



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS**  
**DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

**LÍVIA CÂMARA MACHADO FEITOSA**

**ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO  
POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES RURAIS**

RECIFE

2017

**LÍVIA CÂMARA MACHADO FEITOSA**

**ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO  
POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES RURAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Vanice Santiago Fragoso Selva

Coorientadora: Profa. Dr<sup>a</sup>. Simone Machado Santos

RECIFE

2017

Catálogo na fonte  
Bibliotecária: Maria Janeide Pereira da Silva, CRB4-1262

F311a Feitosa, Livia Câmara Machado.  
Adequação metodológica para avaliação do potencial de conservação de nascentes rurais / Livia Câmara Machado Feitosa. – 2017.  
164 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora : Prof. Dr. Vanice Santiago Fragoso Selva.  
Coorientadora : Prof. Dr. Simone Machado Santos.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.  
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio ambiente, Recife, 2017.  
Inclui Referências, apêndices e anexos.

1. Meio ambiente. 2. Rios – Conservação. 3. Abastecimento de água no campo. 4. Água na agricultura. 5. Nascentes – Conservação. 6. Nascentes – Avaliação. 7. Adequação metodológica. I. Selva, Vanice Santiago Fragoso (Orientadora). II. Santos, Simone Machado (Coorientadora). III. Título.

363.7 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2018-004)

**Lívia Câmara Machado Feitosa**

**ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO  
POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES RURAIS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Data de aprovação: 27/10/2017.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vanice Santiago Fragoso Selva (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Simone Machado Santos (Co-orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Zelma Glebya Maciel Quirino (Examinador Interno)  
Universidade Federal da Paraíba

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kenia Kelly Barros da Silva (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Paulo Tadeu Ribeiro de Gusmão (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Luiza Feitosa Cordeiro de Souza (Examinador Externo)  
Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico

A minha amada Júlia e ao meu querido esposo,  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Jesus, por todas as bênçãos concedidas em minha trajetória acadêmica, profissional e pessoal.

A minha amada Júlia, sempre atenciosa, meiga, sensível e compreensiva. Perdoe-me as ausências devido à dedicação acadêmica e profissional.

Ao Hugo de Carvalho Feitosa, meu esposo e maior incentivador dos meus sonhos. Não tenho palavras para agradecer tudo que você fez e faz por mim. Com você os obstáculos se tornam pequenos.

À minha mãe, Rosângela Lucas Câmara Machado e ao meu pai, Emmanuel Cesar de Oliveira Machado, por todo o amor, dedicação e investimento financeiro conferidos na minha formação educacional.

Aos meus irmãos, Moacyr Soares Machado Neto e Leila Câmara Machado, por crescerem ao meu lado e construírem comigo uma infância e juventude que jamais será esquecida.

A minha sobrinha e amada Luana Machado, pelo amor, carinho e afeto que nos une.

A minha Orientadora e amiga, Professora Dra. Vanice Santiago Fragoso Selva, por toda confiança, paciência e amizade; e principalmente, por acreditar no meu potencial e abraçar a minha causa de forma justa e ética.

A minha Co-orientadora e prima, Profa. Dra. Simone Machado Santos, pelo apoio e pelas experiências vivenciadas durante o curso.

A amiga e Secretária do Curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Associação Plena em Rede, Solange de Paula, pelo convívio, sorrisos trocados e carisma compartilhado ao longo dos meus sete anos de Prodem.

Ao colega e futuro Doutor Plínio Guimarães de Sousa pela amizade, convivência e todo o apoio durante o curso. Crescemos muito como profissionais e aprendemos que o que é certo e

verdadeiro sempre vence. A nossa causa é justa, é ética e por isso chegamos até aqui.

Aos meus tios e tias, Carlos Antônio de Oliveira Machado, Silva Maria de Oliveira Machado e Valeria Sá Machado, por me apoiarem durante anos nesta jornada e principalmente por sempre terem acreditado no meu potencial.

Ao meu primo e amigo, Rodrigo Sá Machado, pelo apoio e suporte oferecido nas idas a campo e, principalmente, pela companhia em uma das fases mais difíceis do doutorado.

As minhas amigas Carla Belém, Viviane Lopes, Edilma Duarte e Selma Martins por cuidarem com amor da minha filha Júlia nos momentos em que precisei me ausentar.

Ao casal amigo, Fábio Albuquerque Pinho e Diene Carvalho, pelo estímulo e apoio na fase final do doutorado, incluindo os percursos realizados a carro de Juazeiro do Norte (CE) a Recife (PE), ou vice-versa, transformando uma viagem longa e cansativa em momentos agradáveis regados a uma boa conversa.

Ao colega Luís Lucena Medeiros, técnico do Laboratório de Engenharia Ambiental – LEA, do Centro Acadêmico do Agreste (UFPE) pelo suporte e apoio nos procedimentos e análises da água das nascentes.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro na pesquisa concedido durante todo o curso.

## RESUMO

As nascentes são importantes fontes de água para a realização das atividades e sobrevivência de agricultores familiares nos espaços rurais. Em decorrência dos problemas vivenciados pelos usos e apropriações inadequadas de áreas de nascentes, impactos negativos são visíveis e dificultam a conservação destas fontes que são importantes formas de acesso à água no meio rural. A realidade aponta alguns conflitos para a conservação de nascentes, que vai desde a forma de uso e ocupação do território até as práticas realizadas pelos usuários. Neste sentido, tornam-se relevantes os estudos que tem por finalidade suprir lacunas metodológicas no campo de pesquisa, voltadas para as ações de conservação e recuperação de nascentes como ferramenta prática que permita a participação e apoio da comunidade para o uso adequado das nascentes. A pesquisa objetivou adequar metodologias para a conservação de nascentes, a partir da inserção de uma abordagem política, visando à avaliação do potencial de conservação de nascentes rurais utilizadas para o abastecimento humano. As técnicas adotadas na pesquisa foram: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, em fontes primárias e secundárias, com pesquisa de campo e de laboratório, e por fim a utilização de técnicas de observação com a aplicação de entrevistas e da metodologia para indicação do potencial de conservação de nascentes. De acordo com a ferramenta metodológica interdisciplinar, a maioria das nascentes do Assentamento Caricé, localizadas no município de Vitória de Santo Antão em Pernambuco se encontram com o potencial de conservação no nível intermediário, necessitando de intervenções com ações de conservação para que este potencial não seja reduzido e coloque em risco a nascente. Aponta-se no estudo a ferramenta interdisciplinar como um protocolo mais adequado de avaliação do potencial de conservação das nascentes, para indicação das nascentes prioritárias para conservação, principalmente pela inserção do eixo político que indica caminhos para a gestão adequada do recurso. Destarte, a ferramenta pode posteriormente permitir a avaliação de nascentes que estão sob intervenção e recuperação, mostrando o cenário após as atividades e melhorias adotadas nestas áreas. A proposta metodológica surge como uma ferramenta para uso pelos órgãos públicos, por pesquisadores, por extensionistas e por técnicos agrícolas, em áreas onde ocorram conflitos e a necessidade de conservação de nascentes para o abastecimento humano em áreas rurais.

**Palavras-chave:** Conservação de nascentes. Avaliação de nascentes. Adequação metodológica.

## ABSTRACT

The springs are important sources of water for the activities and survival of family farmers in rural areas. As a result of the problems experienced by inappropriate uses and appropriations of spring areas, negative impacts are visible and make it difficult to conserve these sources, which are important forms of access to water in rural areas. The reality points out some conflicts for the conservation of springs, ranging from the way of use and occupation of the territory to the practices carried out by users. In this sense, the studies that aim to overcome methodological gaps in the field of research, focused on the conservation and recovery actions of springs as a practical tool that allows the participation and support of the community for the adequate use of the springs become relevant. The research aimed to adapt methodologies for the conservation of springs, starting from the insertion of a political approach, aiming at the evaluation of the conservation potential of rural sources used for human supply. The techniques adopted in the research were: bibliographic research, documentary research, in primary and secondary sources, with field and laboratory research, and finally the use of observation techniques with the application of interviews and the methodology to indicate conservation potential of springs. According to the interdisciplinary methodological tool, most of the sources of the Caricé Settlement, located in the city of Vitória de Santo Antão in Pernambuco, have the conservation potential at the intermediate level, requiring interventions with conservation actions so that this potential is not reduced and put the source at risk. It is pointed out in the study the interdisciplinary tool as a more adequate protocol to evaluate the conservation potential of the springs, to indicate the priority springs for conservation, mainly by insertion of the political axis that indicates ways for the proper management of the resource. Thus, the tool can later allow the evaluation of springs that are under intervention and recovery, showing the scenario after the activities and improvements adopted in these areas. The methodological proposal emerges as a tool for use by public agencies, researchers, extension workers and agricultural technicians, in areas where conflicts occur and the need for conservation of springs for human supply in rural areas.

**Key words:** Conservation of springs. Evaluation of springs. Methodological adequacy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Conceituação ecológica de nascentes a partir de um ecótono de três vias. ....	26
Figura 2 – Esquema de categorização com 18 chaves dicotômicas para avaliação do potencial de conservação de nascentes de regiões montanhosas.....	30
Figura 3 – Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe com sinalização para o Assentamento Caricé no Município de Vitória de Santo Antão - Pernambuco. ....	62
Figura 4 – Classes de solos predominantes no Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE).....	64
Figura 5 – Área de Estudo sinalizada no município de Vitória de Santo Antão (PE). ....	65
Figura 6 – Organização da ferramenta metodológica interdisciplinar para o potencial de conservação de nascentes. ....	70
Figura 7 – Intervalos para enquadramento do potencial de conservação das nascentes. ....	92
Figura 8 - Turbidez das nascentes utilizadas para abastecimento humano no Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.....	95
Figura 9 – Nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco. (A) – N12A; (B) – N05; (C) – N09; e (D) – N23.....	96
Figura 10 – Resultados de Coliformes Totais das análises das nascentes para abastecimento humano no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.....	98
Figura 11 – Resultado da contaminação por <i>E. coli</i> das análises das nascentes para abastecimento humano no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.....	100
Figura 12 – Oxigênio Dissolvido das nascentes utilizadas para abastecimento humano no período seco no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE).....	102
Figura 13 – Salinidade das nascentes utilizadas para abastecimento humano no período seco no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE). ....	103
Figura 14 – Resultados do eixo ecológico para o potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.....	108
Figura 15 – Entorno e nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco. (A) – N18; (B) – Disposição de resíduos sólidos no entorno da N01; (C) – Práticas de queimadas no entorno da N05; e (D) – Presença de animais de criação nas proximidades da N10. ....	113
Figura 16 – Resultados do eixo socioterritorial para o potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco. ....	117

Figura 17 – Resultados do eixo político para o potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.....	120
Figura 18 – Potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE), no período seco. ....	122
Figura 19 – Representação gráfica do Potencial de Conservação das Nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão – PE.....	123

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação das nascentes quanto à vazão da água. ....	28
Quadro 2 – Formação e classificação das nascentes com relação ao confinamento da água... ..	29
Quadro 3 – Classificação das nascentes quanto ao afloramento superficial da água. ....	29
Quadro 4 – Situações de referência e teste para classificação de nascentes segundo o protocolo proposto com medianas e variáveis ambientais. ....	31
Quadro 5 – Principais Componentes da Análise (PCA) de química da água da nascente, de águas subterrâneas e de amostras de águas superficiais. ....	32
Quadro 6 – Classificação do estado de conservação de nascentes a partir da presença de vegetação natural e impactos no entorno. ....	33
Quadro 7– Matrizes adotadas no protocolo para verificação de perturbação de nascentes. ....	34
Quadro 8 – Descrição do parâmetro turbidez para a análise do estado de conservação no corpo das nascentes. ....	35
Quadro 9 – Descrição do parâmetro presença de <i>Escherichia coli</i> , para a classificação do estado de conservação no corpo das nascentes. ....	36
Quadro 10 – Descrição dos parâmetros para a classificação do estado de conservação no corpo das nascentes. ....	37
Quadro 11 – Descrição dos parâmetros para a classificação do estado de conservação no entorno das nascentes. ....	39
Quadro 12 – Critérios de avaliação do estado de conservação das nascentes no corpo das nascentes. ....	40
Quadro 13 – Critérios de avaliação do estado de conservação das nascentes no entorno das nascentes. ....	41
Quadro 14 – Classificação do estado de conservação das nascentes. ....	41
Quadro 15 – Parâmetros do Índice de Conservação Ecológica (ICE) para avaliação do estado de conservação de nascentes. (continua). ....	44
Quadro 16 – Parâmetros do Índice de Conservação Socioambiental (ICS) para avaliação do estado de conservação de nascentes. (continua) ....	48
Quadro 17 – Critérios de pontuação estabelecidos para os parâmetros de análise do Índice de Conservação Ecológica (ICE). ....	51
Quadro 18 – Critérios de pontuação estabelecidos para os parâmetros de análise do Índice de Conservação Socioambiental (ICS). ....	52

Quadro 19 – Aporte científico para a adequação metodológica de avaliação do potencial de conservação de nascentes. ....	54
Quadro 20 – Coordenadas geográficas da amostra de nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE) utilizadas para o abastecimento humano nesta pesquisa. ....	55
Quadro 21 – Dados dos Cálculos de “n” Amostral para definição das nascentes analisadas. .	56
Quadro 22 – Descrição da análise microbiológica realizada no Laboratório de Engenharia Ambiental – LEA (Centro Acadêmico do Agreste - UFPE). ....	57
Quadro 23 – Parâmetros para a análise da água de nascentes para o abastecimento humano.	59
Quadro 24 – Caracterização da amostra de nascentes do Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão - PE.....	67
Quadro 25 – Aporte científico e estrutura metodológica organizada por eixos com a inclusão da abordagem política. ....	71
Quadro 26 – Descrição do Eixo Ecológico da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes. (Continua) .....	74
Quadro 27 – Descrição do Eixo Socioterritorial da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes. (Continua) .....	79
Quadro 28 – Descrição do Eixo Político da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes. (Continua) .....	87
Quadro 29 – Potencial de conservação de nascentes do Assentamento Caricé, a partir da adequação metodológica no período seco, em outubro de 2016. ....	121

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atividades realizadas no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão – PE.....	66
Tabela 2 – Tratamento caseiro realizado na água das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.....	104
Tabela 3 – Características das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.....	106
Tabela 4 – <i>Ranking</i> da demanda de água relacionado aos principais usos das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE. ....	110
Tabela 5 – Demandas das nascentes do Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão – PE, em 2013.....	110
Tabela 6 – Usos atuais das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE. ....	111
Tabela 7 – Práticas atuais realizadas nas nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão- PE. ....	116
Tabela 8 – Compartilhamento da água das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.....	119
Tabela 9 – Restrições e Proibições no acesso à água das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.....	119

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
APP	Área de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais
GPS	Sistema de Posicionamento Global
ICE	Índice de Conservação Ecológica
ICS	Índice de Conservação Socioambiental
ICMbio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INCRA	Instituto de Colonização e Reforma Agrária
IUCN	União Internacional para Conservação da Natureza
LEA	Laboratório de Engenharia Ambiental
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
ONGs	Organizações Não-Governamentais
PCA	Principais Componentes da Análise
PDA	Plano de Desenvolvimento do Assentamento
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
RL	Reserva Legal
SAF's	Sistemas Agroflorestais
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UP	Unidade de Planejamento da Bacia Hidrográfica
VMP	Valor Máximo Permitido

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E ESTRUTURA DA TESE .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>18</b>
1.2.1	Objetivo Geral .....	18
1.2.2	Objetivos Específicos.....	18
<b>1.3</b>	<b>Questionamento Central.....</b>	<b>18</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura da Tese.....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Conceitos e abordagens para a gestão e conservação de nascentes.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Ferramentas e protocolos metodológicos para a avaliação de nascentes.....</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Procedimentos para a adequação metodológica .....</b>	<b>54</b>
<b>3.2</b>	<b>Procedimentos para avaliação do potencial de conservação de nascentes.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3</b>	<b>Contexto e caracterização da área de estudo .....</b>	<b>62</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>69</b>
<b>4.1</b>	<b>Ferramenta metodológica interdisciplinar para o potencial de conservação de nascentes.....</b>	<b>69</b>
<b>4.2</b>	<b>O Potencial de conservação das nascentes para o abastecimento humano.....</b>	<b>93</b>
4.2.1	Eixo ecológico .....	93
4.2.2	Eixo socioterritorial .....	108
4.2.3	Eixo Político .....	118
4.2.4	Potencial de conservação das nascentes de Caricé .....	121
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>125</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>128</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>134</b>
	<b>APÊNDICE A – ENTREVISTA (MATRIZ METODOLÓGICA).....</b>	<b>135</b>
	<b>APÊNDICE B – PLANILHA DE CAMPO.....</b>	<b>137</b>
	<b>APÊNDICE C – ROTEIRO DE CAMPO.....</b>	<b>139</b>
	<b>APÊNDICE D – LEVANTAMENTO COMPLEMENTAR DE CAMPO.....</b>	<b>142</b>
	<b>ANEXO A – ARTIGO NA REVISTA GEAMA.....</b>	<b>147</b>

# **1 INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E ESTRUTURA DA TESE**

## **1.1 Introdução**

As nascentes são importantes fontes de água para sobrevivência das famílias rurais, tanto em atividades domésticas quanto agrícolas. Estas fontes possuem relevância para o desenvolvimento, dinâmica de áreas de produção agrícola e para o consumo humano. As nascentes são responsáveis pela formação dos rios, que fazem parte das bacias hidrográficas. Conceitua-se nascente como o afloramento na superfície do solo da água de um lençol freático (BARRETO; RIBEIRO; BORBA, 2010).

