

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS SERTÃO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**JOYCE CAMILA BARBOSA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES VINCULADAS A  
PROJETO DE REVITALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MATA GRANDE - AL**

**DELMIRO GOUVEIA-AL**

**2020**

**JOYCE CAMILA BARBOSA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES VINCULADAS A  
PROJETO DE REVITALIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MATA GRANDE - AL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus Sertão, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira

**DELMIRO GOUVEIA-AL**

**2020**

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus Sertão**  
**Sede Delmiro Gouveia**

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4 2209

S586a Silva, Joyce Camila Barbosa da

Avaliação do estado de conservação de nascentes vinculadas a projeto de revitalização no município de Mata Grande - AL / Joyce Camila Barbosa da Silva. – 2020.

66 f. : il.

Orientação: Prof. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira.

Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas.  
Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2020.

1. Recursos hídricos. 2. Classificação de nascentes. 3. Nascentes - Rio São Francisco. 4. Revitalização. I. Título.

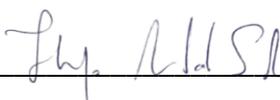
CDU: 628.1

## Folha de Aprovação

Joyce Camila Barbosa da Silva

### AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES VINCULADAS A PROJETO DE REVITALIZAÇÃO LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE MATA GRANDE – AL

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelo Colegiado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão em 28 de maio de 2020.



---

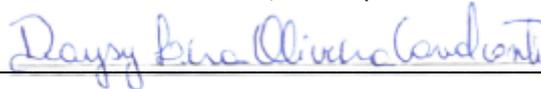
Prof.º. Dr. Thiago Alberto da Silva Pereira, UFAL (Orientador)

#### Banca Examinadora



---

Odair Barbosa de Moraes, UFAL (Examinador Interno)



---

Daysy Lira Oliveira Cavalcanti, UFAL (Examinador Externo)

## AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho marca a superação de um dos grandes desafios da minha vida. Ao longo desses anos de graduação, tive a possibilidade de aprender com grandes mestres, compartilhar experiências enriquecedoras com bons amigos, e a oportunidade de elevar meu crescimento pessoal e profissional.

A realização desta conquista foi possível por meio da minha fé e determinação, por isso sou grata a Deus pela dádiva da vida e por alcançar essa vitória através de sua graça e misericórdia. Agradeço a Ele por atender minhas orações e ter guiado meus passos na direção certa. Toda honra e toda glória sejam dadas ao Senhor, que me fez enxergar além de mim, que me deu força, sabedoria e saúde para enfrentar os desafios e persistir na realização deste sonho.

Agradeço aos meus pais, Rita de Cássia e Josival Barbosa, que me educaram da melhor forma possível e me ensinaram o caminho da verdade, guiando-me em direção à bondade, à justiça e ao amor. Obrigada por sonharem comigo, por me incentivarem quando eu mais precisei, vocês foram fundamentais na minha luta durante toda essa jornada. Ainda tenho muito o que aprender da vida, mas se tem uma coisa que tenho certeza, é que nada disso seria possível sem o carinho e apoio de vocês.

Ao meu namorado, Thiago Barros, que fez parte dessa trajetória desde o início e não mediu esforços para me ajudar no que foi preciso. Sempre me encorajou a superar cada dificuldade quando até eu mesma achei que não seria possível. Sou grata por compartilhar grande parte das minhas experiências durante esse percurso e saber que tive e tenho alguém em quem posso confiar.

Gratidão àqueles que são enviados por Deus para nos manter de pé diante das dificuldades, que partilharam das mesmas dores e vitórias encontradas ao longo desses anos, bem como, a mesma alegria e sentimento de dever cumprido ao finalizar essa fase da vida. Gratidão a vocês amigos e companheiros de jornada: Amanda Monteiro, Bellãne Gabrieli, Ieda Pereira, Karoline Acácio, Luana Ferreira e Ulisses Oliveira.

Gostaria de agradecer também à I9 Engenharia Júnior, empresa na qual tive o prazer de participar como membro efetivo e vivi experiências incríveis que com certeza levarei para vida. À I9 todo meu carinho e respeito por me permitir contribuir com o empreendedorismo e através das minhas habilidades tornar-me um instrumento transformador de vidas no sertão alagoano.

Agradeço ao centro acadêmico de Engenharia Civil 2018 (CAEC), que me permitiu desenvolver a habilidade de trabalhar em equipe, sanando as dificuldades enfrentadas pelo

curso de Engenharia Civil, através de uma gestão séria e competente voltada às necessidades dos alunos.

Agradeço a toda equipe do Projeto Renascendo que faz um trabalho incrível em prol da natureza, através de práticas de conservação ao meio ambiente e recursos hídricos nos estados de Alagoas e Pernambuco. Todos os dados disponibilizados e cooperação de vocês foram de suma importância para complementação dos resultados aqui presentes.

Por fim, quero agradecer ao meu orientador, Professor Thiago Pereira pelas suas relevantes considerações que foram imprescindíveis para compreensão e conclusão deste estudo. E ao Professor Antônio Netto, por me auxiliar inicialmente com seus ensinamentos para o andamento da pesquisa. Todas as observações foram de grande importância para tornar possível a realização deste trabalho.

Obrigada!

*Pois o SENHOR é quem dá  
sabedoria; de sua boca procedem o  
conhecimento e o discernimento.  
Pv. 2:6*

## RESUMO

Atualmente, a sociedade tem aumentado sua preocupação com as questões ambientais e com a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos. Ainda que o Brasil seja um país hidricamente rico, não são raros os casos de escassez de água desencadeados pelos períodos prolongados de seca ou pela má gestão dos recursos e práticas que contaminam os mananciais. Nesse contexto, o presente trabalho buscou avaliar o estado de conservação de nascentes localizadas em áreas rurais do rio São Francisco, bem como a caracterização do uso da água presente nas mesmas. As nascentes escolhidas estão localizadas no município de Mata Grande, Alagoas, e foram previamente submetidas a intervenções do Projeto Renascendo, projeto esse que atua nos estados de Alagoas e Pernambuco na busca da revitalização e conservação de nascentes a partir de uma metodologia simples e sustentável, através da técnica solo-cimento. Das nascentes já recuperadas pelo projeto no município de Mata Grande, foram selecionadas 4 delas para o desenvolvimento do presente estudo. Os parâmetros relacionados a qualidade da água foram obtidos através das análises laboratoriais disponibilizadas pelo projeto, e os parâmetros de conservação foram observados in loco. Foram escolhidos cinco parâmetros para avaliação no corpo e cinco parâmetros para avaliação no entorno das nascentes, cada parâmetro recebeu uma nota entre 0 e 3 de acordo com seu estado de conservação. A partir disso, somou-se as notas dos parâmetros e os resultados classificaram-nas em ruim, regular ou bom estado de conservação. Em relação as avaliações no corpo das nascentes, 3 delas apresentaram boas condições de conservação, no entanto, 1 apresentou condição regular e nenhuma foi classificada como ruim. Quanto às avaliações no seu entorno, 3 delas apresentaram condições regulares, enquanto apenas 1 delas apresentou boa condição de conservação e nenhuma foi classificada como ruim. Em relação ao uso das nascentes, em 3 delas os principais usos identificados foram os domésticos, predominantemente para beber e cozinhar, nenhuma delas foi destinada à agricultura ou lazer.

**Palavras-chave:** Conservação de nascentes; Qualidade da água; Classificação das nascentes.

## ABSTRACT

Currently, society has increased its concern with environmental issues and with the availability and quality of water resources. Although Brazil is a hydric rich country, it is not uncommon for water scarcity triggered by prolonged periods of drought or by poor management of resources and practices that contaminate water sources. In that context, the present work sought to evaluate the conservation status of springs located in rural areas of the São Francisco river, as well as the characterization of the use of water present in them. The chosen springs are located in the municipality of Mata Grande, Alagoas, and were previously submitted to interventions by the Renascendo Project, a project that operates in the states of Alagoas and Pernambuco in the search for the revitalization and conservation of springs from a simple and sustainable methodology, through the soil-cement technique. Of the springs already recovered by the project in the municipality of Mata Grande, 4 of them were selected for the development of the present study. The parameters related to water quality were monitored through laboratory analysis available by the project, and the conservation parameters were observed on site. Five parameters were chosen for evaluation on the body and five parameters for evaluation around the springs, each parameter received a score between 0 and 3 according to its conservation status. From that, the scores were added and the result classified them as bad, regular or good conservation conditions. The results of the assessments on the springs' bodies revealed that 3 of them are in good condition, but, 1 is in regular condition and none was rated as poor. As for the assessments in their surroundings, 3 of them are in regular condition, while only 1 of them is in good condition and none was classified as poor. As for the use of springs, in 3, the main uses used were domestic, predominantly, for drinking and cooking, none of them were intended for agriculture or leisure.

**Keywords:** Conservation of springs; Water quality; Classification of springs.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo hidrológico da água.....	19
Figura 2 – Tipos de aquíferos quanto a pressão. ....	20
Figura 3 – Representação esquemática do nível de pressão nos aquíferos. ....	21
Figura 4 - Área de atuação do Projeto Renascendo .....	32
Figura 5 - Número de famílias que utilizam nascentes em Mata Grande -AL.....	33
Figura 6 – Captação com drenos cobertos. ....	36
Figura 7 – Caixa de proteção de nascente tipo trincheira. ....	37
Figura 8 – Proteção de nascentes modelo caxambu.....	38
Figura 9 – Modelo de aplicação da Técnica Solo-Cimento .....	39
Figura 10 – Bacia do Rio São Francisco dividida em Alto, médio, Sub-médio e Baixo São Francisco. ....	40
Figura 11 - Localização geográfica das nascentes estudadas .....	43
Figura 12 – Nascente N.01 caracterizada quanto a seu tipo como nascente de encosta.....	50
Figura 13 – Nascentes que tiveram seu estado de conservação avaliados. ....	52
Figura 14 – Avaliação dos parâmetros do estado de conservação no corpo das nascentes .....	54
Figura 15 – Avaliação dos parâmetros do estado de conservação no entorno das nascentes. .	55
Figura 16 – Formas de usos das nascentes. ....	58

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características das águas superficiais e subterrâneas .....	15
Quadro 2 – Limite de classes de parâmetros segundo a resolução CONAMA n° 357/05.....	28
Quadro 3 – Parâmetros para análise do estado de conservação no corpo da nascente .....	47
Quadro 4 – Parâmetros de análise no entorno da nascente .....	48
Quadro 5 – Classificação do estado de conservação das nascentes.....	48
Quadro 6 – Ficha de levantamento das formas de uso da água das nascentes do município de Mata Grande -AL.....	49
Quadro 7 – Caracterização das nascentes escolhidas quanto ao seu tipo, o seu regime de vazão e a sua estrutura física de proteção .....	51
Quadro 8 – Ficha com resultado da avaliação do estado de conservação no corpo das nascentes, por cada parâmetro observado em campo.....	53
Quadro 9 – Resultado da avaliação do estado de conservação no entorno das nascentes .....	55
Quadro 10 – Resultado do levantamento formas de uso da água das nascentes do município de Mata Grande- AL.....	57

## **LISTA SE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

**CETESB** – Companhia ambiental do estado de São Paulo

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística

**IGM** – Instituto Geológico Mineiro

**SMA** – Secretaria de Meio Ambiente

**VMP/VR** – Valor Máximo Permitido; Valor de Referência

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. JUSTIFICATIVA .....	16
1.2. OBJETIVOS.....	16
1.2.1. Objetivo geral.....	17
1.2.2. Objetivos específicos .....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1. Processos Hidrogeológicos .....	18
2.1.1. Origens das águas subterrâneas .....	18
2.1.2. Tipos de aquíferos quanto à pressão da água .....	19
2.2. Nascentes.....	21
2.2.1. Hidrologia das nascentes.....	22
2.2.2. Manejo de microbacias hidrográficas e a manutenção das nascentes .....	22
2.3. Uso e conservação das nascentes.....	23
2.3.1. Disposição de resíduos sólidos no solo.....	24
2.3.2. Processos erosivos no entorno de nascentes .....	24
2.3.3. A atividade de pecuária e áreas de pastagens no entorno de nascentes .....	25
2.3.4. Práticas de desmatamento e queimada no entorno das nascentes .....	26
2.4. Monitoramento da qualidade e quantidade da água em nascentes .....	26
2.4.1. Monitoramento da qualidade da água das nascentes .....	26
2.4.1.1. <i>Parâmetros físicos</i> .....	29
2.4.1.2. <i>Parâmetros químicos</i> .....	29
2.4.2. Monitoramento da vazão das nascentes .....	30
2.5. Recuperação de nascentes .....	30
2.5.1. Projeto Renascendo.....	31
2.5.2. Métodos de recuperação de mata ciliar.....	33
2.5.2.1. Regeneração natural .....	33
2.5.2.2. Regeneração artificial.....	34
2.5.3. Construção de estruturas protetoras de nascentes.....	35
2.5.3.1. Captação com drenos cobertos.....	35
2.5.3.2. Trincheiras .....	36
2.5.3.3. Modelo Caxambu .....	37
2.5.3.4. Caixa de proteção Modelo Solo-cimento .....	38

3. ÁREA DE ESTUDO.....	40
3.1.1. Evaporação.....	41
3.1.2. Solo.....	42
3.1.3. Uso do solo no local.....	42
4. METODOLOGIA.....	43
4.1. Estado de conservação das nascentes.....	43
4.2. Caracterização de uso das nascentes.....	48
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
5.1. Avaliação do estado de conservação das nascentes.....	51
5.1.1. Resultado da avaliação do estado de conservação no corpo das nascentes.....	52
5.1.2. Resultado da avaliação do estado de conservação no entorno das nascentes.....	55
5.1.3. Caracterização de uso das nascentes.....	57
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural imprescindível para a vida dos seres vivos e desde os primórdios, seu ciclo é responsável pela sustentação da biodiversidade, pelo bom funcionamento dos ecossistemas terrestres e na sociedade como um todo (TUNDISI *et al.*, 2014). Dessa forma, a água é um dos bens fundamentais para manutenção da vida na terra. Apesar de dois terços da superfície do Planeta ser coberto por ela, calcula-se que apenas 3% é constituído de água doce e apenas 0,8% está disponível para consumo (FERREIRA, 2018). Dentre a água doce disponível para consumo humano e uso agrícola, 97% do total está inserida no conjunto dos recursos hídricos subterrâneos (PÁDUA, 2018).

No Brasil, a água subterrânea utilizada para abastecimento corresponde a 53,9% dos domicílios da zona rural e 5,6 % dos domicílios na zona urbana (IBGE, 2015). Apesar do Brasil ser um país hidricamente rico, possuindo cerca de 12% da água disponível para consumo do mundo (BICUDO, 2010), não são raros os episódios de escassez de água, seja pela ocorrência de períodos prolongados de seca ou pela má gestão e atividades antrópicas que acabam por afetá-la. Por consequência, as águas superficiais são as primeiras a serem atingidas e, portanto, mais suscetíveis aos impactos, quando comparadas com as que estão em maiores profundidades.

Á vista disso, a exploração das águas subterrâneas é uma opção bastante atraente para abastecimento público, pois apresentam boa qualidade (em geral) e baixo custo de captação, por estarem muito próximas às áreas de consumo sendo utilizada frequentemente para uso doméstico, irrigação, dessedentação de animais, recreação e fins industriais. Desse modo, é considerada um recurso natural relevante para a humanidade e para o meio ambiente, pois mantêm a umidade do solo, garante o fluxo de base dos cursos d'água, sendo responsável pela sua perenização em épocas de estiagem (FERREIRA, 2018).

Ademais, o custo por produção para o abastecimento urbano pode ser reduzido em até 10 vezes (CPRM, 2008). O Quadro 1 apresenta outras vantagens com relação à utilização da água subterrânea em comparação ao uso dos recursos hídricos superficiais.

