicadores de qualidade da água que são organismos que indicam se houve alguma alteração na normalidade do meio aquático. Os bioindicadores podem ser apenas um indivíduo da espécie, ou pode ser uma comunidade inteira, quando aparece em maior quantidade ou aparecem em locais em que não é normal se encontrarem indicam que o ambiente aquático foi mais alterado. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2002).

Principais classes de organismos bioindicadores:

- *Megaloptera*: possuem brânquias ao longo do corpo, cabeça mais rígida, mandíbula e abdômen mais fortes. Encontrado geralmente em água de qualidade boa ou mediana.
- *Plecópteros*: que possuem brânquias axilares e patas que parecem garras. São encontrados em água de boa qualidade.
- *Odonatas*: ordem das libélulas, indicadores de água de qualidade mediana.
- *Oligochaeta*: organismos que não possuem pernas e são caracterizados pelo corpo comprido, fino e arredondado. Indicam que a qualidade da água está muito ruim.
- *Mollusca*: seres que possuem uma concha e não se classificam como insetos, são bioindicadores geralmente encontrados em ambientes aquáticos com qualidade muito ruim.
- *Hirudinea*: formada por organismos de corpo mole e com pequenas ventosas no abdômen, indicadores de qualidade muito ruim
- *Diptera*: seres com o corpo fino, cabeça pequena e que possuem pequenas patas. Indicadores de qualidade muito ruim.

Outros bioindicadores são as plantas macrófitas aquáticas que atuam indicando o estágio sucessional ou o estágio trófico do ecossistema aquático. Temos como exemplos destas plantas:

- Aguapé: é uma espécie de planta aquática da família *Pontederiaceae*, indica que o ambiente aquático está poluído (estágio trófico);
- Alface d'água: pertencente à família *Araceae*, indica que o ambiente aquático está poluído (estágio trófico);

- Orelha de rato: é uma espécie de planta com flor pertencente à família *Convolvulaceae*, indica também que o ambiente aquático está em estágio trófico;
- Lírio d'água: indica que o ambiente aquático não está poluído (estágio sucessional);
- Elodea: é um género de plantas aquáticas da família das *Hydrocharitaceae*, indica estágio sucessional.
- Taboa: o excesso de taboas é um indicador de poluição no ecossistema da Lagoa Imboassica, porque além de depuradora de águas poluídas, é altamente adaptável, chegando até ser considerada uma praga

### 3.10 Leis ambientais

As leis ambientais são criadas para amenizar os impactos ambientais provocados pelo homem. A lei mais importante levada em conta neste trabalho foi o Código Florestal do Estado de Minas Gerais nº 20.922, de 2013, onde são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs) aquelas protegidas nos termos desta lei, revestida ou não com coberturas vegetais, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo, e de assegurar o bem-estar das populações humanas. Sendo as nascentes ainda que intermitentes, qualquer que seja sua situação topográfica, deverá num raio de 50 metros não ter qualquer tipo de alteração (MINAS GERAIS, 2013).

A degradação de áreas de APP (área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas); é sujeita a ocorrer quando há o parcelamento de determinada área, os consequentes processos de retirada da cobertura vegetal, impermeabilização do solo, edificações construídas próximas aos olhos d'água, ações antrópicas cotidianas promovidas pelos moradores (BENINI, 2015).

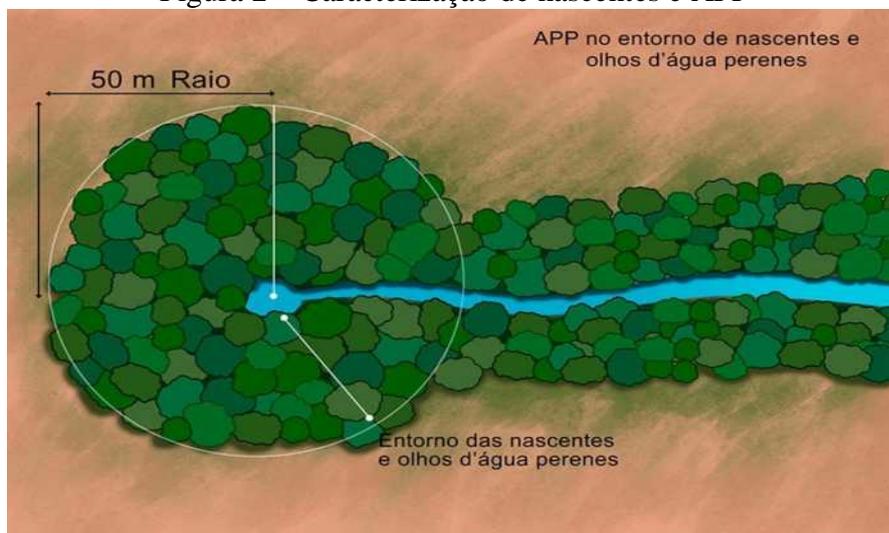
Conforme o Art.4º da lei 20.922/2013, considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, o que se segue.

I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
  - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
  - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
  - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- II - As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
  - b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
- III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento, observado o disposto nos §§ 1º e 2º;
- Leis ilustradas na imagem abaixo:

Figura 2 – Caracterização de nascentes e APP



Fonte: CNA Brasil (2016).

### 3.11 Protocolo de avaliação rápida

O protocolo de avaliação rápida, (PAR) tem por definição sendo ferramentas que reúnem procedimentos metodológicos aplicáveis à avaliação rápida, qualitativa e semiquantitativa, de um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes e

fatores que condicionam e controlam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais (CALLISTO *et al.*, 2002; RODRIGUES, 2008).

Por definição, os PARs são ferramentas que reúnem procedimentos metodológicos aplicáveis à avaliação rápida, qualitativa e semiquantitativa, de um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes e fatores que condicionam e controlam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais (CALLISTO *et al.*, 2002; RODRIGUES, 2008). No caso de avaliação das nascentes utilizar do índice de impacto ambiental em nascentes (IIAN), apresentado por Gomes, Melo e Vale (2005), seria a melhor alternativa, juntamente com os índices da Tabela 1.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Caracterização do Município

O Município de Candeias está localizado na Mesorregião do Oeste de Minas Gerais, Microrregião de Campo Belo, como mostrado na figura abaixo, posicionada nas coordenadas geográficas latitude 20°46'7.94"S sul e longitude 45°16'32.19" oeste.

Candeias possui como municípios limítrofes: Formiga, Campo Belo, Cristais, Santana do Jacaré, São Francisco de Paula e Camacho. A malha rodoviária que atende o município estrutura-se principalmente pela BR 354. A distância entre o município e a cidade de Belo Horizonte, capital administrativa do Estado, é de aproximadamente 242 km.

Figura 3 – Localização de Candeias, MG.



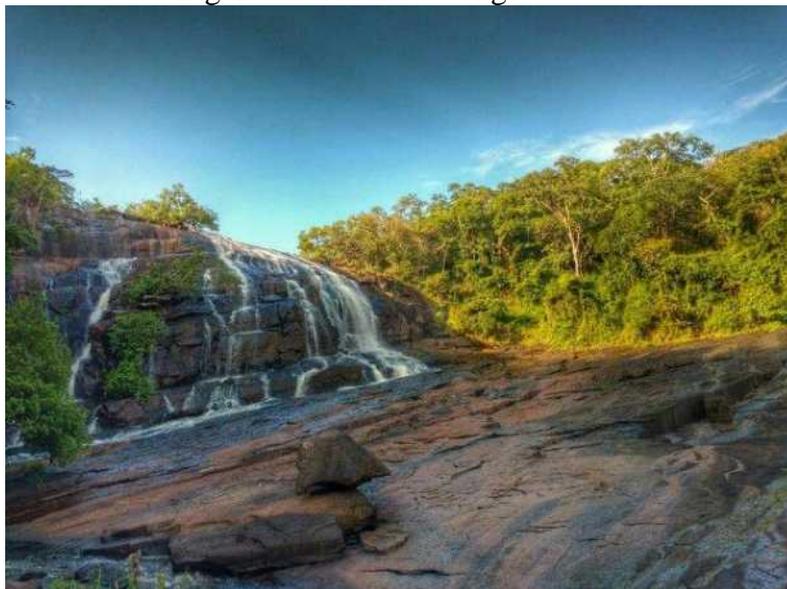
Fonte: IBGE (2017).

Figura 4 – Praça no centro da cidade de Candeias/MG.



Fonte: Prefeitura Municipal de Candeias (2017).

Figura 5 – Ribeirão Congo Choco.



Fonte: Prefeitura municipal de Candeias (2019).

O município de Candeias possui uma população estimada 14.888 habitantes no ano de 2020 (IBGE, 2020). Possui a área territorial de aproximadamente 720,512 km<sup>2</sup> e densidade demográfica 20,26 habitantes/ km<sup>2</sup> (IBGE, 2020). De acordo com dados coletados no último CENSO realizado pelo IBGE o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é 0,678 (IBGE, 2020). As principais atividades econômicas do município de Candeias são: agropecuária (cultivo de café, milho, soja, gado de leite e corte, armazenamento de grãos). Possui comércios e fábricas de vestuários (em expansão), gerando um PIB per capita de R\$ 17.227,35.

#### **4.2 Sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário**

O sistema de abastecimento de água do município de Candeias é operado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). A companhia atende atualmente uma população de aproximadamente 12.144 habitantes (COPASA, 2021).

A água potável distribuída à população é captada no Ribeirão Congo Choco e nos Poços C02, C03 e C05, e é tratada em uma estação do tipo convencional, onde passa pelos processos de oxidação, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação (COPASA, 2021).

O manancial superficial utilizado pela COPASA para o abastecimento de água em Candeias é o Ribeirão Congo Choco, cuja bacia hidrográfica tem extensão aproximada de

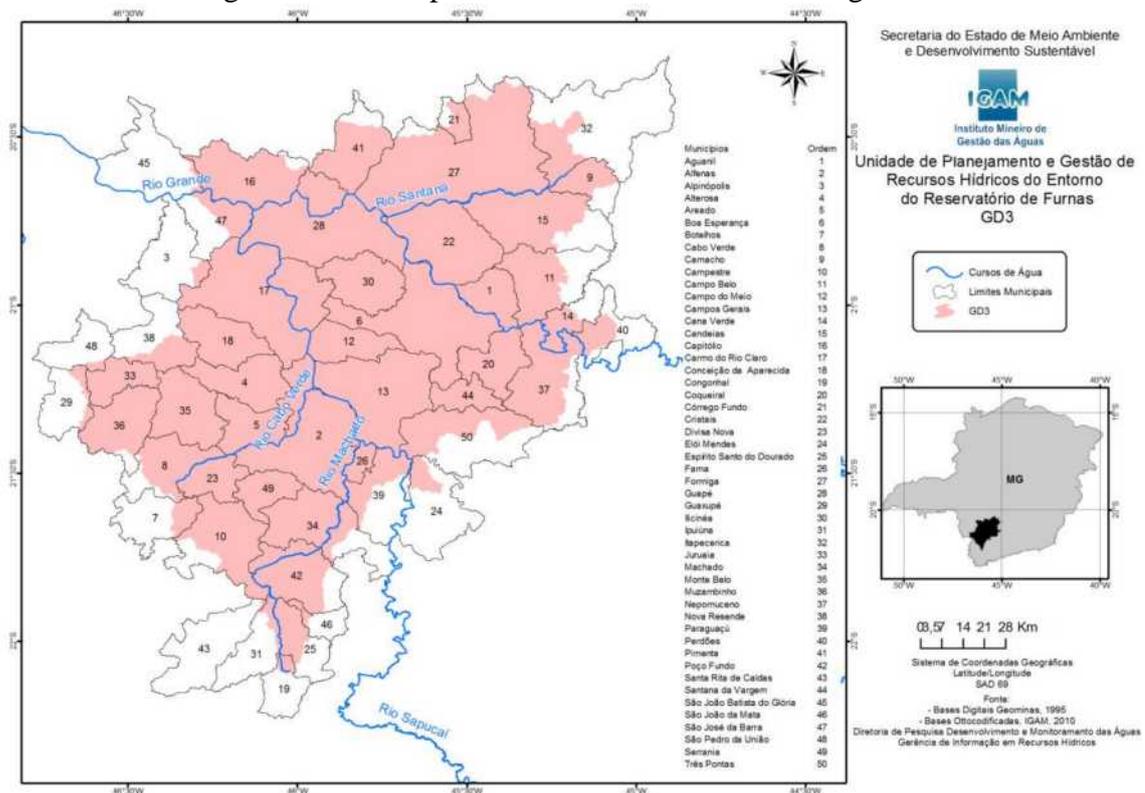
18,2 Km<sup>2</sup>, e os Poços C02, C03 e C05 são permanentemente monitorados com o objetivo de garantir a qualidade e quantidade de suas águas (COPASA, 2021).

O sistema de coleta e tratamento de esgoto é operado pela Prefeitura Municipal de Candeias. A estação de tratamento de esgoto iniciou sua operação no ano de 2016.

### 4.3 Hidrologia

A bacia hidrográfica do município é formada, principalmente pelo Rio Santana, Ribeirão dos Dias e Ribeirão São João, pertencentes à sub Bacia Hidrográfica do Entorno do Lago de Furnas da Bacia do Rio Grande. Imagem abaixo mostra a bacia de Furnas e a localização de Candeias presente como número 15.

Figura 6 – Município de Candeias e sua rede hidrográfica.



Fonte: IGAM (2021).

### 4.4 Relevo

O município de Candeias é caracterizado por um relevo acidentado, do tipo mares de morros, com altiplanos elevados. Destaca-se, em termos de regularidade de altiplanos elevados um ponto a leste do município, onde as elevações atingem 1186 m (sul da fazenda

Sítio da Ponte). Ao longo das planícies aluvionares do córrego Grande/Monteiros (situado a oeste do município que corre para norte e deságua no rio Santana) no entanto, as altitudes caem para valores da ordem de 880 metros.

#### **4.5 Clima**

O clima predominante é o tropical de altitude, que se caracteriza por ser mesotérmico, úmido, com chuvas torrenciais; chuvas orográficas. Esse clima também apresenta como característica importante temperaturas amenas com poucas variações, além de chuvas no verão e seca no inverno, o que corresponde, segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928), ao clima do tipo Tropical (Aw) e Tropical de Altitude (Cwb).

A temperatura média anual oscila entre 21 e 23°C. O verão e a primavera são os períodos mais quentes, quando as máximas diárias variam em torno de 28 e 30°C. A precipitação média anual varia entre 1300 e 1600 mm. O trimestre mais seco ocorre nos meses de junho, julho e agosto com valores médios da ordem de 60 mm. O trimestre mais úmido ocorre nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com valores médios de 750 mm.