No meio rural, as nascentes são as únicas fontes naturais que atendem às demandas nestes espaços e, que por sua vez, possuem grande importância no desenvolvimento das atividades socioeconômicas (BRAGA, 2011). As nascentes são recursos essenciais para os assentamentos humanos e espécies terrestres, além de habitats para a biota aquática que contribuem para os processos ecológicos e biodiversidade (DAVIS et al., 2017, p. 1, tradução nossa). Como fontes contribuidoras suprem a necessidade dos espaços rurais, principalmente pela ausência de um serviço de abastecimento.

No entanto, observa-se que, na prática, devido à sua importância e contribuição, as nascentes e as áreas em seu entorno não são utilizadas corretamente conforme prevê a Lei 12.651/2012. Há, portanto, nos espaços rurais diferentes formas de usos e conflitos que dificultam a sua proteção e consequentemente colocam em risco a existência desse importante recurso. Destarte, o estudo demonstrado por Braga, Silva e Cavalcanti (2013) aponta que há meios de se conciliar a extração ou exploração com a conservação nessas áreas, através da adequação da propriedade rural particular ou pública, visando considerar os usos e as práticas realizadas pelos atores que possuem as nascentes como principal fonte de água para a sua sobrevivência.

A presente pesquisa teve um caráter interdisciplinar no sentido de unir diferentes eixos de conhecimento, relações, práticas e saberes vividos por agricultores familiares nas suas práticas de uso da água em áreas de nascentes, com as quais se expõem fenômenos de ordem ambiental. Segundo Leff (2009), a interdisciplinaridade estende o seu campo de intervenção “entre disciplinas científicas” para abarcar todo contato, intercâmbio, inter-relação e articulação entre paradigmas, disciplinas, saberes e práticas.

Observam-se lacunas existentes no campo metodológico com ferramentas capazes de mensurar o envolvimento, a participação, os conflitos e as características dessas áreas prioritárias para conservação. Destarte, a motivação para realização da pesquisa justifica-se pela ausência de um protocolo mais abrangente, que priorize a criação de uma ferramenta com a inserção do foco político para avaliar o potencial de conservação das nascentes a partir dos usos, das especificidades e das relações políticas que giram em torno da água destas fontes.

Portanto, tornou-se relevante para o presente estudo a adequação metodológica com a inserção de uma abordagem política para a avaliação do potencial de conservação de nascentes, alcançando o propósito de contribuir com meios para a priorização das nascentes mais sensíveis, para a realização de ações de proteção, intervenção e recuperação destas áreas. Portanto, a ferramenta permite maior agilidade e planejamento na gestão destas áreas, bem como a avaliação da participação pública, dos usuários, de projetos e programas desenvolvidos no âmbito da temática, previstos inclusive, na Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH. A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

Sobre a resolução da problemática ambiental e a construção de uma racionalidade ambiental, Leff (2009) aponta que a transição para um desenvolvimento sustentável requer a mobilização de um conjunto de processos sociais, nos quais a participação da sociedade na gestão dos recursos ambientais e a reorganização interdisciplinar do saber estão inclusos.

Para validação da proposta, definiu-se a área de estudo no Assentamento Rural Caricé, localizado no município de Vitória de Santo Antão em Pernambuco, na Zona da Mata Pernambucana, principalmente, por estar inserido em uma área sub-úmida seca e impactada historicamente pela monocultura da cana-de-açúcar, e ainda, pelos problemas de poluição das águas, o que impossibilita o uso dos recursos hídricos superficiais para o abastecimento humano (INCRA/EBAPE, 2002).

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Adequar metodologias para a conservação de nascentes, a partir da inserção de uma abordagem política, visando à avaliação do potencial de conservação de nascentes rurais utilizadas para o abastecimento humano.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar uma revisão teórica sobre as metodologias e os protocolos utilizados para a conservação de nascentes;
- Propor adequações metodológicas com a inserção de uma abordagem política para a avaliação do potencial de conservação de nascentes utilizadas para o abastecimento humano;
- Avaliar o potencial de conservação de nascentes rurais utilizadas para o abastecimento humano, a partir da adequação metodológica realizada.

## **1.3 Questionamento Central**

Com base nos objetivos geral e específicos, a tese respondeu ao questionamento central: Qual o potencial de conservação das nascentes utilizadas para abastecimento humano a partir da inserção de uma abordagem política e de adequações metodológicas realizadas?

A partir desse questionamento, admitiu-se a hipótese de que a partir da inserção de uma abordagem política e adequações metodológicas, seja possível indicar o potencial de conservação das nascentes para fins de abastecimento humano.

## **1.4 Estrutura da Tese**

A Tese está estruturada em cinco capítulos, os quais pretendem abordar a temática da pesquisa da seguinte forma:

No primeiro capítulo apresenta-se a introdução, os objetivos geral e específicos, a questão norteadora da pesquisa e a hipótese que fundamenta o estudo.

No segundo capítulo apresentam-se os conceitos e abordagens, com uma reflexão sobre a gestão e conservação de nascentes, suas origens e tipologias, caracterização e metodologias utilizadas para a indicação da conservação do recurso, em nível nacional e internacional.

No terceiro capítulo “Procedimentos Metodológicos” apresentam-se os procedimentos utilizados para a realização da pesquisa no atendimento aos objetivos propostos, bem como a caracterização e contexto da área de estudo do presente trabalho.

No quarto capítulo apresentam-se os resultados da Tese nos subcapítulos: “Adequações metodológicas para o potencial de conservação de nascentes” que dispõe sobre a adequação metodológica com a inserção de uma abordagem política para a avaliação do potencial de conservação de nascentes utilizadas para o abastecimento humano, bem como, a validação metodológica, disposta na “Indicação do potencial de conservação das nascentes utilizadas para o abastecimento humano no Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão – Pernambuco”.

No capítulo cinco apresentam-se as considerações finais do trabalho, indicando-se as possíveis aplicabilidades, os entraves e as recomendações do estudo; e uma breve síntese dos resultados apresentados na pesquisa.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Conceitos e abordagens para a gestão e conservação de nascentes

A importância das nascentes destacou-se na história humana devido à construção dos primeiros agrupamentos urbanos que se fixavam próximos aos locais em que existia água disponível. A partir da disponibilidade da água destas fontes e de rios, um aglomerado de pessoas se fixou próximo de recursos hídricos superficiais, pois tinham como viver, trabalhar e se desenvolverem naquele local.

As nascentes testemunharam o início das civilizações e cumprem, desde sempre, um papel histórico e social, como determinantes da localização e progresso de populações humanas (BARRETO; RIBEIRO; BORBA, 2010). A dimensão simbólica da água é algo que causa fascínio entre os estudiosos da área da antropologia, principalmente por ser um símbolo da pureza, da regeneração e da fertilidade em muitas culturas no mundo.

Como elemento fundamental à vida, as nascentes foram ao longo do tempo um recurso natural simbólico e cultural. A exemplo, na Grécia Clássica, onde cada elemento da natureza possuía um espírito, sendo, portanto, o espírito das nascentes (fontes) as náiades, ninfas aquáticas com o dom da cura e da profecia.

Assemelhavam-se às sereias e, com voz igualmente bela, viviam nas fontes e nascentes. Conforme o mito, as náiades permitiam aos humanos beber de suas águas, mas não se banhar nelas (ou seja, as águas eram consideradas sagradas), e puniam os infratores com amnésia, doenças e até com a morte (BARRETO; RIBEIRO; BORBA, 2010, p 17).

Uma nascente ocorre quando o lençol freático intersecta a superfície da Terra com um fluxo natural de água (THOMPSON et al., 2002, p. 528, tradução nossa). Conceitualmente, entende-se por nascente o ponto de afloramento superficial originado dos lençóis subterrâneos, que são responsáveis pela manutenção de rios, córregos e consequentemente de uma Bacia Hidrográfica. Para uma melhor compreensão, estas manifestações de água superficiais quando originadas por lençóis freáticos estão depositadas em uma camada impermeável; quando originadas por lençóis artesianos, estão depositadas entre camadas impermeáveis com a superfície. Esta última ocorre pelo afloramento dos lençóis em depressões de terreno, seja por falhas geológicas ou por canais cársticos (VALENTE; GOMES, 2011).

Estudos nessa área identificam que o conceito de nascente não é uniforme na literatura especializada, o que significa que cada pesquisador utiliza o conceito mais adequado à sua ciência e ao foco de sua pesquisa, sendo consequentemente um conceito formado através de heranças acadêmicas e profissionais. Para Fellipe e Magalhães Junior (2013) são criadas diversas ideias distintas sobre o termo, ocasionando enganos ou deturpações de resultados em diferentes trabalhos, além de dúvidas e confusões conceituais que extrapolam a realidade prática de campo. O autor ainda complementa sobre a escassez de referenciais teóricos para o termo, indicando as lacunas existentes para uma definição conceitual mais adequada e a não correspondência do termo em outros idiomas.

Ainda sobre este aspecto, o novo código florestal brasileiro, Lei nº12.651, de 25 de maio de 2012, expressa em seu Art. 3º, inciso XVII, que nascente corresponde ao “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”, e ainda, no inciso XVIII conceitua que olho d’água é também o “afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente”.

As nascentes são reconhecidas nos termos: olho d’água, fonte, olheiro e minadouro, com a principal característica o afloramento natural da água subterrânea para a superfície do solo. As nascentes também são pontos iniciais dos cursos d’água, formadores dos pequenos e grandes rios (PINTO, 2003). Sobre o conceito e as condições ideais de uma nascente, temos que:

O afloramento do lençol freático, que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou cursos d’água (regatos, ribeirões e rios). Em virtude de seu valor inestimável dentro de uma propriedade agrícola, deve ser tratada com cuidado todo especial. A nascente 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 (CALHEIROS, et al. 2004, p. 13).

Diante da utilização corriqueira e popular do termo e da necessidade de maior transversalidade do conceito de nascente, o estudo proposto por Fellipe e Magalhães Junior (2013), trouxe através de uma consulta com especialistas de diversas áreas de conhecimento (Agronomia, Biologia, Engenharias, Geografia e Geologia) algumas definições submetidas à avaliação pelo Painel Delphi<sup>1</sup>. Os resultados reafirmam a multiplicidade de visões e opiniões existentes entre os acadêmicos sobre nascentes e aponta que o termo nascente seja considerado como:

---

<sup>1</sup> Técnica que consiste na análise de uma série de questionários para organizar opiniões e respostas de um grupo formado por especialistas do campo investigado, sendo muito utilizada como ferramenta agregadora de julgamentos individuais (CUTRIM; TRISTÃO, 2010).

Um sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente, de modo temporário ou perene, e cujos fluxos hidrológicos na fase superficial são integrados à rede de drenagem. [...] Esse conceito é amplo o suficiente para abarcar toda a complexidade das nascentes e ao mesmo tempo elucidativo o suficiente para a aplicação em campo, seja na esfera acadêmica, legal ou social (FELLIPE; MAGALHÃES JUNIOR, 2013, p. 11).

De acordo com a sua origem, as nascentes podem ser de contato ou de depressão. A primeira surge em regiões montanhosas, em áreas com declive e são denominadas de nascentes de encostas; a segunda se manifesta em áreas de baixio (brejos) e se caracteriza por inúmeros vazamentos superficiais distribuídos, que acumulam a água formando poças e são denominadas de nascentes difusas. Nas duas situações mencionadas, as nascentes são abastecidas por lençóis freáticos.

Com relação às nascentes originadas por lençóis artesianos, essas podem ser também de contato, típicas de regiões montanhosas e com fortes declives entre áreas próximas, facilitando o afloramento de camadas impermeáveis. Quando originadas por falhas geológicas são caracterizadas pela ligação de lençóis confinados com a superfície ou por canais e galerias formadas em rochas cársticas, que podem ser alimentadas pela água da chuva. Valente e Gomes (2011), acrescentam que no Brasil a maioria dos rios e córregos são contribuídos por nascentes de contato ou de depressão, provenientes de lençóis freáticos. Os autores ainda acrescentam que nascentes freáticas respondem mais rapidamente ao regime de chuvas ou ao uso da terra em áreas próximas ao local de sua ocorrência quando comparadas às nascentes artesianas.

Os autores ainda consideram as nascentes freáticas mais fáceis para uma futura intervenção de recuperação e conservação de vazões. O que permite refletir sobre o cenário posto, visto que um período seco mais intenso e determinado pelo uso inadequado por parte dos usuários se faz urgente à adoção de medidas e práticas para a conservação das nascentes com resposta imediata.

Com relação aos fluxos de água, as nascentes e consequentemente os seus cursos d'água, são classificados por: Perenes, Intermitentes e Efêmeros (THOMPSON et al., 2002, p. 528, tradução nossa; VALENTE; GOMES, 2011). O primeiro se manifesta o ano inteiro com variações de vazões; o segundo ocorre apenas durante a estação chuvosa, secando parte do ano na estação seca; o terceiro ocorre somente em resposta direta à precipitação, são vazões típicas de regiões áridas e semiáridas.

Sobre as vazões produzidas pelas nascentes, ressalta-se que é normal que existam variações ao longo do ano, o que significa que independente dessa oscilação a nascente

continuará com o seu papel de alimentar os rios e cursos d'água. Nota-se que mesmo a nascente contribuindo com menos de um litro por minuto para determinado curso d'água, elas são completamente responsáveis pela manutenção dele, e a partir disso, o papel das chuvas torna-se primordial. O desaparecimento de uma nascente poderá resultar na redução do número de cursos d'água, significando a diminuição da disponibilidade de água para os diversos usos (CASTRO; LOPES, 2001).

Sobre a redução do número de cursos d'água, há algumas preocupações, no que se refere à queda de vazão das nascentes em épocas de seca. Os pesquisadores levam em consideração principalmente a redução das precipitações e consequentemente a quantidade de água infiltrada, que resultam em lençóis freáticos fracos e incapazes de nutrir as nascentes.

Diante do exposto, sabe-se que para a boa manutenção e equilíbrio de uma nascente há como mola propulsora o ciclo hidrológico, com devido destaque para a precipitação e o processo de infiltração da água no solo.

Do ponto de vista atmosférico, o armazenamento da água se dá em forma de umidade e da movimentação da água através das chuvas e dos processos de evaporação e transpiração (evapotranspiração). No meio terrestre, através dos processos de escoamento e infiltração. No primeiro, destaca-se a enxurrada e os cursos d'água; e no segundo, o processo de formação inicia-se através do armazenamento da água em lençóis subterrâneos, que consequentemente originarão as nascentes (VALENTE; GOMES, 2011).

Com relação à precipitação nessas áreas vincula-se as condições climáticas locais, como a temperatura, umidade relativa e vento, e ainda, às condições superficiais, como a presença de lagos e de vegetação na superfície. Esta última dependerá exclusivamente de todo o potencial hídrico da planta e da eficácia das raízes em extrair a água do solo. Para Valente e Gomes (2011), uma vegetação de grande eficiência ao ocupar as áreas de uma pequena bacia será capaz de devolver à atmosfera muita água através dos processos de evapotranspiração. Os autores acrescentam outro aspecto importante, a participação da vegetação nos processos de infiltração. Um solo muito exposto e seco, sem nenhuma cobertura vegetal terá a sua capacidade de infiltração reduzida nos primeiros momentos de chuva por um curto período de tempo.

Destacado o importante papel do ciclo hidrológico para a dinâmica e vida das nascentes, ressalta-se o papel da bacia hidrográfica como responsável pela união de todas as superfícies envolvidas na formação dos rios. Independente do tamanho, qualquer curso d'água possui uma bacia hidrográfica. Tratando-se da bacia de um grande rio, esta será formada por pequenas bacias formadoras dos córregos que a originaram, as microbacias. Para Pinto (2003)

a perenidade de uma nascente está relacionada à manutenção do nível da água do lençol freático e a sua qualidade às ações realizadas no solo, bem como as propriedades do mesmo.

Assim, como o nosso corpo humano é formado por diferentes sistemas e órgãos, e estes possuem função essencial à vida. Pode-se comparar o papel de uma bacia hidrográfica ao papel de nosso corpo, definindo os afluentes (sub-bacias) como sistemas e os riachos e nascentes (microbacias) como os nossos órgãos. Percebe-se a grande importância das nascentes dentro de uma bacia hidrográfica, principalmente pelo papel desempenhado na alimentação de rios e riachos e conseqüentemente no seu equilíbrio ambiental.

Sendo assim, a microbacia hidrográfica é considerada como uma unidade de planejamento e gestão ambiental. Primeiro, em função do seu tamanho, o que possibilita o reconhecimento e estudos de suas características; e segundo, em função do desenvolvimento de ações e projetos que permitem contribuir para a conservação do solo, da vegetação e uso adequado da água. São geralmente áreas pouco ocupadas e localizadas no meio rural, onde na maioria das vezes são ocupadas por assentados ou por proprietário particular.

Em se tratando de áreas localizadas dentro de assentamentos rurais, há a possibilidade de um melhor planejamento do espaço e a adoção de intervenções, com a finalidade de conservação do solo e proteção dos recursos naturais ali presentes. Quando em propriedade particular, caberá ao proprietário o planejamento integrado de sua propriedade com atendimento à legislação ambiental em vigor.

Como exemplo, a adequação de propriedade rural pode ser um caminho para a gestão ambiental nestes espaços, principalmente pela conciliação das atividades desenvolvidas com a conservação ambiental e atendimento à legislação. Para Braga, Silva e Cavalcanti (2013) é indispensável à manutenção dos serviços ambientais através da adequação ambiental, tanto para os sistemas de produção, como para a garantia do uso adequado dos recursos e a rentabilidade econômica oferecida nos serviços ambientais através dos ecossistemas.

É, portanto, através da adequação ambiental que as áreas de assentamentos rurais poderão utilizar um modelo de produção associado à conservação, estruturando e viabilizando caminhos para a sustentabilidade nestes espaços. Desta forma, os impactos decorrentes do uso inadequado dos recursos e da própria falta de infraestrutura dos assentados podem ser contidos através da adequação de propriedade, resultando conseqüentemente no manejo adequado dos recursos, na proteção das áreas prioritárias e na conservação de nascentes.