Quadro 1 – Características das águas superficiais e subterrâneas

<b>Características</b>	<b>Águas subterrâneas</b>	<b>Águas superficiais</b>
Localização	Ocorre em áreas extensas e mais contínuas.	São pontuais ou limitados a cursos d'águas.
Fluxo e Disponibilidade	São menos influenciadas por fatores climáticos. A regularização do fluxo subterrâneo pode ser feita por meio de uma distribuição espacial e temporal apropriada de bombeamento e recarga artificial.	Períodos de estiagem e de mais alta demanda influenciam na disponibilidade das águas superficiais. Implica em obras hidráulicas de alto custo.
Variabilidade sazonal e anual	O armazenamento é feito no próprio aquífero. Os recursos estão quase sempre preservados da evaporação direta e os transbordamentos são pequenos e podem ser evitados controlando os níveis d'água através de bombeamento	As flutuações são muito pronunciadas no fluxo superficial. Ocorrem perdas por transbordamentos em períodos de excesso de água e grande perda por evaporação em períodos de estiagem.
Energia	Os custos para a construção dos poços são relativamente pequenos, porém os custos operacionais são elevados	Custos elevados com construção de reservatórios e tratamento, além de bombeamento.
Qualidade da água	É menos vulnerável a contaminação, porém o tratamento, caso aconteça é mais complexo e, algumas vezes irreversível.	São Vulneráveis a contaminação e o tratamento, geralmente, é de alto custo.

Fonte: Adaptado de CPRM (2008)

Diante do exposto, pesquisas relacionadas a quantidade, qualidade e gerenciamento de fontes subterrâneas são de grande importância e a gestão sustentável visa satisfazer as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras. Estudos regionais sobre água subterrânea são escassos e com poucas informações precisas, os primeiros ocorreram na primeira metade do século 20. O mais completo estudo hidrogeológico de caracterização regional de aquíferos foi realizado no Nordeste do Brasil no período de 1965 a 1975 pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, e constituiu o “Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste” (PÁDUA, 2018).

Entre as regiões brasileiras, o Nordeste é o local que merece grande atenção em relação ao abastecimento de água para suprir as necessidades da população. É característico da região o clima semiárido, baixo índice de pluviosidade, evaporação elevada e alta susceptibilidade aos

efeitos da desertificação. Seu subsolo é constituído em torno de 60% por rochas pré-cambrianas, genericamente chamadas de cristalinas, e nestas rochas a água subterrânea ocorre em sistemas interconectados de fendas, fraturas e descontinuidades, formando reservatórios descontínuos, aleatórios e com extensões limitadas (FEITOSA, 2011).

Através do contexto em geral, vem se expandindo cada vez mais a conscientização e racionalização do uso da água por se tratar de um recurso indispensável a saúde, uma vez que os custos para tratamento, para abastecimento e revitalização de lagos e rios são altos. Dessa forma, a conservação da água é de importância e interesse coletivo pois coloca em perigo a sobrevivência da vida no planeta, dificulta o desenvolvimento socioeconômico, produz estresses socioambientais e aumenta as desigualdades entre regiões e países (PEREIRA, 2012).

Portanto, para que a exploração das águas subterrâneas seja realizada de forma segura e sustentável é preciso avançar no conhecimento das características do meio físico, nas potenciais fontes de contaminação e nas técnicas de proteção dos aquíferos, com o objetivo de aprimorar a gestão dos recursos hídricos subterrâneos e eliminar os riscos à saúde pública.

Portanto, para que a exploração das águas subterrâneas seja realizada de forma segura e sustentável é preciso avançar no conhecimento das características do meio físico, nas potenciais fontes de contaminação e nas técnicas de proteção dos aquíferos, com o objetivo de aprimorar a gestão dos recursos hídricos subterrâneos e eliminar os riscos à saúde pública.

## **1.1. JUSTIFICATIVA**

A falta de manejo adequado das nascentes viabiliza a contaminação da água comprometendo e colocando em risco a saúde do usuário que muitas vezes não está ciente da situação. O presente estudo avaliou as nascentes classificando seu estado de conservação para que medidas mitigadoras venham a ser tomadas no corpo e no entorno das nascentes garantindo a saúde e bem-estar dos usuários além de melhorar a dinâmica hidrológica da bacia do rio São Francisco.

## **1.2. OBJETIVOS**

Perante a importância das nascentes que integram a bacia do Rio São Francisco, o presente estudo se propôs a alcançar os seguintes objetivos:

**1.2.1. Objetivo geral**

Avaliar o estado das nascentes localizadas em áreas rurais do rio São Francisco em relação aos aspectos de conservação.

**1.2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar as condições de uso e conservação das nascentes;
- Caracterizar a situação no corpo e no entorno;
- Classificar seu estado de conservação.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Os seguintes tópicos encontrados compreendem a revisão de pesquisas realizadas na literatura considerada relevante para contextualização do tema do presente trabalho.

### **2.1.PROCESSOS HIDROGEOLÓGICOS**

A hidrogeologia é a ciência que estuda as águas subterrâneas (aquíferos), seu movimento, ocorrência, propriedades, interações com o meio físico e biológico, bem como os impactos das ações dos seres humanos na qualidade e quantidade dessas águas (FERREIRA, 2007).

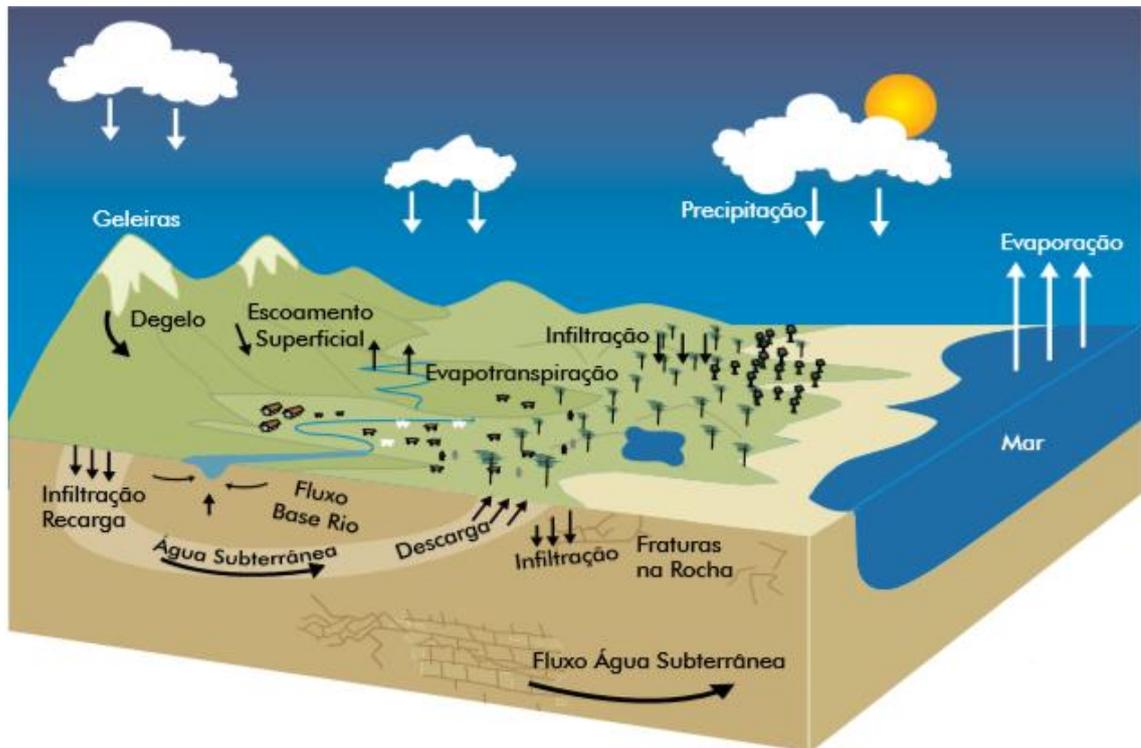
Etimologicamente, aquífero significa aqui = água fero = transfere ou do grego, suporte de água (HEINEN et al., 2003). São rochas saturadas que permitem a circulação, armazenamento e extração de água e podem variar em uma extensão de metros a milhares de quilômetros quadrados. Assim, a partir do conhecimento da hidrogeologia é possível avaliar o potencial e as condições dos aquíferos em determinadas regiões (REBOUÇAS et al, 2002).

#### **2.1.1. Origens das águas subterrâneas**

A maior parte das águas subterrâneas existentes no planeta terra tem origem no ciclo hidrológico representado na Figura 1. Esse sistema natural, circula a água dos oceanos para atmosfera e daí retorna, superficial e subterraneamente, aos oceanos. Grande parte da água que chega à superfície terrestre em forma de chuva escorre nos rios, outra parte infiltra-se no solo, e outra retorna a atmosfera em forma de vapor de água ou por transpiração das plantas. A parte restante, infiltra-se no subsolo sob efeito da gravidade, dando origem às águas subterrâneas (HIPÓLITO, 2011).

As águas subterrâneas constituem o segundo maior reservatório de água doce do planeta Terra e o seu estudo reveste-se de grande interesse para as mais diversas atividades humanas. Em várias áreas do mundo, as águas utilizadas são exclusivamente subterrâneas, captadas através de nascentes naturais, poços, furos e minas (ABOO, 2013).

Figura 1 – Ciclo hidrológico da água



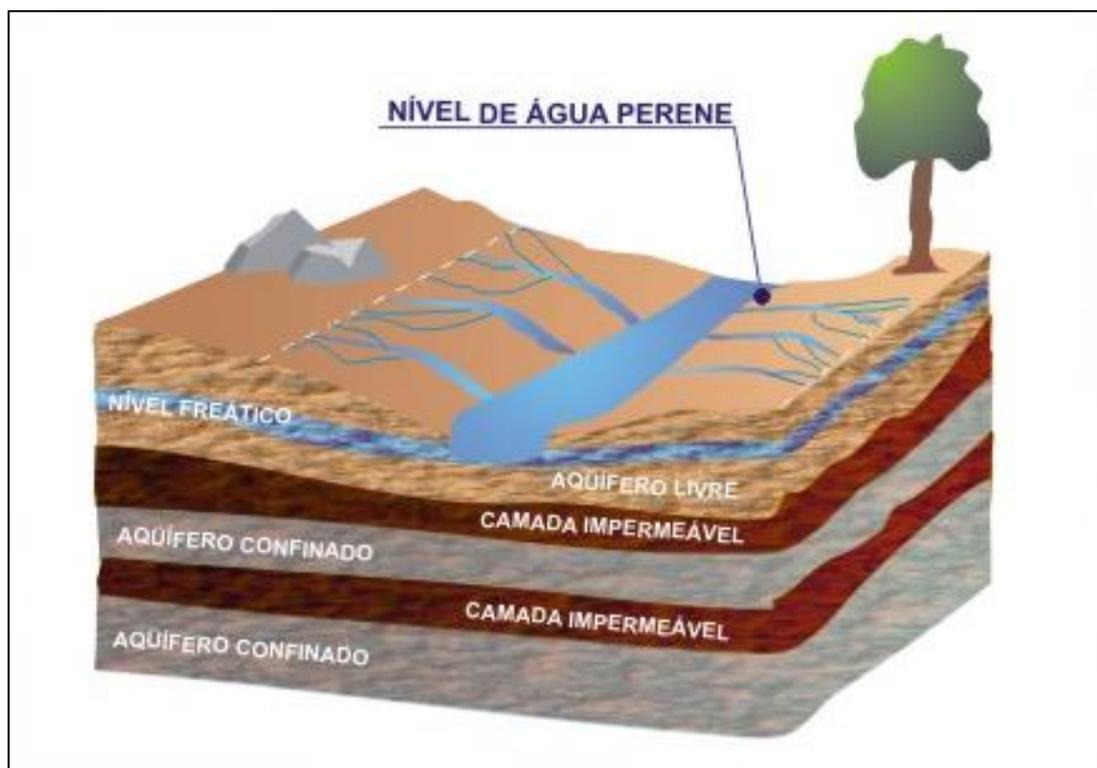
Fonte: MMA (2007)

Toda água subterrânea que não está integrada no ciclo hidrológico, constitui o interior da terra e nunca fez parte da componente superficial ou atmosférica do ciclo hidrológico. Para além desta, podem ainda considerar-se outros tipos de águas subterrâneas, nomeadamente, água magmática, água meteórica, água metamórfica, água de formação (LIMA, 2010).

### 2.1.2. Tipos de aquíferos quanto à pressão da água

Os aquíferos podem ser classificados de acordo com a pressão da água em aquífero confinado e aquífero livre, conforme apresentado nas Figura 2 e Figura 33, respectivamente.

Figura 2 – Tipos de aquíferos quanto a pressão.



Fonte: Borghetti et al. (2004), adaptado de IGM (2001)

- **Aquífero livre ou freático** – é geologicamente permeável, porém sua base é impermeável e apresenta saturação parcial de água (IGM, 2001). Nesse tipo de aquífero, o nível da água está submetido à pressão atmosférica, com a qual tem livre contato. São os mais comuns e devido a sua exposição são os que apresentam maior nível de contaminação. O nível da água varia segundo a quantidade de chuva, por ser de fácil acesso, são os mais explorados pela população (SANEAS, 2008).
- **Aquífero confinado ou artesiano** – de acordo com IGM (2001), é o aquífero que apresenta saturação completa de água e, que é limitada no topo e na base por camadas impermeáveis. Como a pressão da água na margem superior da zona saturada é maior que a atmosférica naquele mesmo ponto, a água ascende no poço para além da zona aquífera.

A água sobe devido à pressão do peso das camadas confinantes adjacentes. A essa altura a que a água ascende chama-se nível potenciométrico como mostra a Figura 3 e o furo é artesiano (PEREIRA, 2012).

Figura 3 – Representação esquemática do nível de pressão nos aquíferos.



Fonte: Borghetti et al. (2004), adaptado de IGM (2001)

## 2.2.NASCENTES

As nascentes são oriundas de processos hidrológicos e geomorfológicos superficiais. A Lei Federal nº 12.561 de 25 de maio de 2012, conceitua nascente como o “afioramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”. Desempenham papel importante no atendimento às demandas das populações rurais difusas prioritariamente para uso doméstico, seguido de dessedentação de animais e da irrigação (BRAGA, 2011).

Geralmente são provenientes da precipitação na área de recarga (autóctone), como também podem ter origem em áreas exteriores (alógenas). Podem ser perenes (de fluxo contínuo), intermitentes (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas). Dependem do balanço hídrico e dos usos do solo onde estão localizadas, isto é, podem verter água durante todo ano ou secar nos períodos de estiagem, de acordo com as diversas atividades antrópicas na zona de recarga (NETO, 2013).

As nascentes são protegidas pela lei nº 12.651 (BRASIL, 2012) que estabelecem Áreas de Preservação Permanente em seu entorno. A Resolução Conama nº 303, de março de 2002, regulamentou essa condição, considerando espaços territoriais protegidos como elementos de relevante interesse ambiental, como consta em seu Art. 4º: “Constitui Área de Preservação Permanente as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’águas perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.” (BRASIL, 2012).

### **2.2.1. Hidrologia das nascentes**

A nascente considerada ideal é aquela que fornece água de boa qualidade, abundante e contínua, localizada próxima do local de uso e de cota topográfica elevada, possibilitando sua distribuição por gravidade, sem gasto de energia (SILVA, 2015). Para tal, essas nascentes são alimentadas por parte das precipitações das chuvas que penetram no solo da bacia hidrográfica, formando os lençóis subterrâneos e retornando aos poucos à superfície, abastecendo os cursos d’água, mantendo a vazão principalmente durante os períodos de seca. Por isso as nascentes são de fundamental importância para o uso social e econômico da água (NETO, 2013).

Tratando-se de nascentes, é importante que a variação da vazão se enquadre dentro de um mínimo adequado durante o ano, para que não haja impedimento do seu uso. Para isso, a perenidade e a vazão de uma nascente, visto que esta é o afloramento de um aquífero subterrâneo, dependem da eficiência com que o aquífero – independentemente de sua natureza – está sendo recarregado, ou seja, dependem da forma como os recursos naturais (solo e cobertura vegetal) são manejados com relação à infiltração da água da chuva e ao controle do escoamento superficial (PARANÁ, 2010).

Portanto, a preservação da vegetação nos topos de morro, o cercamento das nascentes e a cobertura vegetal no solo são bons mecanismos de regularização das vazões de bacias hidrográficas, melhorando a infiltração da água no solo com consequente melhoria do abastecimento do lençol freático, resultando em vazões mais regulares ao longo do ano (SOUSA, 2011).