#### **4.6 Vegetação**

A vegetação do Município é constituída de cerrado e campo cerrado, com pequenas manchas de Mata Atlântica, composto por 42% pelo bioma Cerrado e 58% pelo bioma Mata Atlântica.

Predominam os seguintes tipos de fitofisionomias: Mata Atlântica, floresta estacional semidecidual montanha; Cerrado, cerrado sensu stricto, campos sujos e manchas de vegetação sobre afloramento rochoso, matas ciliares e matas de galerias, além de regiões brejosas e ambientes de várzeas como ilustrado na imagem abaixo.

Figura 7 – Biomas de Candeias, MG.



Fonte: IDE-Sisema (2020).

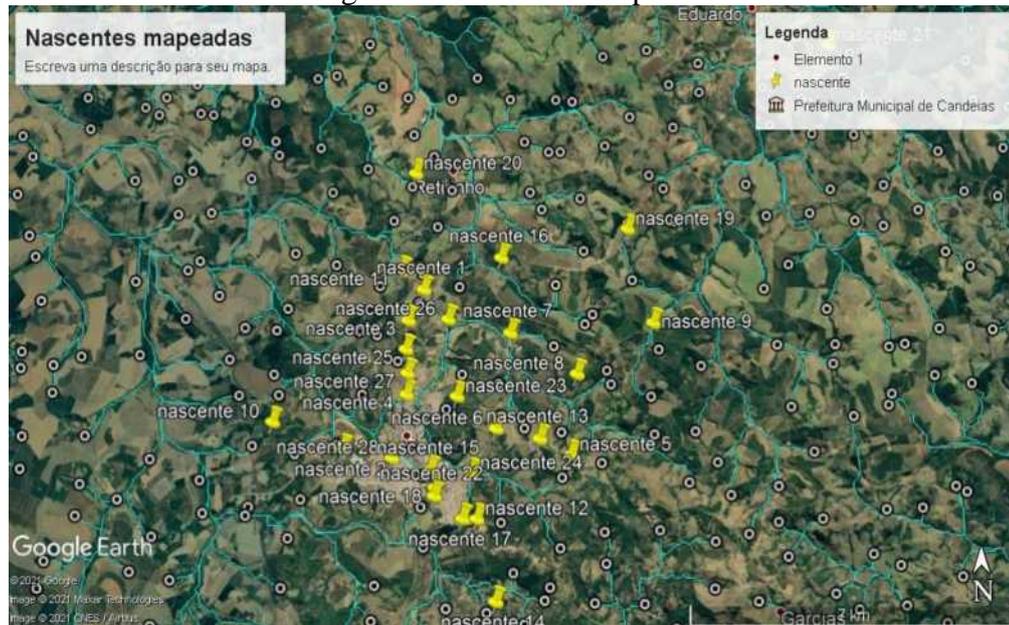
## 4.7 Metodologia

Os métodos utilizados na pesquisa foram elaborados para ser possível seguir os Protocolos de Avaliação Rápida de nascentes, os quais tem a proposta de avaliar, de forma integrada, parâmetros que determinam a qualidade dos condicionantes físicos dos rios (RODRIGUES, 2008), e definir dentre todas as nascentes estudadas o grau de poluição, e a pontuação de acordo com a tabela 1 (quantificação da análise dos indicadores macroscópicos) e pontuação obtida por cada nascente de acordo com a tabela 2 (classificação das nascentes quanto as classes e os graus de preservação).

### 4.7.1 Etapas para a realização do trabalho

Primeiramente foram selecionadas 28 nascentes utilizando sensoriamento remoto com os programas Qgis e Google Earth. De acordo com o mapa foram observados os pontos de nascentes próximos a área urbana, estradas pavimentadas ou não, área de cultura agropecuária, cujo curso da água iriam para a principal represa da cidade que é o centro de distribuição, próximos aos poços de captação de água, ou que tem distritos rurais perto. Tais nascentes poderiam estar sendo prejudicadas e não preservadas, pela proximidade com estradas, residências ou áreas agropecuárias próximas, todas nas áreas rurais e urbanas do município de Candeias.

Figura 8 – Nascentes mapeadas.



Fonte: Do autor (2021).

Na segunda etapa, depois de mapeadas as nascentes identificadas acima em azul, foi elaborado o plano de visita à cada uma delas. Observando pelo mapa qual a estrada seria mais próxima, também as áreas de pastagem ou cultivo agrícola próximos aos pontos em azul. Estes fatores foram destacados, sendo os pontos em amarelo as nascentes selecionadas para a realização das visitas como na imagem a cima.

A terceira etapa foi o trabalho de campo. Durante as visitas em todos os locais foram realizadas a avaliação macroscópica da água da nascente e do entorno, utilizando os parâmetros da Tabela 1, cor da água, odor, resíduos sólidos ao redor, materiais flutuantes, espuma, óleos, esgoto, preservação da vegetação, uso por animais, uso por humanos, proteção ao local, proximidade com residências, tipos de área de inserção; e foram tiradas fotografias de todos os locais e observado também a presença de plantas bioindicadoras.

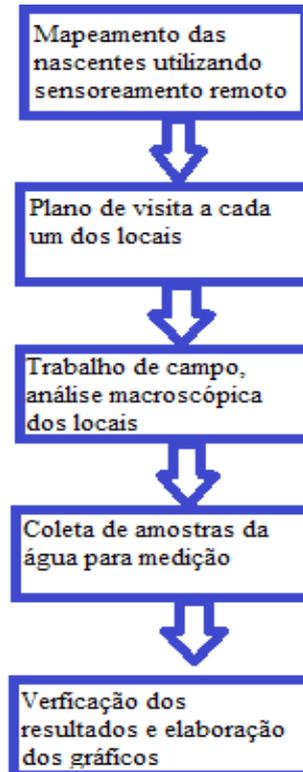
A quarta etapa foi executada também durante as visitas, em todas as nascentes foram coletadas amostras da água para realizar a medição da temperatura, da condutividade elétrica e do TDS utilizando o equipamento condutivímetro (Figura 1), em que se mergulha o sensor na amostra de água, aguarda registrar a medição, anota, limpa o sensor com papel toalha e repete o processo em todas as amostras.

A quinta etapa foi a verificação dos resultados comparando de acordo com a pontuação da Tabela 2 (classificação das nascentes quanto as classes e os graus de preservação), o índice de protocolo de avaliação de qualidade de nascentes, e as medidas

realizadas pelo condutivímetro e somados os pontos de cada nascente, então foi utilizado gráficos feitos no Excel para expressar os resultados.

A fim de facilitar o entendimento dos passos seguidos foi elaborado um fluxograma apontando as atividades desenvolvidas.

Fluxograma 1 – atividades desenvolvidas.



Fonte: Do autor (2021).

## 5 RESULTADOS OBTIDOS

### 5.1 Nascente número 1 (20°44'32.15"S; 45°16'25.29"O)

Foi realizada a visita no local no dia 18 de maio de 2021. O local em que se situa a nascente é próximo à rodovia Candeias-Camacho, estrada não pavimentada e a nascente fica a cerca de 30 metros. Há cultivo de café próximo, cerca de 50 metros e há no local também um chiqueiro de criação de porcos abandonado com sinais severos de abandono, sem presença de nenhum animal.

A água apresentava-se com cor transparente, sem odor, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, com a vegetação da Área de Preservação Permanente preservada, sem presença de uso de animais, sem presença de uso por humanos, com proteção de arame farpado, próximo cerca de 50 a 100 metros de cultivo de café, sendo o local da nascente uma propriedade privada.

As características físicas da amostra apresentaram temperatura de 27,1°C, condutividade elétrica 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e TDS 25mg/l.

Em questão da biodiversidade de plantas, não foi encontrada nenhuma bioindicadora, apenas samambaias e plantas comuns em matas ciliares.

Esta nascente é uma das principais do curso d'água da represa que a COPASA utiliza para o abastecimento da população da cidade, sendo o único lago represado do município destinado ao abastecimento para consumo.

Figura 9 – Localização da nascente 1.



Fonte: Google Earth (2021).  
Figura 10 – Situação da nascente 1



Fonte: Do autor (2021).

### 5.1.2 Nascente número 2 (20°46'8.72"S; 45°17'27.49"O)

A visita no local foi realizada no dia 21 de maio de 2021. O local fica próximo a uma área de cultivo de café, cerca de 40 metros, próximo cerca de 50 metros de uma linha de trem e cerca de 100 metros de uma indústria de pré-fabricados de concreto denominada como PREFAZ. O curso d'água gerado por esta nascente possui óleo na superfície, presença de odor e coloração artificial).

Quanto a análise macroscópica da nascente, a mesma se apresentou com coloração da água escura, cheiro fraco, poucos resíduos sólidos ao redor, alguns materiais flutuantes, muita espuma, muito óleo na superfície, fluxo superficial de esgoto, área com degradação ao entorno, presença de animais, uso por humanos, sem proteção da nascente, e com residências próximas entre 50 e 100 metros.

As características físicas que a amostra apresentou foram: temperatura 24,3°C, condutividade elétrica de 37  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e TDS 90mg/l. Medidas dentro dos padrões físicos da OMS e ANA. Não foi encontrada nenhuma planta bioindicadora.

Ao longo do curso d'água, ele recebe efluentes sanitários da zona sul da cidade. Pela presença de efluentes na nascente e de óleo, conclui-se ser resquício de água residual da indústria que fica a jusante.

Figura 11 – Localização da nascente 2.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 12 – Situação da nascente 2.



Fonte: Do autor (2021).

### 5.1.3 Nascente número 3 (20°44'56.69"S; 45°16'32.49"O)

A visita ao local foi realizada no dia 18 de maio de 2021. O local exato da nascente fica em uma grota com cerca de 6 metros de profundidade aparentemente. Fica próximo cerca de 50 metros de cultivo agrícola, mas como citado a atividade pecuária neste local é mais presente.

A nascente se apresenta com uma coloração escura barrenta, sem cheiro, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleos, sem esgoto, a vegetação apesar dos animais encontra-se preservada, sem uso por humanos, sem proteção, e com residências bem mais de 100 metros de distância.

Pela medição do condutivímetro as características físicas da amostra foram: temperatura de 28° Celsius, condutividade elétrica de 45  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e TDS 110 mg/l.

Também não estava presente nenhuma planta bioindicadora da qualidade da água.

Figura 13 – Localização da nascente 3



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 14 – Situação da nascente 3.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 15 – Situação da nascente 3.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.4 Nascente 4 (20°45'43.82"S; 45°16'38.12"O)

Esta nascente não foi localizada por meio de sensoriamento remoto, visto que a topografia do local não indica presença de nascentes, mas como fica em um local localizado em meio à cidade, a maioria da população a conhece, e por ser um local de movimento foi fácil encontrá-la.

Desta forma, foi realizada a visita no dia 18 de maio de 2021. Ela se localiza próximo a uma rua pavimentada, várias residências e não tem nenhuma proteção para evitar o acesso, sendo de livre acesso à população e animais.

A água apresentou-se clara, com cheiro fraco, com resíduos sólidos ao redor e dentro, muitos materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, alta degradação da Área de Preservação Permanente, sem uso por animais, mas com presença de uso por humanos para irrigação de hortas, sem proteção, e com residências bem próximas menos de 50 metros.

As características físicas da amostra foram: temperatura 22,3° C, condutividade de 260 µS/cm, e TDS 650 mg/L. Com os números apresentados notou-se que há sólidos e íons dissolvidos na água mais que as observadas anteriormente, seja pelos resíduos presentes ao redor, pela drenagem pluvial da rua que é deslocada para ela e pelo local em que está

localizada. Pelo nível de TDS e de condutividade ela está com a qualidade regular de poluição.

Foi observado a presença de “taboa” que é um indicador de local pantanoso e com poluição, ela se encontra alastrada de forma que em alguns locais não é possível observar a água.

Figura 16 – Localização da nascente 4.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 17 – Situação da nascente 4.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 18 – Situação da nascente 4.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.5 Nascente 5 (20°46'25.19"S; 45°14'34.42"O)

A visita ao local foi realizada no dia 25 de maio de 2021. Esta nascente apresentou-se em uma situação muito boa, bem preservada e longe de qualquer interferência humana ou animal pela altura e pela cerca. Existe uma área de cultivo de café próxima a ela, cerca de 70 metros, mas a drenagem pluvial da área do café é ao lado oposto da nascente.

Um pouco abaixo há um barramento de água formando uma lagoa para as propriedades rurais próximas coletarem água. O proprietário da área em que se localiza a lagoa foi contactado e apresentou termos legais de barramento .

A análise macroscópica da área apresentou ótimos resultados, com a água estando transparente, sem odor, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, vegetação preservada, sem uso por animais, sem uso por humanos, com proteção de arame farpado no olho d'água, e sem residências próximas.

As características físicas da amostra da água de acordo com o condutivímetro foram: temperatura 27°C, condutividade elétrica 27  $\mu$ S/cm, e TDS 65 mg/L. Números considerados ótimos pelos parâmetros da OMS. Não foi observado a presença de nenhuma planta bioindicadora.

De acordo com moradores locais por meio de entrevista próximos a esta nascente, a mesma é de muita importância para a captação de água de muitas casas da região, e como ela faz parte do curso d'água do ribeirão Congo Choco, suas águas cortam a cidade, e quanto mais próxima do centro urbano já fica visivelmente poluída.

Figura 19 – Localização da nascente 5.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 20 – Situação da nascente 5.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 21 – Situação da nascente 5.



Fonte: Do autor (2021).

#### **5.1.6 Nascente 6 (20°46'7.24"S; 45°15'30.51"O)**

A data da visita foi dia 24 de maio de 2021. Esta nascente não foi mapeada utilizando sensoriamento remoto, pelo seu local estar em uma área em um ponto da cidade que muitas pessoas vão para tirar foto, sendo fácil saber de sua existência e descobrir seu local exato. Sendo uma área próxima à cidade e de circulação de pessoas, o lugar poderia estar sujo, mas a nascente está bem visualmente preservada.

A água estava transparente, sem odor, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espuma, foi encontrado um pouco de óleo em algumas partes, sem esgoto, vegetação preservada, alguns animais por perto, sem uso por humanos (como encanamento e barramento), com proteção, e sem residências próximas.

A amostra de água coletada obteve temperatura de 26,3°C, condutividade elétrica de 18  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e TDS 45 mg/L. Sendo assim muito pouco material dissolvido indicando baixo índice de poluição.