Do ponto de vista da conservação, é através das Áreas de Preservação Permanente (APP) e da Reserva Legal (RL) que há a proteção do solo, dos recursos hídricos, da fauna e da flora. A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 303, de 20 de

março de 2002, em seu Art. 3º, inciso II, expressa que as Áreas de Preservação Permanente são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa e que a ela incumbe-se a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade. O Código Florestal Brasileiro prevê a conservação destas áreas que facilitam o fluxo gênico de fauna e flora, protegem o solo e são capazes de assegurar o bem-estar das populações (BRASIL, 2012).

Ressalta-se que no meio rural, precisamente em áreas de assentamentos rurais, cabe ao Instituto de Colonização e Reforma Agrária – INCRA e às associações de agricultores locais a responsabilização sobre os danos ou destruição da vegetação presente nestas áreas. De acordo com Braga e Silva (2009), a principal dificuldade na conservação das matas inseridas em áreas de assentamentos ocorre devido à necessidade em utilizá-las como fornecedora de madeira, seja para a construção ou para a comercialização, e ainda, para cozinhar. O que significa que:

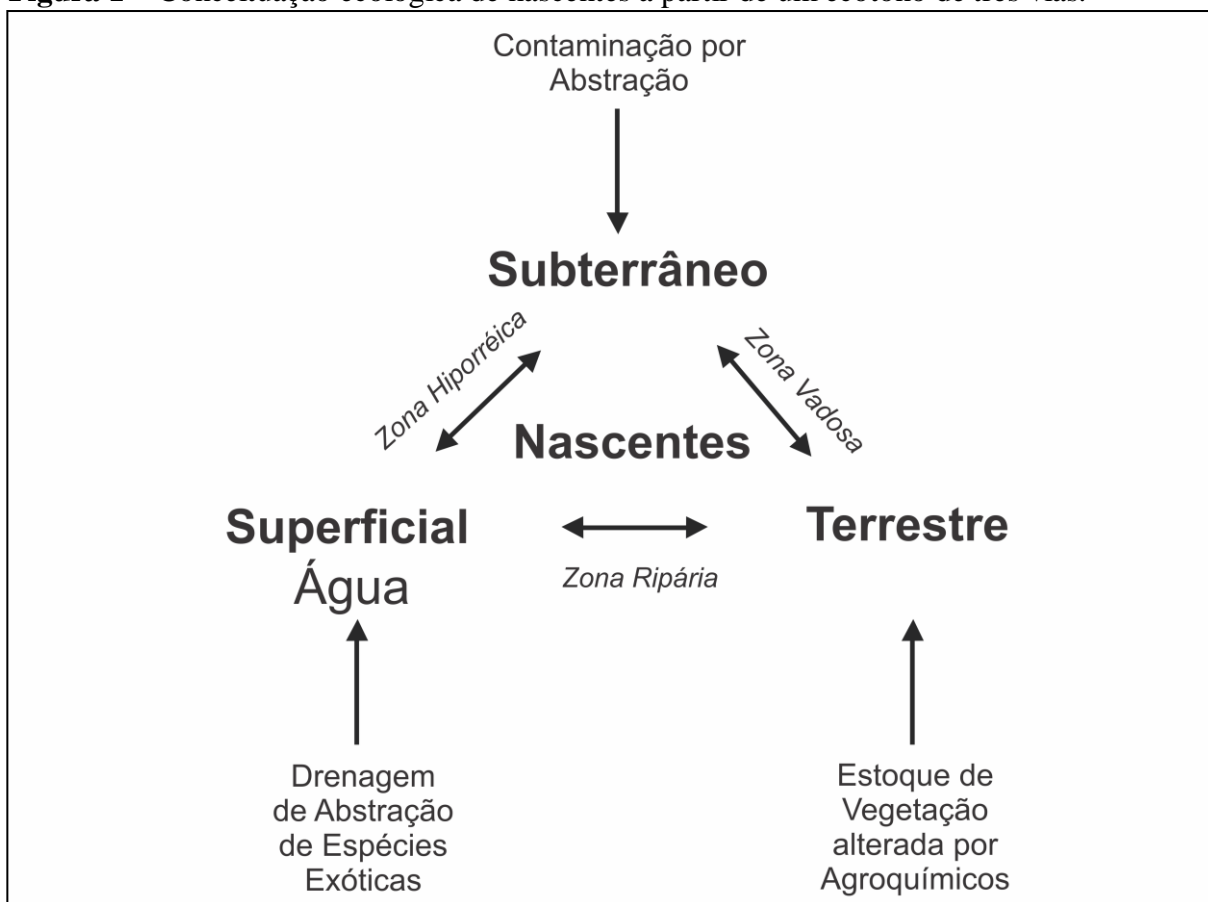
As APPs devem ser mantidas em bom estado, mesmo dentro das parcelas dos assentados. Elas devem assegurar a proteção do solo contra a erosão, proporcionar a infiltração mais fácil da água de chuva, além de evitar a destruição das margens dos ambientes aquáticos pelo gado, o despejo de poluentes e as queimadas. Mas isso não impede que o agricultor use parte das áreas de APP nas suas atividades diárias, inclusive para produção (BRAGA; SILVA; CAVALCANTI, 2013, p.20).

As nascentes constituem um ecótono de três vias (Figura 1), composto pelas águas subterrâneas, águas superficiais e ecossistemas terrestres, que interagem entre si e também integram os impactos humanos (BARQUÍN; SCARSBROOK, 2008, p. 2, tradução nossa). Por ser um habitat ecotonal, os autores indicam que as nascentes são particularmente vulneráveis aos impactos, principalmente das atividades de mineração e pastoris, que ameaçam a sua conservação.

As nascentes são habitats aquáticos únicos que contribuem significativamente para a biodiversidade local e regional, principalmente devido à qualidade da água destas fontes, que fornecem habitats para espécies que são raras em outros lugares devido à sua sensibilidade a impactos antropogênicos (CANTONATI et al., 2012, p. 2, tradução nossa).

Os autores complementam que os fatores hidrológicos, principalmente o fluxo, a química da água e a temperatura são importantes fatores ecológicos que determinam a distribuição das espécies e a composição da comunidade nas nascentes. Ressalta-se a abordagem com o foco conceitual ecológico que relaciona a diversidade de espécies existentes na biota aquática aos parâmetros de qualidade das águas das nascentes.

**Figura 1** – Conceituação ecológica de nascentes a partir de um ecótono de três vias.



Fonte: (BARQUÍN; SCARSBROOK, 2008, p. 3, tradução nossa). Adaptado.

Sobre a conservação de nascentes em áreas rurais, Valente e Gomes (2011), discorrem sobre a necessidade da interferência humana com o objetivo de aumentar a produção de água da nascente por meio do aumento da infiltração e a diminuição da evapotranspiração, através de técnicas vegetativas de conservação e técnicas mecânicas.

Considerando um ambiente já modificado pelo homem e a sua vegetação nativa manipulada, para que se resolvam os problemas hidrológicos das nascentes são necessárias outras iniciativas além do que o simples cumprimento da legislação. Nesse sentido, a vegetação natural e a vegetação implantada devem ser indicadas. As técnicas vegetativas de conservação são importantes práticas de uso da vegetação, diferenciadas pela maneira de se utilizar a vegetação na área de nascente. Como exemplo pode-se mencionar os Sistemas Agroflorestais - SAF's que são considerados como alternativa viável para os usos dos recursos naturais devido ao mínimo impacto causado ao meio ambiente e, principalmente, pelo potencial de restauração de ambientes degradados (ALVES, 2009).

Valente e Gomes (2011) apontam que a mata natural quando bem posicionada possui ótimos efeitos hidrológicos, contribuindo para a perenidade da nascente. Isso se deve à

resistência ao escoamento e à alteração no solo, neste último a vegetação contribui diretamente para a formação de uma camada no solo mais porosa, o que facilita a absorção da água da chuva. A importância da manutenção da vegetação no entorno das nascentes influi positivamente na hidrologia do solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento da água no lençol freático reduzindo a perda de água da chuva (LIMA, 1986).

O plantio em nível consiste em fileiras de vegetação posicionadas em nível ao longo de uma encosta. É utilizado em lavouras e pode evitar a formação de corredores de enxurradas no sentido da declividade, o que aumentaria a velocidade do escoamento da água. As faixas de vegetação em áreas de cultivo são faixas de mato utilizadas entre os cultivos por meio de fileiras para aumentar a rugosidade da superfície e dificultar a velocidade das enxurradas.

No plantio direto evita-se a técnica tradicional de aração e gradagem e com o plantio de culturas não há a exposição excessiva do solo (VALENTE; GOMES, 2011). Os sistemas lavoura-pecuária e agrossilvipastoril são adotados especificamente para as áreas de recuperação de pastagens degradadas em encostas e consistem inicialmente na aplicação de herbicida seguido de plantio direto com consórcio de espécies. Essas técnicas possuem como finalidade principal a recuperação da capacidade vegetativa no local. Para melhor conservar as nascentes é necessário ficar atento às suas especificidades, à legislação, ao papel desempenhado pelas florestas e ao acúmulo de água subterrânea no lençol freático, além de identificar os principais usos da terra que são causadores da degradação das mesmas, a curto e longo prazo (PINTO, 2003).

Para se conservar nascentes é preciso cuidar do local onde elas nascem protegendo o seu entorno do acesso direto das pessoas e animais de criação, num raio mínimo de 50 metros. No caso de sua utilização, é importante criar as condições adequadas de uso, sendo conveniente instalar estruturas protetoras, evitando a contaminação das águas. Tais estruturas podem ser anéis de concreto, tampas ou outras soluções mais adequadas à situação (BRAGA; SILVA; CAVALCANTI, 2013, p.24).

As técnicas mecânicas são práticas que devem ser utilizadas em conjunto com as técnicas vegetativas, principalmente porque nem sempre as técnicas vegetativas são capazes de reverter um quadro crítico de conservação de nascentes. São técnicas mecânicas: a construção de terraços, de caixas de captação de enxurradas e barraginhas.

Terraços são canais de base estreita ou larga, construídos em nível ao longo das encostas e sua principal função é formar obstáculos para reduzir a velocidade da água das enxurradas (VALENTE; GOMES, 2011). Ao mesmo tempo também se formam reservatórios para o armazenamento temporário da água das chuvas. A prática permite o ganho de tempo para que o processo de infiltração seja mais eficiente. As caixas de captação de enxurradas e

barraginhas são técnicas mecânicas utilizadas para o controle das perdas de água que poderiam ser conduzidas ao lençol freático.

## 2.2 Ferramentas e protocolos metodológicos para a avaliação de nascentes

Atualmente visualiza-se um crescimento de ferramentas direcionadas à análise de nascentes, seja do ponto de vista da classificação das fontes, dado no fluxo da água, na qualidade da água, no posicionamento no solo, na presença da vegetação nativa, na presença de espécies, e ainda, mais focadas no uso e exploração da nascente e no conhecimento de populações tradicionais; seja do ponto de vista de parâmetros físico-químicos e biológicos ou de aspectos observados nas particularidades das propriedades rurais ou privadas.

Do ponto de vista classificatório, pode-se indicar primeiramente a ferramenta proposta por Valente e Gomes (2011), que denomina as nascentes através do fluxo da água disponível ao longo do tempo em: perenes, intermitentes e temporárias (efêmeras).

Conforme mencionado anteriormente, as vazões da água estão vinculadas aos períodos secos e chuvosos, variando a sua manifestação conforme a apresentação do fluxo hídrico (Quadro 1). Se perene, a nascente deverá se manifestar durante o ano inteiro (período chuvoso e seco) com vazões que podem ser alteradas (ampliadas ou reduzidas), ou seja, com vazões disponíveis ao longo do tempo. Se intermitente, a manifestação da nascente ocorrerá apenas no período chuvoso, o que significa que no período seco não haverá o fluxo de água (hídrico). Quando temporárias (Efêmeras), as nascentes apresentarão vazões vinculadas diretamente às precipitações, identificadas principalmente nas nascentes de regiões áridas ou semiáridas.

**Quadro 1** – Classificação das nascentes quanto à vazão da água.

<b>Perenes</b>	<b>Intermitentes</b>	<b>Temporárias (Efêmeras)</b>
Fluxo hídrico presente em qualquer época do ano.	Fluxo hídrico presente apenas no período chuvoso.	Fluxo hídrico presente apenas em resposta direta à precipitação.

Fonte: (VALENTE; GOMES, 2011). Adaptado.

Do ponto de vista classificatório as nascentes podem ser indicadas com relação à sua formação. Significa que podem ser definidas como nascentes freáticas ou artesianas (VALENTE; GOMES, 2011). Na primeira situação, são consideradas freáticas quando formadas por lençóis depositados sobre as camadas impermeáveis; na segunda, quando formadas pelo confinamento entre duas camadas impermeáveis (Quadro 2). A classificação dada é direcionada ao confinamento da água no subsolo, significa que abaixo do ponto de

afloramento da nascente há a existência de um lençol freático que conseqüentemente acumula a água e abastece a nascente; na segunda opção, entre o ponto de afloramento da nascente e o lençol freático há duas camadas impermeáveis que acumulam a água e abastecem a fonte.

As nascentes formadas a partir de lençóis freáticos podem ser classificadas como nascentes de contato ou de depressão. De contato (ou encosta) com surgimento no sopé de morros ou em áreas montanhosas com fortes declives; de depressão (ou difusas) são manifestadas através de inúmeros pontos de afloramento bem definidos (olhos d'água) ou por pequenos vazamentos superficiais espalhados em uma determinada área com apresentação encharcada (brejo).

As nascentes formadas a partir de lençóis artesianos possuem maior ocorrência em regiões montanhosas e com fortes declives, que possibilita o confinamento da água nos lençóis. Podem ocorrer também por falhas geológicas ou por canais e galerias formadas por rochas cársticas que podem ser alimentadas pelas chuvas, através das depressões de superfície (VALENTE; GOMES, 2011).

**Quadro 2** – Formação e classificação das nascentes com relação ao confinamento da água.

<b>Freáticas</b>	<b>Artesianas</b>
Formadas sobre as camadas impermeáveis.	Formadas entre duas camadas impermeáveis.
Nascentes de contato (encosta) ou depressão.	Nascentes de contato (encosta).

Fonte: (VALENTE; GOMES, 2011). Adaptado.

Nesse sentido, as nascentes também podem ser classificadas quanto ao tipo de apresentação e afloramento da água superficial (Quadro 3). Sobre este aspecto, Castro e Lopes (2001) as definem como pontuais ou difusas. A primeira, com apresentação do fluxo da água em um único local específico do terreno; e a segunda, sem um ponto específico, ou seja, com vários pontos de vazão da água (olhos d'água).

**Quadro 3** – Classificação das nascentes quanto ao afloramento superficial da água.

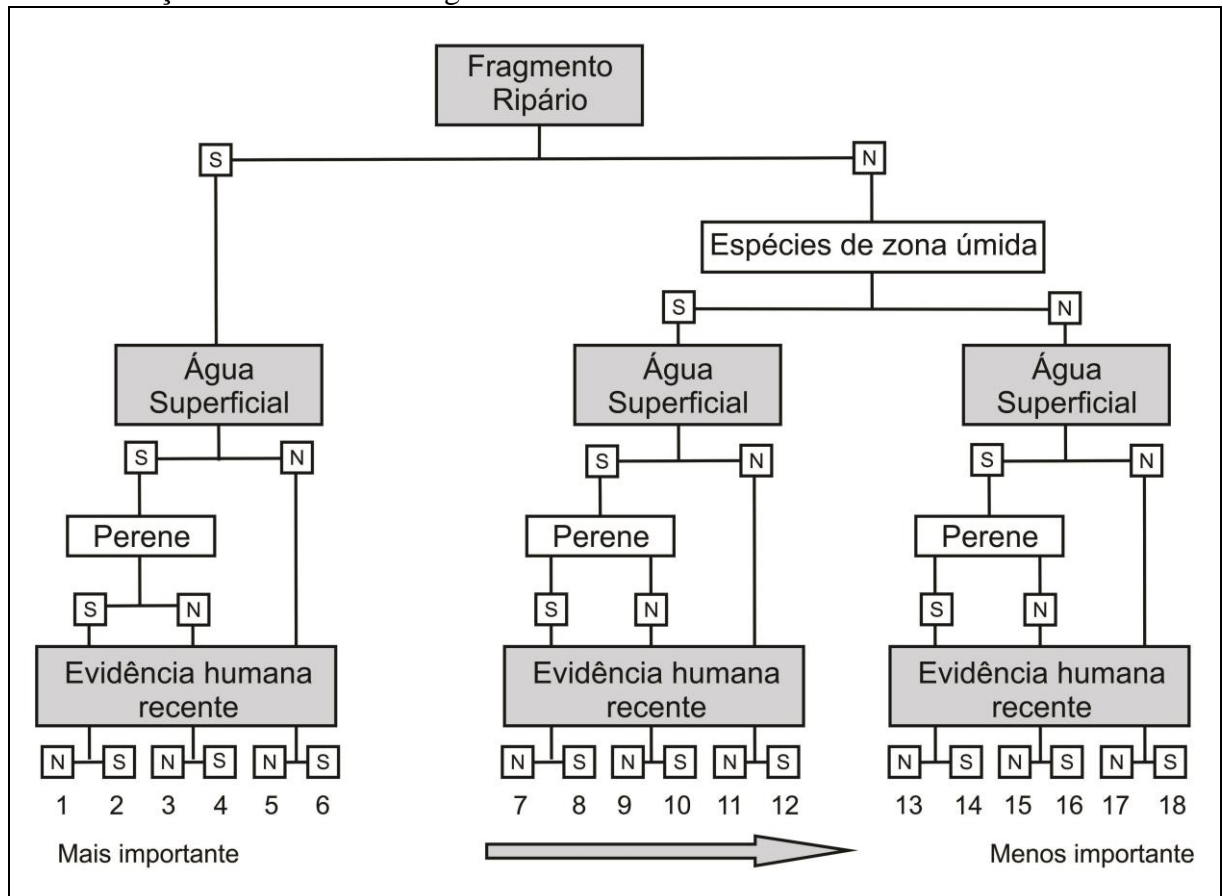
<b>Pontuais</b>	<b>Difusas</b>
Fluxo hídrico presente em um único ponto.	Fluxo hídrico presente vários pontos.