### **2.2.2. Manejo de microbacias hidrográficas e a manutenção das nascentes**

O manejo de bacias hidrográficas, na concepção original da sociedade Americana de Engenheiros Florestais, é definido como o uso racional dos recursos naturais de uma bacia, visando produção de água em quantidade e qualidade. Consiste também na elaboração e

aplicação de diagnósticos físico-conservacionista, socioeconômico, ambiental, hídrico, botânico e faunístico, a fim de identificar todos os problemas da bacia e propor soluções compatíveis em cada situação (BALBINO et. al, 2008).

Nesse contexto, um dos fatores cruciais em relação ao manejo é a conservação do solo em seu entorno, visto que é inegável a proteção exercida da cobertura vegetal para produção de água com boa qualidade. Ao considerar o impacto da retirada da cobertura vegetal em uma bacia hidrográfica com uso florestal, por exemplo, ao final do período de rotação a prática reduz fortemente o processo de evapotranspiração, modificando o regime hídrico da microbacia. Neste caso, o nível do lençol freático pode subir e o escoamento superficial aumentar, alterando o deflúvio dos rios e prejudicando a qualidade da água (CARVALHO, 2012).

Portanto, para que o manejo seja feito se forma sustentável, leva-se em consideração os aspectos ecológicos englobados à manutenção de seu funcionamento hidrológico mantendo sua capacidade natural de suporte produtivo e preservando sua capacidade de resistir às alterações ambientais.

### **2.3.USO E CONSERVAÇÃO DAS NASCENTES**

As interferências de atividades antrópicas e o uso insustentável dos recursos hídricos, tem ocasionado várias consequências ambientais, como a diminuição de estoques e da qualidade de água apropriadas ao consumo humano.

Uma justificativa para esse fato é que ao contrário da contaminação das águas superficiais, identificada na maioria das vezes, a contaminação das águas subterrâneas não é visível e sua exploração é muito distribuída, dificultando assim a identificação do problema. A ação protetora ou de interrupção é aplicada tardiamente, além de que quando a contaminação se torna perceptível, geralmente já atingiu uma larga extensão (RIBEIRO, 2007).

Um das ameaças à qualidade das águas subterrâneas, é a recarga dessa água no subsolo que ocorre, na maioria dos casos, devido à infiltração da água de chuva em excesso no solo decorrente da falta de vegetação, como já citado no tópico anterior. Dessa maneira, os aquíferos ficam vulneráveis à poluição gerada pela atividade antrópica de certos componentes que excedem a capacidade de atenuação do solo (RIBEIRO, 2007). Portanto, atividades irresponsáveis realizadas neste solo podem ameaçar a qualidade da água subterrânea.

Além desse, vários outros fatores podem causar alterações ambientais, dentre eles a poluição resultante do uso de pesticidas e fertilizantes, bem como desmatamentos e movimentos

de terra que são atividades comuns em meio rural. O controle da quantidade e qualidade dos recursos hídricos dependem da conscientização do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, caso contrário, o ciclo hidrológico e a origem dos corpos d'água são afetados (PEREIRA,2012).

A partir disto, é importante manter a conservação dos locais das nascentes, visto que as condições ambientais têm interferência direta na quantidade e qualidade da água. Ao serem tomadas medidas de proteção aos mananciais que ainda estão conservados e recuperação daqueles que já estão prejudicados, vai sendo mantida a preservação da água ainda existente naquele local.

No que se refere ao estado de preservação, os parâmetros a seguir podem ser destacados como principais agentes de degradação de nascentes.

### **2.3.1. Disposição de resíduos sólidos no solo**

Nas áreas de descarte de resíduos provenientes das atividades industriais, comerciais ou domésticas em depósitos a céu aberto, a água de chuva e o líquido resultante do processo de degradação dos resíduos orgânicos denominado chorume, tendem a se infiltrar no solo, carreando substâncias potencialmente poluidoras, metais pesados e organismos patogênicos (FERREIRA, 2007).

A queima do lixo seco, por exemplo, é uma prática comumente adotada, porém a falta de orientação em relação a separação, armazenamento e destinação adequadas, levam os agricultores a queimarem o resíduo sem o auxílio de um caminhão caçamba para sua coleta e destinação final em aterro sanitário (PEREIRA, 2012).

Portanto, é de grande importância levar em consideração o descarte de lixo nos assentamentos rurais, onde reside a parcela da população com menor acesso ao saneamento, podendo contaminar a água dos mananciais, muitos desses utilizados no abastecimento de água nas cidades.

### **2.3.2. Processos erosivos no entorno de nascentes**

Desde o começo dos tempos o homem aproveita de recursos naturais para a sua subsistência, um grande exemplo disso é a utilização dos solos para cultivo de alimentos principalmente em áreas rurais. Entretanto o mal uso do cultivo aliado a retirada intensa da

vegetação para abrir mais áreas para cultivo, tem como consequência as erosões que se encontram aparentes em solos que um dia foram exemplos de fertilidade (BERTONI, 2014).

De acordo com Merten (1995), a água que não é infiltrada no solo, seja por impermeabilização do mesmo ou deficiência da cobertura vegetal, é o principal agente erosivo. Desta forma, a erosão causada pela água não absorvida no solo é considerada um dos problemas mais sérios da agricultura, pois esse fator enfraquece o solo, reduzindo a sua capacidade produtiva, além de transportar sedimentos, nutrientes e agroquímicos, comprometendo a quantidade e qualidade da água.

Conforme (GUERRA et al., 2013), erosão é um processo geomorfológico que pode atingir qualquer tipo de solo, tendo como causas diferentes agentes. No caso de climas tropical e subtropical, as águas pluviais (erosão hídrica) se destacam como agente principal da erosão, que, aliada a outros fatores como solo exposto, compactação do solo, declividade e tipo de uso e ocupação, promovem consequências diversas

Os principais tipos de erosão encontrados em áreas rurais são as do tipo Linear e Laminar. As principais consequências desses tipos de erosão são a perda da camada fértil do solo devido ao carregamento de nutrientes pelo escoamento superficial (concentrado ou não), assoreamento de nascentes e rios, contaminação do solo e das águas (devido a agrotóxicos utilizados nas plantações) e descaracterização da paisagem, com formações de sulcos, ravinas e/ou voçorocas (GONÇALVES, 2018).

### **2.3.3. A atividade de pecuária e áreas de pastagens no entorno de nascentes**

De acordo com USEPA - *United States Environmental Protection Agency* (2000), estudos apontam que em regiões tropicais do mundo, sendo muitas delas países em desenvolvimento nos quais os sistemas de produção são basicamente pastagens, possuem cerca de metade da população mundial de ruminantes, com destaque para os bovinos.

As pastagens extensivas são consideradas fatores que acarretam processos erosivos, pois o pisoteio frequente provoca a compactação do solo, tendo como consequência a diminuição da infiltração no solo. A degradação é ainda maior se os lugares de pastagens estiverem localizados nas zonas de recarga, constituídas nas margens de córregos e nascentes.

#### **2.3.4. Práticas de desmatamento e queimada no entorno das nascentes**

A supressão da cobertura vegetal no Brasil aumenta a cada ano, onde um dos principais responsáveis é a agropecuária. A ausência da vegetação natural tem como principal objetivo dar lugar às pastagens para a criação de gado e o plantio de monoculturas. Essas atividades comprometem a qualidade do ar, do solo e das águas e, conseqüentemente, a vida dos seres humanos (PEREIRA,2012).

Com o desmatamento a capacidade da floresta absorver o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) é reduzida, ao mesmo tempo, existe uma presença maior de CO<sub>2</sub> liberado com a queima da vegetação, modificando o equilíbrio desse gás no meio ambiente. Além do que o desmatamento reduz os serviços hidrológicos providenciados pelas árvores que atuam de maneira significativa no ciclo da água (SILVA, 2015).

Desse modo, sem a cobertura vegetal, os sedimentos são transportados pelas encostas e depositados nos córregos, rios, lagos e nascentes que estejam desprotegidas fisicamente, causando assoreamento.

### **2.4.MONITORAMENTO DA QUALIDADE E QUANTIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES**

Segundo Andrade *et al.* (2007) são os processos naturais (precipitação, intemperismo, cobertura vegetal) e a influência antrópica (uso do solo, concentração urbana, atividade industrial) que determinam a quantidade e qualidade de água de uma região.

Tratando-se de nascentes, os aspectos que contribuem para o armazenamento de água subterrânea são os tipos de uso de solo nas áreas de recarga e a declividade. Esses fatores também influenciam no regime da nascente e nos cursos d'água que integram a bacia hidrográfica.

#### **2.4.1. Monitoramento da qualidade da água das nascentes**

Segundo Aguiar (2003), pode-se tomar medidas variadas para a conservação da qualidade da água nas nascentes, muitas delas dependem, sobretudo, de ações educativas junto à comunidade para que haja uma conscientização das conseqüências negativas provocadas pela poluição da água e do não cumprimento das leis ambientais vigentes.

Aquém disto, a Organização Mundial da saúde (OMS) define os padrões de potabilidade para as águas que são destinadas a consumo humano, de maneira que não venha causar nenhum tipo de prejuízo a saúde.

No Brasil, o controle e vigilância da água para consumo são definidos pelo Ministério da Saúde. De modo geral são valores máximos permitidos para os diferentes parâmetros presentes na água. Em vista disso, é importante avaliar e monitorar a qualidade das águas com o uso de poucos e significativos parâmetros para diferentes áreas e diversos fins (MANOEL & CARVALHO, 2013), assim, poderão ser feitas intervenções e tomadas de medidas de controle ambiental.

Nesse contexto, destacam-se os índices de qualidade da água (IQA), que tem como objetivo integrar os fatores físico-químicos e biológicos da água, sintetizando diversos dados em um único resultado numérico (BASSO & CARVALHO, 2007).

Ainda sobre a avaliação da qualidade da água para fins de consumo, a “*National Sanitation Foundation*” dos EUA, realizou um estudo em 1970 do qual a CETESB adaptou o IQA – Índice da qualidade das Águas, que engloba 9 parâmetros classificados como importantes para análise da qualidade das águas. Segundo o projeto Águas de Minas (2005), o IQA auxilia na compreensão das informações e traduz a condição de qualidade prevalentes nos cursos d’água. (BASSO & CARVALHO, 2007).

Os parâmetros para monitoramentos da qualidade de águas doces, utilizados no presente estudo, têm como referência a resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 17 de março de 2005. No Quadro 2, são apresentados alguns parâmetros e seus respectivos limites dependendo da classe em que se encontram. Posteriormente são citados os principais parâmetros físicos e químicos para avaliação da qualidade da água, porém, serão discutidos apenas os indicadores analisados para esta pesquisa, são eles: *Sólidos totais*, *pH* e *Cloretos*.

Quadro 2 – Limite de classes de parâmetros segundo a resolução CONAMA nº 357/05

ÁGUAS DOÇES				
Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Alumínio	≤ 0,1mg/L	≤ 0,1mg/L	≤ 0,2mg/L	-
Bário	≤ 0,7mg/L	≤ 0,7mg/L	≤ 1,0mg/L	-
Cloretos	≤ 250mg/L	≤ 250mg/L	≤ 250mg/L	-
Fenol	≤0,003mg/L	≤0,003mg/L	≤0,01mg/L	-
DQO	≤20000 cel/mL	≤50000 cel/mL	≤100000 cel/mL	-
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
OD	≥ 6 mg/L	≥ 5 mg/L	≥ 4 mg/L	≥ 2 mg/L
DBO	≤ 3 mg/L	≤ 5 mg/L	≤ 10 mg/L	-
Nitrogênio amoniacal total	3,7 mg/L para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L para pH >8,5	3,7mg/L para pH ≤7,5 2,0 mg/L para 7,5 < pH ≤8,0 1,0 para 8,0< pH ≤ 8,5 0,5 mg/L para pH > 8,5	13,3 mg/L para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L para pH > 8,5	-
Fósforo Total	Em ambientes Iênticos ≤ 0,02mg/L Em ambientes intermediários e tributários de Iêntico ≤ 0,025 mg/L Em ambientes Iótico e tributário de intermediários ≤0,1mg/L	Em ambientes Iênticos ≤ 0,030mg/L Em ambientes intermediários e tributários de Iêntico ≤ 0,050mg/L Em ambientes Iótico e tributário de intermediários ≤0,1mg/L	Em ambientes Iênticos ≤ 0,05mg/L Em ambientes intermediários e tributários de Iêntico ≤ 0,075mg/L Em ambientes Iótico e tributário de intermediários ≤0,15mg/L	-
Coliforme termotolerante	≤200 em 80% de 6 amostra/ano	≤ 1000 em 80% de 6 amostra/ano	≤ 2500 contato secundários ≤ 1000 animais confinados ≤ 4000 demais usos	-
Sólidos totais	≤ 500mg/L	≤ 500mg/L	≤ 500mg/L	-
Cor	-	≤75mg Pt/L	≤75mg Pt/L	-
Turbidez	≤ 40 UNT	≤ 100 UNT	≤ 100 UNT	-
Nitrato	≤ 10 mg/L	≤ 10 mg/L	≤ 10 mg/L	-
Nitrito	≤ 1,0 mg/L	≤ 1,0 mg/L	≤ 1,0 mg/L	-
Ferro dissolvido	≤0,3 mg/L	≤0,3 mg/L	≤5,0 mg/L	-
Cádmio total	≤ 0,001 mg/L	≤ 0,001 mg/L	≤ 0,01 mg/L	-
Chumbo total	≤0,01 mg/L	≤0,01 mg/L	≤0,033 mg/L	-
Cobre dissolvido	≤0,009 mg/L	≤0,009 mg/L	≤0,013 mg/L	-
Cromo total	≤0,05 mg/L	≤0,05 mg/L	≤0,05 mg/L	-
Manganês total	≤0,1 mg/L	≤0,1 mg/L	≤0,5 mg/L	-
Zinco total	≤0,18 mg/L	≤0,18 mg/L	≤5 mg/L	-
Níquel total	≤0,025 mg/L	≤0,025 mg/L	≤0,025 mg/L	-
Mercúrio total	≤0,0002 mg/L	≤0,0002 mg/L	≤0,002 mg/L	-

Fonte: Adaptado de CONAMA (2005)

#### 2.4.1.1. *Parâmetros físicos*

Os principais parâmetros físicos para avaliar a qualidade da água de um corpo hídrico superficial são a coloração, os sólidos totais, a turbidez e a temperatura. (MUSITORI, 2009). Dentre os principais Parâmetros físicos, está o que mede os **Sólidos Totais**, que afere os resíduos após a secagem de uma amostra em estufa a 103-105°C até atingir um peso constante. Quando há sólidos na água, a sua transparência diminui e reduz-se a taxa de fotossíntese, o que influencia na produção primária e no oxigênio dissolvido (BRAGA *et al.*, 2002). Grandes concentrações de sólidos dissolvidos na água comumente apresentam palatabilidade inferior e podem gerar reações fisiológicas no consumidor. Análise dos sólidos, assim, mostram-se de grande importância para o monitoramento biológico e físico dos métodos de tratamento de águas residuais (EATON *et al.* 2005).

#### 2.4.1.2. *Parâmetros químicos*

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB, indica como variáveis químicas consideráveis o alumínio, bário, cádmio, chumbo, cloreto, cobre, cromo DDT, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>), Demanda Química de Oxigênio (DQO), fenóis, ferro total, fósforo total, manganês, mercúrio, níquel, Oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (PH), potássio, série de nitrogênio (amônia, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico), sódio, surfactantes e zinco (CETESB, 2007).

Um dos meios para aferição destes químicos na água se dá na avaliação do **Potencial Hidrogeniônico (pH)** que é a medida da concentração hidrogeniônica, ou seja, íons H<sup>+</sup> presentes na água. Calculado como o logaritmo negativo da concentração de H<sup>+</sup>, é resultante inicialmente da dissociação das próprias moléculas da água e posteriormente acrescida pelos íons hidrogênio provenientes de outras fontes. O pH é essencialmente função do gás carbônico dissolvido e da alcalinidade da água. Assim, pode indicar condição de acidez, alcalinidade ou neutralidade da água e pode ser resultante de fatores naturais e antrópicos (ROCHA, 2008).