Não foi encontrada nenhuma planta bioindicadora, mas a mata está bem preservada, então há muita variedade de espécie de plantas no local, a maioria samambaia.

Figura 22 – Localização da nascente 6.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 23 – Situação da nascente 6.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 24 – Situação da nascente 6.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.7 Nascente 7 (20°45'3.57''S; 45°14'42.82''O)

O trabalho de campo no local foi realizado dia 28 de maio de 2021. A nascente é uma das que abastece o reservatório de água da COPASA, em que a população é abastecida. Ela se encontra muito próximo à área agrícola de café, sendo que a drenagem pluvial das áreas de café próximas, desaguam na nascente. O proprietário da área não foi encontrado no dia para se obter mais informações.

A vegetação por ser uma área agrícola bem grande não se encontra natural, sendo apenas a área da nascente central preservada, mas toda sua Área de Preservação Permanente bem desmatada.

A água se apresentou nas seguintes condições: transparente, sem odor, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, vegetação muito degradada, sem uso por animais, presença de uso por humanos para irrigação, sem proteção para acesso pois fica na estrada de colheita.

A análise da amostra de água apresentou uma temperatura de 24,3°C, condutividade elétrica bem baixa de 7  $\mu$ S/cm, TDS 15 mg/L. Com estes dados notou-se que a água está com poucos materiais dissolvidos, então mesmo com a proximidade de uma área com cultivo de

café aparentemente não está com resquícios de agrotóxicos e outros produtos químicos. Havia bastante taboa no local, aguapé e alface d'água podendo ser indicadores de poluição.

Figura 25 – Localização da nascente 7.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 26 – Situação da nascente 7.



Fonte: Do autor (2021).

### 5.1.8 Nascente 8 (20°45'19.56"S; 45°14'2.16"O)

Esta nascente está bem próxima a nascente 7, com isto a visita foi realizada no mesmo dia em ambas, 28 de maio de 2021.. A análise macroscópica do local as mesmas questões que a nascente de número 7, proximidade muito grande com cultivo de café, com estrada bem movimentada, estando situada no centro dos pés de café, sendo toda contornada por eles.

Ela fica na mesma propriedade da nascente 7 e o dono não foi encontrado. Como ela fica localizada bem no centro de plantações ela foi represada em uma pequena lagoa e depois encanada até mais abaixo para seguir seu curso natural.

A água se apresentou clara, sem odor, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espuma, com presença de um pouco de óleo, sem esgoto, vegetação muito degradada, sobrando praticamente apenas o local da nascente, sem uso por animais, uso por humanos presente, sem proteção.

A amostra coletada apresentou temperatura de 23,7° C, condutividade elétrica de 28 µS/cm, e TDS 70 mg/L. Resultados surpreendentes e satisfatórios pelo local em que se situa. Em questão de plantas, havia bastante taboa no local.

Figura 27 – Localização da nascente 8.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 28 – Situação da nascente 8.



Fonte: Do autor (2021).

### **5.1.9 Nascente 9 (20°45'6.04"S; 45°13'23.10"O)**

Esta nascente fica bem próximo das nascentes 08 e 07, então foi realizado o trabalho de campo no dia 28 de maio de 2021. Esta nascente se encontra mais afastada do centro urbana, mas seu curso d'água é um dos principais afluentes do Rio Santana que é um dos maiores da região. A nascente se encontra bem próxima a uma estrada bem importante de ligação de áreas rurais, estando bem próxima à cafezais e pasto para o gado.

A água se apresentou escura, com cheiro fraco, sem resíduos sólidos, poucos materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, baixa degradação da área de preservação permanente, presença de animais pisoteando, presença de uso por humanos, sem proteção para evitar o acesso, e distante mais de 100 metros de residências.

O aspecto físico da água apresentou uma temperatura de 24,9° C, condutividade elétrica de 11  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS de 25mg/L. Não foi encontrada planta bioindicadora, apenas presença de bastante bambuzais, e grama.

Figura 29 – Localização da nascente 9.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 30 – Situação da nascente 9.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.10 Nascente 10 (20°46'1.42"S; 45°18'18.55"O)

A visita ao local foi realizada no dia 20 de maio de 2021. A nascente se localiza bem próxima a BR-354 que liga o município de Candeias a Formiga, estrada pavimentada e com grande circulação de veículos. A nascente está no meio de plantações de café, e foi feito um pequeno represamento abaixo, o dono apresentou o correto cadastramento do represamento e a proteção adequada da nascente.

Mais à frente, exatamente ao lado da rodovia é presente uma maior nascente, com maior vazão, e a rodovia passa acima e ela fica situado em baixo no talude da rodovia. Por ser uma rodovia bem antiga, não há registros se a nascente foi soterrada e alterado o lugar. Mas percebe-se a degradação da Área de Preservação Permanente.

A água estava escura, com cheiro fraco, bastante resíduos sólidos advindos da rodovia, presença de materiais flutuantes, presença de espuma, presença de óleo, sem esgoto, área extremamente degradada acima e abaixo do curso, presença de uso por animais, sem uso por humanos e sem proteção contra acesso.

Foi coletada a amostra e medida uma temperatura de 23,2°C, condutividade elétrica de 57  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS de 140 mg/L.

Havia presença de orelha de rato e alface d'água, indicando que o ambiente se encontra em estado poluído.

Figura 31 – Localização da nascente 10.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 32 – Situação da nascente 10.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 33 – Situação da nascente 10.



Fonte: Do autor (2021).

#### **5.1.11 Nascente 11 (20°44'20.83"S; 45°16'55.38"O)**

O trabalho de campo no local, foi realizado no dia 18 de maio de 2021, e a nascente se encontrou em ótimo estado, não havendo atividades agropecuárias próximo ao local, uma vazão considerável, sendo a Área de Preservação Permanente bastante preservada, sendo colocado uma tubulação de proteção no centro da nascente principal para evitar qualquer dano ao solo do local.

A água estava com as seguintes características: transparente, sem cheiro, sem resíduos sólidos ao redor, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, vegetação da Área de Preservação Permanente preservada, sem presença de uso por animais, sem presença de uso por humanos, com proteção, e com presença de residências ou atividades agropecuárias acima de 100 metros de distância.

A amostra de água coletada apresentou as seguintes características obtidas com o condutivímetro: temperatura 26,5°C, condutividade elétrica de 31  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS de 75mg/L.

No local havia plantas como samambaia que sobrevivem em local úmido, bambuzal, mas nenhuma planta bioindicadora da qualidade da água.

Figura 34 – Localização da nascente 11.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 35 – Situação da nascente 11.



Fonte: Do autor (2021).

### 5.1.12 Nascente 12 (20°47'6.55"S; 45°15'45.09"O)

A visita ao local foi realizada no dia 22 de maio de 2021. A nascente se localiza bem próxima a entrada sul da cidade, e cerca de 200 metros da área urbana, um pouco ao lado da nascente se encontra uma comunidade rural, que utilizam do recurso hídrico. A jusante é possível notar presença de poluentes, fazendo parte do principal curso d'água da cidade em que acontece despejo de esgoto.

Para utilização da comunidade rural foi realizado um barramento próximo a nascente, e os moradores do local dialogaram e apresentaram documentos abrangentes para realização do barramento para utilização da comunidade já que ela não é contemplada pela companhia de saneamento da cidade. Foi visto também na lagoa, que a barragem original apresente canalização, aparentemente desativada, aparentemente sendo utilizada para despejo de líquidos.

A água estava com característica escura, sem odor, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, vegetação pouco preservada, presença de uso por animais, presença de uso por humanos, sem proteção, com residências presentes a mais de 100 metros de distância.

As medidas da amostra de águas foram: temperatura 27,2°C, condutividade elétrica de 32  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 80mg/L. Medidas consideradas boas, sem possíveis elementos químicos dissolvidos na água apesar dos canos desativados presentes.

No local havia presença de aguapé, e taboa, ambos presentes em locais de nível trófico, indicando que pode haver algum tipo de poluição da água, sendo perigoso para os moradores da comunidade rural próxima, fazerem a utilização desta água.

Figura 36 – Localização da nascente 12.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 37 – Situação da nascente 12.



Fonte: Do autor (2021).

### 5.1.13 Nascente 13 (20°47'17.48"S; 45°14'39.55"O)

A visita ao local foi realizada no dia 22 de maio de 2021. No dia da visita no local havia a presença de bastante gado utilizando a água da nascente, apesar da mesma estar em uma grotta com aparentemente 8 metros de altura o dono da propriedade fez uma rampa para facilitar o acesso aos animais para beber a água. Também foi constatado que há cultura de café a montante da nascente, sendo que a água da chuva é drenada para o local. O proprietário não quis dialogar.

A água estava escura, com pouco odor, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, mata ciliar no lado em que não tem presença agropecuária

estava preservada, presença de uso de animais, presença de uso por humanos, sem proteção, residências com mais de 100 metros de distância, mas com agropecuária bem próxima.

As características da amostra coletada foram: temperatura de 26,5°C, condutividade de 32  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 80 mg/L. Números considerados bons sobre presença de poluentes segundo a OMS. Não foram encontradas presença de plantas bioindicadoras.

Figura 38 – Localização da nascente 13.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 39 – Situação da nascente 13.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.14 Nascente 14 (20°48'0.10"S; 45°15'31.59"O)

A visita ao local foi realizada no dia 24 de maio de 2021. É uma nascente aparentemente com uma grande vazão, distante cerca de 15 km da área urbana, mas próximo a distritos rurais, com solo plano na Área de Preservação Permanente, com uma profundidade bem pequena, o que facilita o acesso de animais. É bem próxima a áreas de agropecuária, mas a drenagem da água da chuva não é em direção a nascente.

Por ser bastante pisoteada por animais, a amostra da água estava escura, odor fraco, sem resíduos sólidos no local, sem materiais flutuantes, sem espuma, há presença de óleo, sem esgoto, vegetação pouco preservada, presença grande de animais, sem uso por humanos, sem proteção, distante mais de 100 metros de residências.

As medidas realizadas pelo condutivímetro na amostra foram: temperatura de 26,9°C, condutividade elétrica de 27  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS de 65 mg/L. No local tem a presença de uma boa diversidade de plantas, com destaque para *Hedychium coronarium*, popularmente chamado de lírio do brejo, serve até com uma proteção para nascentes, mas como os animais conseguem pisotear a planta, a planta perde um pouco sua finalidade, mas não é uma planta bioindicadora.

Figura 40 – Localização da nascente 14.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 41 – Situação da nascente 14.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.15 Nascente 15 (20°46'34.45"S; 45°16'19.77"O)

A visita ao local foi realizada dia 28 de maio de 2021. A nascente se localiza bem no centro da cidade, próximo à rodoviária, praça da bandeira e a avenida 17 de dezembro. Está em uma condição muito ruim e degradada. O curso d'água desta nascente foi canalizado, sendo que a nascente segue seu curso natural aproximadamente por apenas 10 metros, sendo ilhada por duas ruas, casas e estabelecimentos. Na data da visita estava sendo realizada uma obra de terraplanagem bem em frente a nascente, o que fez com que muita terra tivesse sido carregada para dentro da Área de Preservação Permanente da nascente, sendo que pode estar havendo descumprimento da legislação por conta deste ato

Como dito acima, o curso d'água e a nascentes recebem muito esgoto. Com todos estes fatores, a característica da água estava muito ruim, sendo sua cor escura, cheiro muito forte, presença de resíduos sólidos no local, presença de materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, mas com presença de esgoto doméstico, vegetação muito degradada, sem uso por animais, presença de uso por humanos, sem proteção, com residências bem próximas cerca de 5 metros.

As medidas da coleta foram: temperatura 24,4°C, condutividade elétrica de 176 µS/cm, TDS 440mg/L. Indicando que há bastante íons e materiais dissolvidos, podendo ser materiais químicos e poluentes em geral.

O local está coberto por aguapé, taboa e lírio do brejo, sendo que taboa e aguapé são bioindicadores de que a situação da água está em nível trófico, ou seja, muito poluída.

Figura 42 – Localização da nascente 15.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 43 – Situação da nascente 15.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 44 – Situação da nascente 15.



Fonte: Do autor (2021).

### 5.1.16 Nascente 16 (20°44'20.58"S; 45°14'40.50"O)

A visita ao local foi realizada no dia 20 de maio de 2021. A nascente se localiza bem próxima a estrada que liga Candeias – Camacho, e áreas de uso agropecuário. O local da nascente está bem preservado, o proprietário utiliza bastante água e instalou uma mangueira para captação, além de um recipiente para evitar pequenas erosões no local, e à jusante realizou um barramento formando uma lagoa para coletar a água. O proprietário da área apresentou os meios legais de preservar a nascente e manter o barramento.

O local estava com a água escura devido à chuva que aconteceu na madrugada anterior o que serviu para aumentar os sólidos suspensos e escurecer a água, sem cheiro, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, vegetação preservada, sem uso por animais, sem uso direto por humanos, com proteção, estrada e a residência do proprietário fica abaixo de 50 metros de distância da nascente.

A amostra de água coletada apresentou uma temperatura de 26,3°C, condutividade elétrica de 33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS de 80 mg/L. Números que não indicam poluição na água do local. Não foi encontrada planta bioindicadora.

Figura 45 – Localização da nascente 16.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 46 – Situação da nascente 16.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.17 Nascente 17 (20°47'6.43"S; 45°15'55.86"O)

A visita ao local foi realizada dia 24 de maio de 2021. A nascente se localiza bem próxima a área urbana, bem atrás de um dos três cemitérios da cidade, mas este encontra-se sem uso, sendo a obra embargada justamente por ser em um local próximo a Área de Preservação Permanente. O local está bem preservado, há sinais de que área já esteve mais movimentada do que no dia da visita, além de ter sido observadas roupas no matagal, copos e carvão. Para encontrar a nascente é necessário descer por uma trilha, mas não é de tanta dificuldade para acesso.

Quando a nascente foi encontrada estava em uma situação boa pela controvérsia proximidade com a área urbana. Estava transparente, sem odor, sem resíduos sólidos na Área de Preservação Permanente, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, vegetação preservada, sem uso por animais, sem uso por humanos, com proteção de arame farpado, mas com cemitério próximo de 50 a 100 metros.

A amostra de água estava com uma característica de temperatura 26,3°C, condutividade elétrica de 71  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS de 175 mg/L. Não foi encontrada no local nenhuma planta bioindicadora.