Fonte: (CASTRO; LOPES, 2001). Adaptado.

Thompson et al. (2002) desenvolveram um sistema de classificação para avaliação do potencial de conservação de nascentes de regiões montanhosas com base nas categorias: fluxo de água superficial, remendo da vegetação ripária e evidências humanas. As nascentes analisadas foram enquadradas em 18 chaves dicotômicas, através de um esquema de

categorização que enfatizou a presença (S) ou ausência (N) dos três atributos principais mencionados (Figura 2). A partir da categorização indicada a nascente foi avaliada em seu potencial de conservação, recomendando-se o planejamento de ações de conservação e avaliação da eficiência do protocolo em outros locais.

**Figura 2** – Esquema de categorização com 18 chaves dicotômicas para avaliação do potencial de conservação de nascentes de regiões montanhosas.



Fonte: (THOMPSON et al., 2002, p. 532, tradução nossa). Adaptado.

Nas áreas com evidências humanas, os autores priorizaram a ocorrência de eventos passados (dentro de 125 anos) e eventos presentes nas proximidades das nascentes (dentro de 400 metros). As evidências humanas foram identificadas como: positivas, neutras e negativas. Com relação à disponibilidade de água superficial (perene ou não perene), os autores consideraram qualquer tipo de água superficial lântica. Para análise da vegetação ripária, os autores consideraram duas situações. A primeira com a presença obrigatória ou facultativa de espécies de plantas úmidas, com 50% da vegetação diretamente associada a uma área de

nascente; a segunda, com um remendo de vegetação ripícola<sup>2</sup> com pelo menos 10 m de comprimento.

O protocolo validado por Thompson et al. (2002) trouxe uma abordagem para avaliar o potencial de conservação de nascentes com enfoque direcionado às atividades humanas no entorno dessas áreas, através de evidências humanas vinculadas à perenidade de água e aos fragmentos de vegetação ripária presentes. O modelo é questionável por não mensurar ou quantificar quais atividades antrópicas que se fazem presentes nas áreas de nascentes, além de não relacionar diretamente os usos e a intensidade das atividades impactantes de forma individual.

Ilmonen et al. (2012) utilizou um protocolo<sup>3</sup> de avaliação de nascentes a partir de indicadores de espécies e da estatística descritiva com parâmetros relacionados à modificação do habitat e riqueza de briófitas e macroinvertebrados, com particular ênfase na IUCN *Red List*<sup>4</sup> através de indicadores de referência e teste para as nascentes modificadas (Quadro 4).

**Quadro 4** – Situações de referência e teste para classificação de nascentes segundo o protocolo proposto com medianas e variáveis ambientais.

Variáveis	Situação de referência	Situação de teste
Temperatura média anual do ar (°C)	3 (0–5)	3 (1–4)
Área da nascente	2 (1–5)	2 (1–3)
Área de acúmulo	0 (0–3)	1 (0–3)
Área helocrene	1 (0–5)	0 (0–2)
Área de recarga minerogênica	1 (0–2)	0 (0–2)
Área de recarga organogênica	1 (0–2)	1 (0–2)
Naturalidade	2 (2–3)	1 (0–1)
Altitude (m.a.s.l.)	115 (35–225)	145 (80–235)
pH	6.4 (6.3–8.2)	6.2 (5.5–6.9)
Condutividade (mS/m)	4.5 (4.2–22.2)	3.8 (1.7–21.6)

Fonte: (ILMONEN et al., 2012, p. 658, tradução nossa). Adaptado.

A partir das análises, os autores identificaram as nascentes como: 0 – completamente destruídas; 1 – severamente alterada; 2 – menor perturbação; 3 – inalterada ou quase inalterada (ILMONEN et al., 2012, p. 658, tradução nossa). Os autores também utilizaram uma classificação baseada em escala logarítmica (1: 10 m<sup>2</sup>, 2: 10-99 m<sup>2</sup>, 3: 100-999 m<sup>2</sup>, 4: 1000-9999 m<sup>2</sup>, 5: ≥10.000 m<sup>2</sup>) para estimar a área total da nascente e as áreas com diferentes tipos de habitat, ou seja, as áreas helocrenes, minerogênicas e organogênicas.

<sup>2</sup> O mesmo que ripária.

<sup>3</sup> Protocolo de avaliação bentônica de Sedimento – BEAST.

<sup>4</sup> Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN).

Neste estudo, os autores sugerem que, apesar de apenas efeitos moderados sobre a composição da comunidade de briófitas e macroinvertebrados, os distúrbios antropogênicos empobrecem a fauna e a flora das nascentes, provocando o declínio das espécies listadas em vermelho.

Rossi et al. (2015) utilizaram um modelo de caracterização hidrológica e química de nascentes, apoiado por métodos estatísticos multivariados para a análise da quantidade e qualidade da água das nascentes. Através do modelo estatístico, os autores utilizaram parâmetros da qualidade, - química da água e isótopos estáveis da água. E parâmetros de quantidade da água, - descarga das nascentes (Quadro 5). São embasados nas características hidrológicas, geológicas e de uso do solo, com a finalidade de indicar nascentes potencialmente vulneráveis.

**Quadro 5** – Principais Componentes da Análise (PCA) de química da água da nascente, de águas subterrâneas e de amostras de águas superficiais.

Parâmetros	
Auto valor	NNh <sub>4</sub> <sup>+</sup>
% Explicado	Fe
% Acumulado Explicado	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
EC	Na <sup>+</sup>
Alcalinidade	Cl <sup>-</sup>
DOC	Total P
δ <sup>18</sup> O (‰)	Total N
δ <sup>2</sup> H (‰)	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
TIC	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
K <sup>+</sup>	pH
Ca <sup>2+</sup>	SiO <sub>2</sub>
Mg <sup>2+</sup>	Oxigênio Dissolvido

Fonte: (ROSSI et al., 2015, p. 996, tradução nossa). Adaptado.

Nesta abordagem, os autores utilizam métodos de agrupamento multivariados nas amostras de nascentes para gerar grupos de nascentes com o máximo de semelhança química da água. Os Principais Componentes da Análise (PCA) visam reduzir a dimensionalidade de um conjunto de dados, consistindo em um grande número de variáveis inter-relacionadas com o objetivo de manter o máximo possível de variação presente no conjunto de dados (ROSSI et al., 2015, p. 995, tradução nossa).

Com relação à conservação de nascentes, estudos realizados por Pinto (2003) diagnosticaram as nascentes a partir dos impactos observados com foco direcionado à presença de vegetação no seu entorno e com atendimento à legislação brasileira, que determina 50 metros de vegetação natural no entorno das nascentes. De acordo com a

ferramenta utilizada, as nascentes foram classificadas como: preservadas, perturbadas e degradadas (Quadro 6).

Na situação preservada, as nascentes apresentaram vegetação natural com 50 metros de extensão ao longo de seu entorno, ou seja, ao redor da APP (Área de Preservação Permanente). Na situação perturbada, considerou-se o mesmo raio, diferenciando apenas pela ausência de vegetação natural e pela presença de pasto ou outros usos agrícolas no entorno. Na última situação descrita pelo autor, considerou-se degradada a nascente com um alto grau de perturbação, exemplificadas pelo solo compactado, alto grau de escassez da vegetação, bem como a presença gado, a presença de voçorocas e a erosão, dentro do raio delimitado.

**Quadro 6** – Classificação do estado de conservação de nascentes a partir da presença de vegetação natural e impactos no entorno.

<b>Preservadas</b>	<b>Perturbadas</b>	<b>Degradadas</b>
Entorno da nascente com 50 metros de áreas vegetadas.	Entorno da nascente com menos de 50 metros de áreas vegetadas.	Entorno da nascente com área pouco vegetada, compactação do solo, presença de gado, erosões e voçorocas.

Fonte: (PINTO, 2003). Adaptado.

Nesta abordagem, o importante papel da vegetação é priorizado pela capacidade de proteção que oferece as nascentes, assim como outras funções como: a filtragem, a contenção de processos erosivos, a retenção de sedimentos, a proteção da diversidade local e, ainda, pela interferência significativa na qualidade e disponibilidade da água.

O modelo apontado por Pinto (2003) é utilizado por diversos autores em trabalhos acadêmicos para classificar o estado de conservação de nascentes com foco direcionado à presença de vegetação. Torna-se inconsistente por não considerar as relações humanas vivenciadas nas práticas desenvolvidas no entorno das nascentes e nas formas de captação da água, que são geradoras de impactos nestas áreas prioritárias para a conservação.

No protocolo utilizado por Sada et al. (2005), para a avaliação da perturbação das nascentes, foi realizada uma análise através do efeito das variáveis ambientais ordenadas pela riqueza de espécies. Na proposta, os autores consideraram os seguintes parâmetros: (1) Riqueza de espécies; (2) Elevação; (3) Descarga; (4) Comprimento da nascente; (5) Temperatura da água e (6) Condutividade elétrica, enquadrados como Matrizes de diferentes critérios ambientais (Quadro 7).

**Quadro 7**– Matrizes adotadas no protocolo para verificação de perturbação de nascentes.

<b>Matrizes ordenadas por diferentes critérios ambientais</b>
Riqueza de espécies Elevação Descarga Comprimento de recarga da nascente Temperatura da água Condutividade elétrica
<b>Matrizes ordenadas por diferentes categorias de perturbação</b> (ordenado por riqueza de espécies)
Não perturbado Um pouco perturbado Moderadamente perturbado Altamente perturbado

Fonte: (SADA et al, 2005, p. 95, tradução nossa). Adaptado.

Com relação às características físicas e químicas, foram analisadas as nascentes com aproximadamente 50 metros da jusante da fonte. As nascentes foram classificadas a partir da construção da matriz de categorias de perturbação com os seguintes níveis: (1) não perturbada, (2) ligeiramente perturbada, (3) moderadamente perturbada, e (4) altamente perturbada (SADA et al, 2005, p. 95, tradução nossa).

Pereira (2012); Machado (2013) e Oliveira (2014) utilizaram uma metodologia com abordagem diferenciada, considerando 12 parâmetros para a avaliação do estado de conservação das nascentes, que foram divididos em duas situações locais: no seu entorno, respeitando também o raio de 50 metros ao redor da nascente; e no corpo da nascente, com medições de alguns parâmetros analisados diretamente na água da fonte. Nesta ferramenta metodológica, as nascentes foram classificadas quanto ao seu estado de conservação nos intervalos ruim, regular e bom.

Na metodologia mencionada, para avaliar o estado de conservação no corpo das nascentes, as autoras adotaram parâmetros relacionados à qualidade da água, de natureza física e biológica, respectivamente, a análise da turbidez e a análise de contaminação da água por *Escherichia coli*, ambos foram confrontados com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Outros critérios foram incluídos nesta situação locacional (Quadro 8, 9 e 10), considerados como critérios de contaminação da água e de comprometimento da qualidade e conservação da nascente, como: a presença de resíduos sólidos, o uso direto da água, a suspeita de presença de agrotóxicos e desproteção física. Os critérios de análise no corpo da nascente adotados nesta metodologia foram descritos através de situações *in loco*.

**Quadro 8** – Descrição do parâmetro turbidez para a análise do estado de conservação no corpo das nascentes.

Ordem	Parâmetro	Descrição da situação <i>in loco</i>			
A	<b>Turbidez</b>	≤ 5. De acordo com o Ministério da Saúde, Portaria 518 de 2004, valores de Turbidez de até 5,0 uT.	≤ 40. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.	≤ 100. Segundo a Resolução CONAMA 357/2005.	> 100. Águas doces com turbidez > 100, inseridas na classe IV. De acordo com a Resolução CONAMA, 357/2005.
	<b>Classes exigidas para atender os usos múltiplos da água, para a turbidez.</b>	Classe especial. Atendem aos padrões de potabilidade, estando a água própria para beber após desinfecção. São destinados a: Abastecimento doméstico e preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.  (a)	As águas doces de classe 1 deverão apresentar até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT). Os usos são destinados: Abastecimento doméstico, proteção de comunidades aquáticas e recreação de contato primário.  (b) e (e)	Águas de classes 2 e 3 devem apresentar turbidez de até 100 UNT. Os usos são destinados a Abastecimento doméstico, irrigação e dessedentação de animais.  (c) e (f)	Águas doces de classe 4 são destinadas a: à navegação; e à harmonia paisagística.  (d) e (g)

Fonte: (PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014). Adaptado.

(a) com desinfecção, de acordo com Portaria nº Portaria 518 de 2004 (MS).

(b) após tratamento simplificado; (c) após tratamento convencional; (d) após tratamento convencional ou avançado; (e) hortaliças e frutas rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas ou sem remoção de película; (f) hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; (g) culturas arbóreas, cereais e forrageiras, de acordo com a Resolução nº 357 (CONAMA, 2005).

**Quadro 9** – Descrição do parâmetro presença de *Escherichia coli*, para a classificação do estado de conservação no corpo das nascentes.

Ordem	Parâmetro	Descrição da situação <i>in loco</i>			
<b>B</b>	<b>Presença de <i>Escherichia coli</i></b>	Ausência. Quando o resultado da análise bacteriológica for < 1.	$\leq 200$ (NMP). A água estará excelente para banho de acordo com a Resolução CONAMA 274 de 2000.	> 200 $\leq$ 400. A água estará apropriada para banho.	> 400 $\leq$ 800. De acordo com a Resolução CONAMA 274 de 2000.
		(3)	(2)	(1)	(0)

Fonte: (PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014). Adaptado.

\* De acordo com a 2914/2011 do Ministério da Saúde (MS).

(3) - Estará a água da nascente excelente para beber de acordo com a Portaria 2914 de 2011 do Ministério da Saúde.

(2) - Não excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras coletadas durante um ano, com frequência bimestral.

(1) - Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver no máximo 400 *Escherichia coli*, por 100 mililitros.

(0) - Estará insatisfatória quando ultrapassar 2000 de E.C.

**Quadro 10** – Descrição dos parâmetros para a classificação do estado de conservação no corpo das nascentes.

Ordem	Parâmetro	Descrição da situação <i>in loco</i>			
<b>C</b>	<b>Presença de resíduos sólidos.</b>	Ausência. Quando for observada a ausência de resíduos sólidos no corpo da nascente.	Pequena. Se for verificada presença de pequena quantidade de qualquer tipo de resíduo, presente no corpo nascente.	Grande. Se for observada uma quantidade muito considerável de resíduos sólidos no corpo da nascente. Por exemplo: garrafas, baldes, sacos plásticos.	Muito grande. Será considerada muito grande se a nascente for um local de descarte de resíduos sólidos, com presença de vários tipos de resíduos.
<b>D</b>	<b>Suspeita de agrotóxico na água</b>	Ausência: quando não houver suspeita alguma.	Pequena. Se for comentado por algum usuário da nascente, mas sem sintomas, ou cheiro que possam gerar alguma suspeita.	Grande. Quando forem confirmados por alguns usuários, algum cheiro desagradável e sintomas como dores abdominais após ingestão da água.	Muito grande. Quando além de sintomas como cheiro desagradável e dores de barrigas frequentes, houver o cultivo próximo à nascente de culturas com uso de agrotóxicos.
<b>E</b>	<b>Uso direto da água</b>	Ausência. Nenhum uso é feito da nascente.	Eventualmente. Se eventualmente alguém fizer uso da água diretamente no corpo da nascente, contudo, não sendo uma prática rotineira.	Frequentemente. Quando for uma prática de rotina, com utilização de baldes, ou vasilhames, diretamente no corpo da nascente.	Muito frequentemente. Os diversos usos são feitos diretamente na nascente como: lavagens de louças, pratos, dessedentação e banho de animais, muito frequentemente.
<b>F</b>	<b>Desproteção física</b>	Estrutura de proteção lateral e superior completa. Quando a nascente estiver bem protegida, tanto lateralmente como por alguma tampa superior em boas condições.	Estrutura de proteção lateral e ou superior incompleta ou danificada. Quando a proteção lateral e ou superior estiver comprometida, como por exemplo, buracos, rachaduras e oxidações.	Ausência de cobertura superior ou grave comprometimento na estrutura lateral. Quando a nascente for totalmente exposta na parte superior e sua estrutura lateral estiver bastante danificada.	Ausência de qualquer estrutura de proteção. Quando a nascente estiver totalmente exposta sem alguma proteção no seu entorno.

Fonte: (PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014). Adaptado.

Na mesma metodologia, para avaliar o estado de conservação no entorno das nascentes, as autoras definiram os seguintes parâmetros (Quadro 11): a predominância de cobertura vegetal, a ocorrência de processos erosivos no solo, o uso de agrotóxicos, a presença de animais de criação, as evidências de queimadas ou de corte da vegetação, a ocorrência de edificações domésticas e/ou rurais (PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014). Os critérios de análise no entorno da nascente adotados nesta metodologia foram descritos nas situações *in loco*.

Os parâmetros avaliados na situação locacional “no corpo da nascente” são instrumentos que mensuram a interferência direta na qualidade da água da nascente através das atividades impactantes que são geradas pelos usuários de água. Nos parâmetros avaliados na situação locacional “no entorno da nascente” os instrumentos mensuram a interferência direta no meio ambiente, do ponto de vista das atividades antrópicas que são geradas com o uso do solo, do espaço e de técnicas impróprias na área das nascentes.