O pH afeta o processo do tratamento da água com cloro e está relacionado a fenômenos de incrustação e corrosão em instalações hidráulicas e sistemas de distribuição, adicionando constituintes para a água, tais como: ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio. É importante no controle da corrosão e de incrustações, visto que a solubilidade de muitos materiais presentes na água varia com o pH do meio. Nas condições padrão (25°C e 1 atm), o pH igual a 7

corresponde à neutralidade, valores inferiores a 7 correspondem à faixa ácida, e valores superiores a 7, à faixa básica (alcalina).

Outro importante fato químico a ser considerado na qualidade da água é o **Cloreto**, pois este fator é a descrição do ânion cloreto, que nas águas superficiais indicam descargas de esgotos sanitários. Um indivíduo libera aproximadamente 6 g de cloreto ao dia pela urina e os esgotos apresentam concentração de cloreto que ultrapassam 15 mg/L. Devido a salinidade em regiões costeiras, os níveis de cloreto naturalmente podem ser aumentados. Em águas tratadas, o alto índice de cloreto é explicado pelas reações de dissociação do cloro na água (PEPPER *et al.*, 1996; CETESB, 2007).

Apesar da água proveniente de nascentes serem comumente mencionadas como adequadas para consumo, podem ter sua qualidade comprometida por tais agentes (OLIVEIRA *et al.*, 2014) sem que os usuários o percebam. Tal fato é comum e preocupante quando esse corpo hídrico é utilizado para abastecer residências, em especial pequenas comunidades em meio rural como, por exemplo, os assentamentos rurais. Dessa forma, o consumo de água nessas áreas deve ser feito de maneira segura a fim de minimizar os riscos à saúde do usuário (CAVALCANTE, 2014)

#### **2.4.2. Monitoramento da vazão das nascentes**

É importante estimar a quantidade de água em uma bacia, pois essas informações servirão como base para o gerenciamento de recursos hídricos, além de servir para estimativa de balanço hídrico em sistemas de apoio a tomada de decisão (CHAVES, 2002). Portanto, apesar de algumas nascentes em tempo de seca terem o seu fluxo interrompido, é de grande importância estudar a vazão, uma vez que muitas outras são perenes e contribuem durante todo o ano com a bacia.

### **2.5. RECUPERAÇÃO DE NASCENTES**

A recuperação de nascentes que foram prejudicadas devido a atividades antrópicas é um fator de grande relevância para conservação do meio ambiente. A cobertura vegetal tem influência positiva na hidrologia do solo, pois melhora os processos de infiltração, percolação e armazenamento de água nos lençóis.

Dessa maneira, é importante a manutenção e conservação da mata ciliar no entorno das nascentes pois exercem funções hidrológicas e ecológicas de proteção aos solos e aos recursos

hídricos, por meio de: manutenção da qualidade da água; regularização dos cursos d'água; conservação na biodiversidade (RODRIGUES, 2004). A vegetação ciliar, em uma bacia, reduz em 38% a concentração de nitrogênio; em 94%, o fosfato; 42%, o fósforo dissolvido; 21%, de alumínio total infiltrável, e 54% de ferro, que chegam ao curso d'água. (MARMONTEL, 2015).

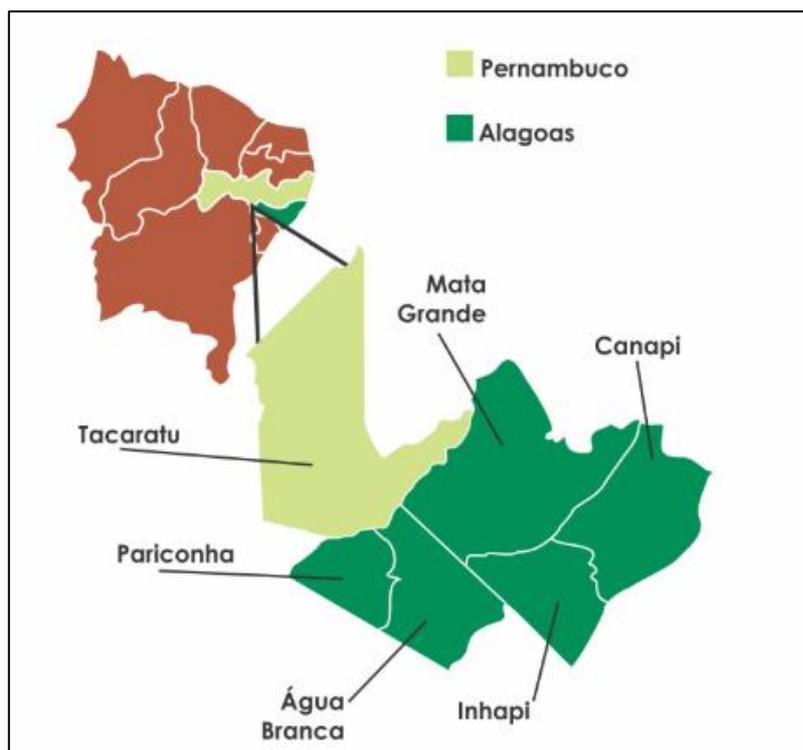
Pinto *et al.* (2005), afirma que a primeira atitude a ser tomada para recuperação da nascente, independentemente do tipo e do estado de sua conservação, é o isolamento de sua área em um raio de 50 metros das nascentes. Além disso, a Secretaria do Meio Ambiente - SMA (2008) orienta a recuperação de áreas rurais degradadas a partir do reflorestamento de espécies de árvores nativas típicas da própria região.

Neste contexto, já existem atualmente no Brasil vários projetos voltados ao reflorestamento e recuperação de nascentes degradadas, como por exemplo, o Projeto Olhos D'água que atua nas Bacias Hidrográficas do Ribeirão Taquarassu em Palmas no Tocantins. No Nordeste, o Projeto Renascendo atua nos estados de Alagoas e Pernambuco com o objetivo de contribuir com a sustentabilidade hídrica da Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco (BHBSF), através da recuperação e conservação da biodiversidade da disseminação de conhecimentos e práticas para melhoria da convivência com o semiárido, e pela garantia da continuidade do fluir das águas das nascentes, uso racional da água e permanência das matas nativas.

### **2.5.1. Projeto Renascendo**

O Projeto Renascendo atua nas regiões Hidrográficas dos rios Moxotó, Talhada e Capiá, nas zonas serranas dos municípios de Mata Grande, Canapi, Inhapi, água Branca, Pariconha e Tacaratu localizados nos estados de Alagoas e Pernambuco como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Área de atuação do Projeto Renascendo



Fonte: Projeto Renascendo (2020)

Em 2015, patrocinado pela Petrobrás, o projeto desenvolveu um estudo nos municípios de Água Branca, Mata Grande e Pariconha, com o objetivo de contribuir com a recuperação da biodiversidade e melhoria da qualidade de vida e das condições de convivência com o semiárido, através da garantia da sustentabilidade das nascentes.

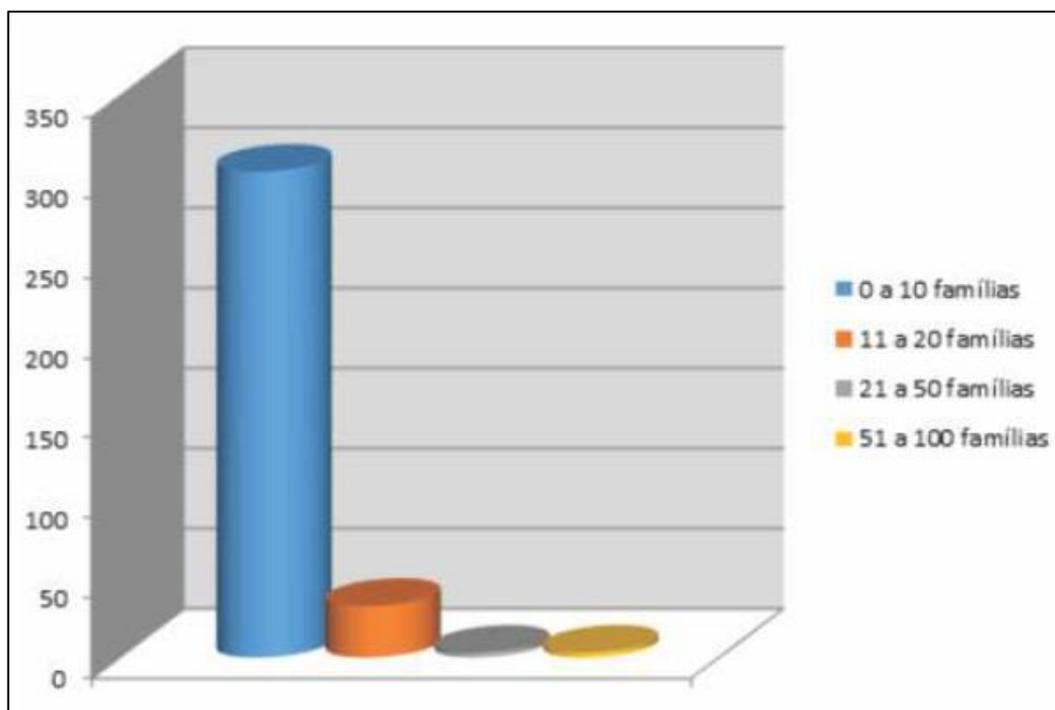
Nesse sentido, uma das primeiras ações do projeto, foi conhecer melhor a reserva de água, através de uma proposta de conhecimento. Buscou-se então avaliar as dimensões e potencialidades das regiões, e, posteriormente, melhorar as condições de uso e preservação das nascentes, através de uma intervenção física no espaço e através do empoderamento das comunidades, no que se refere à gestão, aos cuidados para a conservação e proteção das nascentes.

Assim, foi elaborado o documento “Diagnóstico e Georreferenciamento das Nascentes”, proposto como primeiro passo para seleção das nascentes a serem recuperadas e protegidas. De acordo com o documento foi possível relacionar o número de nascentes e a quantidade de famílias que faz uso das mesmas nos municípios de Água Branca, Mata Grande e Pariconha.

Em 2015, segundo dados do Projeto Renascendo, o município de Mata Grande apresentava 303 nascentes que eram utilizadas por até 10 famílias, 32 nascentes que eram utilizadas por 11 a 20 famílias, 3 nascentes que eram utilizadas por 21 a 50 famílias e pouco

mais de 3 nascentes eram utilizadas por 51 a 100 famílias. A relação entre o número de nascentes e a quantidade de famílias que as utilizavam estão representadas na Figura 5.

Figura 5 - Número de famílias que utilizam nascentes em Mata Grande -AL



Fonte: Projeto Renascendo (2015)

Através da Figura 5 é possível observar a quantidade significativa de pessoas que fazem uso dessa água, e conseqüentemente a importância de intervenções para conservação da qualidade da mesma, afim de garantir a saúde do grande número de seus usuários.

## 2.5.2. Métodos de recuperação de mata ciliar

### 2.5.2.1. Regeneração natural

Para o processo de recomposição florestal via regeneração natural, são necessários estudos prévios da condição do ambiente, bem como a capacidade de resiliência da área e fatores edafoclimáticos da região em resposta às perturbações naturais ou antrópicas. Este processo de recomposição natural ocorre normalmente da brotação de troncos e raízes, chuva de sementes da própria área ou de fragmentos adjacentes e banco de sementes (reserva de sementes viáveis no solo). A auto regeneração da vegetação vale-se também de meios externos,

provenientes de fragmentos florestais próximos que funcionam como fontes de propágulos (SILVA, 2007).

Ocorre de forma mais lenta se comparada à implantação pelo método de plantio de mudas, no entanto, esse método reduz significativamente os custos de implantação, uma vez que é menor a exigência de mão de obra e insumos na operação de plantio (VIEIRA, 2012).

### **2.5.2.2. Regeneração artificial**

Os principais procedimentos adotados nesse método são o plantio de mudas, a semeadura direta e os sistemas de enriquecimento, sendo o plantio de mudas o processo mais utilizado. Entretanto a grande dificuldade na implantação dos reflorestamentos com espécies nativas é a obtenção de mudas na qualidade e quantidade desejada, assim como na diversidade de espécies (VIEIRA, 2012).

No Brasil, o método mais utilizado para regeneração é o plantio de mudas. Segundo SMA (2009), estado de São Paulo, esse método é indicado para áreas bastante degradadas, que não apresentam nenhum vestígio das formações florestais que estavam ali presentes.

Para o plantio são necessários cuidados no manuseio da muda para que seja colocada na cova sobre a porção de terra já adubada para, posteriormente, cobrir o torrão compactando a terra ao redor. As mudas devem ter boas condições de sanidade e altura mínima de 30 cm, bem como devem ser amarradas com varetas-guias de um metro de altura para auxiliar seu crescimento linear (SMA, 2009).

Dessa forma, é essencial garantir a qualidade da muda a partir do controle adequado do viveiro da propriedade. A produção das principais mudas plantadas no Brasil é em tubetes, pelas diversas vantagens apresentadas no processo de produção e plantio. Porém, se comparada às mudas produzidas em sacos plásticos, sua sobrevivência pode ser menor quando o plantio é feito na ausência de chuva ou sem irrigação. Entretanto, a embalagem mais usada em viveiros de pequeno porte é o saco plástico (SMA, 2009).

De modo geral, para que se obtenha êxito na regeneração, seja natural ou artificial, são necessárias a construções de cercas, no caso da presença de gado na área, bem como a construção de aceiros em áreas vizinhas a pastagem onde é comum usar o fogo como prática.

### **2.5.3. Construção de estruturas protetoras de nascentes**

Para satisfazer suas necessidades de água, as populações rurais difusas fazem uso das mais diversas formas de estruturas hidráulicas em nascentes. Em sua maioria, as intervenções são feitas de forma inadequada e sem proteção do entorno, comprometendo a qualidade da água e a tornando vulnerável a diversos tipos de poluição, seja pelo acesso de animais às proximidades das nascentes, pela retirada da vegetação do entorno para cultivo de lavouras, pela contaminação devido ao uso de defensivos e insumos agrícolas, pela disposição inadequada de resíduos sólidos, pela proximidade a fossas sépticas ou pela retirada sistemática de água com recipientes de metal ou plástico sem a devida higienização prévia (NETO, 2013).

Tais estruturas protetoras são construídas com intuito de formar barreiras que impeçam a contaminação da água. As barreiras se tornam ainda mais importantes se às nascentes forem destinadas para consumo humano, de modo que possa garantir uma menor alteração na qualidade da água devido à contaminação. Essas estruturas geralmente são construídas em concreto, alvenaria de tijolos ou de pedra, utilizando acessórios como tampa, tubo extravasor, tela filtrante.

De acordo com a SMA (2009), quando se originam nascentes a partir de encostas, constrói-se caixa de captação ou depósito, que deve ser revestida e coberta. O revestimento evita a contaminação da água pelas partículas de solo, provenientes do desmoronamento das paredes da caixa e, a cobertura evita a contaminação trazida pelo vento trazida pelo vento, restos vegetais, detritos de animais silvestres e algas.