Figura 47 – Localização da nascente 17.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 48 – Situação da nascente 17.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5..1.18 Nascente 18 (20°46'46.12"S; 45°16'16.30"O)

A visita no local foi realizada no dia 24 de maio de 2021. A nascente se localiza no centro urbano no bairro Alto do Cruzeiro, próximo a residências e a linha do trem que passa na cidade. A nascente está em uma gruta com aparentemente 10 metros de profundidade, mas

que está atingida por uma erosão muito acentuada, inclusive indivíduos arbóreos já caíram ou estão prestes a cair.

Na rua acima está acontecendo uma obra o que tem jogado muita terra, resíduos sólidos e entulhos para dentro da Área de Preservação Permanente da nascente. Não há mata ciliar para proteger a nascente ou qualquer tipo de proteção, o que faz com que a nascente esteja com um alto risco de soterramento.

A água estava transparente, sem odor, com muitos resíduos sólidos, muito materiais flutuantes, sem espuma, muito óleo, sem esgoto, vegetação muito degradada pela presença de casas e de animais, sem uso da água por humanos, sem proteção e com residências com menos de 50 metros de distância.

As características medidas da água foram: temperatura 26,6°C, condutividade elétrica de 142  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 355 mg/L. Tais medidas demonstram que há presença de íons e de materiais dissolvidos na água, o que pode ser poluentes. Não foi encontrada nenhuma planta bioindicadora.

Figura 49 – Localização da nascente 18.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 50 – Situação da nascente 18.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 51 – Situação da nascente 18.



Fonte: Do autor (2021).

**5.1.19 Nascente 19 (20°43'51.01"S; 45°13'47.96"O)**

A visita ao local foi realizada no dia 20 de maio de 2021. O local está situado próximo a estrada que liga Candeias à cidade de Camacho, rodovia não pavimentada. A nascente está razoavelmente próxima da casa do proprietário do terreno, mas não há nenhum tipo de proteção da nascente.

O dono utiliza o local para pastagem de gado, o que está prejudicando bastante a qualidade da água, pois é nítido sinais de pisoteamento da Área de Preservação Permanente. O curso d'água é utilizado por vários moradores rurais à jusante de onde se localiza a nascente, o que pode causar doenças advindas de coliformes e outros problemas por causa do uso pelo gado.

A água encontrava-se em uma situação escura, sem cheiro, poucos resíduos sólidos ao redor pela proximidade com a estrada, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, mata ciliar com baixa degradação, no dia da visita não havia nenhum animal presente no local, mas há muitas marcas de pisoteamento, vestígios de uso por humanos, sem proteção, dista de 50 a 100 metros de residências.

As medidas encontradas pelo condutímetro na amostra foram: temperatura 23,2°C, condutividade elétrica de 48  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 120 mg/L. Números indicam que há um pouco de sólidos dissolvidos, também pela cor da água. Foram observadas no local apenas plantas que sobrevivem em lugares mais úmidos, mas nenhuma bioindicadora da qualidade da água.

Figura 52 – Localização da nascente 19.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 53 – Situação da nascente 19.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 54 – Situação da nascente 19.



Fonte: Do autor (2021).

### 5.1.20 Nascente 20 (20°43'13.70"S; 45°16'0.46"O)

A visita ao local foi realizada no dia 19 de maio de 2021. O local fica a 10 km da zona urbana, sendo possível perceber a presença de uma lagoa artificial formada pelo represamento da água da nascente; o dono da propriedade apresentou meios legais de ter represado a água.

De acordo com o proprietário, a água da nascente foi muito importante para a cidade no período de seca nos anos de 2014 e 2015, pois a empresa de saneamento da cidade (COPASA) recolhia a água da lagoa com caminhões pipa e abastecia o reservatório da cidade, e assim acontece em todos os momentos de crise hídrica da região. Visualmente, a nascente aparenta ser de grande vazão sendo possível fornecer bastante água para a lagoa e o curso d'água abaixo.

Apesar de toda a importância citada da nascente para o município. Ainda assim a água e a Área de Preservação Permanente não se encontram em uma ótima situação. A água estava escura, sem cheiro, poucos resíduos sólidos ao redor, poucos materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, nota-se um pequeno fluxo superficial de efluentes advindos das residências acima, baixa degradação da vegetação, presença de uso por animais, presença de uso por humanos, com proteção, mas com acesso, e residências próximas entre 50 e 100 metros.

As características apresentadas pela amostra foram: temperatura 22,5°C, condutividade elétrica de 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 100 mg/L. Níveis considerados bons quanto à materiais dissolvidos. Não foi observada nenhuma planta bioindicadora.

Figura 55 – Localização da nascente 20.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 56 – Situação da nascente 20.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.21 Nascente 21 (20°41'34.18"S; 45°10'42.53"O)

A visita ao local foi realizada no dia 20 de maio de 2021. O local está situado na divisa do município de Candeias com Camacho, distante 8 km da área urbana das duas cidades. Aparentemente a nascente é de grande vazão e seu curso d'água é de muita importância para as duas cidades, sendo o principal afluente do Rio Santana que abastece quatro cidades da região.

A Área de Preservação Permanente da nascente, encontra-se bem preservada, mas o curso d'água não, sendo a área bastante desmatada; inclusive há uma pedreira inutilizada bem próximo ao rio, com a água da chuva claramente drenando para o mesmo.

A água encontrou-se transparente, sem cheiro, poucos resíduos sólidos ao redor, sem materiais flutuantes, pouca espuma e óleo, sem presença de despejo de esgoto, baixa degradação, sem uso por animais, presença de uso por humanos, sem proteção contra acesso, distante mais de 100 metros de residências.

As medidas realizadas pelo condutivímetro foram: temperatura de 23,8°C, condutividade elétrica de 21  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS de 50 mg/L. Ótimos níveis quanto à materiais dissolvidos.

No local foram observados muitos lírios de brejo, que são plantas de locais úmidos e algumas Elódeas que são bioindicadoras de locais com uma ótima qualidade da água.



### 5.1.22 Nascente 22 (20°46'51.49"S; 45°16'16.87"O)

A visita ao local foi realizada no dia 24 de maio de 2021. A nascente encontra-se bem próxima à nascente 18, e bem próxima da área urbana cerca de 1,5 km e da linha de trem que corta a cidade, passada embaixo de um viaduto da linha do trem.

A área da nascente encontra-se bem preservada apesar da proximidade com a área urbana, mas sofrendo com erosões advindas do desmatamento à montante em que é localizado o bairro Alto do Cruzeiro. Mesmo estando bem próximo, a nascente está em um estado bem melhor que a de número 18, obtendo essa comparação pela proximidade das duas.

A água estava transparente, sem cheiro, pouco lixo ao redor, sem materiais flutuantes, sem espuma, com presença de óleo, sem esgoto, vegetação sofrendo com erosão e bastante degradada, sem uso por animais, sem uso por humanos, sem proteção contra acesso, distante mais de 100 metros de residências.

As medidas da amostra foram: temperatura de 22,0°C, condutividade elétrica de 30 $\mu$ S/cm, TDS 75 mg/L. Não foi visualizada plantas bioindicadoras.

Figura 59 – Localização da nascente 22.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 60 – Situação da nascente 22.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 61 – Situação da nascente 22.



Fonte: Do autor (2021).

### 5.1.23 Nascente 23 (20°45'45.47"S; 45°15'59.84"O)

A visita ao local foi realizada no dia 28 de maio de 2021. A nascente é próxima 2 km da zona urbana da cidade, sendo a nascente localizada em uma chácara, e represado com a finalidade de recreação e criação de peixes, o proprietário apresentou os registros de preservação da nascente estando tudo em ordem. Um pouco mais abaixo o curso d'água passa atrás de várias residências, sendo que há excesso de resíduos sólidos e líquidos na água.

A água estava com aparência clara, cheiro fraco, muito resíduo sólido ao redor, presença de materiais flutuantes, sem espuma, presença de óleo, presença de fluxo de esgoto doméstico, vegetação altamente degradada, sem uso por animais, sem uso por humanos para abastecimento, sem proteção, e com residências muito próximas menos de 50 metros.

A amostra da água coletada estava com as seguintes medidas: temperatura de 21,5°C, condutividade elétrica de 229  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS de 570 mg/L. Tais números mostram que há presença de íons dissolvidos na água o que podem ser de produtos químicos. Para aumentar os indícios de confirmação de presença de poluentes há bioindicadores de estágio trófico sendo aguapé e taboa.

Figura 62 – Localização da nascente 23.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 63 – Situação da nascente 23.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.24 Nascente 24 (20°46'36.78"S; 45°15'48.83"O)

A visita ao local foi realizada no dia 21 de maio de 2021. A nascente não foi encontrada com ajuda de sensoriamento remoto pela topografia do local e como ela fica dentro da zona

urbana ela é de fácil acesso. Seu curso d'água é um afluente do curso da nascente 12, o qual neste ponto já sofre com despejo de esgoto. O local antigamente não era tão próximo assim da zona urbana, mas com o crescimento da cidade e aumento de áreas para construção de casas o local ficou dentro da zona urbana pelas construções, com residências extremamente próximas.

A água estava clara, com cheiro fraco, poucos resíduos sólidos ao redor, poucos materiais flutuantes, sem espuma, bastante óleo, esgoto doméstico sendo despejado, vegetação bastante degradada, presença de animais, presença de uso por humanos, com proteção, mas fácil acesso, residências cerca de 5 metros próximas.

As medidas encontradas pelo condutivímetro foram as seguintes: temperatura 24,3°C, condutividade elétrica 37  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 105 mg/L. Níveis pela situação macroscópica que se encontra considerados bons. Havia no local a presença de bioindicadores de nível trófico da qualidade da água taboa e aguapé.

Figura 64 – Localização da nascente 24.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 65 – Situação da nascente 24.



Fonte: Do autor (2021).

#### **5.1.25 Nascente 25 (20°45'13.15"S; 45°16'38.69"O)**

A visita ao local foi realizada no dia 19 de maio de 2021. O local é bastante utilizado por gado, sendo que o proprietário fez um caminho para o gado passar, outro problema no local é que há cultivo de café bem acima da nascente, o que faz com que toda a drenagem de água da chuva desça para a nascente, podendo causar assoreamento e fazer com que ela seja poluída por produtos químicos dos agrotóxicos.

A análise macroscópica do local apresentou a água com cor transparente, sem odor, sem resíduos, sem materiais flutuantes, sem espuma, sem óleo, sem esgoto, vegetação da mata ciliar central preservada, presença de uso por animais, sem uso por humanos, sem proteção, e com residências distantes mais de 100 metros, mas com o problema do cafezal próximo.

A água apresentou temperatura de 24,7°C, condutividade elétrica de 35  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 85 mg/L. Não foi encontrada nenhuma planta bioindicadora.

Figura 66 – Localização da nascente 25.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 67 – Situação da nascente 25.



Fonte: Do autor (2021).

#### 5.1.26 Nascente 26 (20°44'52.73"S; 45°16'6.57"O)

A visita ao local foi realizada no dia 25 de maio de 2021. A nascente estudada é uma das principais do curso d'água que a COPASA utiliza para abastecer a cidade, sendo que abaixo existe a barragem do ribeirão Congo Choco. Apesar da existência de muitas áreas agrícolas próximas à nascente, ela está bem preservada e com a qualidade da água aparentemente muito boa.

A água encontrava-se com a cor transparente, sem odor, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espumas, sem óleo, sem esgoto, vegetação pouco degradada pelos

cafezais, mas não tão próximos da nascente, presença de uso por animais, presença de uso por humanos, sem proteção contra acesso e com residências entre 50 e 100 metros de distância.

As medidas encontradas foram: temperatura 25,8°C, condutividade elétrica de 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS de 75 mg/L. Números considerados bom quando é estudado a presença de materiais dissolvidos. Foi observada a presença de Elódea planta bioindicadora de qualidade boa da água.

Figura 68 – Localização da nascente 26.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 69 – Situação da nascente 26.



Fonte: Do autor (2021).

### 5.1.27 Nascente 27 (20°45'29.37"S; 45°16'37.51"O)

A visita ao local foi realizada no dia 15 de maio de 2021. O local encontra-se bem próximo a zona urbana, mas não há uma ponte ou um caminho que facilita o acesso à cidade já que o ribeirão Congo Choco passa entre a cidade e a área da nascente. Neste local o ribeirão Congo Choco já está bastante poluído, mas pela topografia do local a poluição da cidade ou do ribeirão não tem como chegar na nascente pois ela está em uma área de montanha.

A água encontrava-se transparente, sem odor, sem resíduos sólidos, sem materiais flutuantes, sem espumas, sem óleo, sem esgoto, vegetação bastante degradada por ser uma área de pastagem, presença de animais, sem uso por humanos, sem proteção, e longe de residências mais de 100 metros.

As medidas realizadas pelo condutivímetro obteve-se temperatura de 20,9°C, condutividade elétrica de 25  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , e TDS de 60 mg/L. Condições favoráveis para consumo. Não há no local nenhuma planta bioindicadora.

Figura 70 – Localização da nascente 27.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 71 – Situação da nascente 27.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 72 – Situação da nascente 27.



Fonte: Do autor (2021).

#### **5.1.28 Nascente 28 (20°46'26.14"S; 45°16'48.80"O)**

A visita ao local foi realizada no dia 30 de maio de 2021. O local está no centro da cidade, sendo próximo a residências, ruas, e a nascente está em um dos poucos locais de área verde do bairro, sendo que esta área verde, é destinada a pastagem, então há bastante presença de animais.

Chegando à área já é vista que a nascente sofre com assoreamento e com muito esgoto despejado, não há qualquer tipo de proteção seja contra a erosão ou o acesso. Pelo fato da

erosão, a nascente só tem vazão em épocas de chuva sendo uma nascente efêmera de acordo com moradores próximos ao local. No dia da visita não foi encontrada água corrente, apenas esgoto empoçado e muito resíduo sólido onde haveria água .

Foi identificado visualmente o líquido empoçado ser esgoto pois a cor estava extremamente escura, havia canos acima, cheiro muito forte de esgoto, muitos resíduos sólidos, materiais flutuantes, espuma e óleo, além da vegetação muito degradada, presença de animais, uso por humanos para despejar esgoto, sem proteção e com residências muito próximas à menos de 50 metros.

Figura 73 – Localização da nascente 28.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 74 – Situação da nascente 28.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 75 – Situação da nascente 28.



Fonte: Do autor (2021).