De acordo com a forma avaliativa estabelecida pelas autoras, são definidos para cada situação locacional (no corpo da nascente e no entorno) critérios delimitados por intervalos de pontuação de 0 a 3 (Quadro 12 e 13). A classificação do estado de conservação das nascentes é indicada através do somatório das pontuações determinadas para cada critério de análise, para posterior enquadramento nos intervalos: ruim, regular e boa conservação (Quadro 14).

O modelo validado por Pereira (2012); Machado (2013) e Oliveira (2014) é utilizado por diversos autores em trabalhos acadêmicos para classificar o estado de conservação de nascentes com foco direcionado às práticas no entorno das áreas de nascentes e na forma de captação e usos da água, atendendo de forma insuficiente para a indicação do estado de conservação da nascente. A metodologia torna-se incompleta por não considerar uma abordagem política, com a inserção de parâmetros com foco nas relações vivenciadas pelos usuários de nascentes e do apoio político por meio das instituições, associações de produtores, extensão rural e da atuação de projetos voltados à recuperação e conservação da nascente.

A realidade no meio rural aponta diversos riscos às nascentes que são visualizados na forma de captação e consumo da água, nas práticas socioterritoriais que expressam a relação direta dos usuários nas atividades de produção e ocupação do território; e principalmente, na ausência de iniciativas que priorizem a conservação destas fontes, seja por parte dos próprios usuários, de extensionistas e das instituições públicas e/ou privadas. Destarte, torna-se essencial considerar as dinâmicas políticas vividas nos espaços rurais que são as principais formas de degradação e abandono destas áreas.

**Quadro 11** – Descrição dos parâmetros para a classificação do estado de conservação no entorno das nascentes.

<b>Ordem</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição da situação <i>in loco</i></b>			
<b>G</b>	<b>Predominância de cobertura vegetal no solo</b>	Vegetação arbórea: Quando houver a predominância da vegetação arbórea.	Vegetação arbustiva: Quando houver a predominância da vegetação arbustiva.	Pasto agricultura de ciclo longo: Quando houver a existência de pasto ou agricultura de ciclo longo.	Agricultura de ciclo curto. Quando houver a existência de agricultura de ciclo curto.
<b>H</b>	<b>Ocorrência de processos erosivos</b>	Ausência. Quando o solo estiver coberto por vegetação, sem evidências de processos erosivos.	Pequeno. Quando no solo com. cobertura vegetal, houver poucas evidências de processos erosivos.	Grande. Quando o solo estiver com pouca cobertura vegetal, apresentando grandes processos erosivos tais como: rachaduras, ou voçorocas e etc.	Muito grande. Quando o solo estiver totalmente exposto, apresentando grandes processos erosivos.
<b>I</b>	<b>Uso de agrotóxico</b>	Ausência. Quando não houver nenhuma utilização na área.	Pequeno. Quando o uso for feito esporadicamente.	Grande. Quando o uso for realizado frequentemente nas plantações cultivadas nas áreas próximas as nascentes.	Muito grande. Uso intensivo de agrotóxico nas plantações cultivadas nas áreas do entorno da nascente.
<b>J</b>	<b>Presença de animais de criação</b>	Ausência. Quando não houver presença de animais na área.	Pequeno. Quando houver poucas evidências de animais na área.	Grande. Quando houver presença frequente de animais na área.	Muito grande. Quando houver presença frequente e em grande quantidade de animais na área.
<b>L</b>	<b>Evidências de queimadas e corte da vegetação</b>	Ausência. Quando não houver nenhuma queimada, ou corte da vegetação.	Pequeno. Quando houver poucas evidências dessas atividades na área.	Grande. Quando a queima e o corte da vegetação forem realizados de forma esporádica.	Muito grande. Quando as queimadas e a retirada da vegetação forem realizadas com frequência.
<b>M</b>	<b>Ocorrência de edificações</b>	Ausência. Quando não houver presença de alguma edificação na área.	Pequeno. Quando houver existência de residências próxima a nascente.	Grande. Quando houver existência de algum criadouro próxima a nascente.	Muito grande. Quando houver existência de alguma fossa próxima a nascente.

Fonte: (PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014). Adaptado.

**Quadro 12** – Critérios de avaliação do estado de conservação das nascentes no corpo das nascentes.

Situação locacional	Ordem	Parâmetros	Avaliação dos critérios			
			← NOTA →			
			3	2	1	0
No corpo da nascente	A	Turbidez da água (NTU)	≤ 5	≤ 40	≤ 100	≥ 100
	B	Presença de E. coli (NMP/100 mL)	0	≤ 200	>200 < 400	>400 ≥ 800
	C	Presença de resíduos sólidos	Ausência	Pequena	Grande	Muito grande
	D	Suspeita de agrotóxico na água	Ausência	Pequena	Grande	Muito grande
	E	Uso direto da água	Ausência	Eventualmente	Frequentemente	Muito frequentemente
	F	Desproteção física	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: (PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014). Adaptado.

**Quadro 13** – Critérios de avaliação do estado de conservação das nascentes no entorno das nascentes.

Situação locacional	Ordem	Parâmetros	Avaliação dos critérios			
			← NOTA →			
			3	2	1	0
No entorno da nascente	<b>G</b>	<b>Predominância de cobertura vegetal no solo</b>	Vegetação arbórea	Vegetação arbustiva	Pasto e ou agricultura de ciclo longo	Agricultura de ciclo curto
	<b>H</b>	<b>Ocorrência de processos erosivos no solo</b>	Ausência	Pequeno	Grande	Muito grande
	<b>I</b>	<b>Uso de agrotóxico</b>	Ausência	Pequeno	Grande	Muito grande
	<b>J</b>	<b>Presença de animais de criação</b>	Ausência	Pequeno	Grande	Muito grande
	<b>L</b>	<b>Evidência de queimadas ou corte da vegetação</b>	Ausência	Pequeno	Grande	Muito grande
	<b>M</b>	<b>Ocorrência de edificações domésticas e / ou rurais</b>	Ausência	Residência	Criadouro	Fossa

Fonte: (PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014). Adaptado.

**Quadro 14** – Classificação do estado de conservação das nascentes.

Situação locacional	Classificação		
	0 a 5 (Ruim)	6 a 11 (Regular)	12 a 18 (Boa)
<b>Na nascente</b>	Ruim estado de conservação	Regular estado de conservação	Bom estado de conservação
<b>No entorno</b>	Ruim estado de conservação	Regular estado de conservação	Bom estado de conservação

Fonte: (PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014). Adaptado.

Dentre algumas ferramentas metodológicas mencionadas, a abordagem realizada por Ribeiro, (2014), aplicada na região semiárida do Alto trecho do Pajeú em Pernambuco, indicou o estado de conservação de nascentes através da elaboração de índices de categorias distintas. O autor priorizou no seu estudo a elaboração de dois índices: o Índice de Conservação Ecológica (ICE) e o Índice de Conservação Socioambiental (ICS) com posterior enquadramento do estado de conservação da nascente. Os indicadores ecológicos foram justificados devido à função ecológica das nascentes como formadoras de cursos d'água e de ecossistemas aquáticos; e os indicadores socioambientais foram justificados pelo autor através de determinantes para a ideal funcionalidade das nascentes como fonte de água para consumo humano e animal.

Para avaliar o estado de conservação de nascentes através de 06 indicadores ecológicos, Ribeiro (2014) adotou os seguintes parâmetros de análise (Quadro 15): Fluxo de água, Cor da água, Odor da água, Salinidade (‰), Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L), Oxigênio Dissolvido (mg/L), Riqueza da fauna aquática, Bioindicadores aquáticos, Cobertura vegetal, Cobertura do solo, Riqueza da fauna de invertebrados do solo e Bioindicadores Terrestres.

Os parâmetros incorporados na ferramenta de Ribeiro (2014) com foco no Índice de Conservação Ecológica abordaram análises da classificação do fluxo hídrico (VALENTE; GOMES, 2011), análises com observação *in loco* de características sensoriais da água, análises de alguns parâmetros de qualidade da água e análises com foco em aspectos ecológicos, seja no tipo de cobertura vegetal presente nas áreas de APP, na riqueza da fauna aquática e de invertebrados do solo, e ainda, na presença de bioindicadores aquáticos e terrestres.

Os parâmetros adotados por Ribeiro (2014) para a análise da qualidade da água, com foco no consumo humano e animal não foram os mesmos utilizados na proposta de Pereira (2012); Machado (2013) e Oliveira, (2014), que são direcionados especialmente ao consumo humano. Ressalta-se na proposta do autor o padrão organoléptico<sup>5</sup> adotado para a avaliação das nascentes e agrupado aos parâmetros de ordem ecológica.

Os parâmetros de ordem ecológica da metodologia proposta por Ribeiro (2014) são correspondentes com a função ambiental da nascente, prevista na Resolução CONAMA n°

---

<sup>5</sup> Conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para o consumo humano, mas que não necessariamente implicam riscos à saúde (MS, 2011).

303/2002 que indica a preservação dos recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade.

**Quadro 15 – Parâmetros do Índice de Conservação Ecológica (ICE) para avaliação do estado de conservação de nascentes. (continua)**

<b>Ordem</b>	<b>Parâmetro Ecológico</b>	<b>Descrição da situação verificada em campo</b>			
<b>ICE-01</b>	<b>Fluxo de água (hídrico)</b>	<b>Perene.</b> Apresenta fluxo de água contínuo durante todo o ano.	<b>Intermitente.</b> Apresenta fluxo de água apenas na estação chuvosa	<b>Efêmero.</b> Apresenta fluxo de água durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas.	<b>Não observado.</b> Quando não for possível observar fluxo de água na nascente.
<b>ICE-02</b>	<b>Cor da água</b>	<b>Incolor.</b> Quando a água estiver transparente.	<b>Barrenta ou turva.</b> Quando a água estiver com cor de barro e com sólidos em suspensão.	<b>Escura ou verde.</b> Quando a água apresentar cor escurificada ou esverdeada.	<b>Não observado.</b> Quando não for possível observar cor da água devido à ausência de água na nascente.
<b>ICE-03</b>	<b>Odor da água</b>	<b>Inodora.</b> Quando a água não apresentar cheiro ou odor.	<b>Fraco.</b> Quando a água apresentar cheiro ou odor de baixa intensidade.	<b>Forte.</b> Quando a água apresentar cheiro ou odor de alta intensidade.	<b>Não observado.</b> Quando não for possível detectar odor da água devido à ausência de água na nascente.
<b>ICE-04</b>	<b>Salinidade (‰)<sup>1</sup></b>	<b>Doce.</b> Quando a salinidade da água for igual ou inferior a 0,5 ‰.	<b>Salobra.</b> Quando a salinidade da água for superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰.	<b>Salgada.</b> Quando a salinidade da água for igual ou superior a 30 ‰.	<b>Não observado.</b> Quando não for possível realizar aferição da salinidade devido à ausência de água na nascente.
<b>ICE-05</b>	<b>Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)</b>	<b>&lt; 100.</b> De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 1.	<b>≥ 100 ≤ 500.</b> De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 1.	<b>&gt; 500.</b> De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 1.	<b>Não observado.</b> Quando não for possível realizar aferição de SDT devido à ausência de água na nascente.
<b>ICE-06</b>	<b>Oxigênio Dissolvido (mg/L)<sup>2</sup></b>	<b>≥ 6.</b> De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 1.	<b>≥ 5.</b> De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 2.	<b>≥ 4.</b> De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 3.	<b>Não observado.</b> Quando não for possível realizar aferição de OD devido à ausência de água na nascente.

**Quadro 15**– Parâmetros do Índice de Conservação Ecológica (ICE) para avaliação do estado de conservação de nascentes. (continuação)

<b>Ordem</b>	<b>Parâmetro Ecológico</b>	<b>Descrição da situação verificada em campo</b>			
<b>ICE-07</b>	<b>Riqueza da fauna aquática</b>	<b>≥ 21.</b> Número médio de espécies de invertebrados aquáticos encontradas em ecossistemas aquáticos conservados.	<b>11 a 20.</b> Número médio de espécies encontradas em ecossistemas aquáticos perturbados.	<b>≤ 10.</b> Número médio de espécies encontradas em ecossistemas aquáticos degradados.	<b>Não observado.</b> Quando não for possível coletar invertebrados aquáticos devido à ausência de água na nascente.
<b>ICE-08</b>	<b>Bioindicadores Aquáticos</b>	<b>Sensíveis.</b> Quando forem coletados invertebrados aquáticos pertencentes aos grupos Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata.	<b>Tolerantes.</b> Quando forem encontrados invertebrados aquáticos pertencentes aos grupos Heteroptera, Coleoptera e Gastropoda.	<b>Resistentes.</b> Quando forem encontrados invertebrados aquáticos pertencentes aos grupos Oligochaeta, Ostracoda, Chironomidae (Larvas vermelhas), Coleoptera e Hidracarina.	<b>Não observado.</b> Quando não for possível coletar invertebrados aquáticos devido à ausência de água na nascente.
<b>ICE-09</b>	<b>Cobertura vegetal</b>	<b>Vegetação arbórea.</b> Quando houver predominância de espécies arbóreas na APP.	<b>Vegetação arbóreo-arbustiva.</b> Quando houver predominância de espécies arbóreas e arbustivas na APP.	<b>Vegetação arbustiva.</b> Quando houver predominância de espécies arbustivas na APP.	<b>Vegetação herbácea.</b> Quando houver predominância de espécies herbáceas na APP.
<b>ICE-10</b>	<b>Cobertura do Solo (%)</b>	<b>100.</b> Quando o solo estiver totalmente coberto por serapilheira na área amostral de 0,25m <sup>2</sup> ou 25 quadrantes.	<b>&lt;100 ≥ 50.</b> Quando o solo estiver coberto de serapilheira em 0,125m <sup>2</sup> (entre 24 e 12 quadrantes) na área de 0,25m <sup>2</sup> .	<b>&lt; 50 ≥ 25.</b> Quando o solo estiver coberto de serapilheira em 0,625m <sup>2</sup> (entre 11 e 6 quadrantes) na área de 0,25m <sup>2</sup> .	<b>&lt; 25.</b> Quando o solo estiver coberto apenas por galhos finos, miscelânea e pedras em na área de 0,25m <sup>2</sup> .

**Quadro 15**– Parâmetros do Índice de Conservação Ecológica (ICE) para avaliação do estado de conservação de nascentes. (conclusão)

Ordem	Parâmetro Ecológico	Descrição da situação verificada em campo			
ICE-11	Riqueza da fauna de invertebrados do solo	> 20. Número médio de espécies de invertebrados do solo encontrados em ecossistemas terrestres conservados.	11 a 20. Número médio de espécies de invertebrados do solo encontrados em ecossistemas terrestres manejados e com uso agrícola	5 a 10. Número médio de espécies de invertebrados do solo encontrados em ecossistemas terrestres com uso agrícola e monocultura.	< 5. Número médio de espécies de invertebrados do solo encontrados em ecossistemas terrestres degradados (solo exposto).
ICE-12	Bioindicadores Terrestres	<b>Sensíveis.</b> Quando forem encontrados invertebrados de solo pertencentes aos grupos Diplopoda Chilopoda Blattodea, Scorpionida Pseudoescorpionida e Opilliones.	<b>Tolerantes.</b> Quando forem encontrados invertebrados de solo pertencentes aos grupos Formicidae Coleoptera, Collembola e Acari.	<b>Muito Tolerantes.</b> Quando forem encontrados invertebrados de solo pertencentes aos grupos Staphylinidae e Lepidoptera, Hemiptera.	<b>Resistentes.</b> Quando forem encontrados invertebrados de solo pertencentes aos grupos Coleoptera (Carabeidae) e Aranea (Lycosidade).

Fonte: (RIBEIRO, 2014). Adaptado.

<sup>1</sup> Valores de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 1.

<sup>2</sup> Valores de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 1: destinadas ao abastecimento humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, recreação e irrigação; águas doces de classe 2: destinada ao abastecimento humano após tratamento convencional, proteção das comunidades aquáticas, recreação, irrigação e à aquicultura e atividade de pesca; e águas doces de classe 3: Valor padrão para água destinada ao abastecimento humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário, e à dessedentação de animais.

Para avaliar o estado de conservação de nascentes através de 06 indicadores socioambientais, foram utilizados os seguintes parâmetros de análise na proposta de Ribeiro (2014) (Quadro 16): Uso da água, Meio captação da água, Área de inserção, Uso e ocupação do solo no entorno, Práticas de manejo sustentável, Conhecimento local sobre a flora nativa, Conhecimento local sobre a fauna nativa, Lançamento de efluentes domésticos, Ocorrência de queimadas ou desmatamento, Ocorrência de processos erosivos, Presença de animais de criação e Presença de resíduos sólidos.

Alguns dos parâmetros incorporados com foco no Índice de Conservação Socioambiental (ICS) proposto por Ribeiro (2014) estão inclusos na metodologia de Pereira (2012); Machado (2013) e Oliveira (2014). São instrumentos que mensuram a interferência ambiental direta a partir das práticas realizadas pelos usuários através dos usos da água e do solo, e/ou das técnicas impróprias nas áreas das nascentes.

O ICS também conta com parâmetros relacionados à área de inserção da nascente e ao conhecimento da população local, através da realização das práticas de manejo sustentáveis realizadas ou do conhecimento sobre a fauna e a flora nativa da região. Com relação ao conhecimento popular incorporado na metodologia, convém interpor que este tipo de conhecimento se torna falível e inexato, principalmente por se conformar com a aparência de algo que se ouviu dizer a respeito, tornando a metodologia contestável, principalmente pela característica subjetiva dos parâmetros. Para Lakatos e Marconi (2010), o conhecimento popular possui as características da subjetividade, no qual o sujeito organiza as suas experiências e conhecimentos a partir de suas vivências e do que ouviu falar.