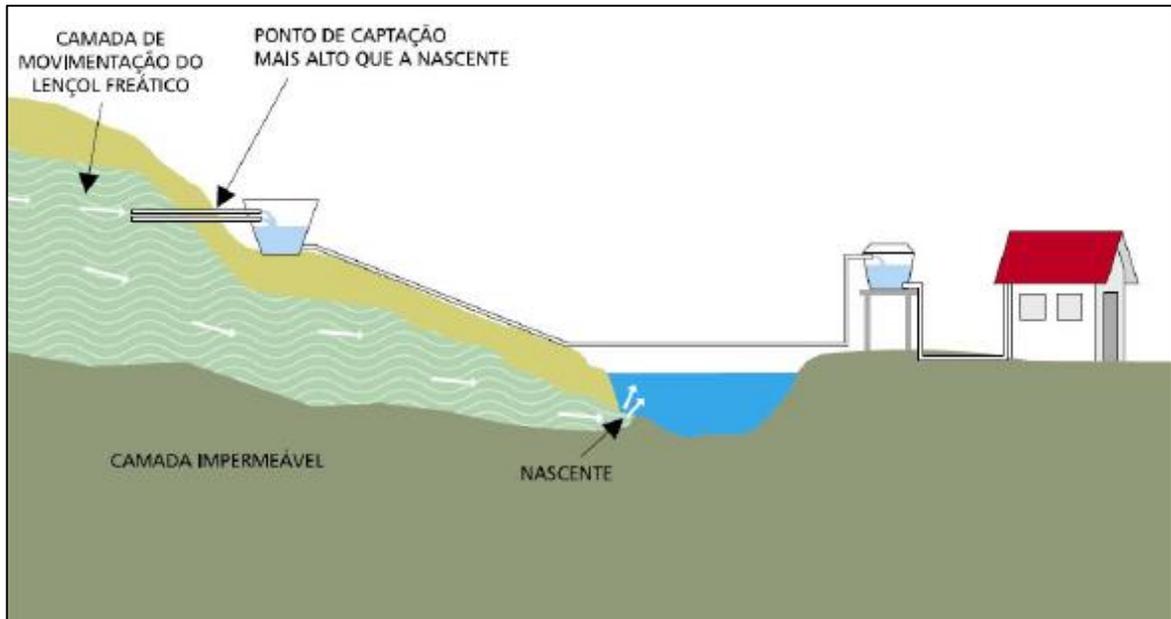
Nas literaturas internacional e nacional pertinentes ao assunto são encontrados muitos métodos de se obter água limpa diretamente das nascentes ou de reservatórios a jusante. A questão essencial é realizar intervenções para proteger a água da nascente da poluição e disponibilizá-la, na fonte ou em reservatório, em nível satisfatório para consumo. A seguir, são apresentados tipos de estruturas protetoras simples (NETO, 2013).

#### **2.5.3.1. Captação com drenos cobertos**

Adequada para captação em cota mais elevada que a da nascente, possibilitando a adução da água por gravidade para reservatório a jusante. São utilizados drenos com tubos de PVC que conduzem a água por gravidade até um reservatório para ser utilizada para consumo. O comprimento destes tubos depende da largura do lençol e seu diâmetro da vazão desejada (CALHEIROS, 2004).

A seguir, na Figura 6, são apresentados os detalhes de um dreno saindo da superfície do solo, contendo apenas uma tampa de fibrocimento, que protege o ponto de penetração do tubo do solo.

Figura 6 – Captação com drenos cobertos.



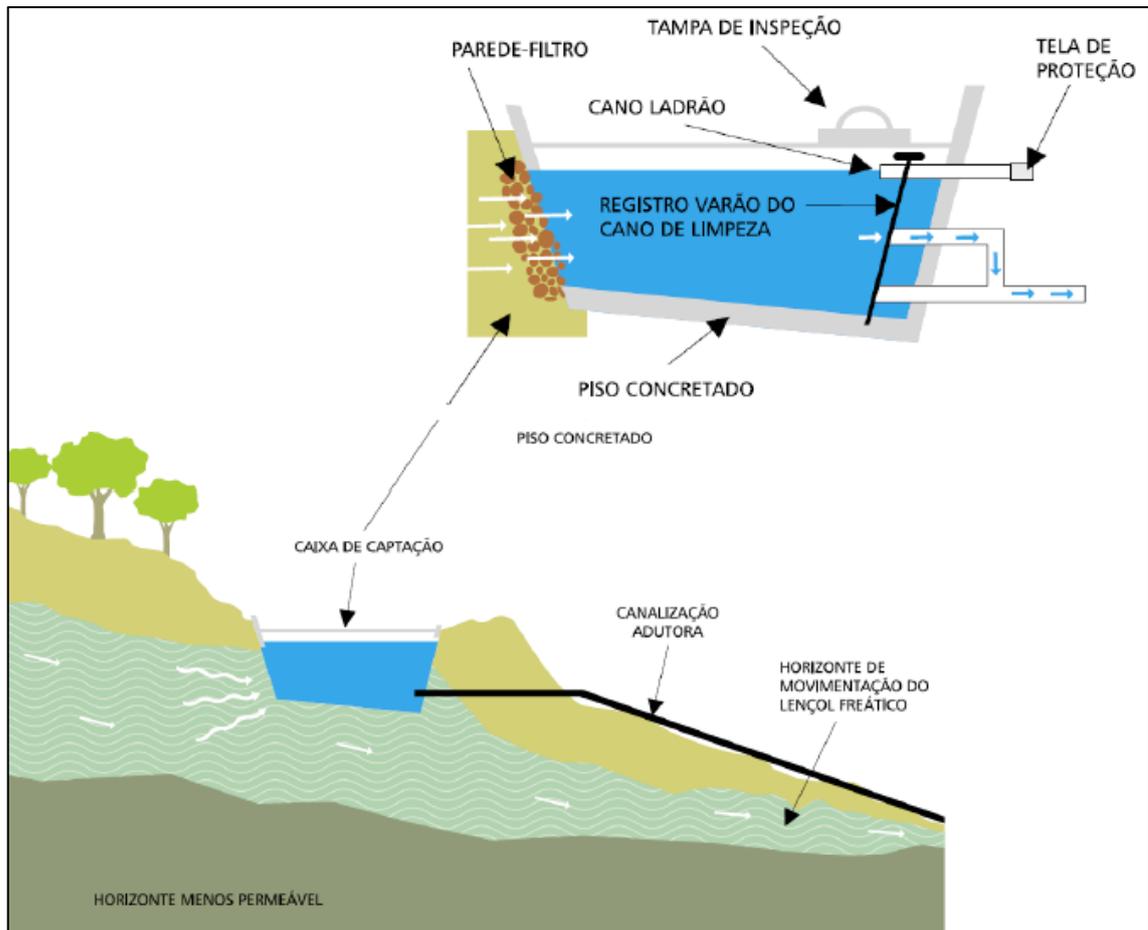
Fonte: SMA, 2019

### 2.5.3.2. Trincheiras

Consiste em escavação de vala tipo trincheira, de forma transversal à direção do fluxo da água, em profundidade suficiente para atingir e penetrar o aquífero livre, de modo que quanto maior for a profundidade, maior será a vazão. A superfície de fundo deve apresentar declividade no sentido da largura, para facilitar a captação, canalização ou bombeamento (CALHEIROS, 2004).

Na Figura 7 observa-se a presença de tubos de retorno com uma tela de proteção para se evitar entrada de insetos, bem como uma tampa de inspeção para serviço de manutenção da caixa.

Figura 7 – Caixa de proteção de nascente tipo trincheira.

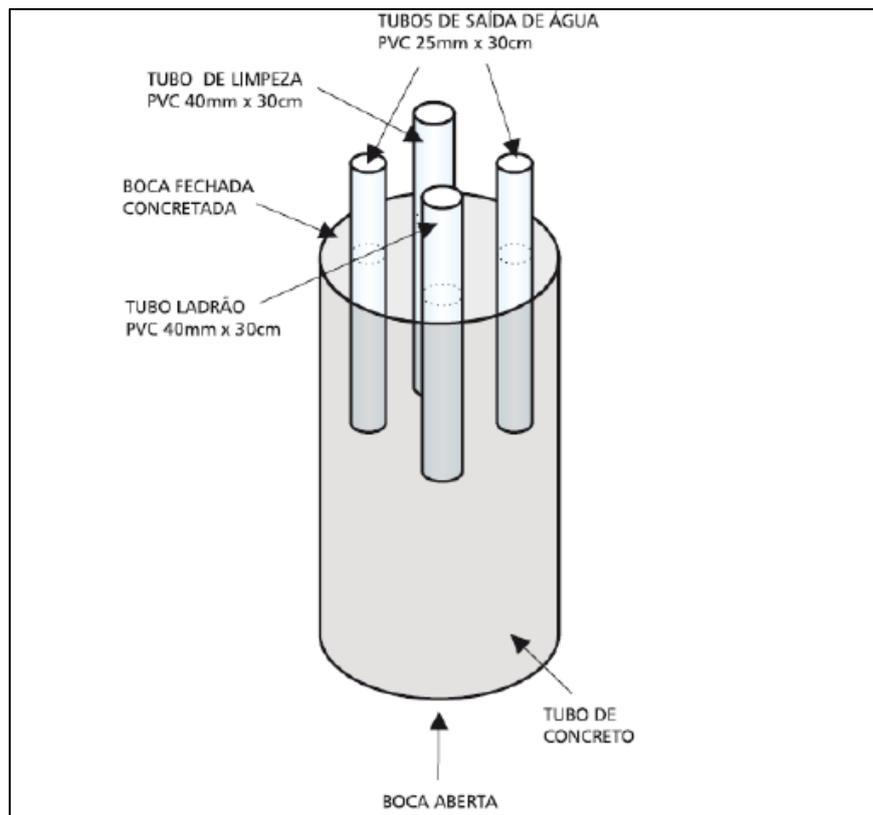


Fonte: SMA, 2009

### 2.5.3.3. Modelo Caxambu

Foi um modelo desenvolvido e apresentado pela Epagri/SC (2002), de baixo custo de construção e que dispensa limpeza periódica da fonte. De acordo com SMA (2009) sua estrutura é constituída de 4 tubos de concreto de 20 cm de diâmetro com 4 saídas, nas quais duas são de tudo de PVC de 25mm x 30 cm de comprimento, que serão as duas saídas da água, e as outras duas formadas por dois tubos de PVC de 40 mm x 30 cm de comprimento, um tubo para limpeza e outro como tubo de retorno como mostra a Figura 8.

Figura 8 – Proteção de nascentes modelo caxambu.

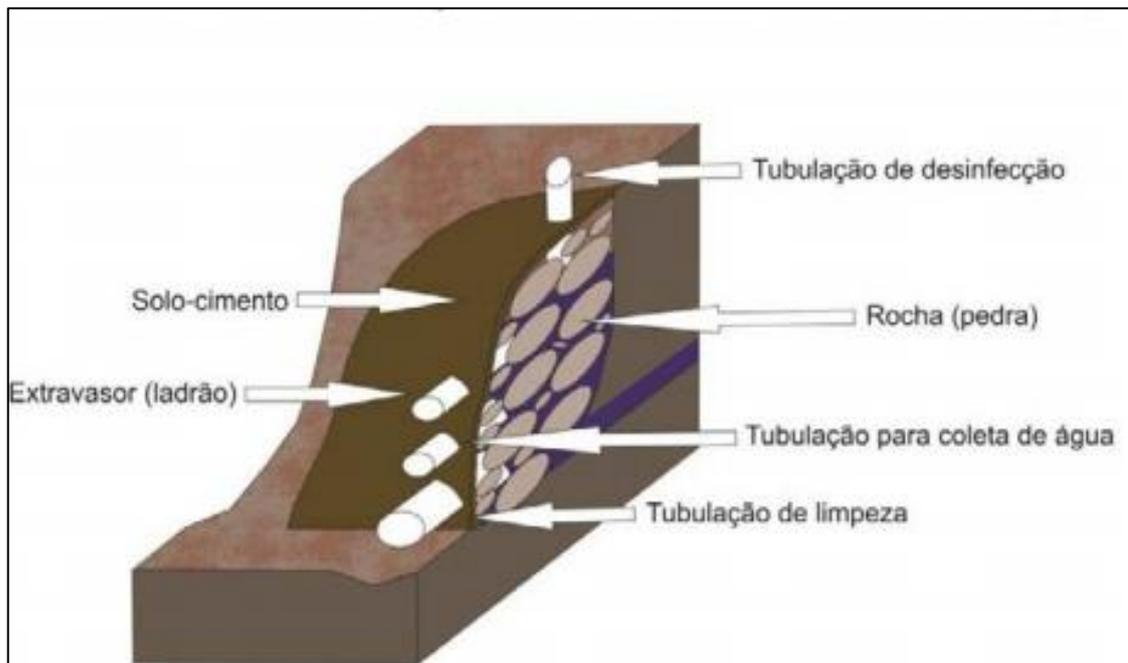


Fonte: SMA, 2009

#### 2.5.3.4. Caixa de proteção Modelo Solo-cimento

Concebida por técnicos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) do Paraná, consiste de pequenas paredes construídas lateralmente e/ou ao redor da nascente, em pedra e argamassa solo-cimento, onde na parte interna são colocadas “pedras-ferro” com a função de dar sustentação e filtrar impurezas (CRISPIM, 2017). Concomitantemente à colocação dos drenos, a estrutura vai sendo recoberta com a argamassa, de modo a facilitar o isolamento como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Modelo de aplicação da Técnica Solo-Cimento



Fonte: Villwock et. al (2016)

### Projeto Renascendo e técnica Solo-Cimento

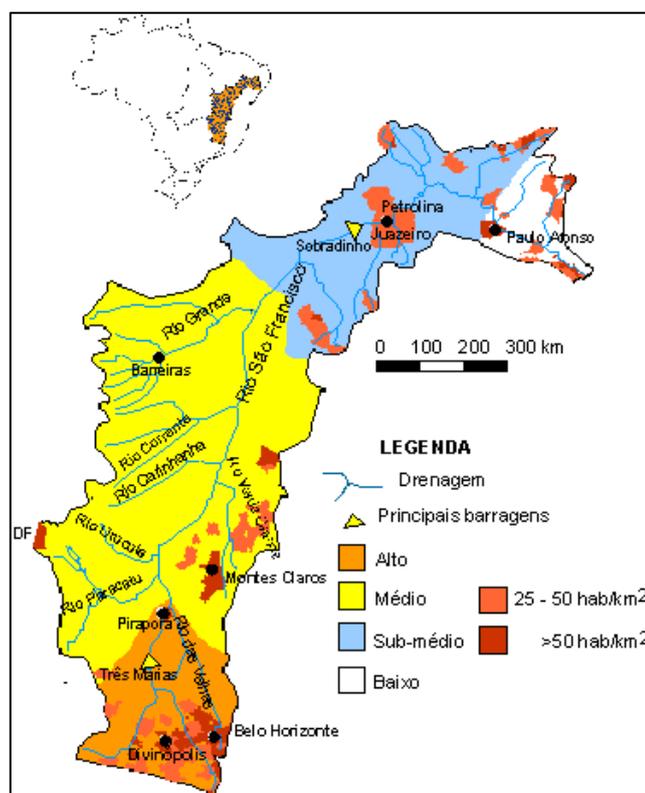
No processo de recuperação das nascentes são realizadas diversas atividades, dentre elas: limpeza do ponto de ressurgência da água, abertura da rede de drenagem, implantação de canos de saída da água da fonte até um reservatório e cobertura do olho d'água, utilizando pedras e a técnica solo-cimento. Todo esse processo é feito manualmente utilizando enxadas, pás, alavancas, peneiras e chibancas, com a ajuda de multiplicadores e comunidade. No decorrer do projeto, já foram recuperadas 25 nascentes, sendo 15 no município de Tacaratu, 8 no município de Mata Grande e 2 no município de Inhapi.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange o município de Mata Grande no estado de Alagoas, no qual suas nascentes fazem parte do rio São Francisco que tem aproximadamente 2.700 km de comprimento e uma vazão anual de  $2.980 \text{ m}^3/\text{s}$ . A Bacia do rio São Francisco distribui-se de maneira variável em cada estado, sendo 83% da sua área localizada nos estados de Minas Gerais e Bahia, 16% nos estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe e o restante que compreende a 1% está localizada no estado de Goiás e no Distrito Federal (SILVA, 2010).

Quatro regiões fisiográficas dividem a bacia hidrográfica: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco como mostra a Figura 10. Com o objetivo de melhor planejamento, as regiões foram subdivididas em trinta e quatro sub-bacias. A bacia do rio São Francisco foi subdividida em 12.821 microbacias para que se possa caracterizar os principais rios da região presentes em cada trecho (SILVA, 2010).

Figura 10 – Bacia do Rio São Francisco dividida em Alto, médio, Sub-médio e Baixo São Francisco.



Fonte: Projeto Renascendo (2020)

O município de Mata Grande localiza-se na região do Baixo São Francisco e fica situado na unidade geambiental do Sertão Alagoano, abrange uma área de  $914,726 \text{ km}^2$  e uma

população de estimada de 25.216 habitantes (IBGE 2019). Deste total, cerca de 70% da população vive na zona rural.