## 5.2 Classificação das nascentes quanto aos parâmetros macroscópicos

Depois de cada nascente ter sido analisada, quantificados os parâmetros macroscópicos, as medidas realizadas pelo condutivímetro, foi possível enquadrá-las nas classes referentes aos índices de impacto ambiental macroscópico pelo grau de preservação em que se encontravam nas datas estudadas. De acordo com as tabelas 1 e 2 foram observados os indicadores macroscópicos de preservação e foram classificadas as classes, com os resultados demonstrados na tabela abaixo.

Tabela 6 – Nascentes e suas respectivas pontuações e classes.

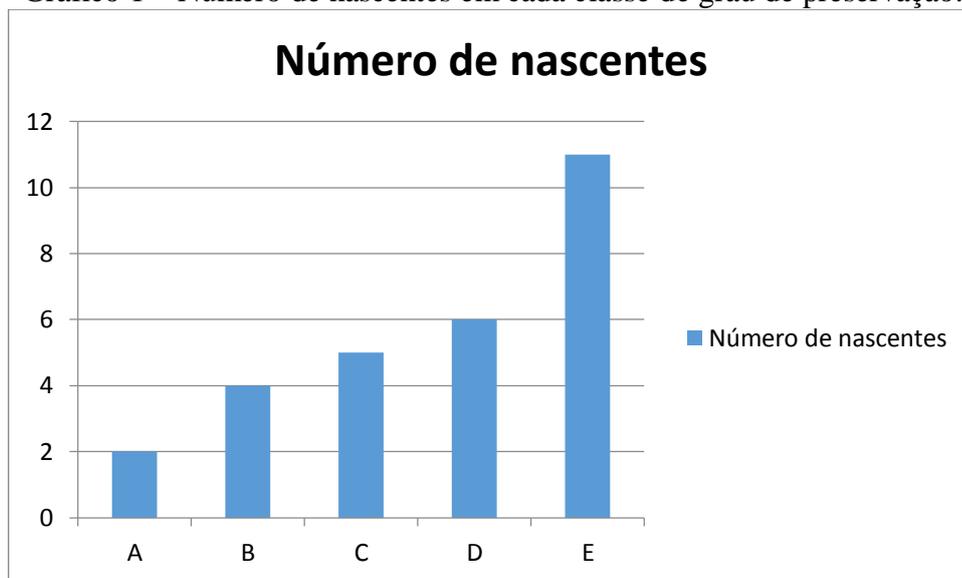
Nascente	Pontuação	Classe	Nascente	Pontuação	Classe
1	37	A	15	19	E
2	19	E	16	33	C
3	33	B	17	35	B
4	23	E	18	24	E
5	35	B	19	31	C
6	32	C	20	26	E

7	30	D	21	30	D
8	27	E	22	32	C
9	27	E	23	22	E
10	18	E	24	21	E
11	38	A	25	36	B
12	31	C	26	29	D
13	29	D	27	29	D
14	29	D	28	14	E

Fonte: Do autor (2021).

A partir da Tabela 6 foi constatado que 2 nascentes foram enquadradas na classe A, 4 na classe B, 5 na classe C, 6 na classe D e 11 na classe E, sendo perceptível que a maioria está na classe péssima como demonstrado no gráfico a seguir.

Gráfico 1 – Número de nascentes em cada classe de grau de preservação.



Fonte: Do autor (2021).

Classe:

A= ótima

B= boa

C= razoável

D = ruim

E = péssima.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como observado, a maioria das nascentes do município não estão em um bom estado, o que acontece na maioria dos municípios do Brasil, segundo o IBGE (2005), podendo ser classificados como descaso da população e das pessoas que representam a população na prefeitura, e até em meio federal.

Os impactos ambientais nas nascentes de Candeias são os resultados da interferência do homem sobre o ambiente, sendo que qualquer atividade humana provoca alterações nos processos naturais do ambiente, mas algumas causam muito desequilíbrio, o que tem sido observado nas últimas décadas devido o desenvolvimento econômico como dito por Sampaio et al. (2003).

Nos PARs é estabelecido, em princípio, um limite considerado normal, baseado em valores obtidos de locais minimamente perturbados, tidos como locais “referência” (BARBOUR *et al.*, 1992), partindo da premissa de que os cursos d’água pouco afetados pela ação humana exibem melhores condições biológicas (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006).

Com este princípio, a nascente obtida como “referência” seria a nascente com maior número de pontos de acordo com a tabela de parâmetros macroscópicos sendo a nascente de número 11 que obteve a soma de 38 pontos, com o local menos perturbado e menos alterado pelo uso de humanos e animais de criação.

A área é considerada menos alterado pois o gradiente de estresse ambiental é definido a partir da observação e vários graus de alterações, desde os pouco alterados até os muito degradados” (RODRIGUES *et al.*, 2012, p. 243).

Levando em conta o estado de degradação da maioria das nascentes estudadas é visto que apenas a de número 1 chega próximo ao nível da nascente 11, estando dentro da classe A, as outras estão ocupadas, seja por criação de gado ou por residências muito próximas à área que deveria ser destinada somente a proteção da nascente.

Assim, nessas áreas em que predominam tais atividades, a integridade ambiental desses ecossistemas lóticos é muito prejudicada, sendo que o resultado de todas as intervenções descritas neste trabalho tem como consequência, de acordo com Firmino *et al.* (2009), a elevação da temperatura da água, a retirada da vegetação ripária ea desestruturação dos habitats para a biota aquática.

A ocupação ou o desmatamento de Áreas de Preservação Permanente gera uma preocupação, pois quanto maior é o desmatamento mais prejudicadas se tornam essas áreas, que são responsáveis pela conexão entre a água subterrânea e a superfície. O ideal é que o conjunto de nascentes para a manutenção do equilíbrio hidrológico e ambiental, e também em maior escala das bacias hidrográficas não sejam ocupados, pois eles prestam um serviço ambiental de cunho geocológico por serem ambientes voltados para a preservação da paisagem, do fluxo gênico da biota, principalmente da fauna e flora, e por atuarem como dissipador de energia erosiva (BRASIL, 1965).

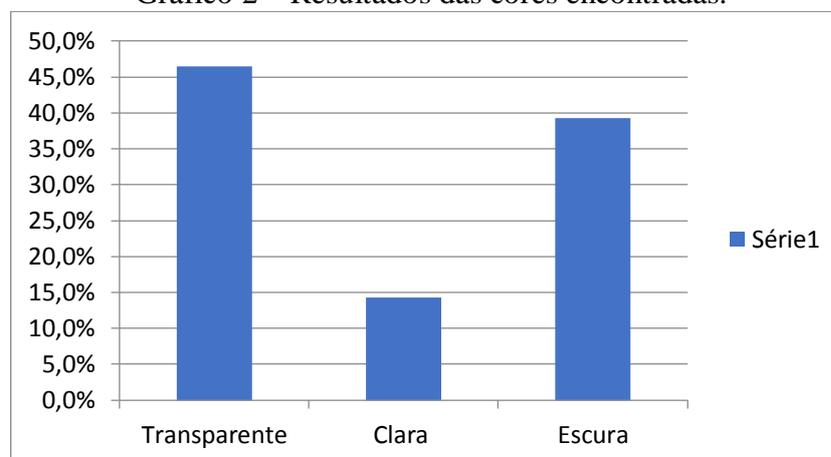
Sendo assim, 17 nascentes, das estudadas, não estão dentro dos padrões e pela análise macroscópica, estão em estado ruim ou péssimo.

### 6.1 Resultados coloração da água

A maioria das nascentes (46,4%) apresentaram uma cor transparente na água, a transparência não compromete a passagem de luz na água, isso é muito importante pois assim pode ser realizada a fotossíntese, pois segundo Ricklefs, Konarzewski e Daan (1996) a fotossíntese varia na proporção direta com a passagem de luz na água.

Em segundo lugar apareceram mais nascentes de cor escura, ferro oxidado, outras verdes ou cinza, podendo indicar partículas de rochas, argila, silte, algas, microrganismos, e decomposição de matéria orgânica ou materiais químicos.

Gráfico 2 – Resultados das cores encontradas.

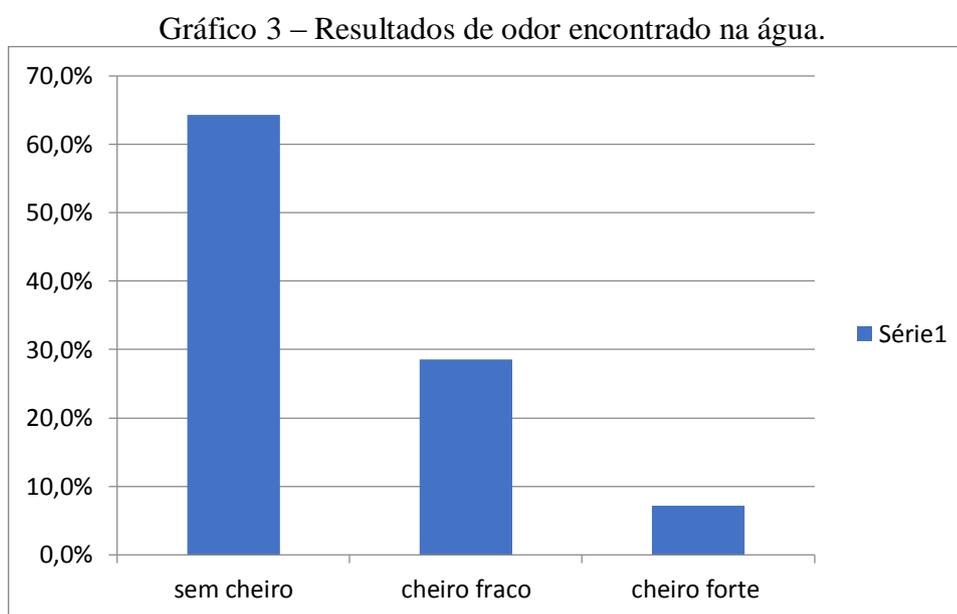


Fonte: Do autor (2021).

## 6.2 Resultados odor da água

As nascentes estudadas apresentaram em sua maioria serem inodoras, evidenciando que não há decomposição de matéria orgânica e liberação de gases dissolvidos na água, visto que nas que apresentam algum tipo de cheiro, isto não é evidenciado (GOMES; MELO; VALE, 2005).

A presença de odor é possivelmente pela proximidade com redes de esgoto, visto provocar a contaminação do curso d'água originando gases formados no processo de decomposição (FUNASA, 2004).



Fonte: Do autor (2021).

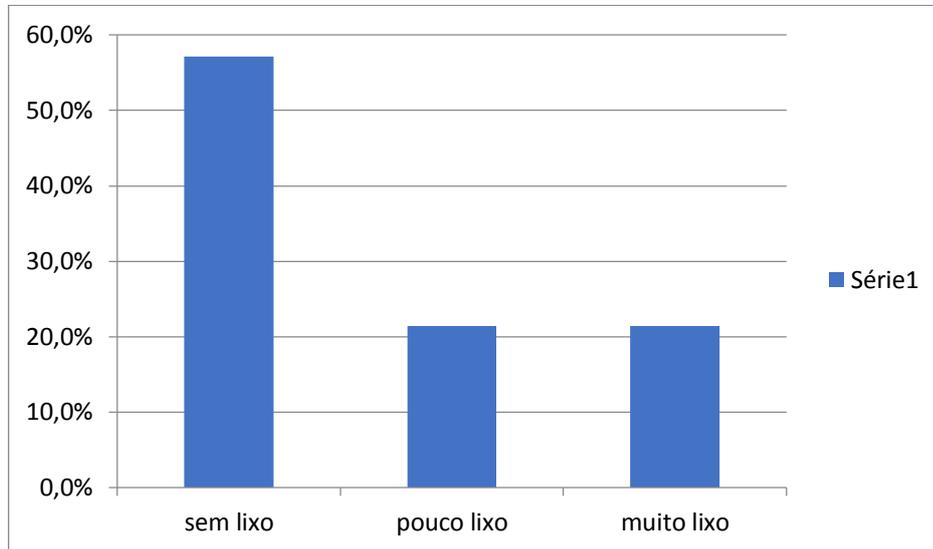
## 6.3 Resultados de resíduos sólidos encontrados

A maior parte das nascentes estavam sem resíduos sólidos pelo menos à 50 metros de distância, sendo todas que não apresentaram resíduos sólidos, estavam em área rural que não possui movimento de pessoas ou o acesso não é tão fácil. Notou-se que a presença de resíduo sólido é proporcional à não proteção do local e a facilidade de acesso de pessoas, exatamente como é citado por Funasa (2004).

Quando o resíduo sólido é acumulado próximo às nascentes, favorece abrigo e procriação de inúmeros animais, que podem ser veiculadores de doenças, além de ser um potencial contaminador do solo, que por percolação ou escoamento superficial irá afetar a água. Os resquícios dos resíduos sólidos quando decompostos de alguma forma, chegam aos

humanos, principalmente pela água que é contaminada pelo solo e depois ingerida (FUNASA, 2004).

Gráfico 4 – Resultados de resíduos sólidos encontrados nas nascentes.

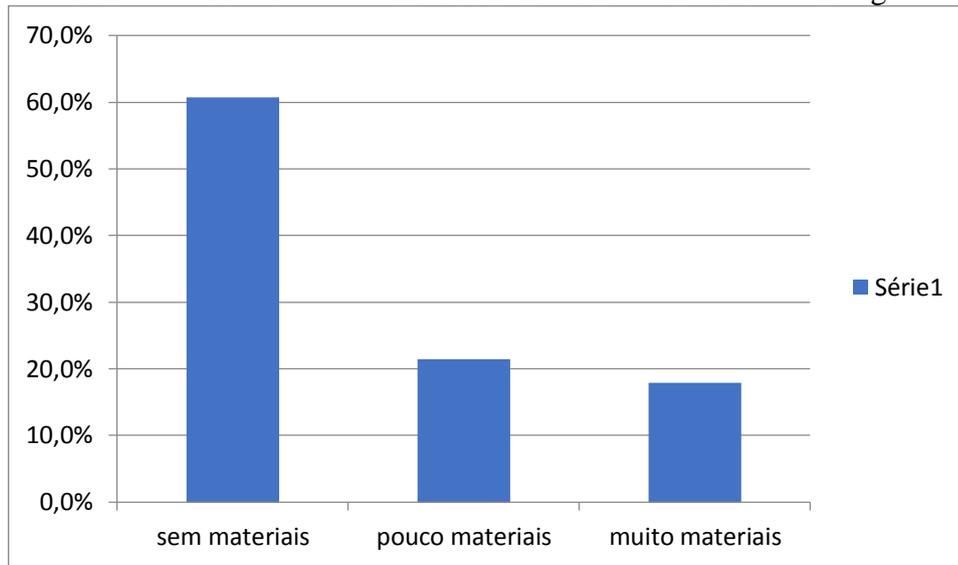


Fonte: Do autor (2021).