Para expressar o resultado final, a ferramenta proposta por Ribeiro (2014) apresentou a mesma lógica da proposta de Pereira (2012); Machado (2013) e Oliveira (2014), através do somatório das pontuações determinadas para cada índice (Quadro 17 e 18) e posterior enquadramento do estado de conservação das nascentes nos intervalos determinados: Degradada (pontuação de 0 a 12), Perturbada (pontuação de 13 a 24) e Conservada (pontuação de 25 a 36) que possuem a mesma nomenclatura de Pinto (2003), porém com intervalos de pontuação definidos. A partir do enquadramento final das nascentes analisadas pelo autor, foi realizado um comparativo das notas dos Índices de Conservação Ecológico (ICE) e Socioambiental (ICS) para indicação da categoria que possui maior influência no estado de conservação das nascentes, sendo apontada a categoria que apresenta maior nota final entre o ICE e ICS.

**Quadro 16** – Parâmetros do Índice de Conservação Socioambiental (ICS) para avaliação do estado de conservação de nascentes. (continua)

<b>Ordem</b>	<b>Parâmetro Socioambiental</b>	<b>Descrição da situação verificada em campo</b>			
<b>ICS-01</b>	<b>Uso da água</b>	<b>Ausente.</b> Quando a nascente não for utilizada pela comunidade ou frequentada por animais.	<b>Eventual.</b> Quando a nascente estiver sendo utilizada apenas durante períodos de estiagem prolongada.	<b>Frequente.</b> Quando a nascente estiver sendo utilizada durante a estação seca do ano.	<b>Diário.</b> Quando a nascente estiver sendo utilizada diariamente durante todo o ano.
<b>ICS-02</b>	<b>Meio de captação da água</b>	<b>Ausente.</b> Quando estiver sendo utilizado nenhum meio de captação de água na nascente.	<b>Recipiente exclusivo.</b> Quando estiver sendo utilizado um balde ou vasilhame exclusivo reservado apenas para a captação de água na nascente.	<b>Recipiente qualquer.</b> Quando estiver sendo utilizado recipiente que apresenta outros usos além da captação de água na nascente.	<b>Bomba elétrica.</b> Quando a captação da água na nascente estiver sendo realizada através de canalizações conectadas a uma bomba elétrica.
<b>ICS-03</b>	<b>Área de inserção</b>	<b>Área protegida.</b> Quando a nascente estiver inserida em uma Unidade de Conservação ou Reserva Legal.	<b>Grande propriedade.</b> Quando a nascente estiver inserida em uma propriedade privada ou latifúndio.	<b>Minifúndio.</b> Quando a nascente estiver inserida em uma propriedade privada de área menor que 5 hectares e/ou de posse de herdeiros.	<b>Área pública.</b> Quando a nascente estiver inserida em uma área de uso público.
<b>ICS-04</b>	<b>Uso e ocupação do solo no entorno</b>	<b>Mata nativa.</b> Quando a área de entorno da nascente apresentar predominância de vegetação nativa virgem ou em processo de regeneração natural.	<b>Policultura.</b> Quando a área de entorno da nascente apresentar predominância cultivo de culturas diversificadas e frutíferas.	<b>Pasto ou monocultura.</b> Quando a área de entorno da nascente apresentar predominância de pastagens e culturas de subsistência.	<b>Solo exposto.</b> Quando a área de entorno da nascente apresentar predominância de solo exposto característico de áreas em processo de degradação.

**Quadro 16** – Parâmetros do Índice de Conservação Socioambiental (ICS) para avaliação do estado de conservação de nascentes. (continuação)

<b>Ordem</b>	<b>Parâmetro Socioambiental</b>	<b>Descrição da situação verificada em campo</b>			
<b>ICS-05</b>	<b>Práticas de manejo sustentável</b>	<b>Frequente.</b> Quando forem observadas práticas sustentáveis de manejo dos recursos naturais em várias propriedades da área de entorno da nascente.	<b>Presente.</b> Quando forem observadas práticas sustentáveis de manejo dos recursos naturais em algumas propriedades da área de entorno da nascente.	<b>Pouco presente.</b> Quando forem observadas práticas sustentáveis de manejo dos recursos naturais em uma ou duas propriedades da área de entorno da nascente.	<b>Ausente.</b> Quando não forem observadas práticas sustentáveis de manejo dos recursos naturais em propriedades da área de entorno da nascente.
<b>ICS-06</b>	<b>Conhecimento local sobre a flora nativa</b>	<b>Alto.</b> Quando forem citadas pelos informantes-chaves mais de 20 espécies de plantas nativas da região.	<b>Moderado.</b> Quando forem citadas pelos informantes-chaves entre 11 a 20 espécies de plantas nativas da região.	<b>Baixo.</b> Quando forem citadas pelos informantes-chaves entre 05 a 10 espécies de plantas nativas da região.	<b>Muito Baixo.</b> Quando forem citadas pelos informantes-chaves menos de 05 espécies de plantas nativas da região.
<b>ICS-07</b>	<b>Conhecimento local sobre a fauna nativa</b>	<b>Alto.</b> Quando forem citadas pelos informantes-chaves mais de 20 espécies de animais nativos da região.	<b>Moderado.</b> Quando forem citadas pelos informantes-chaves entre 11 a 20 espécies de animais nativos da região.	<b>Baixo.</b> Quando forem citadas pelos informantes-chaves entre 05 a 10 espécies de plantas animais nativos da região.	<b>Muito Baixo.</b> Quando forem citadas pelos informantes-chaves menos de 05 espécies de plantas animais nativos da região.
<b>ICS-08</b>	<b>Lançamento de efluentes domésticos</b>	<b>Ausente.</b> Quando não for observado o lançamento de efluentes domésticos ou esgoto a céu aberto próximo ou no corpo da nascente.	<b>Baixo.</b> Quando for observado o lançamento de efluentes domésticos ou esgoto a céu aberto a uma distância maior que 100m do corpo da nascente.	<b>Moderado.</b> Quando for observado o lançamento de efluentes domésticos ou esgoto a céu aberto a uma distância menor que 100m e maior que 50m do corpo da nascente.	<b>Alto.</b> Quando for observado o lançamento de efluentes domésticos ou esgoto a céu aberto a uma distância menor que 50m do corpo da nascente.

**Quadro 16** – Parâmetros do Índice de Conservação Socioambiental (ICS) para avaliação do estado de conservação de nascentes. (conclusão)

Ordem	Parâmetro Socioambiental	Descrição da situação verificada em campo			
ICS-09	Ocorrência de queimadas ou desmatamento	<b>Ausente.</b> Quando não forem observadas evidências de queimadas ou corte da vegetação na área de entorno da nascente.	<b>Baixa.</b> Quando forem observadas poucas evidências de queimadas ou corte da vegetação na área de entorno da nascente.	<b>Moderada.</b> Quando forem observadas várias evidências de queimadas ou corte da vegetação na área de entorno da nascente.	<b>Alta.</b> Quando forem observadas evidências de queimadas ou corte da vegetação na APP e área de entorno da nascente.
ICS-10	Ocorrência de processos erosivos	<b>Ausente.</b> Quando o solo estiver coberto de vegetação, sem voçorocas, ravinas ou qualquer tipo processo erosivo.	<b>Baixa.</b> Quando o solo apresentar voçorocas, ravinas ou qualquer tipo processo erosivo de pequena profundidade e extensão.	<b>Moderada.</b> Quando o solo apresentar voçorocas, ravinas ou qualquer tipo processo erosivo de média profundidade e extensão.	<b>Alta.</b> Quando o solo apresentar voçorocas, ravinas ou qualquer tipo processo erosivo de grande profundidade e extensão.
ICS-11	Presença de animais de criação	<b>Ausente.</b> Quando não houver presença de animais frequentando o corpo da nascente.	<b>Baixa.</b> Quando houver poucas evidências de animais frequentando o corpo da nascente.	<b>Moderada.</b> Quando houver presença de animais frequentando o corpo da nascente.	<b>Alta.</b> Quando houver grande quantidade de animais frequentando o corpo da nascente.
ICS-12	Presença de resíduos sólidos	<b>Ausente.</b> Quando não forem encontrados resíduos sólidos no corpo da nascente.	<b>Baixa.</b> Quando for encontrada pouca quantidade de resíduos sólidos no corpo da nascente.	<b>Moderada.</b> Quando for encontrada uma quantidade considerável de resíduos sólidos no corpo da nascente.	<b>Alta.</b> Quando for encontrada uma grande quantidade de resíduos sólidos no corpo da nascente.

Fonte: (RIBEIRO, 2014). Adaptado.

**Quadro 17** – Critérios de pontuação estabelecidos para os parâmetros de análise do Índice de Conservação Ecológica (ICE).

<b>ÍNDICE DE CONSERVAÇÃO ECOLÓGICA DE NASCENTES</b>					
<b>Ordem</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS (NOTAS)</b>			
		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>ICE-01</b>	<b>Fluxo de água (hídrico)</b>	Perene	Intermitente	Efêmero	Não observado
<b>ICE-02</b>	<b>Cor da água</b>	Incolor	Barrenta ou turva	Escura ou verde	Não observado
<b>ICE-03</b>	<b>Odor da água</b>	Inodora	Fraco	Forte	Não observado
<b>ICE-04</b>	<b>Salinidade (‰)</b>	Doce	Salobra	Salgada	Não observado
<b>ICE-05</b>	<b>Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)</b>	< 100	≥ 100	≤ 500 > 500	Não observado
<b>ICE-06</b>	<b>Oxigênio Dissolvido (mg/L)</b>	≥ 6	> 4 < 6	≤ 4	Não observado
<b>ICE-07</b>	<b>Riqueza da fauna aquática</b>	≥ 21	>11 ≤ 20	≤ 10	Não observado
<b>ICE-08</b>	<b>Bioindicadores Aquáticos</b>	Sensíveis.	Tolerantes	Resistentes	Não observado
<b>ICE-09</b>	<b>Cobertura vegetal</b>	Vegetação arbórea	Vegetação arbóreo-arbustiva	Vegetação arbustiva	Vegetação herbácea
<b>ICE-10</b>	<b>Cobertura do Solo (%)</b>	100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25
<b>ICE-11</b>	<b>Riqueza da fauna de invertebrados do solo</b>	> 20	11 a 20	5 a 10	< 5
<b>ICE-12</b>	<b>Bioindicadores Terrestres</b>	Sensíveis	Tolerantes	Muito Tolerantes	Resistentes

Fonte: (RIBEIRO, 2014). Adaptado.

**Quadro 18** – Critérios de pontuação estabelecidos para os parâmetros de análise do Índice de Conservação Socioambiental (ICS).

<b>ÍNDICE DE CONSERVAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE NASCENTES</b>					
<b>Ordem</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>AVALIAÇÃO DOS CRITÉRIOS (NOTAS)</b>			
		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>ICS-01</b>	<b>Uso da água</b>	Ausente	Eventual	Frequente	Diário
<b>ICS-02</b>	<b>Meio de captação da água</b>	Ausente	Recipiente exclusivo	Recipiente qualquer	Bomba elétrica
<b>ICS-03</b>	<b>Área de inserção</b>	Área protegida	Área privada	Minifúndio	Área pública
<b>ICS-04</b>	<b>Uso e ocupação do solo no entorno</b>	Mata nativa	Policultura	Pasto ou monocultura	Solo exposto
<b>ICS-05</b>	<b>Práticas de manejo sustentável</b>	Frequente	Presente	Pouco presente	Ausente
<b>ICS-06</b>	<b>Conhecimento local sobre a flora nativa</b>	Alto	Moderado	Baixo	Muito Baixo
<b>ICS-07</b>	<b>Conhecimento local sobre a fauna nativa</b>	Alto	Moderado	Baixo	Muito Baixo
<b>ICS-08</b>	<b>Lançamento de efluentes domésticos</b>	Ausente	Baixo	Moderado	Alto
<b>ICS-09</b>	<b>Ocorrência de queimadas e/ou desmatamento</b>	Ausente	Baixa	Moderada	Alta
<b>ICS-10</b>	<b>Ocorrência de processos erosivos</b>	Ausente	Baixa	Moderada	Alta
<b>ICS-11</b>	<b>Presença de animais de criação</b>	Ausente	Baixa	Moderada	Alta
<b>ICS -12</b>	<b>Presença de resíduos sólidos</b>	Ausente	Baixa	Moderada	Alta

Fonte: (RIBEIRO, 2014). Adaptado.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho objetivou adequar metodologias para a conservação de nascentes a partir da inserção de uma abordagem política, visando à avaliação do potencial de conservação de nascentes rurais utilizadas para o abastecimento humano. Como previsto nos objetivos específicos, realizaram-se: (I) Revisões teóricas de protocolos e metodologias utilizadas para a conservação de nascentes; (II) Adequações metodológicas com a inserção de uma abordagem política para a avaliação do potencial de conservação de nascentes utilizadas para o abastecimento humano; (III) Avaliação do potencial de conservação de nascentes rurais utilizadas para o abastecimento humano no Assentamento Caricé, a partir da adequação metodológica realizada.

Para atendimento aos objetivos mencionados utilizou-se o método dedutivo, que parte de premissas verdadeiras e aponta toda a informação ou conteúdo factual da conclusão que já estava, pelo menos, implicitamente nas premissas (LAKATOS; MARCONI, 2010). As técnicas adotadas no estudo foram realizadas utilizando-se documentação indireta (pesquisa documental e bibliográfica); e documentação direta (pesquisa de campo, pesquisa de laboratório, observação assistemática, entrevistas estruturadas e roteiro de campo). Para Lakatos e Marconi (2010), a observação assistemática ou não estruturada é um tipo de observação de caráter exploratório que consiste no recolhimento e registro de fatos da realidade sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais ou perguntas diretas.

A entrevista estruturada distingue-se dos demais formatos de entrevistas disponíveis devido à adoção de um roteiro previamente elaborado (Apêndice A), no qual as perguntas são realizadas ao indivíduo também selecionado previamente de acordo com um plano. A principal característica nesta padronização é obter dos entrevistados respostas às mesmas perguntas, permitindo que sejam comparadas com um mesmo conjunto de perguntas (LAKATOS; MARCONI, 2010). Os entrevistados foram selecionados a partir da amostra das nascentes da pesquisa, que correspondem aos agricultores que possuem as nascentes inseridas nas parcelas na área do assentamento rural, definidas de acordo com os critérios de uso e compartilhamento da nascente.

### 3.1 Procedimentos para a adequação metodológica

A adequação metodológica foi realizada por meio de pesquisas bibliográficas e consultas em bases de dados na área de ciências ambientais, buscando através de um estudo direcionado, as metodologias e trabalhos já existentes e relacionados ao tema (Quadro 19).

**Quadro 19** – Aporte científico para a adequação metodológica de avaliação do potencial de conservação de nascentes.

<b>Autores</b>	<b>Parâmetros</b>
Pinto (2003)	Vegetação nativa*
Valente e Gomes (2011)	Fluxo Hídrico*
Pereira (2012) Machado (2013) Oliveira (2014)	Turbidez da água*; Presença de <i>E. coli</i> *; Presença de resíduos sólidos*; Suspeita de agrotóxico na água; Uso direto da água*; Desproteção física; Predominância de cobertura vegetal no solo*; Ocorrência de processos erosivos no solo*; Uso de agrotóxico*; Presença de animais de criação*; Evidência de queimadas ou corte da vegetação*; Ocorrência de edificações domésticas e / ou rurais.
Ribeiro (2014)	Fluxo de água (hídrico); Cor da água*; Odor da água; Salinidade (‰)*; Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L); Oxigênio Dissolvido (mg/L) *; Riqueza da fauna aquática; Bioindicadores Aquáticos; Cobertura vegetal; Cobertura do Solo (%); Riqueza da fauna de invertebrados do solo; Bioindicadores Terrestres; Uso da água; Meio de captação da água; Área de inserção; Uso e ocupação do solo no entorno; Práticas de manejo sustentável; Conhecimento local sobre a flora nativa; Conhecimento local sobre a fauna nativa; Lançamento de efluentes Domésticos; Ocorrência de queimadas ou desmatamento; Ocorrência de processos erosivos; Presença de animais de criação; Presença de resíduos sólidos.

Fonte: (PINTO, 2003; VALENTE; GOMES, 2011; PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014; RIBEIRO, 2014).

\*Parâmetros inclusos na adequação metodológica.

Dentro desta perspectiva, as metodologias elaboradas e já validadas pelos autores (PINTO, 2003; VALENTE E GOMES, 2011; PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014; RIBEIRO, 2014) serviram como principal aporte científico de análise para a construção da adequação metodológica.

Contudo, após a seleção dos principais parâmetros foram realizadas adaptações e inclusões, com uma nova abordagem que propõe um agrupamento interdisciplinar por eixos, indicando a importância do estudo nas ciências ambientais para a gestão das áreas de nascentes.

### 3.2 Procedimentos para avaliação do potencial de conservação de nascentes

A validação metodológica realizou-se por meio de visita a campo, no mês de outubro de 2016, no período com as condições ambientais mais críticas (período seco), considerando os dados do Boletim Climático da Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC. Segundo o documento, o comportamento das chuvas na Zona da Mata foi considerado muito atípico, classificando os meses de junho a agosto como muito seco; e os meses de setembro e outubro como seco (APAC, 2016). As nascentes na amostra estão inclusas no trabalho de Machado (2013), georreferenciadas com apoio do GPS 12 Personal Navigator® da marca GARMIN (Quadro 20). A coleta foi realizada através de uma única medição e com o apoio de roteiro de campo específico para a coleta das informações (Apêndice C). Após a aplicação da proposta metodológica permitiu-se a validação e o atual potencial de conservação das nascentes utilizadas para abastecimento humano, considerando os usos e práticas realizadas pelos usuários das nascentes.

**Quadro 20** – Coordenadas geográficas da amostra de nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE) utilizadas para o abastecimento humano nesta pesquisa.