Segundo o Ministério de Minas e Energia – MME do Brasil, os municípios estão inseridos em parte de sua área, na unidade geoambiental da depressão sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estritos, com vertentes dissecadas.

Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino. As serras dos municípios de Mata Grande contribuem para suavizar a aridez dominante na região. Essas serras, com altitudes superiores a 800 m, constituem os chamados “brejos”, em função da pluviosidade que ultrapassa a 1000 mm anuais, em média, razão pela qual, aí se desenvolve uma atividade agropastoril mais intensa.

Ainda de acordo com o MME, a vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. Na botânica, caducifólia, caduca ou decídua é o nome dado às plantas que, numa certa estação do ano, perdem suas folhas, geralmente nos meses mais frios e sem chuva, ou em que a água se encontra gelada ou de difícil acesso no solo. As chuvas são bastante concentradas nos meses de maio a julho, enquanto o período de novembro a janeiro é extremamente seco, o que condiciona a existência de rios intermitentes. De acordo com o zoneamento hidrográfico do Estado de Alagoas, o município de Mata Grande está inserido na Região Hidrográfica do Moxotó, Talhada e Capiá.

### **3.1.1. Evaporação**

A evaporação está relacionada com a dinâmica do líquido por meio do processo de vaporização sob pressão constante ou temperatura. Os principais fatores que podem influenciar a evaporação são: velocidade do vento, radiação global, temperatura do ar e da água e umidade. Na área de estudo do presente trabalho, a evaporação é maior nos meses mais quentes de setembro a março, chegando a medir 200mm, enquanto nos meses de abril a agosto, os medidores atingem apenas 70 mm. Estes dados constam no Relatório técnico do Projeto Renascendo, *Diagnóstico e Georreferenciamento de Nascentes de Água Branca, Mata Grande e Pariconha*, idealizado e coordenado por Maria do Carmo Vieira (2015).

### **3.1.2. Solo**

O município de Mata Grande está localizado em área suscetível à desertificação por estar inserido em local onde o bioma predominante é a Caatinga, nesta área serrana e em suas encostas íngremes, encontram-se vestígios de floresta natural, nos topos e nos fundos dos vales das serras.

A região possui aridez dominante que geralmente é suavizada por influência da formação das serras e matas presentes nestes locais. Com altitudes superiores a 800m, podem constituir “brejos de altitude”, em função da pluviosidade que ultrapassa a 1000mm anuais, em média. Os brejos são “áreas de exceção” dentro do domínio do nordeste semiárido. A existência destas ilhas de florestas está associada à ocorrência de planaltos e chapadas entre 500-1000m de altitude, onde as chuvas orográficas garantem níveis de precipitação superiores a 1200mm/ano (VIEIRA, 2015).

### **3.1.3. Uso do solo no local**

Os tipos de uso da terra existentes no Baixo São Francisco, onde está inserido o município de Mata Grande, apresentam diversas atividades, sendo a agricultura a mais predominante. Diante da exploração agrícola, voltada para produção de hortaliças, o produtor rural vive um processo de desenvolvimento local não sustentável.

Observa-se atividade de desmatamento para a prática da agricultura e pecuária, culminando no processo de degradação das terras e a existência de poucas ilhas de vegetação nativa. Do ponto de vista da conservação da biodiversidade, o atual ritmo de degradação pode levar os brejos ao completo desaparecimento em um futuro muito próximo. Faz-se necessário, portanto, o estabelecimento de políticas capazes de reduzir fortemente a probabilidade de extinção de espécies vegetais e garantir a manutenção dos “serviços ambientais” prestados pelos brejos de altitude às populações humanas (TABARELLI, 2004).

## 4. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente estudo, foram escolhidas 4 das 8 nascentes já recuperadas pelo Projeto Renascendo no município de Mata Grande - AL. Um dos principais fatores para a escolha das mesmas, foi a disponibilidade das últimas análises laboratoriais para a obtenção dos parâmetros de qualidade da água. O estudo foi baseado nos dados obtidos de apenas uma coleta realizada em janeiro de 2019 pela SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Alagoas. As amostras foram enviadas para CASAL (Companhia de Abastecimento e Saneamento de Alagoas) para que se fossem realizadas as análises laboratoriais das amostras. A praticidade de chegar até o local e a receptividade dos proprietários das áreas das nascentes também foram fatores importantes para a escolha.

### 4.1. ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS NASCENTES

Para análise do estado de conservação das nascentes foram feitas visitas nos meses de junho e novembro de 2019. O estado de conservação foi observado diretamente durante as visitas, no qual suas condições foram registradas em fotografia digital e caderno de campo, enquanto a localização foi obtida por meio do *Google MAPS*, apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Localização geográfica das nascentes estudadas



Fonte: Google Maps (2020)

Para avaliação do estado de conservação no corpo das nascentes, foram estabelecidos parâmetros para análise da qualidade da água do seu respectivo reservatório, sendo eles: pH, sólidos totais, cloretos, presença de resíduos sólidos, uso da água e desproteção física. Os parâmetros químicos apresentados (pH, sólidos totais e cloretos) foram selecionados para o presente estudo porque apresentaram valores fora do intervalo recomendado pela resolução CONAMA 357/05. Assim, pôde-se observar se existe uma possível relação entre esses parâmetros químicos e o estado de conservação da nascente.

Para análise no entorno das nascentes, foram definidos alguns tipos de parâmetros referenciados a partir do estudo feito por Pereira (2012), como: cobertura vegetal, ocorrência de processos erosivos no solo, presença de animais de criação, evidências de queimadas ou de corte da vegetação e existência de edificações domésticas e/ou rurais.

Para cada parâmetro foi estabelecido uma nota, conforme mostra a seguir. Alguns foram justificados conforme prevê a legislação, outros se justificaram por serem considerados fatores de riscos a qualidade do estado de conservação da nascente:

#### **A – pH**

A resolução CONAMA 357/05 águas doces classe 2, recomenda a variação de 6,0 a 9,0 VMP/VR (VMP – Valor Máximo Permitido na Rede de distribuição; VR – Valor de Referência) para pH da água potável.

**Nota (3)** – potenciômetro digital entre 6-9 VMP/VR

**Nota (2)** – potenciômetro digital entre 5-5,9 ou 9,1-10

**Nota (1)** – potenciômetro digital entre 4-4,9 ou 10,1-11

**Nota (0)** - potenciômetro digital entre 3-3,9 ou 11,1-12

#### **B – SÓLIDOS TOTAIS**

A resolução CONAMA 357/05, águas doces classe 2, estabelece o teor de 500 mg/L como o VMP/VR para água potável.

**Nota (3)** – evaporação-pesagem  $\geq$  500 mg/L

**Nota (2)** – evaporação-pesagem 500-600 mg/L

**Nota (1)** – evaporação-pesagem 601-700 mg/L

**Nota (0)** – evaporação-pesagem 700-800 mg/L

#### **C – CLORETOS**

A resolução CONAMA 357/05, águas doces classe 3, estabelece o valor de 250 mg/LSO<sub>4</sub> como o VMP/VR para água potável.

**Nota (3)** – titulometria  $\geq 250$  mg/LSO<sub>4</sub>

**Nota (2)** – titulometria 251 – 350 mg/LSO<sub>4</sub>

**Nota (1)** – titulometria 351 – 450 mg/LSO<sub>4</sub>

**Nota (0)** – titulometria 451 – 550 mg/LSO<sub>4</sub>

#### **D – USO DIRETO DA ÁGUA**

**Nota (3) – Ausência:** Nenhum uso é feito da nascente.

**Nota (2) – Eventualmente:** Se eventualmente alguém fizer uso para beber, retirando água e/ou inserindo baldes dentro da nascente. Contudo não é uma prática de rotina.

**Nota (1) – Frequentemente:** Quando for uma prática de rotina a retirada de água para beber com utilização de baldes dentro da nascente.

**Nota (0) – Muito Frequentemente:** Os diversos usos são feitos diretamente na nascente como lavagens de louças, pratos, dessedentação e banho de animais.

#### **E – DESPROTEÇÃO FÍSICA**

**Nota (3) – estrutura de proteção lateral e superior completa:** quando a nascente estiver bem protegida, tanto lateralmente como com uma tampa superior em ótimas condições.

**Nota (2) – estrutura de proteção lateral e ou superior incompleta ou danificada:** quando a proteção lateral e/ou superior estiver comprometida com, por exemplo, buracos, rachaduras e oxidações.

**Nota (1) – Ausência de cobertura superior ou grave comprometimento na estrutura lateral:** quando a nascente for totalmente exposta na parte superior e sua estrutura lateral esteja bastante danificada.

**Nota (0) – Ausência de qualquer estrutura de proteção:** quando a nascente é totalmente exposta: quando com relação à situação locacional, conforme estabelece o código florestal, foi analisada a área de entorno no raio de 50m sendo denominada por área de preservação permanente (APP).

#### **F – PREDOMINÂNCIA DE COBERTURA VEGETAL NO SOLO**

**Nota (3) – vegetação arbórea:** quando houver predominância de vegetação arbórea.

**Nota (2) – vegetação arbustiva:** quando houver predominância de vegetação arbustiva.

**Nota (1) – Pasto e ou agricultura de ciclo longo:** quando houver predominância de pasto e ou agricultura de ciclo longo.

**Nota (0) – Agricultura de ciclo curto:** quando houver predominância de agricultura de ciclo curto.

### **G – OCORRÊNCIA DE PROCESSOS EROSIVOS**

**Nota (3) – Ausência:** quando o solo estiver coberto por vegetação sem apresentar evidências de processos erosivos.

**Nota (2) – Pequeno:** quando o solo com cobertura vegetal apresentar poucas evidências de processos erosivos.

**Nota (1) – Grande:** quando o solo apresentar pouca cobertura vegetal, sendo observados grandes processos erosivos como: rachaduras ou voçorocas.

**Nota (0) – Muito Grande:** quando o solo estiver totalmente exposto, apresentando grandes processos erosivos.

### **H – PRESENÇA DE ANIMAIS DE CRIAÇÃO**

**Nota (3) – Ausência:** quando não for observada a presença de animais na área.

**Nota (2) – Pequena:** quando houver poucas evidências de animais circulando no entorno das nascentes.

**Nota (1) – Grande:** quando for detectada a presença de animais circulando no entorno da nascente.

**Nota (0) – Muito Grande:** quando for observada a presença frequente e em grandes quantidades.

### **I – EVIDÊNCIAS DE QUEIMADAS E CORTE DA VEGETAÇÃO**

**Nota (3) – Ausência:** quando não forem observados indícios de queimadas ou corte da vegetação

**Nota (2) – Pequena:** quando houver poucas evidências dessas práticas no entorno da nascente

**Nota (1) – Grande:** quando a queima e corte da vegetação forem realizados esporadicamente.

**Nota (0) – Muito Grande:** quando as queimadas e a retiradas da vegetação forem realizadas frequentemente.

### **J – OCORRÊNCIAS DE EDIFICAÇÕES**

**Nota (3) – Ausência:** quando não houver presença de edificações no entorno de 50 m da nascente.

**Nota (2) – Pequeno:** quando houver existência de residências no entorno de 50 m da nascente.

**Nota (1) – Grande:** quando houver presença de criadouros próximo à nascente

**Nota (0) – Muito Grande:** quando houver existência de fossa próximo à nascente

De acordo com as observações coletadas em campo, a intensidade dos parâmetros acima foi disposta nos Quadro 3 e Quadro 4. A partir do levantamento dessa intensidade, foram atribuídas notas de zero (quando a situação estava crítica) a três pontos (indicando melhor situação para cada parâmetro). Com a definição das notas no corpo e no entorno, as nascentes foram classificadas em ruim, regular ou bom estado de conservação a partir da soma das notas obtidas em cada parâmetro. O Quadro 5 mostra como é feita a classificação segundo a metodologia apresentada por Pereira (2012).

Quadro 3 – Parâmetros para análise do estado de conservação no corpo da nascente

Parâmetros a serem observados no corpo das nascente		Estado de conservação das Nascentes			
		NOTA			
		3	2	1	0
<b>A</b>	<b>pH da água</b>	6-9 (VMP/VR)	5-5,9 ou 9,1-10	4-4,9 ou 10,1-11	3-3,9 ou 11,1-12
<b>B</b>	<b>Sólidos totais</b>	≤500 mg/L	500-600 mg/L	601-700 mg/L	700-800 mg/L
<b>C</b>	<b>Cloretos</b>	≤250 mg/LSO <sub>4</sub>	251 – 350 mg/LSO <sub>4</sub>	351-450 mg/LSO <sub>4</sub>	451-500 mg/LSO <sub>4</sub>
<b>D</b>	<b>Uso direto da água</b>	Ausência	Eventualmente	Frequentemente	Muito Frequentemente
<b>E</b>	<b>Desproteção física</b>	Estrutura de proteção lateral e superior completas	Estrutura de proteção lateral e ou superior incompleta ou danificada.	Ausência de cobertura superior ou grave comprometimento na estrutura lateral	Ausência de qualquer estrutura de proteção

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2012)

Quadro 4 – Parâmetros de análise no entorno da nascente

Parâmetros a serem observados no entorno da nascente		Estado de conservação das Nascentes			
		NOTA			
		3	2	1	0
<b>F</b>	<b>Predominância de cobertura vegetal no solo</b>	Vegetação arbórea	Vegetação arbustiva	Pasto e ou cultura de ciclo longo	Agricultura de ciclo curto
<b>G</b>	<b>Ocorrência de processos erosivos</b>	Ausência	Pequeno	Grande	Muito Grande
<b>H</b>	<b>Presença de animais de criação</b>	Ausência	Pequena	Grande	Muito Grande
<b>I</b>	<b>Evidências de queimadas e cortes da vegetação</b>	Ausência	Pequena	Grande	Muito Grande
<b>J</b>	<b>Ocorrências de edificações</b>	Ausência	Pequena	Grande	Muito Grande

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2012)

Quadro 5 – Classificação do estado de conservação das nascentes

Situação da nascente	Classificação do estado de conservação da nascente		
	Ruim	Regular	Bom
<b>No corpo</b>	0 a 4	5 a 9	10 a 15
<b>No entorno</b>	0 a 4	5 a 9	10 a 15

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2012)

## 4.2. CARACTERIZAÇÃO DE USO DAS NASCENTES

A caracterização foi feita através da elaboração de uma ficha de uso das nascentes na qual foram elencadas as seguintes formas de uso: doméstico, destinado aos animais, irrigação e lazer. Cada classificação tem suas especificações como mostra o Quadro 6.

Quadro 6 – Ficha de levantamento das formas de uso da água das nascentes do município de Mata Grande -AL

<b>FICHA DAS FORMAS DE USO DAS NASCENTES</b>	
Nº da nascente:	
Nome do titular da parcela:	
FORMAS DE USO	
<input type="checkbox"/> <b>Doméstico</b>	<input type="checkbox"/> consumo para beber <input type="checkbox"/> cozinhar <input type="checkbox"/> lavar roupa
<input type="checkbox"/> <b>Destinada aos animais</b>	<input type="checkbox"/> galinhas <input type="checkbox"/> porcos <input type="checkbox"/> bois <input type="checkbox"/> outros
<input type="checkbox"/> <b>Irrigação</b>	<input type="checkbox"/> canais <input type="checkbox"/> aspersão <input type="checkbox"/> goteamento
<input type="checkbox"/> <b>Lazer</b>	

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2012)

Dessa forma, foram investigadas diversas formas de usos nas 4 nascentes, sendo observados os usos acima descritos e presentes na ficha.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao chegar na propriedade, solicitou-se a autorização dos proprietários para as visitas em cada nascente. Após a autorização, fez-se o levantamento fotográfico e o registro da localização das nascentes.

Um dos aspectos relevantes que foram investigados foi o uso da água, no qual foi observada a forma de consumo da água da nascente. Outro parâmetro importante foi o risco de degradação existente em cada nascente, no qual foi investigado o desmatamento, a erosão, a presença de animais de criação no entorno, bem como a poluição da água pelo uso impróprio.

Foram caracterizadas 4 nascentes quanto ao seu tipo, sendo todas elas de encosta e encontradas em áreas de declive, possibilitando o encontro da camada impermeável do solo com a encosta (Figura 12).