#### 6.4 Resultados de materiais flutuantes encontrados

Segundo Funasa, (2004) os materiais flutuantes encontrados na água são originados dos resíduos sólidos acumulado nos locais, que podem ser causas de contaminação da água. Algumas vezes são vistos materiais orgânicos em decomposição como folhas, e troncos de árvore, estes não são contabilizados pois não são eventuais contaminantes da água, apenas quando muito próximos a lugares com potencial uso de agrotóxicos. Nas nascentes estudadas a imensa maioria estavam sem nenhum material flutuante presente.

Gráfico 5 – Resultados de materiais flutuantes encontrados na água.



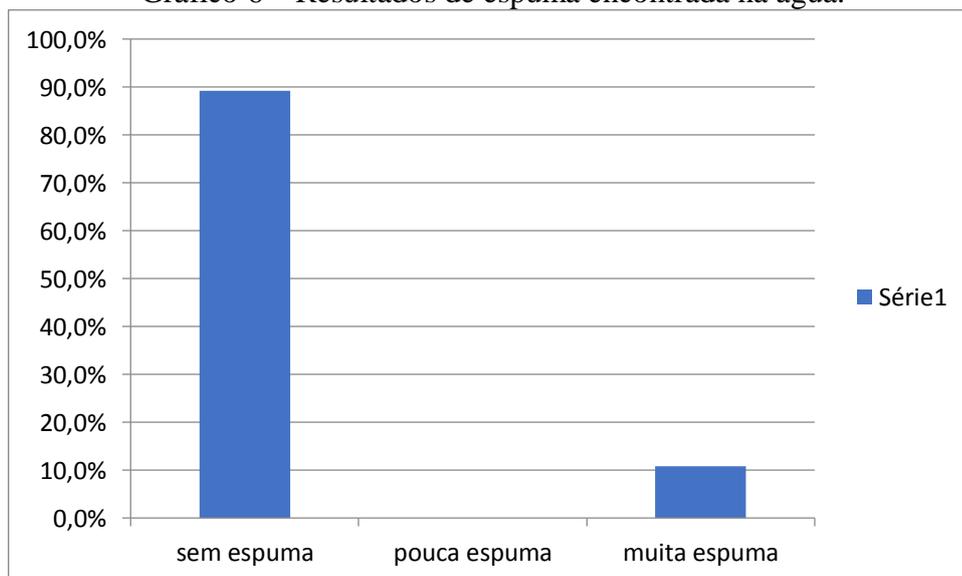
Fonte: Do autor (2021).

### 6.5 Resultados de espuma encontrada na água

Quase 90% das nascentes estudadas não apresentaram espuma, os 10,7% que apresentaram espuma são próximas residências, tem evidências de despejo de resíduos líquidos ou sólidos.

A existência das espumas, possivelmente, ocorre pela elevada quantidade de matéria orgânica em decomposição, que evidencia presença de microrganismos patogênicos fermentadores que podem ser encontrados em algumas nascentes (BROOKS *et al.*, 2014).

Gráfico 6 – Resultados de espuma encontrada na água.



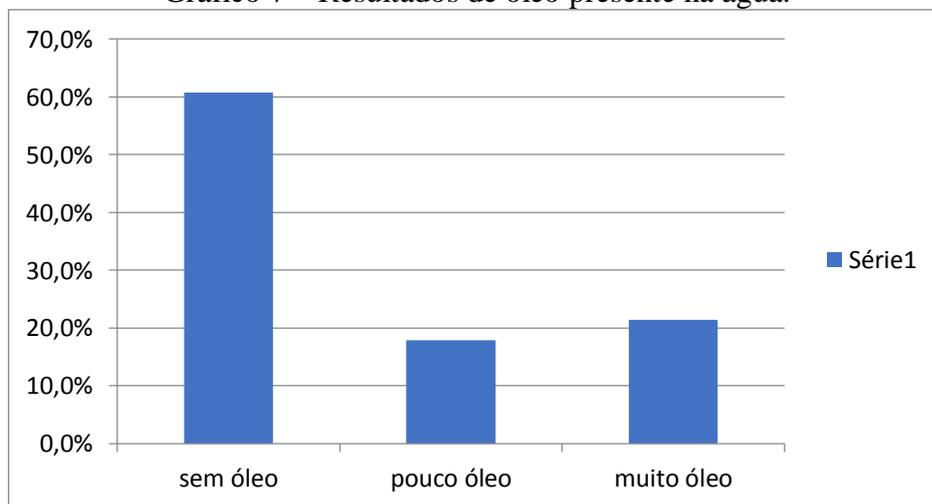
Fonte: Do autor (2021).

## 6.6 Resultados óleo encontrado na água

Nas nascentes estudadas 21,4% havia muito óleo, e 17,9% havia pouco óleo, números considerados elevados sendo que a presença de óleo indica também a presença de esgoto, mesmo não sendo visível ou não existindo odor.

Segundo Funasa (2004), a presença de óleo na superfície é proveniente de esgoto pluvial, resíduo sólido presente no entorno que entraram em contato com a água ou proximidade com indústrias ou lugares com potencial uso de agrotóxicos.

Gráfico 7 – Resultados de óleo presente na água.



Fonte: Do autor (2021).

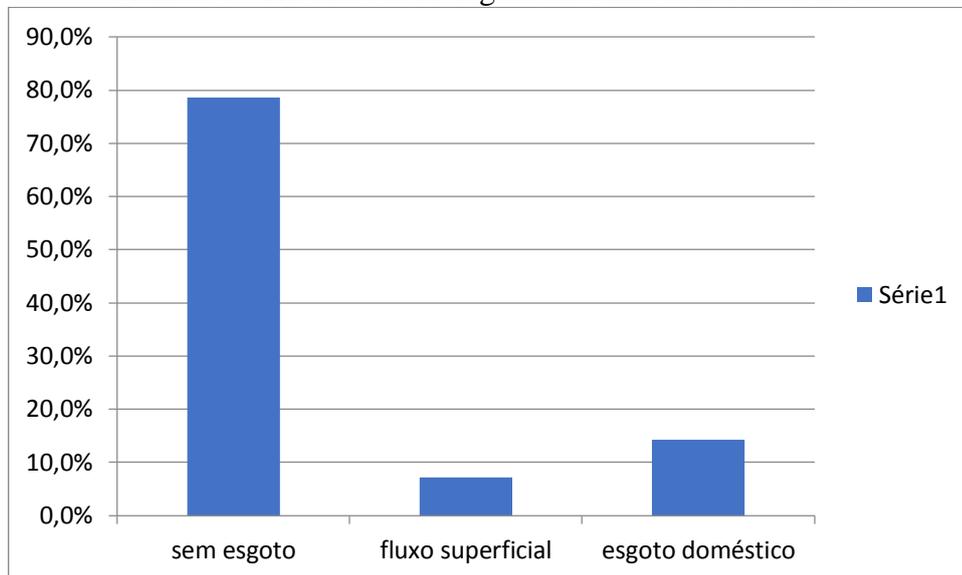
## 6.7 Resultados esgoto presente na água

Nos locais visitados principalmente na zona rural é notória em algumas nascentes a presença de canalização onde há despejo de esgoto, ou canos desativados. Nestas localizações não há presença de redes de captação de esgoto. Mas nas nascentes localizadas em áreas urbanas, mesmo com rede de captação de esgoto, ainda há algumas pessoas que utilizam da nascente para despejo.

O fluxo superficial de esgoto presente em algumas nascentes pode ser oriundo de ruas pavimentadas, devido a impermeabilização e inadequação da rede de drenagem pluvial. Isso pode ser ocasionado por menor infiltração da água no solo provocando escoamento superficial. Esta água ganha velocidade nas vias ganhando força para arrastar materiais, que ao chegar nas áreas de nascentes causam erosão, assoreamento e empobrecimento do solo.

Estas águas pluviais não causam a mesma poluição do esgoto, mas podem poluir os corpos d'água receptores (CORSON, 1993).

Gráfico 8 – Resultados do esgoto encontrado nas nascentes.



Fonte: Do autor (2021).

## 6.8 Resultados preservação da vegetação

Mais de 60% das nascentes estudadas apresentaram um resultado ruim, 40% delas estavam em uma situação com a mata ciliar muito degradada, e com espécies invasoras. O entorno da maioria das nascentes estava antropizado, pois era fácil a observação de várias espécies invasoras, e na maioria dos casos, locais próximos as nascentes eram destinadas à pastagem, descaracterizando a paisagem natural.

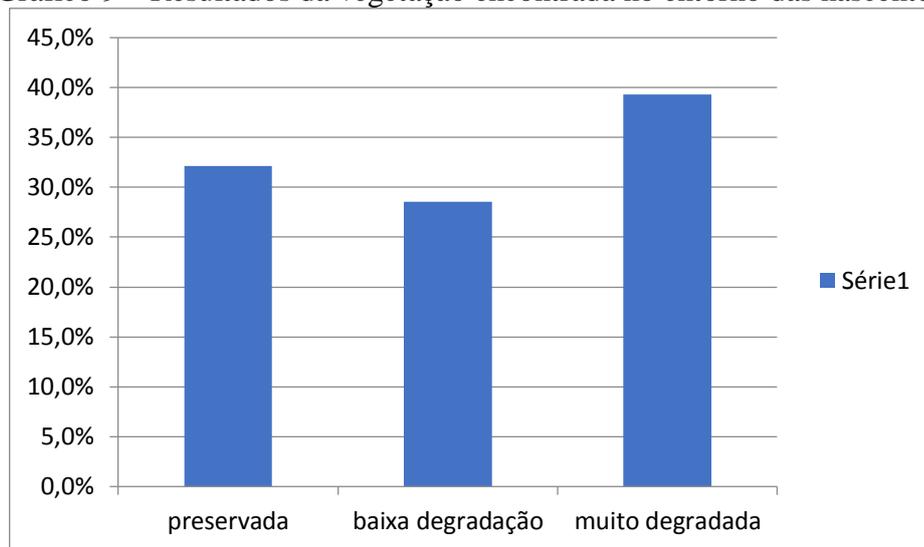
Em algumas nascentes, também foram encontrados bioindicadores de estado trófico da água, ficando explícito que pode haver lançamento de esgoto no local. A explicação para a ocorrência deste problema se dá, pois, a ocupação de terras próximas ao local das nascentes é para práticas de atividades econômicas, e na maioria das vezes faltam controle para evitar que tais atividades interfiram na Área de Preservação Permanente (CORSON, 1993; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

As áreas com uma boa preservação foram de apenas 32,1%, isto é uma situação preocupante, pois a vegetação no entorno das nascentes tem várias funções importantes, sendo essenciais para a proteção, filtragem, retenção de sedimentos, contenção de processos erosivos, influenciam na qualidade da água, amortecem impactos provenientes do ambiente

que estão próximos a estes ecossistemas aquáticos, além de proteger a diversidade local. (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

As nascentes em que estavam em bom estado preservação, estavam afastadas de residências, com uma distância considerável do ambiente urbano, e com proteção na mesma.

Gráfico 9 – Resultados da vegetação encontrada no entorno das nascentes.

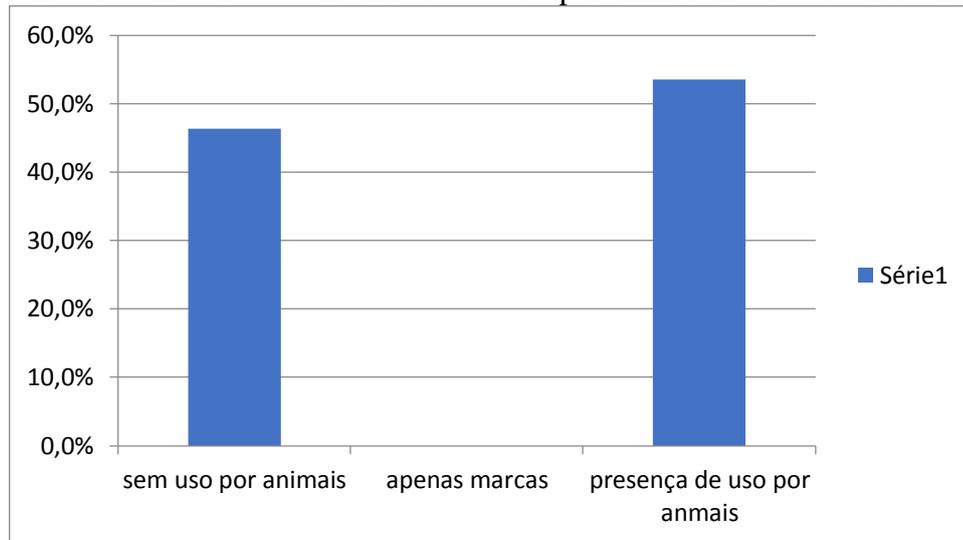


Fonte: Do autor (2021).

## 6.9 Resultados de uso por animais

Os resultados encontrados mostram que 53,6% das nascentes havia presença de animais próximo, em todas visitadas nas que eram visíveis marcas de animais, era possível encontrar também gados próximos ao local, às vezes até presente pisoteando a nascente. A utilização algumas vezes clandestina para pastagem de animais contribuiu para diminuir o ritmo de recomposição da área de cobertura vegetal. Esta utilização por animais domésticos de sangue quente pode ocasionar contaminação da água por bactérias patogênicas do trato gastrointestinal (BROOKS *et al.*, 2014).

Gráfico 10 – Resultados encontrados de uso por animais na área das nascentes.