Nascente	Coordenadas Geográficas	
	Latitude	Longitude
N01	9106115	0252154
N05	9106138	0252340
N08	9106294	0252741
N09	9106381	0253053
N10	9106157	0251816
N12A	9106731	0252076
N12B	9106477	0252137
N18	9106347	0252548
N19	9107069	0252418
N21	9107089	0252565
N23	9106087	0252020

Fonte: (MACHADO, 2013). Adaptado.

Para cumprimento do objetivo utilizou-se dois critérios fundamentais para a escolha das nascentes, que são: 1) uso pessoal, considerando as atividades como dessedentação humana, preparação de alimentos e higiene doméstica; e 2) uso compartilhado, caracterizado pela distribuição da água e/ou permissão do uso por outras famílias que residam próximas à área a qual se insere a nascente dentro do assentamento.

Para definição da amostra utilizou-se as seguintes equações:

$$n_0 = 1/E_0^2 \quad (1)$$

$$n = N.n_0/N + n_0 \quad (2)$$

Onde:

$n_0$  = Aproximação do tamanho da amostra

$E_0$  = erro amostral tolerável

$N$  = Tamanho da população

$n$  = Tamanho da amostra

A partir do erro amostral tolerável definido na pesquisa ( $E_0 = 11\%$ ), que de acordo com Barbetta (2005) é definido pelo pesquisador, relatando quanto ele admite errar na avaliação dos parâmetros de interesse para definição do tamanho de uma amostra. Em situação similar, Mendonça (2013) propôs – no seu trabalho a análise da qualidade da água de cisternas utilizadas para o abastecimento humano – o mesmo erro tolerável de 11% nas entrevistas realizadas com assentados de reforma agrária no Semiárido Pernambucano, demonstrando a confiabilidade da amostra a partir do erro indicado. A partir das equações calculou-se através do tamanho da população ( $N = 13$  nascentes) a amostra (Quadro 21) com nível de confiança de 90%, que pode ser confirmado através da calculadora on-line (SANTOS, 2017). Após a definição da amostra e coleta de dados, as informações foram tabuladas e processadas para posterior enquadramento na adequação metodológica.

**Quadro 21** – Dados dos Cálculos de “n” Amostral para definição das nascentes analisadas.

<b>Erro amostral tolerável</b>	<b>Tamanho da população</b>	<b>Aproximação do tamanho da amostra</b>	<b>Tamanho da amostra</b>
11%	13 nascentes	82,64	11 nascentes

Fonte: Dados da Pesquisa de campo, realizada em outubro de 2016.

Na pesquisa foram priorizados os usos múltiplos das águas que atendem preferencialmente o abastecimento humano, direcionado ao consumo da água nas atividades domésticas no assentamento. A avaliação das nascentes foi realizada a partir da proposta metodológica interdisciplinar para o potencial de conservação de nascentes. Foi desenvolvida neste trabalho a partir de três eixos distintos (ecológico, socioterritorial e político) que avalia as condições das nascentes utilizadas para o abastecimento humano.

Para a análise dos parâmetros indicados no eixo ecológico, foram utilizados os seguintes métodos:

(a) Turbidez da Água (Tb): Para a medição da turbidez da água nas nascentes realizou-se uma aferição direta *in loco* nas nascentes, utilizando o Turbidímetro DLT-WV da marca DEL LAB, para medição de turbidez pelo método nefelométrico.

De acordo com o Ministério da Saúde, na sua Portaria de nº 2914 de 2011, os valores de Turbidez que atendem os padrões de potabilidade podem atingir até 5,0 uT, estando desta forma, a água própria para beber após a sua desinfecção. Os valores de Turbidez, superiores a 5 uT, indicam que suas águas não podem ser classificadas na Classe Especial, prevista na Resolução CONAMA nº 357/2005, que se destina ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção.

(b) Contaminação por *Escherichia coli*: A confirmação da contaminação foi realizada pelo método de análise microbiológica (coliformes totais e termotolerantes) através do método Chromocult®. As amostras de água foram coletadas *in loco* e acondicionadas em recipientes adequados e autoclavados, e ainda transportadas em caixa térmica com gelo. As análises do parâmetro foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental – LEA (Quadro 22). Os valores também foram confrontados com a Portaria de nº 2914/2011, do Ministério da Saúde e com a Resolução CONAMA nº 274/2000.

**Quadro 22** – Descrição da análise microbiológica realizada no Laboratório de Engenharia Ambiental – LEA (Centro Acadêmico do Agreste - UFPE).

Parâmetro	Método	Diluições	Incubação	Resultados Expressos	Local de Análise
Coliformes Totais	Filtração em membrana que utilizou como meio de cultura o Chromocult® Coliform Agar (Merck - Cat. 1.10426)	$10^{-2}$ e $10^{-3}$	36°C ± 1°C por 24 h ± 1h.	UFC/100ml	Laboratório de Engenharia Ambiental – LEA.
<i>E. coli</i>					

Fonte: Elaborado pela autora.

(c) Salinidade (‰): Parâmetro responsável para a indicação de concentração de sais dissolvidos na água. É considerada uma importante ferramenta na metodologia devido à interferência climática, pois nas épocas mais secas do ano aumenta a evaporação da água e, conseqüentemente a concentração de sais, prejudicando o consumo da água nas populações rurais. Realizou-se uma medição *in loco* com o apoio do medidor multiparâmetro portátil HI 9828 da Marca HANNA.

Para a análise dos resultados, o referido parâmetro se apoia no padrão estabelecido pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 357/2005, que enquadra a água

pelo nível de concentração de sais, em: águas doces ( $\leq 5\%$ ), salobras ( $>5\%$  a  $30\%$ ) e salinas ( $\geq 30\%$ ).

(d) Oxigênio Dissolvido (mg/L): Importante ferramenta para a indicação de concentração de oxigênio dissolvido na água, este parâmetro possui grande importância para o abastecimento humano e para a preservação da vida aquática nas nascentes. A resolução CONAMA n° 357/2005 estabelece padrões para as classes 1, 2 e 3 das águas doces e na última classe é aceitável o valor de até 4 mg/L O<sub>2</sub>. Realizou-se uma medição *in loco* com o apoio do medidor multiparâmetro portátil HI 9828 da Marca HANNA.

(e) Aparência da água: Para a realização deste parâmetro utilizou-se a observação direta *in loco* na nascente seguida de registro documental e fotográfico.

(f) Fluxo Hídrico: Para análise deste parâmetro utilizou-se o registro fotográfico e entrevista (Apêndice A) aplicada aos agricultores que utilizam as nascentes.

(g) Cobertura Vegetal: O parâmetro em questão foi analisado através de observação *in loco* com apoio de roteiro de campo para verificação da ocorrência de áreas de proteção permanente delimitadas na área de pesquisa, considerando o previsto no Código Florestal Brasileiro.

Segundo a Resolução CONAMA n° 303, de 20 de março de 2002, em seu art. 3°, inciso II, as Áreas de Preservação Permanente são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, que se incumbe a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade. Também são áreas que facilitam o fluxo gênico de fauna e flora, protegem o solo e são capazes de assegurar o bem-estar das populações (BRASIL, 2012). A predominância de cobertura vegetal influencia diretamente o potencial das fontes de água, uma vez que exerce importante papel de proteção dos cursos d'água.

Para atendimento dos parâmetros de qualidade da água utilizou-se técnicas de análises com a medição de parâmetros físicos, químicos e biológicos (Quadro 23).

**Quadro 23** – Parâmetros para a análise da água de nascentes para o abastecimento humano.

Parâmetros de Qualidade da Água		Metodologia analítica	Local de análise
Físico	Turbidez	Turbidímetro DLT-WV da marca DEL LAB	<i>in loco</i>
Químico	Salinidade	Multiparâmetro portátil HI 9828 da Marca HANNA.	<i>in loco</i>
	Oxigênio Dissolvido		<i>in loco</i>
Biológico	<i>Escherichia coli</i>	Chromocult®	Laboratório de Engenharia Ambiental – LEA.
	Coliformes Totais		

Fonte: Elaborado pela autora.

Para atendimento dos parâmetros indicados no eixo socioterritorial foram utilizadas as seguintes técnicas de análise:

(h) Uso da água: Indicado pela intensidade dos diversos usos da água das nascentes, o parâmetro foi realizado através da aplicação de entrevistas *in loco* (Apêndice A) nos agricultores que utilizam as nascentes e realizam a captação da água para diversas finalidades.

(i) Presença de animais de criação: Indicada pela frequência e intensidade de animais presentes na área delimitada, ou ainda pelos vestígios físicos deixados no local, como pegadas ou fezes identificadas nas áreas próximas as nascentes. O parâmetro foi realizado através da observação *in loco* com o apoio roteiro de campo (Apêndice C) e registros fotográficos.

(j) Presença de resíduos sólidos: Observado pela quantidade de resíduos sólidos na área delimitada da nascente. O parâmetro foi identificado por meio de observações *in loco*, registros fotográficos e roteiro de campo (Apêndice C), que permitiu o enquadramento da nascente na situação de descarte de resíduos.

(k) Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação: Indicado pela frequência da prática de queimadas e/ou supressão da vegetação. O referido parâmetro foi aplicado na área delimitada da nascente através de observação *in loco*, registros fotográficos e roteiro de campo (Apêndice C), que possibilitou o enquadramento da nascente.

(l) Impacto do uso e ocupação do território: Foram observados os usos e ocupação do território com a finalidade de enquadrar em níveis o impacto direto na área delimitada da nascente. Os impactos considerados neste parâmetro são ocasionados pelas ocupações e construções realizadas no entorno da nascente e que indicam os impactos relativos ao uso e ocupação do solo. As atividades de pouco impacto são enquadradas quando na área constar a predominância de mata nativa ou em processo de regeneração natural. O parâmetro foi analisado através de observações *in loco*, registros fotográficos e roteiro de campo (Apêndice C).

(m) Uso de agrotóxicos nas culturas: O parâmetro corresponde à intensidade do uso de agrotóxicos nas culturas plantadas na área delimitada da nascente. Foi levado em consideração à intensidade e frequência do uso de agrotóxicos nas culturas por meio de entrevistas semiestruturadas com os agricultores que realizam suas atividades no entorno das nascentes, registros fotográficos e entrevistas (Apêndice A).

(n) Ocorrência de processos erosivos no solo: O parâmetro corresponde à exposição ou não do solo e indícios de processos erosivos na área delimitada da nascente. Foi levada em consideração a ausência de vegetação no solo, evidências iniciais de processos erosivos, tais como: rachaduras, voçorocas entre outros aspectos. Foi analisado por meio de observações *in loco*, registros fotográficos e roteiro de campo, que possibilitou o enquadramento da nascente na situação descrita (Apêndice C).

(o) Benfeitorias realizadas no entorno da nascente: As benfeitorias aplicadas na área delimitada da nascente indicam o envolvimento social dos atores que demandam da água da nascente e que de certa forma promovem melhorias que influenciam diretamente na qualidade e disponibilidade da mesma. Foram consideradas as seguintes práticas: o plantio de mudas, a construção de alvenarias, anéis e tampas de concreto, a existência de instalações hidráulicas e o cercamento para a proteção da nascente. Para cumprimento do parâmetro foi realizado observações *in loco* na área delimitada da nascente, registros fotográficos e entrevistas (Apêndice A).

Para o cumprimento dos parâmetros indicados no eixo no eixo político foram utilizadas as seguintes técnicas:

(p) Iniciativas de programas e projetos para a recuperação na nascente: Para cumprimento do parâmetro foram realizadas entrevistas com os agricultores que utilizam a água (Apêndice A). A este parâmetro incumbe-se a análise do conjunto de iniciativas realizadas através de programas e projetos para a recuperação ou melhoria das condições da nascente.

(q) Atuação da Associação/organização de produtores rurais: Indicado através da existência e representação da associação/organização de produtores rurais com iniciativas através da busca de apoio e/ou suporte para a melhoria das condições da nascente. Ou seja, quando houver grande envolvimento por parte da comunidade em prol destas áreas. Foram realizadas entrevistas com os agricultores (Apêndice A).

(r) Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural: Identificado através da existência de atuação da assistência técnica ou de extensionistas rurais com o envolvimento e

adoção de práticas e técnicas para conservação na área da nascente. Para atendimento deste parâmetro foram realizadas entrevistas com os agricultores que utilizam a água (Apêndice A).

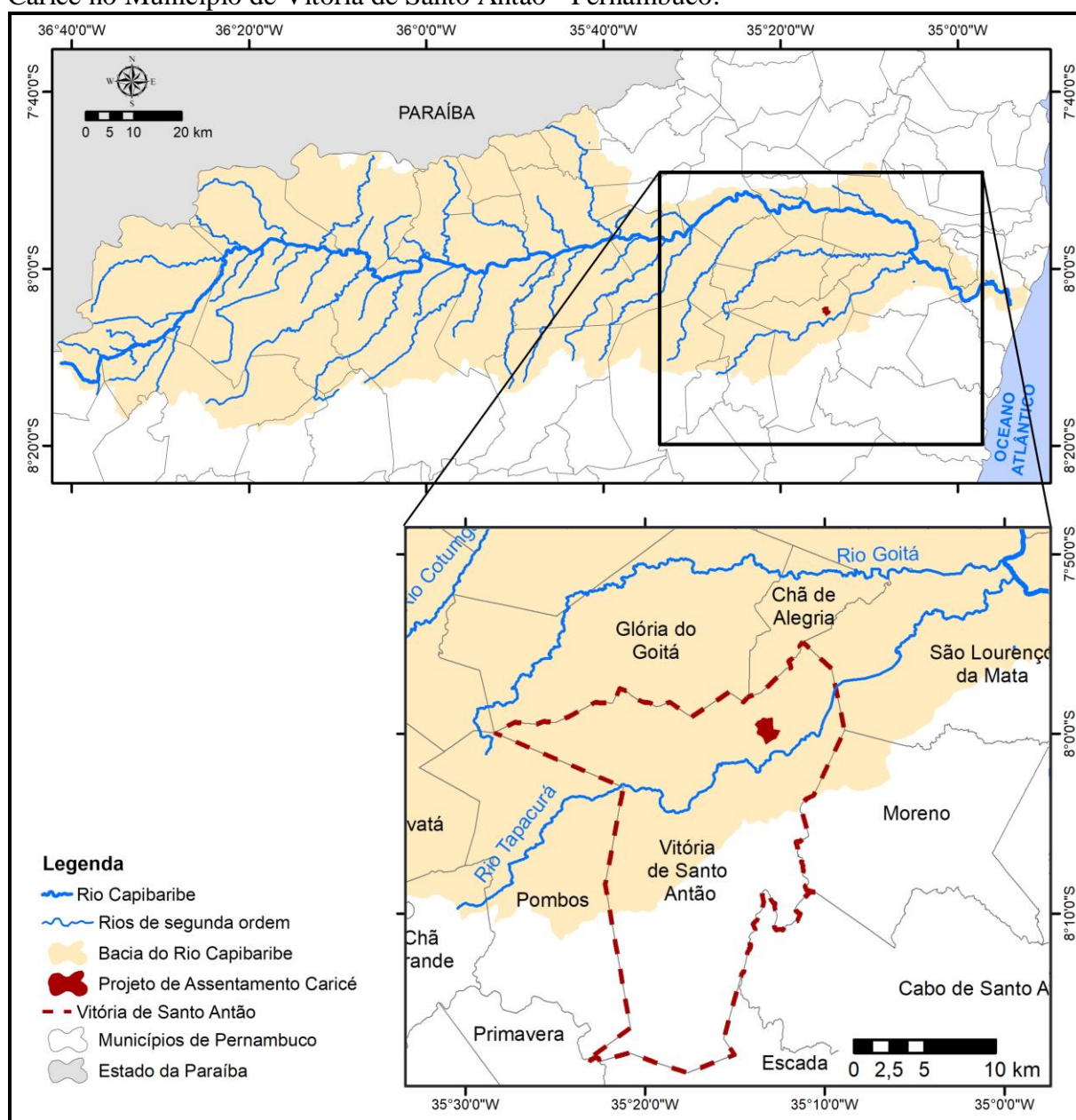
(s) Compartilhamento da água: O parâmetro indica a intensidade do compartilhamento da água da nascente entre usuários e comunidades, de forma que não ofereça riscos à disponibilidade da água e consequentemente a conservação da nascente. Para cumprimento do parâmetro foram realizadas entrevistas com os agricultores que utilizam a água da nascente (Apêndice A).

(t) Controle e conflitos na nascente: Indicado através da existência de controle e conflitos entre os usuários da água da nascente. O parâmetro aponta a apropriação ou disputa da água por parte de usuários e a existência de proibição ou restrição do uso deste recurso na área delimitada da pesquisa. Foram realizadas entrevistas com os agricultores que utilizam a água da nascente (Apêndice A).

### 3.3 Contexto e caracterização da área de estudo

O Assentamento Caricé localiza-se no município de Vitória de Santo Antão (Figura 3), precisamente, na sub-bacia do rio Tapacurá, na rede hidrográfica da bacia do rio Capibaribe, que corresponde a Unidade de Planejamento 2 (UP2), localizada na porção norte-oriental do Estado de Pernambuco entre as coordenadas 07° 41' 20" e 08° 19' 30" de latitude sul, e 34° 51' 00" e 36° 41' 58" de longitude oeste.

**Figura 3** – Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe com sinalização para o Assentamento Caricé no Município de Vitória de Santo Antão - Pernambuco.



Fonte: (PERNAMBUCO, 2006; INCRA, 2002).