Figura 12 – Nascente N.01 caracterizada quanto a seu tipo como nascente de encosta.



Fonte: A autora (2020).

Quanto ao regime de vazão, verificou-se que 3 eram perenes, embora, segundo os proprietários, nota-se redução da água ao longo dos anos. Somente a nascente N.03 é intermitente pois, também segundo os proprietários, em épocas de estiagem já presenciaram ausência total de fluxo.

No Quadro 7 é apresentada a identificação das nascentes por parte dos moradores, e a caracterização segundo seu tipo, regime de vazão e estrutura física de proteção.

Quadro 7 – Caracterização das nascentes escolhidas quanto ao seu tipo, o seu regime de vazão e a sua estrutura física de proteção

<b>CARACTERIZAÇÃO DAS NASCENTES ESCOLHIDAS</b>						
<b>Nascentes</b>	<b>Tipo</b>		<b>Regime de vazão</b>		<b>Estrutura física de proteção</b>	
	<b>Encosta</b>	<b>Depressão</b>	<b>Perene</b>	<b>Intermitente</b>	<b>Inexistente</b>	<b>Parede de cimento</b>
N.01 (NASCENTE DA DONA CIDA)	X		X			X
N.02 (NASCENTE DO EDSON)	X		X			X
N.03 (NASCENTE DO CHICÃO)	X			X		X
N.04 (NASCENTE DO NILO)	X		X			X

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2012)

Todas as nascentes estudadas apresentam proteção de parede de cimento, conhecido como técnica solo-cimento, protegendo totalmente o corpo da nascente. É importante destacar que a proteção das nascentes precisa estar em boas condições, uma vez que essa água é destinada ao consumo humano e outros usos domésticos, para, assim, não comprometer a saúde dos usuários.

### 5.1. AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS NASCENTES

Após a caracterização das nascentes escolhidas, foi feita a avaliação do seu estado de conservação de acordo com os parâmetros mostrados nos tópicos anteriores. Os estados foram analisados no corpo das nascentes e também em seu entorno em um raio de 50 metros.

As nascentes que mantinham um padrão de conservação adequado receberam as pontuações mais altas, enquanto as que se encontravam em condições menos adequadas, a pontuação foi mais baixa.

Na Figura 13 são mostradas as fotografias tiradas *in loco* e a numeração das quatro nascentes analisadas no presente estudo.

Figura 13 – Nascentes que tiveram seu estado de conservação avaliados.



Fonte: A autora (2020).

### 5.1.1. Resultado da avaliação do estado de conservação no corpo das nascentes

Através do Projeto Renascendo foi possível ter acesso às últimas análises laboratoriais dos parâmetros pH, Sólidos Totais e Cloretos presentes nas nascentes estudadas. As amostras foram coletadas a partir dos reservatórios, no período de clima seco, após garantia de higiene e assepsia dos mesmos. Por esta razão, o presente estudo considerou esses três parâmetros de qualidade como se estivessem sido coletados diretamente do corpo da nascente.

As notas que estão apresentadas no Quadro 8, a seguir, foram definidas através das visitas em campo de cada parâmetro já descrito anteriormente nos procedimentos metodológicos.

Quadro 8 – Ficha com resultado da avaliação do estado de conservação no corpo das nascentes, por cada parâmetro observado em campo

<b>RESULTADO DA AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO NO CORPO DAS NASCENTES</b>						
<b>Nascentes Avaliadas</b>	<b>Parâmetros observados no corpo das nascentes</b>					
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>Σ</b>
<b>N. 01</b>	3	1	3	3	3	13
<b>N.02</b>	2	0	0	3	3	8
<b>N.03</b>	3	3	3	3	3	15
<b>N.04</b>	3	0	3	3	3	12

A= pH, B= sólidos totais, C= cloretos, D= uso direto da água, E= proteção física.

Fonte: A autora (2020)

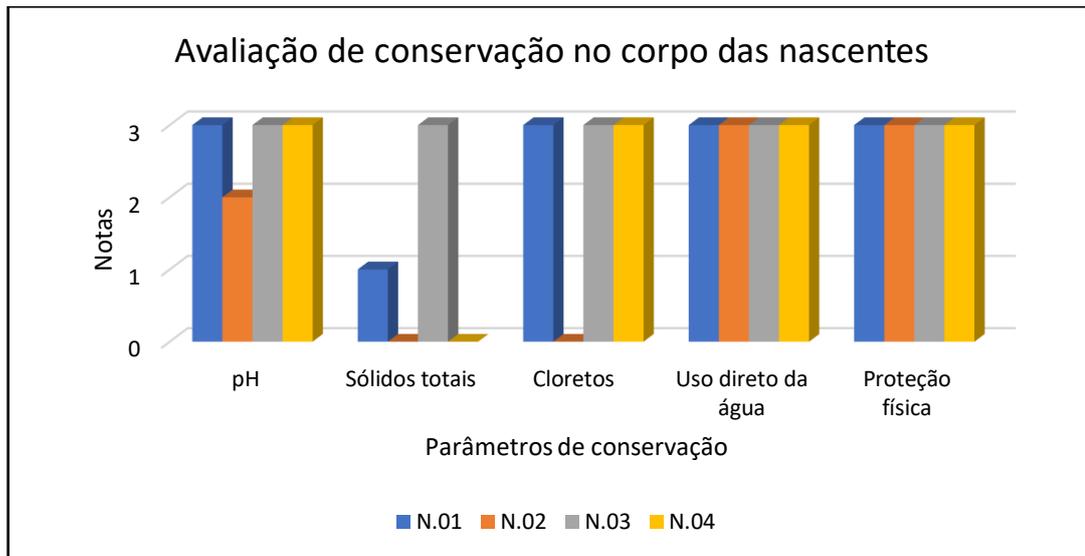
Através do somatório final da tabela de avaliação do estado de conservação no corpo das nascentes, percebe-se que 3 delas estão em boas condições, enquanto 1 delas em condição regular de conservação, e nenhuma foi classificada como ruim.

Gomes (2005) confirmou através de estudos relacionados a conservação de nascentes que as classificadas como boas estavam com a proteção física adequada ou eficiente. Além disso, constata-se que não há residências nas proximidades destas, sendo assim mais provável que se preservava esses locais pela ausência de interferências antrópicas.

Nesse contexto, as nascentes analisadas que se inserem na classificação de boas, em relação a conservação no seu corpo, apontam alguns parâmetros com notas máximas. Os parâmetros que obtiveram as maiores pontuações, ou seja, nota 3, foram os que avaliaram o uso direto da água e proteção física.

De acordo com a Figura 14 é possível fazer a avaliação da situação de conservação dos corpos hídricos das nascentes, a partir dos parâmetros escolhidos.

Figura 14 – Avaliação dos parâmetros do estado de conservação no corpo das nascentes



Fonte: A autora (2020)

Quanto à ausência do parâmetro uso direto da água, esse aspecto foi observado nas 4 nascentes estudadas, pois em todas haviam intervenções do Projeto Renascendo que, através do seu sistema, conduz a água até um reservatório que abastece as famílias. Dessa forma, a nascente fica protegida e a população utiliza a água diretamente do reservatório. Assim, no que diz respeito a conservação, esse parâmetro atingiu pontuação máxima.

Com relação ao parâmetro Proteção Física, também foi observado que nas 4 nascentes estudadas estão em ótimas condições, visto que o Projeto Renascendo isolou todas as nascentes com paredes de cimento para evitar contaminação.

No que diz respeito ao pH, três delas obteve nota 3 com valores entre 6-9 (VMP/VR), estando dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA. Somente a N.02 está com resultado insatisfatório, indicando 5,93 como valor, ou seja, abaixo do recomendado por isso recebeu nota 2.

Para o parâmetro Sólidos Totais, apenas a N.03 recebeu nota máxima por apresentar resultado 480 mg/L, ou seja,  $\leq 500$  mg/L. Enquanto N.01 recebeu nota 1 por apresentar o valor de 608 mg/L, que está superior ao recomendado, e duas delas, N.02 e N.04, receberam nota 0 por apresentarem valores de 806 mg/L e 1188mg/L, que são muito superiores ao pré-estabelecido em norma.

A cerca do parâmetro Cloretos, 3 nascentes apresentaram nota máxima com valores  $\leq 250$  mg/LSO<sub>4</sub>, somente a N.02 recebeu nota 0 por apresentar resultado insatisfatório de 515 mg/LSO<sub>4</sub>, ou seja, valor superior ao recomendado por norma.

### 5.1.2. Resultado da avaliação do estado de conservação no entorno das nascentes

No Quadro 9 são mostradas as notas referentes a cada parâmetro observado para avaliação do estado de conservação no entorno das nascentes.

Quadro 9 – Resultado da avaliação do estado de conservação no entorno das nascentes

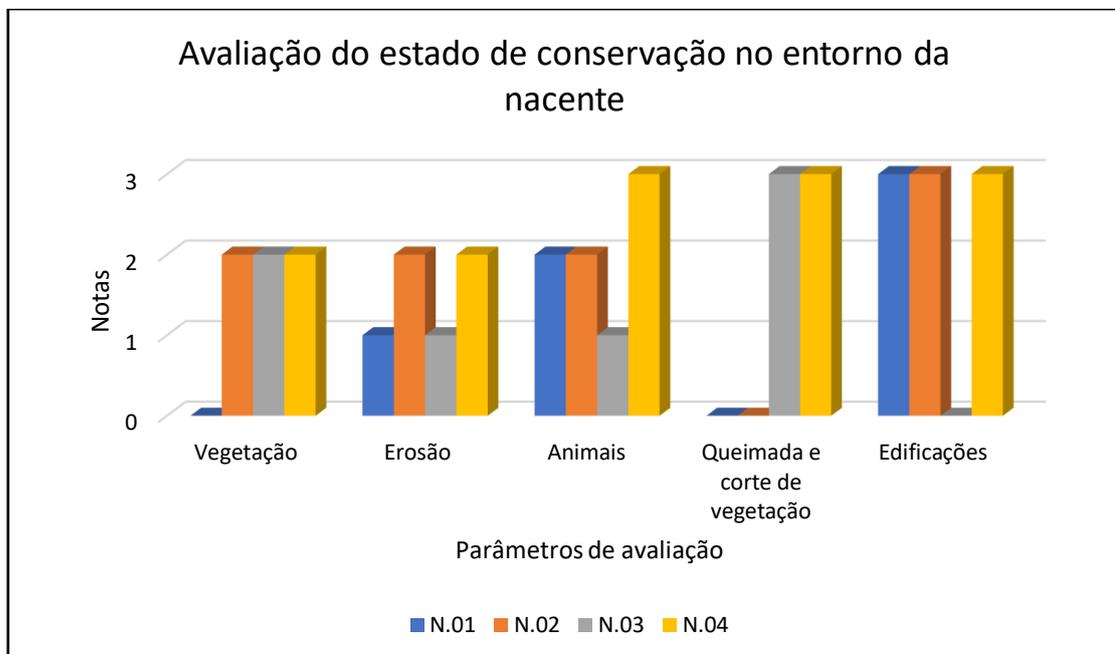
RESULTADO DA AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO NO ENTORNO DAS NASCENTES						
Nascentes Avaliadas	Parâmetros observados no corpo das nascentes					
	F	G	H	I	J	$\Sigma$
N. 01	0	1	2	0	3	6
N.02	2	2	2	0	3	9
N.03	2	1	1	3	0	7
N.04	2	2	3	3	3	13

F= Predominância de cobertura vegetal, G= Ocorrência de processos erosivos, H= Presença de animais de criação, I= Evidência de queimada e corte da vegetação, J= Ocorrência de edificação domésticas ou rurais.

Fonte: A autora (2020)

Os resultados da avaliação do estado de conservação no entorno das nascentes no Quadro 9, são melhor visualizados na Figura 15.

Figura 15 – Avaliação dos parâmetros do estado de conservação no entorno das nascentes.



Fonte: A autora (2020)

Em relação a vegetação, Primack & Rodrigues (2001) afirma que a cobertura vegetal exerce papel importante para proteção da qualidade da água, sendo útil para, por exemplo, a

filtragem e retenção de sedimentos, contenção de processos erosivos, além de amortecerem os impactos provenientes dos ambientes que circundam esses ecossistemas aquáticos.

Nesse contexto, Farias e Marques (1999) alegam que em todas as regiões do país, o desaparecimento dos cursos d'água em pequenas bacias de drenagem sucede onde há desmatamento excessivo, além da prática do cultivo inadequado, mostrando que é de extrema importância a conservação e a preservação próxima às nascentes de riachos, canais e rios, pois são importantes para o manejo e gestão dos recursos hídricos, visto que com a ausência de vegetação o nível médio do lençol freático (profundidade do lençol), que alimenta as nascentes, pode aumentar.

Outro fator importante para a conservação da vegetação é a ausência de edificações ao seu redor. Gomes (2005) avaliou o grau de degradação da vegetação em áreas de nascentes, e observou que as que não tinham vestígios de impacto ambiental não tinham residências nas proximidades do seu entorno.

Em relação a erosão, não foi observada ausência total de processos erosivos no solo das nascentes estudadas. Em 2 delas, N.02 e N.04, constatou-se pequenos processos erosivos, as quais receberam nota 2 por apresentar poucas evidências desse processo. Nas outras 2 nascentes, N.01 e N.03, grandes processos erosivos, obtendo assim nota 1. Nenhuma apresentou grandes processos erosivos com nota 0.

Ainda sobre erosão, Lobato e Targa (2004) analisaram o estado de conservação da água na bacia do Ribeirão Itaim e concluem que proteger o solo contra estes processos é uma necessidade imediata, pois as atividades antrópicas inadequadas provocam o surgimento de erosão hídrica acelerada na bacia. Portanto, afirmam que é necessário proteger o solo para conservar a água

No que se refere à presença de animais de criação, observou-se a ausência total apenas no entorno da nascente N.04, recebendo nota 3. Em 2 delas, N.01 e N.02, haviam poucas evidências e por isso receberam nota 2, enquanto que considerável frequência de animais foram verificados na N.03, recebendo nota 1. Em nenhuma foi observado grande quantidade de animais.

No que se refere às evidências de queimadas ou corte de vegetação, nas nascentes N.03 e N.04 não foram encontradas evidências de queimadas, portanto receberam nota 3. Enquanto nas outras 2, N.01 e N.02, foram constatados queima e cortes de vegetação no entorno, portanto, receberam nota 0.

Por ser uma técnica eficiente sob do ponto de vista dos produtores, é comum a prática de queima de vegetação em meio rural. As queimadas são utilizadas como limpeza do terreno

para eliminar restos de cultura, redução da incidência de pragas, de doenças, de gastos com mão de obra, para limpeza do terreno, redução dos custos de produção, entre outros.

Tratando-se do parâmetro de ocorrência de edificações, observou-se que 3 das nascentes estudadas não possuíam edificações em seu entorno, alcançando, assim, nota 3. Apenas na nascente N.03 foi verificado a presença de residências e criadouros, obtendo assim nota 0.

Estudos feitos por Gomes (2005), indicam que a degradação ambiental é menor quando há maior proteção da área e distanciamento das residências.

### 5.1.3. Caracterização de uso das nascentes

Para se obter informações relacionadas ao uso das nascentes foram realizadas visitas às famílias rurais que utilizam e se beneficiam das nascentes estudadas. Nas entrevistas com os moradores e através das observações feitas em campo foi possível obter informações relativas aos diversos usos domésticos realizados com a água das nascentes e usos destinados aos animais. Investigou-se também se haviam práticas de irrigação e lazer com a água disponibilizada pela nascente.

Os usos domiciliares foram identificados como os principais (consumo para beber e preparo de alimentos), seguido de práticas pecuárias (destinado aos animais: criação de galinhas e bois) como mostra o Quadro 10.