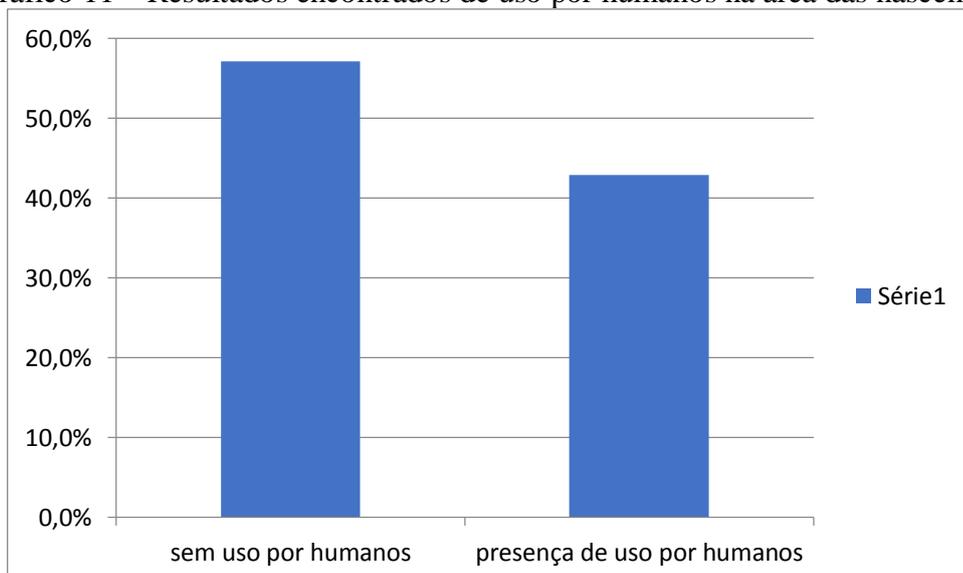
Fonte: Do autor (2021).

### 6.10 Resultados de uso por humanos

Os resultados obtidos foram que 57,1% das nascentes apresentaram uso por humanos, através de irrigação, barramento da água, consumo doméstico, tanque de criação de peixe, açude, uso da área para pastagem de animais.

Foi perceptível que muitos moradores de áreas próximas não tinham saneamento básico e infraestrutura. Com estas interferências por humanos o local fica com aspectos negativos para preservação. O uso incorreto pelo homem ocorre devido à falta de proteção, manutenção, fiscalização, e pela elevada proximidade com residências (BENINI, 2015).

Gráfico 11 – Resultados encontrados de uso por humanos na área das nascentes.



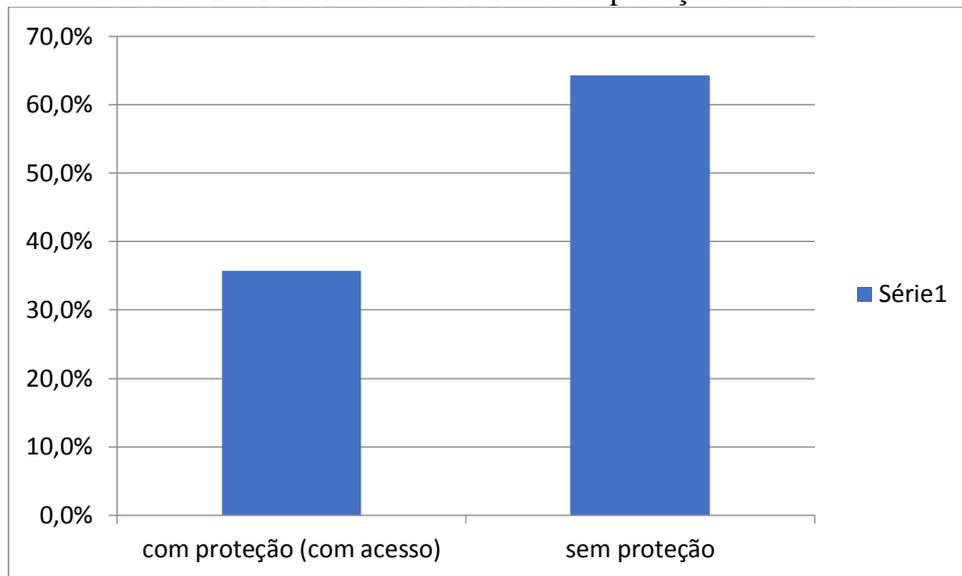
Fonte: Do autor (2021).

### 6.11 Resultados proteção das nascentes

Mesmo nas nascentes estudadas que estavam com proteção, o acesso de humanos era possível, visto que em nenhuma existiam placas informando que não poderia haver entrada, ou com cercas que evitavam qualquer tipo de acesso.

Em 64,3% das nascentes não havia nenhuma proteção, mas sabe-se que a proteção em Área de Preservação Permanente é necessária, pois evita a degradação ambiental do local, sendo que a interferência antrópica das nascentes é verificada em maior grau quando a proteção é ineficaz.

Gráfico 12 – Resultados encontrados de proteção de nascentes.

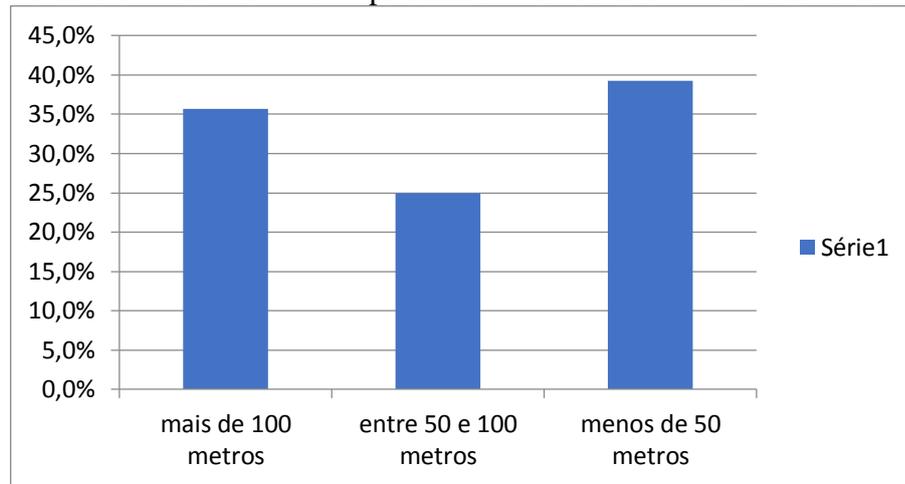


Fonte: Do autor (2021).

### 6.12 Resultados proximidade de residências

Quase 40% das nascentes possuem residências próximas com menos de 50 metros, esta proximidade faz com que as nascentes tenham mais interferência antrópica, resultando nas várias formas de impacto ambiental já relatados. Quando a nascente era distante de residências ou de locais de práticas agropecuárias ela estava em um estado bem mais preservado.

Gráfico 13 – Resultados da proximidade residências com as nascentes.

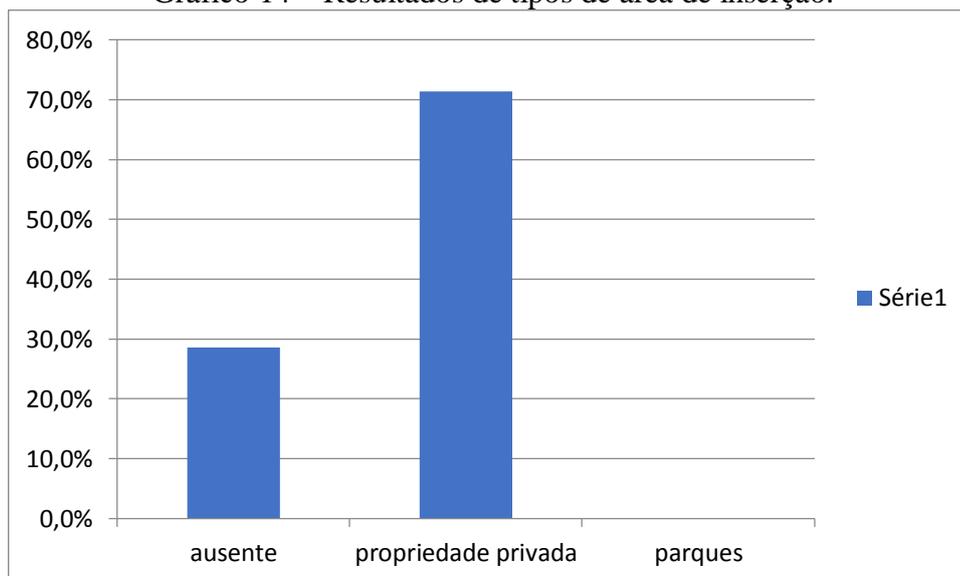


Fonte: Do autor (2021).

### 6.13 Resultados tipo de área de inserção

Em 71,4% dos casos, as nascentes estavam localizadas em propriedades rurais privadas, mas este fator não interferiu no índice de degradação ou preservação delas, pois muitas situadas nestes lugares encontram-se impactadas. Necessitando de uma política de proteção e controle ambiental para que não sejam extintas.

Gráfico 14 – Resultados de tipos de área de inserção.



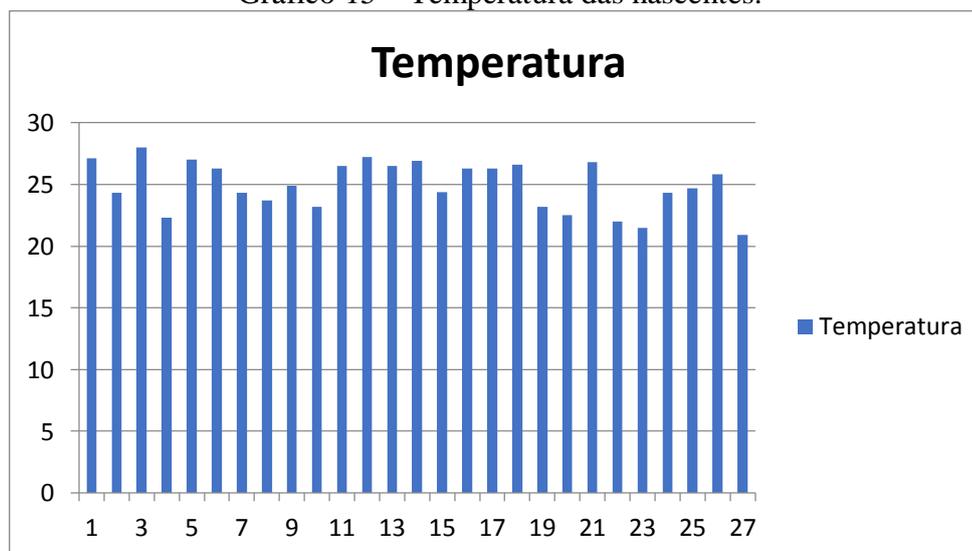
Fonte: Do autor (2021).

### 6.2.1 Resultados das medidas pelo condutivímetro

### 6.2.2 Temperatura

A média das temperaturas encontradas pelo medidor foi de 24,9°C, sendo que é uma temperatura considerada normal pela CONAMA 357/2005, mas para a vida aquática seja para peixes ou plantas aquáticas é considerada alta (WUPCENTER, 2007). Esta medida pode ter sido obtida talvez pelo dia que estivesse mais quente, temperatura do solo ou mesmos por plantas presentes na água, mas nada que evidencie que pela temperatura a água esteja com uma qualidade ruim. Outro ponto a se destacar é que essa é média de temperatura das águas no Brasil sendo que raramente se encontra água em nascentes abaixo da temperatura de 20°C (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2002).

Gráfico 15 – Temperatura das nascentes.



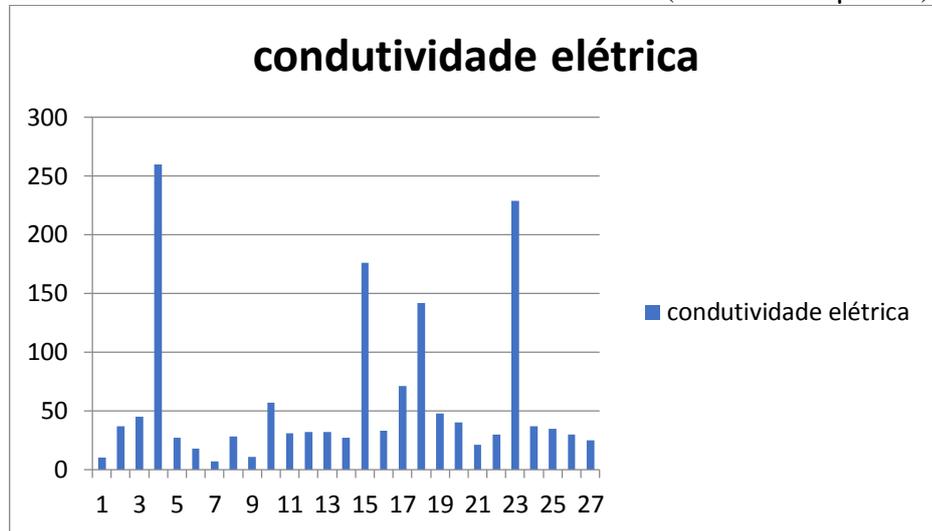
Fonte: Do autor (2021).

### 6.2.3 Condutividade elétrica

As medidas de condutividade elétrica por sua vez, conseguem com mais precisão indicar se a água está com possíveis poluentes, sendo que quando o nível de condutividade é extremamente alto pode ser que exista algum produto químico dissolvido na água fazendo com que os íons medidos fiquem mais perceptíveis quando medida a condutividade.

As nascentes que apresentaram maior condutividade foram as que estavam mais degradadas e em uma maior proximidade de residências e com mais resíduo sólido próximo.

Gráfico 16 – Condutividade elétrica das nascentes (medidas em  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).



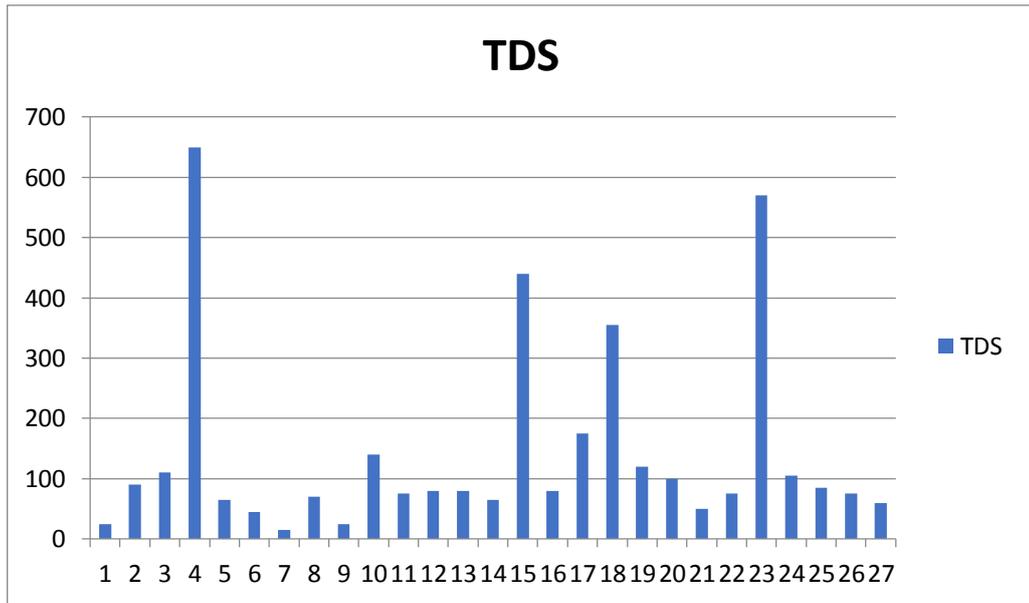
Fonte: Do autor (2021).