Quadro 10 – Resultado do levantamento formas de uso da água das nascentes do município de Mata Grande- AL

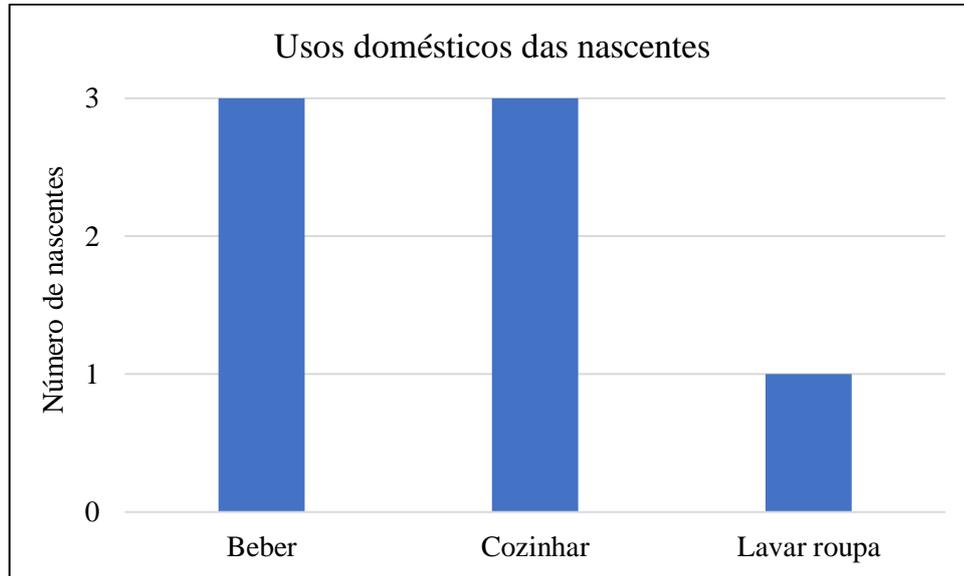
<b>RESULTADOS DAS FORMAS DE USO DAS NASCENTES</b>					
<b>Formas de usos</b>		<b>Nascentes</b>			
		<b>N.1</b>	<b>N.2</b>	<b>N.3</b>	<b>N.4</b>
Doméstico	Consumo para beber	X	X		X
	Cozinhar	X	X		X
	Lavar roupa	X			
Destinado aos animais	Galinhas			X	
	Porcos				
	Bois		X	X	
Irrigação	Canais				
	Aspersão				
	Gotejamento				
Lazer					

Fonte: A autora (2020)

Observa-se no Quadro 10 que das 4 nascentes estudadas, 2 são utilizadas para criação animal. Das 2 nascentes, 1 é utilizada para criação de galinhas e bois e outra, apenas, para boi.

Não foi identificadas práticas de utilização das nascentes para irrigação e lazer. Em relação aos usos domiciliares, é possível concluir que os mais predominantes são para beber e cozinhar, como mostra a Figura 16.

Figura 16 – Formas de usos das nascentes.



Fonte: A autora (2020)

Portanto, observa-se que as nascentes são utilizadas predominantemente para consumo humano e esse fator revela a importância de mantê-las em estado ideal de conservação, visto que, sua contaminação pode comprometer de forma direta a saúde dos usuários.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A identificação e caracterização das 4 nascentes do município de Mata Grande - AL, permitiu ter uma visão mais ampla da relevância das mesmas para o abastecimento da comunidade ao redor, bem como o equilíbrio dos ecossistemas naturais da Bacia do Rio São Francisco – AL.

Na zona rural do município em questão, os usos domiciliares das águas das nascentes são mais frequentes e importantes, principalmente para fins de consumo direto e para cozinhar. Secundariamente, as águas são utilizadas também para animais de criação.

Com os parâmetros definidos na pesquisa, verifica-se que em relação ao estudo feito no corpo das nascentes, 3 delas apresentam boas condições de conservação e 1 apresenta condição regular. Já em relação ao estudo feito no seu entorno, 3 apresentam condições regulares de conservação e apenas 1 apresenta boa condição. Faz-se necessário, então, a aplicação de medidas para conter a degradação e intensificar a proteção desses mananciais. Queimadas e cortes na vegetação no entorno foram os parâmetros que mais influenciaram negativamente no estado de conservação das nascentes em condições regulares.

Como forma de sensibilização, é importante o desenvolvimento de ações de educação ambiental, conscientizando a população usuária sobre os impactos negativos observados, evidenciando a importância da conservação e as consequências negativas que podem sofrer em caso de degradação dos mananciais.

Inicialmente acreditou-se que com as medidas de recuperação implantadas nas nascentes pelo Projeto Renascendo não haveria alteração na qualidade das mesmas, porém ao observar os dados laboratoriais, permitiu-se concluir que existe alteração no parâmetro pH, Sólidos Totais e Cloretos presentes nas nascentes, por isso fez-se necessário o estudo do estado de conservação das mesmas.

Em relação ao pH, uma possível causa dessa alteração pode estar relacionada com o tipo de solo que é considerado ácido nessa região (EMBRAPA, 2007), uma vez que na bacia de contribuição das nascentes em estudo não existem fontes externas de poluição a montante, como efluentes industriais ou esgotos domésticos.

Para Sólidos Totais, a nascente que apresentou o maior valor foi a N.02, que pode ter tido influência da inclinação do terreno (probabilidade de sofrer erosões). De modo geral, estudos mostram que a concentração de sólidos em mananciais aumenta quando ocorre uma maior exposição de partículas de solo da superfície da bacia. Toledo e Nicolella (2002)

apontaram que áreas agricultadas, matas em regeneração, áreas habitadas, entre outros, são potenciais fontes de sedimentos.

Esta pesquisa motiva propor algumas ações futuras, seja na verticalização do próprio estudo, seja na adoção de práticas de extensão. Em termos de pesquisa, sugere-se relacionar o comportamento da qualidade das nascentes na área estudada com a tipologia do solo, particularmente, a relação do estudo geotécnico com os parâmetros pH, Sólidos totais e Cloretos. Outra sugestão é o estudo da qualidade da água nas nascentes em períodos chuvosos, já que o presente trabalho foi analisado em período seco. A observação do comportamento da qualidade da água em estações diferentes pode ser de grande importância para comparação e identificação de possíveis causas dessas alterações.

Em relação à extensão, sugere-se o acompanhamento e orientação frente ao uso das nascentes e da água nelas captadas para o uso doméstico, reduzindo os fatores de contaminação e de redução da potabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOO, Valdemiro Condelaque. **Consumo de Águas Minerais Naturais e de Nascente-Causas e Impacte para o Meio Ambiente: Estudo de Caso da Cidade de Nampula, 2009-2011.** 2013.
- ANDRADE, Eunice Maia de et al. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1791-1797, 2007.
- ANDRADE, MA de. **Árvores zoocóricas como núcleos de atração de avifauna e dispersão de sementes.** 2003. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 91p.
- AGUIAR, V. L. A. **Conservação da água.** In: Água um bem limitado. Disponível em: <http://www.tvcultura.com.br>. Acesso em: 05 de Dezembro de 2019.
- BAIRD, C. **Química Ambiental.** Tradução: Receio, MAL & Carrera, LCM 2 Edição. 2002.
- BALBINOT, Rafaelo et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas The forest role in the hydrological cycle at hydrological basins. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008.
- BASSO, Emerson Ribeiro; DE CARVALHO, Sérgio Luis. Avaliação da qualidade da água em duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira (SP). **Holos Environment**, v. 7, n. 1, p. 16-29, 2020.
- BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 9. ed. São Paulo: Ícone, 2014.1450 p.
- BICUDO, Carlos Eduardo; TUNDISI, José G.; SCHEUENSTUHL, Marcos C. Barnsley (Ed.). **Águas do Brasil: análises estratégicas.** Instituto Botânica, 2010.
- BOTELHO, Soraya Alvarenga; DAVIDE, Antonio Cláudio. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. **Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas**, v. 5, p. 123-145, 2002.
- BRAGA, Benedito et al. Introdução à Engenharia Ambiental 2ª. Reimpressão. **São Paulo. Ed Prentice Hall. 305p**, 2002.
- BRAGA, Ricardo Augusto Pessôa. As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, p. 974-985, 2011.
- CALHEIROS, R. De O. et al. Preservação e recuperação das nascentes. **Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ-CTRN**, 2004.
- CARVALHO, Ana Paula Vilela; BRUMATTI, Dayane Valentina; DIAS, Herly Carlos Teixeira. Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. **Revista brasileira de agropecuária sustentável**, 2012.

CAVALCANTE, Rosane Barbosa Lopes. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 3, p. 550-558, 2014.

CETESB – Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo – Série Relatórios**. – Governo do Estado de São Paulo – Secretaria de Meio Ambiente, 2007.

CHAVES, Henrique Marinho Leite et al. Regionalização de vazões mínimas em bacias através de interpolação em sistemas de informação geográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 3, p. 43-51, 2002.

CRISPIM, Jefferson de Queiroz; CIBOTO, Dener Elivelton; RIBEIRO, Elber Maycon. Preservação de nascentes por meio da técnica solo-cimento. 2017.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA). **Washington, DC**, p. 20001-3710, 2005.

FARIA, Antonio P.; MARQUES, Jorge S. O desaparecimento de pequenos rios brasileiros. **Ciência Hoje**, v. 148, p. 56-61, 1999.

FEITOSA, Fernando A. Carneiro et al. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. CPRM, 2008.

FEITOSA, Fernando AC; DINIZ, João Alberto Oliveira. Água subterrânea no cristalino da região semiárida brasileira. **Águas Subterrâneas**, 2011.

FERREIRA, Adriana Niemeyer Pires et al. Águas Subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido. **Ministério do Meio Ambiente, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Petrobras, Brasília, DF**, 2007.

FERREIRA, Matheus Lourenci. Avaliação da contaminação das águas subterrâneas por efluentes domésticos na região de águas Claras, município de Viamão-RS. 2018.

GOMES, Priscila Moreira; DE MELO, Celine; DO VALE, Vagner Santiago. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005.

GONÇALVES, Morgana Suszek; DOS SANTOS, Edmar; MEZZOMO, Maristela Denise Moresco. XII-011-DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS DE CONTROLE DE EROÇÃO EM NASCENTES DE UM ASSENTAMENTO RURAL EM MARILUZ, PARANÁ.

GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. Oficina de Textos, 2017.

HADDAD, Eduardo Abjaud; JÚNIOR, Antônio Pereira Magalhães. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do alto São Francisco, Minas Gerais. **Geosul**, v. 25, n. 49, p. 79-102, 2010.

HEINEN, J. T; VANDER, K. R. Profile of a Biosphere Reserve: The University of Michigan Biological Station, USA, and Its **Conformity to the Man and Biosphere Program Natural Areas Journal**. Vol. 23, n. 2, pp. 165-173. Apr, 2003.

HIPÓLITO, João Reis; VAZ, A. C. Hidrologia e recursos hídricos. **Editora Universitaria do Instituto Superior Tecnico, Lisboa**, 2011.

HIRATA, R. **Recursos hídricos**. In: TEIXEIRA, W. et al. Decifrando a terra. São Paulo: Oficina de Textos. p. 421-444. 2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Disponível em : <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1159>. Acesso em: 05 de maio de 2020.

IGM – **Instituto Geológico e Mineiro – Carta Geológica de Portugal**, escala 1:50000, Folha 34-C, Cascais. Departamento de Geologia, Lisboa. 2001.

LIMA, A. S. Composição e origem das águas minerais naturais: exemplo de Caldas da Saúde. **Almedina, Coimbra**, p. 246, 2010.

LIMA, O. A. L. **Geosistemas e recursos hídricos: água subterrânea no estado da Bahia**. BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 391-402, 2003.

LOBATO, A. A.; TARGA, M. dos S. **Levantamento do estado de conservação da água na bacia hidrográfica do Ribeirão Itaim**, Taubaté-SP. Rev. Biociên., Taubaté, v.10, n. 1-2, p. 7-14. 2004.

DE OLIVEIRA MANOEL, Letícia; DE CARVALHO, Sérgio Luís. Qualidade do recurso hídrico de duas nascentes na microbacia do Córrego Caçula no Município de Ilha Solteira-SP. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 6, n. 7, 2013..

MARMONTEL, Caio Vinicius Ferreira; RODRIGUES, Valdemir Antonio. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Floresta e ambiente**, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015.

MENDONÇA, M. G. **Políticas e condições ambientais de Uberlândia – MG, no contexto estadual e federal**. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Geografia Área de Concentração em Análise e Planejamento Sócio-Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2000.

MIZUTORI, Ivan Santos; DA SILVA, L. P.; CORRÊA, S. M. Caracterização da qualidade das águas fluviais em meios Peri-urbanos: O caso da bacia hidrográfica do Rio Morto–RJ. **Sc. diss., Rio de Janeiro State University**, 2009.

OLIVEIRA NETO, Antônio Ferreira de. **O papel das nascentes no abastecimento de populações rurais difusas na Mata Pernambucana**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

DE OLIVEIRA, Priscila Fernandes et al. Avaliação da qualidade da água de nascentes na bacia hidrográfica do Arroio Andréas, RS, utilizando variáveis físicas, químicas e microbiológicas. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 4, n. 1, 2014.

PÁDUA, Aline Isabel de. **Determinação das condições de circulação em aquíferos fraturados com auxílio de eletrorresistividade e perfilagem ótica: estudo de caso em Petrolina, PE.** 2018.

PARANÁ. **Secretaria de Meio Ambiente.** Nascentes Protegidas e Recuperadas. 2ª reimpressão. Curitiba: SEMA, 2010.

PEREIRA, L. C. **Uso e conservação de nascentes em assentamentos rurais.** 2012. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 2012.

PINTO, L. V. A. **Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG.** Revista *Árvore*, v. 29, n.5, p.775-793. 2005.

POZZEBON, E. J. **Simulação de escoamento em Microbacia Hidrográfica utilizando sistemas de informações geográficas e de modelagem hidrológica.** 2000. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem) - Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, 2000.

PRADO, R. B. *et al.* Parâmetros de qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do Rio São Domingos - São José de Ubá - RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Anais...** João Pessoa: ABRH, 2005.

PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. **Biologia da conservação.** Londrina: E. Rodrigues, 2001.

PROJETO RENASCENDO. **Disponível em:** <http://www.projeto-renascendo.com/home/>. Acesso em: 11 de janeiro de 2020.

RIBEIRO, Maria Lúcia et al. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 688-694, 2007.

RODRIGUES, V. A. Morfometria e mata ciliar da microbacia hidrográfica. In: **Workshop em manejo de bacias hidrográficas. Botucatu: FEPAF: FCA: DRN.** 2004.

SANEAS. **Águas subterrâneas: uma alternativa de abastecimento abaixo da superfície da Terra.** Ano IX - Edição 29 - Abril/Maio/Junho 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SMA. Mapeamento do uso e ocupação do solo no estado de São Paulo. São Paulo, 2009.

SOUSA, TFCWL et al. Manejo de recursos hídricos por agricultores agroecológicos na Zona da Mata-MG. In: **Congresso Brasileiro de Agroecologia, VII., Fortaleza.** 2011.

SILVA, Wegliane Campelo da et al. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, p. 321-331, 2007..

SILVA, Cleiton de Souza et al. **Avaliação dos impactos ambientais causados na nascente do Rio da Prata/PB pelas plantações de cana-de-açúcar**. 2015.

TABARELLI, Marcelo; DA SILVA, José Maria Cardoso; GASCON, Claude. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1419-1425, 2004.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos no Futuro: Problemas e Soluções**. Estudos avançados 22 (63), 2008.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de ciências, p.1-2, 2014.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. **Evaluating Ruminant Livestock Efficiency Projects and Programs**. Washington: EPA, 2000.

VIEIRA, Higor dos Santos et al. **Recomposição vegetal utilizando a regeneração artificial, com e sem irrigação, em área ciliar do alto sertão sergipano**. 2012.

VIEIRA, M. do C. (Org.) **Diagnóstico e Georreferenciamento de Nascentes Água Branca, Mata Grande e Pariconha**. Projeto Renas-ser - Recuperação de Nascentes no Sertão Alagoano - Organização de Preservação Ambiental – OPA! Alagoas, 2015. Disponível em: <http://www.projetorenascendo.com/wp-content/uploads/2018/06/Diagno%CC%81stico-das-Nascentes-Renas-Ser.pdf>. Acesso em: 05 de Dezembro de 2019.

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

WICKHAM, James D.; WADE, Timothy G.; RIITERS, Kurt H. An environmental assessment of United States drinking water watersheds. **Landscape ecology**, v. 26, n. 5, p. 605, 2011.