#### 6.2.4 Sólidos totais dissolvidos (TDS)

O medidor utilizado foi o condutivímetro que não é o mais indicado para a análise de TDS, mas apenas para dar um embasamento e complementar, visto que além da aferição da condutividade elétrica foi realizada também a medição de sólidos suspensos.

As medições encontradas foram coesas com os níveis de condutividade e com os níveis de degradação das nascentes, sendo que as que estavam em um estado mais crítico resultaram em um maior TDS, indicando possíveis poluentes e materiais não orgânicos na água.

Gráfico 17 – TDS (medida em  $\text{mg}/\text{L}$ ).



Fonte: Do autor (2021).

## 7 CONCLUSÃO

As nascentes estudadas dos cursos d'água de Candeias de acordo com a metodologia apresentada estão 39,3% em uma condição péssima, algumas delas servem para o abastecimento da cidade, de comunidades rurais e de locais da cidade onde não há abastecimento de água pela COPASA.

Os nascentes em condição péssima e adicionando as de situação ruim, precisam da intensificação das medidas de proteção para conter a destruição e proteger as Áreas de Preservação Permanente.

As nascentes que são muito próximas da cidade são as que estão em um estado mais crítico, visto que há ação antrópica e uso das APP's que deveriam estar preservadas.

Foi observado que na maioria das nascentes a Lei Florestal do estado de Minas Gerais nº 20.922, de 2013, e o Código Florestal Lei n. 12.651 de 2012, foi descumprida, isto fica nítido devido aos registros de utilização por animais domésticos, por humanos, degradação vegetal, falta de proteção das áreas, proximidades por residências e por presença de bioindicadores de nível trófico da água.

Fica cada vez mais evidente que é de extrema necessidade realizar estudos em outras cidades, outros cursos d'água e trabalhos de educação ambiental para a população tanto rural, quanto urbana para demonstrar a importância de se preservar as nascentes e as consequências que a não preservação acarretam.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Indicadores de qualidade - Índice de qualidade das águas (IQA)**. 2015. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#>. Acesso em: 08 maio 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **Disponibilidade de recursos hídricos por regiões hidrográficas**. Baseado nos dados do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos. Brasília, 2002c. (Não publicado).

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A.; FELIZARI, S. R. & RUFFATO, A. **Recuperação e proteção de nascente em propriedades rurais de Machadinho, RS**. Brasília: Embrapa, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/33884537.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021

BALATOR, M. R.; BRANDÃO, R. P. **Importância da Qualidade da Água nas Pulverizações Agrícolas**. 2008. Inquima Nutrição e Agrotecnologia. Disponível em: <https://inquima.com.br/importancia-daqualidade-da-agua-nas-pulverizacoes-agricolas/>. Acesso em: 29 set. 2021.

BARBOUR, Michael T. *et al.* Evaluation of EPA's rapid bioassessment benthic metrics: metric redundancy and variability among reference stream sites. **Environmental Toxicology And Chemistry**, [s.l.], v. 11, n. 4, p. 437-449, abr. 1992.

BARCELOS, A.A.; CABRAL, J. B. P. Caracterizações físicas e químicas das águas dos afluentes da UHE Caçu. **Revista Geonorte**, Edição Especial, [s. l.], v.3, n. 4, p. 739-749, nov. 2012.

BENINI, S. M. **Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana: estudo de caso da cidade de Tupã/SP**. 2015. 218 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/123900>. Acesso em: 08 ago. 2021.

BODENS, Johannes Peixoto. **Diretrizes para avaliação do impacto ambiental da prática de boulder em Parques Nacionais e Estaduais: o caso do Parque Estadual dos Pirineus (GO)**. 2013. 78 f. Monografia (Bacharelado e Licenciatura em Geografia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Código Florestal. Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 6 maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Brasília, DF, 16 set. 1965. Revogada pela Lei nº 12.651, de 2012.

BRASIL. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Resolução Conama nº 20, de 18 de junho de 1986**. Brasília, DF, 30 jul. 1986. (REVOGADA pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005).

BRASIL. Resolução 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. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005**. Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL, C. PIB e **Performance do Agronegócio**. Brasília, DF: CNA Brasil, v. 2016, 2016.

BROOKS, G. F. *et al.* **Microbiologia Médica de Jawetz, Melnick e Adelberg**. 26.ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CALLISTO, M. *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologia Brasiliensis**, v. 14, n. 1, p.91-98, 2002.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, [s.l.], v. 61, n. 2, p. 259-266, maio 2001.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Índices de qualidade das águas**. São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-de-qualidadedas-%C3%A1guas>> Acesso em: 18 jun. 2021.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS (COPASA). Área de atuação. 2021. Disponível em: <https://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/a-copasa/area-de-atuacao>. Acesso em: 15 set. 2021.

CORSON, W.H. (Ed.). **Manual global de ecologia**. São Paulo: Augustus. 1993.

COSTA, M. V.; CHAVES, P. S. V.; OLIVEIRA, F. C. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceará. Intercom – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. **Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – UERJ**, 2005.

ESPINOZA, G.; RICHARDS, B. **Fundamentals of environmental impact assessment**. Washington: Inter-American Development Bank: Inter-American Association of Sanitary and Environmental Engineering, 2002.

FIRMINO M. B. M. *et al.* Avaliação do monitoramento da qualidade das águas do reservatório Acarape do meio integrado com o monitoramento meteorológico e hidrológico. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Campo Grande, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Review of World Water Resources by country**. Water Reports 23. Rome: FAO, 2003.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE (FUNASA). **Plano estratégico**. 2004. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/sitefunasa/fns/fns\\_plan\\_estra.htm](http://www.funasa.gov.br/sitefunasa/fns/fns_plan_estra.htm). Acesso em: 15 set. 2021.

GLOBO. **Mais da metade das 54 nascentes de SP estão secas, revela pesquisa**. 2014. Disponível em: <http://glo.bo/1sWE5UY>. Acesso em: 08 ago. 2021.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Município de Candeias – MG**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/candeias.html>. Acesso em: 18 set. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Perfil dos Municípios Brasileiros: meio ambiente 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

LEAL, T. dos S.; OLIVEIRA, B. R. G. de; REZENDE, P. O. B. de. Mapeamento e avaliação dos impactos ambientais nas nascentes do município de Niterói-RJ: análise macroscópica. **1º Workshop ARTE & Ciência: Reflexão Integrada na Paisagem**, [s. l.], 23 ago. 2017.

MINAS GERAIS. **Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013**. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. Belo Horizonte, 17 out. 2013.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.

OLIVEIRA, S. C.; VON SPERLING, M. Análise da confiabilidade de estações de tratamento de esgotos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 12, n. 4, p. 389-398, dez. 2007.

POZZEBON, D. **Proposta de produção mais limpa e gerenciamento de resíduos sólidos**. 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2011.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Midiograf. 2001.

REBOUÇAS, A. C. Água Doce no Mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

RODRIGUES, A.S. de L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos em campos rupestres do cerrado**. 2008. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2008.

RODRIGUES, A. S. de L. *et al.* Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG, Brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 231-244, 31 ago. 2012.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de Impactos Ambientais em Projetos de Pesquisas: Fundamentos, Princípios e Introdução à Metodologia**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998.

RICKLEFS, R. E.; KONARZEWSKI, M.; DAAN, S. The Relationship between Basal Metabolic Rate and Daily Energy Expenditure in Birds and Mammals. **The American Naturalist**, [s.l.], v. 147, n. 6, p. 1047-1071, jun. 1996.

RR ACQUA SERVICE. **Análise físico-química da água**. 2020.

SAMPAIO, F. A. R. *et al.* Balanço de nutrientes e da fitomassa em um Argissolo Amarelo sob floresta tropical amazônica após a queima e cultivo com arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 27, n. 6, p. 1161-1170, dez. 2003.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceito e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, W. L. dos; NASCIMENTO, F. I. C. do. Uso da terra versus áreas de nascentes: análise de impactos com utilização de geotecnologias no sudoeste amazônico – Acre – Brasil. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 1777 -1787, 12 nov. 2012.

SHARPLEY, A.N.; REKOLAINEN, S. Phosphorus in agriculture and its environmental implications. In: TUNNEY, H.; CARTON, O.T.; BROOKES, P.C.; JOHNSTON, A.E. (Ed.) **Phosphorus loss from soil to water**. New York: CAB International, 1997.

SOARES, A. D. **Caracterização Hidrogeológica e Hidroquímica das Águas Subterrâneas do Município de Osório, RS**. 2016. Monografia (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

STAL, E.; MARINHO, A. L. Análise do processo de descentralização da gestão orçamentária em uma empresa estatal: o caso da companhia de saneamento básico do estado de São Paulo (SABESP). **INMR - Innovation & Management Review**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 35-49, 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79023>. Acesso em: 12 out. 2021.

TURNER, B. (ed.) **The Statesman's Yearbook 2004: The Politics, Cultures, and Economies of the World**. London: Palgrave Macmillan, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCC, monografias, dissertações e teses**. Lavras: UFLA, 2010. Disponível em: <http://www.biblioteca.ufla.br/site/index.php>. Acesso em: 6 maio 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO. **Temperatura da Água**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2013. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/tem.htm>. Acesso em: 12 out. 2021.

VON SPERLING. M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

## ANEXO A – TABELA DE CONDIÇÃO DE CADA NASCENTE

Nascente	Cor	Odor	Lixo	Materiais flutuantes	Espuma	Óleo	Esgoto	Vegetação	Uso por animais	Uso por humanos	Proteção	Residências	Propriedade
1	transparente	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	preservada	sem uso por animais	sem uso por humanos	com proteção (com acesso)	entre 50 e 100	privada
2	escura	cheiro fraco	pouco lixo	pouco materiais	muita espuma	muito óleo	fluxo superficial	baixa degradação	presença de animais	presença de humanos	sem proteção	entre 50 e 100	privada
3	escura	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	preservada	presença de animais	sem uso por humanos	com proteção (com acesso)	mais de 100	privada
4	clara	cheiro fraco	muito lixo	muitos materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	alta degradação	sem uso por animais	presença de humanos	sem proteção	menos de 50 m	livre
5	transparente	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	preservada	sem uso por animais	sem uso por humanos	com proteção (com acesso)	entre 50 e 100	livre
6	transparente	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	pouco óleo	sem esgoto	preservada	presença de animais	sem uso por humanos	com proteção (com acesso)	mais de 100	privada
7	transparente	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	alta degradação	sem uso por animais	presença de humanos	com proteção (com acesso)	menos de 50 m	privada
8	clara	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	pouco óleo	sem esgoto	alta degradação	sem uso por animais	presença de humanos	sem proteção	menos de 50 m	privada
9	escura	cheiro fraco	sem lixo	pouco materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	baixa degradação	presença de animais	presença de humanos	sem proteção	mais de 100	privada

10	escura	cheiro fraco	muito lixo	muitos materiais	muita espuma	muito óleo	sem esgoto	alta degradação	presença de animais	presença de humanos	sem proteção	menos de 50 m	Livre
11	transparente	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	preservada	sem uso por animais	sem uso por humanos	com proteção (com acesso)	mais de 100	privada
12	escura	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	pouco preservada	presença de animais	sem uso por humanos	sem proteção	mais de 100	privada
13	escura	cheiro fraco	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	preservada	presença de animais	presença de humanos	sem proteção	menos de 50 m	privada
14	escura	cheiro fraco	sem lixo	sem materiais	sem espuma	pouco óleo	sem esgoto	pouco preservada	presença de animais	sem uso por humanos	sem proteção	mais de 100	privada
15	escura	cheiro forte	muito lixo	pouco materiais	sem espuma	sem óleo	esgoto doméstico	alta degradação	sem uso por animais	presença de humanos	sem proteção	menos de 50 m	livre
16	escura	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	preservada	sem uso por animais	sem uso por humanos	sem proteção	menos de 50 m	privada
17	transparente	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	pouco óleo	sem esgoto	preservada	sem uso por animais	sem uso por humanos	com proteção (com acesso)	entre 50 e 100	livre
18	transparente	sem cheiro	muito lixo	muitos materiais	sem espuma	muito óleo	sem esgoto	alta degradação	presença de animais	sem uso por humanos	sem proteção	menos de 50 m	privada
19	transparente	sem cheiro	pouco lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	baixa degradação	presença de animais	presença de humanos	sem proteção	entre 50 e 100	privada

20	escura	sem cheiro	pouco lixo	pouco materiais	sem espuma	sem óleo	fluxo superficial	baixa degradação	presença de animais	presença de humanos	com proteção (com acesso)	entre 50 e 100	privada
21	transparente	sem cheiro	pouco lixo	pouco materiais	sem espuma	pouco óleo	sem esgoto	baixa degradação	sem uso por animais	presença de humanos	sem proteção	mais de 100	privada
22	transparente	sem cheiro	pouco lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	alta degradação	sem uso por animais	sem uso por humanos	sem proteção	mais de 100	livre
23	clara	cheiro fraco	muito lixo	muitos materiais	sem espuma	muito óleo	esgoto doméstico	alta degradação	sem uso por animais	sem uso por humanos	sem proteção	menos de 50 m	privada
24	clara	cheiro fraco	pouco lixo	pouco materiais	sem espuma	muito óleo	esgoto doméstico	alta degradação	presença de animais	presença de humanos	com proteção (com acesso)	menos de 50 m	privada
25	transparente	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	preservada	sem uso por animais	sem uso por humanos	com proteção (com acesso)	entre 50 e 100	livre
26	transparente	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	alta degradação	presença de animais	sem uso por humanos	sem proteção	mais de 100	privada
27	transparente	sem cheiro	sem lixo	sem materiais	sem espuma	sem óleo	sem esgoto	baixa degradação	presença de animais	sem uso por humanos	sem proteção	mais de 100	livre
28	sem água	sem água	sem água	sem água	sem água sem água	sem água	esgoto doméstico	alta degradação	presença de animais	sem uso por humanos	sem proteção	menos de 50 m	privada

Fonte: Do autor (2021).