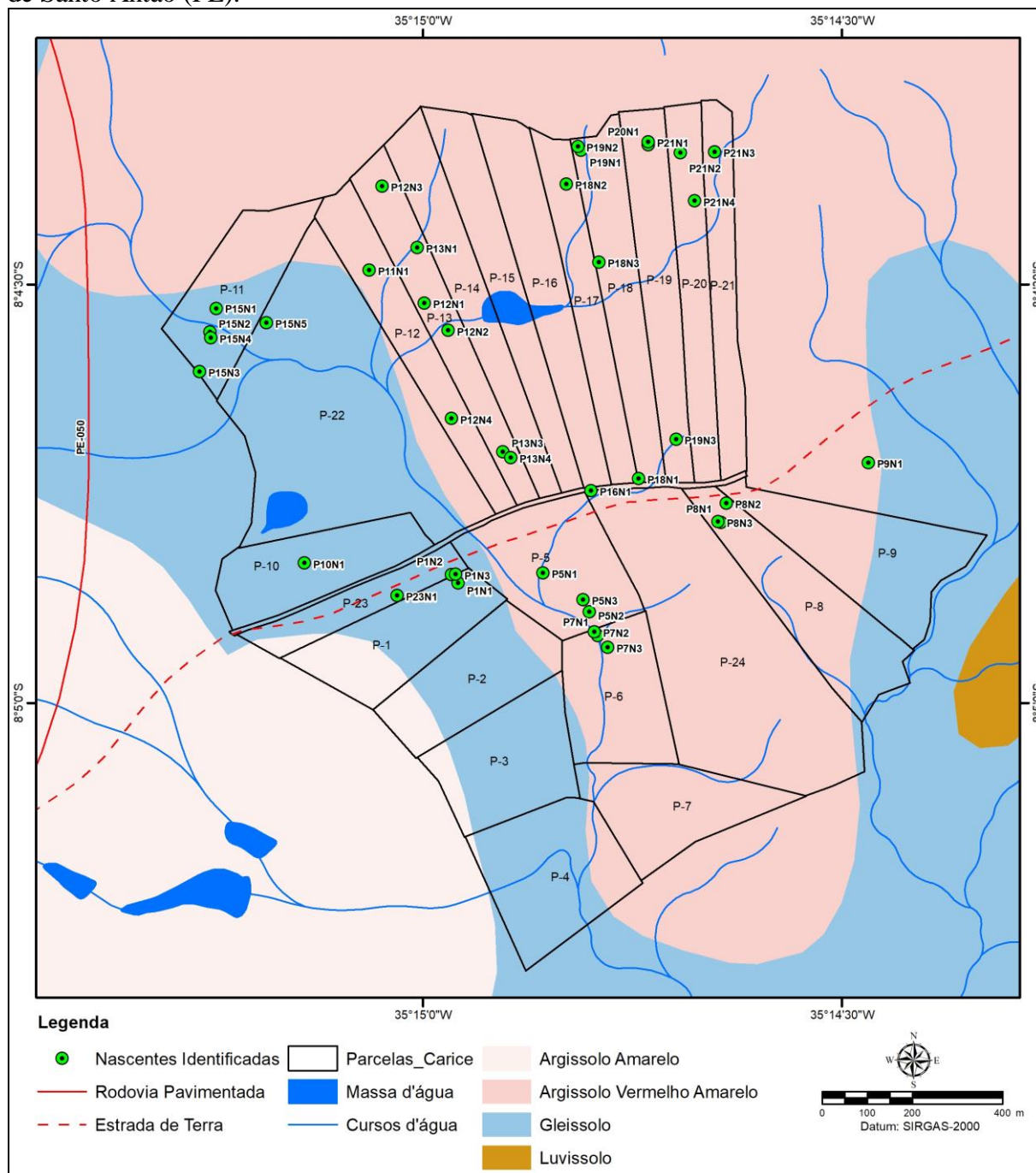
A UP2 limita-se ao norte com o Estado da Paraíba, a bacia do rio Goiana (UP1) e o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos 1 - GL1(UP14); ao sul com a bacia do rio Ipojuca (UP3) e o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos 2 - GL2 (UP15); a leste com o Oceano Atlântico e os grupos GL1 e GL2 e; a oeste, com o Estado da Paraíba e a bacia do rio Ipojuca (APAC, 2017). Conforme a Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos do Estado de Pernambuco - SRHE (2016), a área total da bacia do rio Capibaribe apresenta 7.454,88 km<sup>2</sup> e corresponde a 7,58% da área do Estado de Pernambuco, abrangendo 42 municípios, dos quais 15 estão totalmente inseridos na bacia e 26 possuem sua sede na mesma.

O Assentamento Caricé encontra-se inserido em uma região com clima tropical chuvoso e com o verão seco e precipitação média anual de 1309,9 mm. A vegetação predominante é do tipo Floresta Subperenifólia com partes de Floresta Hipoxerófila (CPRM, 2005). Segundo o Plano de Desenvolvimento do Assentamento Caricé (PDA), o assentamento concentra-se na porção centro-oeste da Mesorregião da Mata Pernambucana, inserido na paisagem denominada “Mar de Morros”, com a predominância de solos (Figura 4) do tipo Gleissolos, Argissolos Vermelho-amarelo e Argissolos Amarelo (EMBRAPA, 2001; INCRA, 2002).

A origem do assentamento ocorreu, primeiramente, devido à falência da antiga Usina Alvorada que resultou na união de ex-funcionários do imóvel e suas famílias a outras famílias da região que decidiram tomar posse das terras. Nesta primeira tentativa não houve êxito e resultou na expulsão das famílias das terras. Posteriormente, através do apoio do Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR) do município de Vitória de Santo Antão, as famílias voltaram a ocupar novamente a propriedade e aguardaram o parcelamento do espaço e posterior assentamento pelo Instituto de Colonização e Reforma Agrária – INCRA (INCRA, 2002).

Segundo o Plano de Desenvolvimento do Assentamento Caricé (PDA), a sua Reserva Legal (RL) possui 38,29 ha, o que corresponde a 20% da área total do assentamento. As Áreas de Preservação Permanente (APPs) correspondem a 15,35 ha, o que equivale a 8% da área do assentamento. As espécies da fauna e flora predominantes são características da Mata Atlântica, como: roedores, répteis, aves e insetos, com destaque para a ocorrência de raposas, tatus, guaris, galos-de-campina, cobras, entre outras espécies (INCRA, 2002).

**Figura 4** – Classes de solos predominantes no Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE).

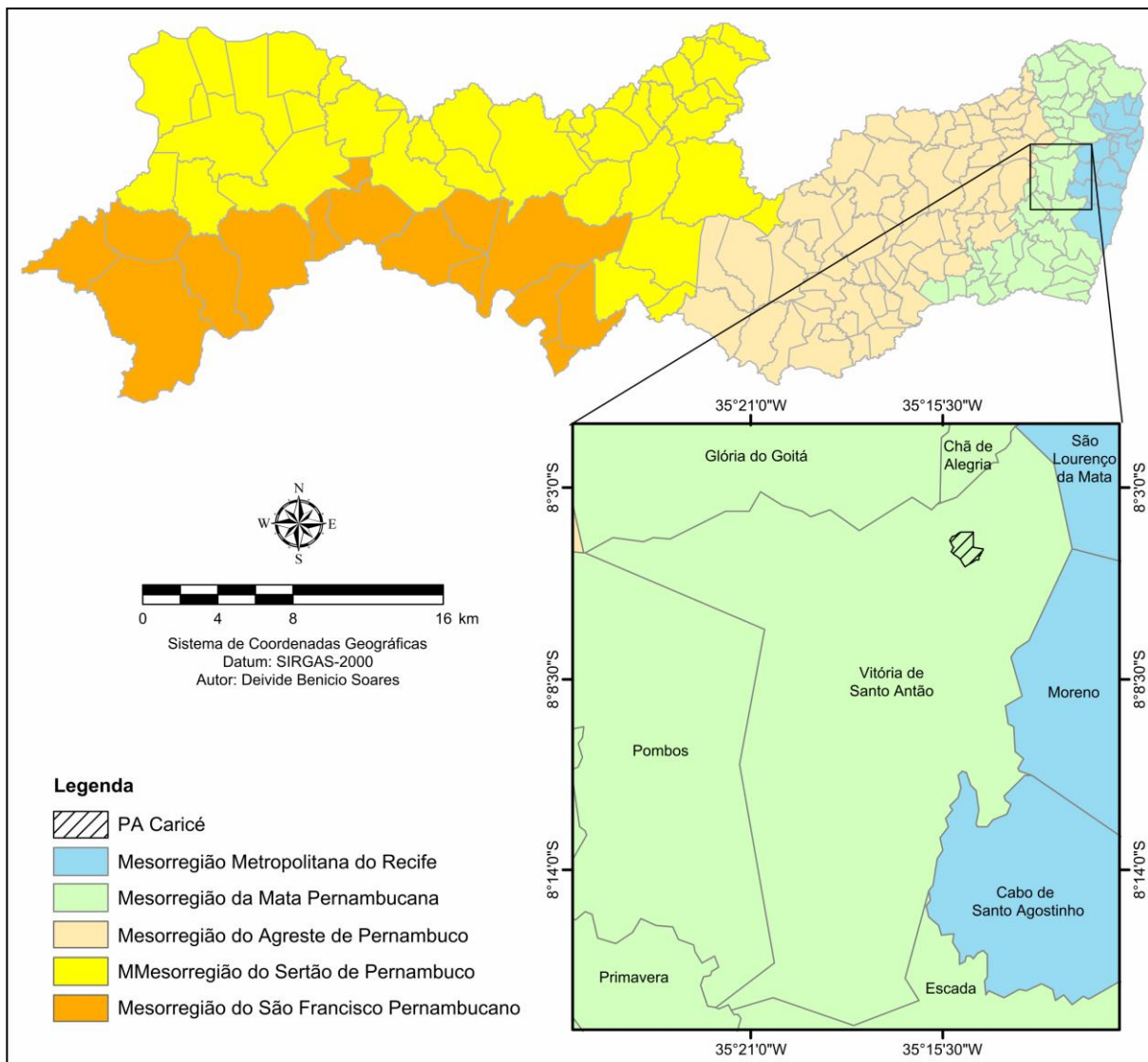


Fonte: (EMBRAPA, 2001; INCRA, 2002). Adaptado.

Segundo o Plano de Desenvolvimento do Assentamento Caricé - PDA, o imóvel situa-se entre os meridianos de 35° 10' e 35° 30' de longitude Oeste de Greenwich e os paralelos de 7° 50' e 8° 15' de latitude sul, inserido na porção centro-oeste da Mesorregião da Mata Pernambucana (Figura 5). Com a área total de 191,46 ha, a área de estudo insere-se em área rural privilegiada, próximo a sede do município de Vitória de Santo Antão. O seu principal acesso se dá através da rodovia BR-232; sentido Recife-Caruaru, via PE-050, onde se percorre

aproximadamente 3,5 km. Para chegar à sede do assentamento, utiliza-se o acesso à direita para o município de Chã de Alegria que em torno de 1,8 km situa-se às margens da estrada.

**Figura 5** – Área de Estudo sinalizada no município de Vitória de Santo Antão (PE).



Fonte: (IBGE, 2010; INCRA, 2002).

A princípio, o assentamento foi criado com a capacidade para 18 famílias, porém atualmente conta com 19 famílias assentadas que totalizam 89 pessoas distribuídas nas 15 parcelas. A organização social da comunidade é orientada por uma associação (Associação dos Trabalhadores Rurais do Assentamento Caricé) e pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais do Município de Vitória de Santo Antão (MACHADO, 2013).

O Assentamento Caricé é composto por 56% de pessoas do sexo masculino e 44% feminino. Com relação à faixa etária dominante, pode-se visualizar a predominância de pessoas na fase de transição jovem-adulto das famílias. Esse cenário ainda aponta o interesse

na continuidade dos estudos na faixa etária de 40 a 44 anos e a busca na conclusão do ensino médio dos jovens de 15 a 34 anos, o que aponta uma nova perspectiva na educação brasileira no meio rural.

Considerando as 19 famílias assentadas, a maioria não obtém renda familiar significativa e sobrevive exclusivamente da mão-de-obra do campo em seus cultivos temporários e na pecuária para a subsistência, restando à minoria as atividades realizadas no centro do município (MACHADO, 2013). Segundo os dados de produção por área e rendimento dos principais cultivos do Assentamento Caricé destacam-se: Feijão (um hectare), Mandioca (2,4 hectares) e Cana-de-açúcar (107,3 hectares). Nesta última, a produção total alcança 3.219 toneladas, com rendimento de 30 toneladas/hectare (INCRA, 2002).

Segundo o PDA de Caricé, a produção familiar do assentamento além de resultar baixo rendimento, não permite a obtenção de volumes de produção suficientes para a comercialização externa, sendo considerados até mesmo insuficientes para o consumo familiar. Ressalta-se que a exploração do solo na área de estudo possui a predominância da cana-de-açúcar seguida pela pecuária, olericultura e pelas culturas da mandioca, milho e feijão.

Segundo Machado (2013), os assentados de Caricé possuem suas atividades geradoras de renda familiar (Tabela 1) identificadas através dos seguintes grupos: (1) agricultura; (2) agricultura e pecuária; (3) agricultura somada à outra atividade prestada dentro do próprio assentamento; (4) agricultura somada à outra atividade fora do assentamento; (5) agricultura e pecuária incluindo a aposentadoria como parte da renda individual do assentado; e (6) a atividade exclusivamente realizada fora do assentamento.

**Tabela 1** – Atividades realizadas no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão – PE.

<b>Atividades</b>	<b>N. de Pessoas</b>	<b>Percentual (%)</b>
Agricultura	11	12,4
Agricultura + Pecuária	28	31,5
Agricultura + Externa <sup>6</sup>	02	2,2
Agricultura + Externa <sup>7</sup>	02	2,2
Agricultura + Pecuária + Externa <sup>8</sup>	03	3,4
Agricultura + Pecuária + Aposentadoria	03	3,4
Externa <sup>9</sup>	11	12,3
Nenhuma	29	32,6
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>100,0</b>

Fonte: (MACHADO, 2013).

<sup>6</sup> Considera-se a agricultura somada à outra atividade, externa à parcela do assentado.

<sup>7</sup> Considera-se a agricultura somada à outra atividade, externa ao assentamento.

<sup>8</sup> Considera-se a agricultura e a pecuária somadas a outra atividade externa ao assentamento.

<sup>9</sup> Considera-se somente a atividade realizada externa ao assentamento.

O Assentamento Caricé possui 41 nascentes distribuídas em 15 parcelas e uma única na área comunitária do assentamento, na parcela 23. Segundo o levantamento realizado, as nascentes do assentamento foram classificadas como nascentes de encosta e de depressão, correspondendo a 61% as nascentes de depressão devido à sua localização em áreas de baixios, característica que permite o encharcamento do solo; e 39% como nascentes de encosta, devido à sua localização em áreas com inclinação (MACHADO, 2013).

De acordo com a amostra previamente selecionada no assentamento (Quadro 24), as nascentes se classificam da seguinte forma: (1) 90,91% pontuais e 9,09% difusas, classificadas conforme o tipo de afloramento da água; (2) 63,63% de depressão e 36,37% de encosta, conforme a formação da nascente; e (3) perenes, que corresponde a toda a amostra da pesquisa. Com relação ao posicionamento geográfico das nascentes, observa-se que as nascentes do tipo depressão (baixios) se concentram próximas a estrada de terra, principal acesso ao assentamento.

**Quadro 24** – Caracterização da amostra de nascentes do Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão - PE.

Nascente	Fluxo Hídrico	Afloramento	Formação	Tipo de vegetação do entorno
N01	Perene	Pontual	Depressão	Espécies de frutíferas e vegetação rasteira
N05	Perene	Pontual	Depressão	Espécies de frutíferas e vegetação rasteira
N08	Perene	Pontual	Depressão	Vegetação rasteira
N09	Perene	Pontual	Depressão	Vegetação rasteira
N10	Perene	Pontual	Encosta	Espécies de frutíferas e vegetação rasteira
N12A	Perene	Difusa	Depressão	Espécies de frutíferas e vegetação rasteira
N12B	Perene	Pontual	Encosta	Cana-de-açúcar
N18	Perene	Pontual	Depressão	Espécies de frutíferas e vegetação rasteira
N19	Perene	Pontual	Encosta	Cana-de-açúcar
N21	Perene	Pontual	Encosta	Cana-de-açúcar
N23	Perene	Pontual	Depressão	Espécies de frutíferas e vegetação rasteira

Fonte: (MACHADO, 2013). Adaptado.

De acordo com vegetação presente no entorno das nascentes, se observam três situações: (1) 54,54% com a predominância de espécies de frutíferas e vegetação rasteira; (2) 27,27% com a predominância da cana-de-açúcar; e (3) 19,19% com a predominância de vegetação rasteira no entorno das nascentes. Ressalta-se que a predominância de espécies frutíferas e de vegetação rasteira concentrou-se nas nascentes com a formação do tipo

depressão (em áreas de baixio), evidenciando nas nascentes com a formação do tipo encosta maior presença da monocultura da cana-de-açúcar.

De acordo a disponibilidade hídrica, a relação dada a partir dos usos e a origem da água indicam as nascentes como principal fonte de água utilizada no assentamento para o consumo humano e doméstico e, ainda, nas atividades agropecuárias, na irrigação das culturas e na dessedentação e animais. Nesta perspectiva, as outras formas de acesso à água não são relevantes e compreendem os riachos, açudes ou barreiros, poços e a água da chuva (MACHADO, 2013). A poluição dos cursos d'água é considerada o principal fator de limitação e acesso à água do assentamento, uma vez que interfere completamente no seu uso prioritário, o consumo humano (INCRA, 2002).

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Ferramenta metodológica interdisciplinar para o potencial de conservação de nascentes**

As metodologias que abordam conceitualmente as nascentes, tanto do ponto de vista de sua conservação como também de sua própria caracterização, possuem abordagens diversas que são atualmente aplicadas em trabalhos acadêmicos no que se refere ao estado de conservação e de manutenção de nascentes.

Diante da necessidade de uma abordagem com enfoque interdisciplinar, a presente pesquisa surge como uma ferramenta de contribuição para a avaliação do potencial de conservação destas fontes, sendo aplicável no desenvolvimento de propostas e projetos e, ainda, para a própria gestão das áreas de nascentes.

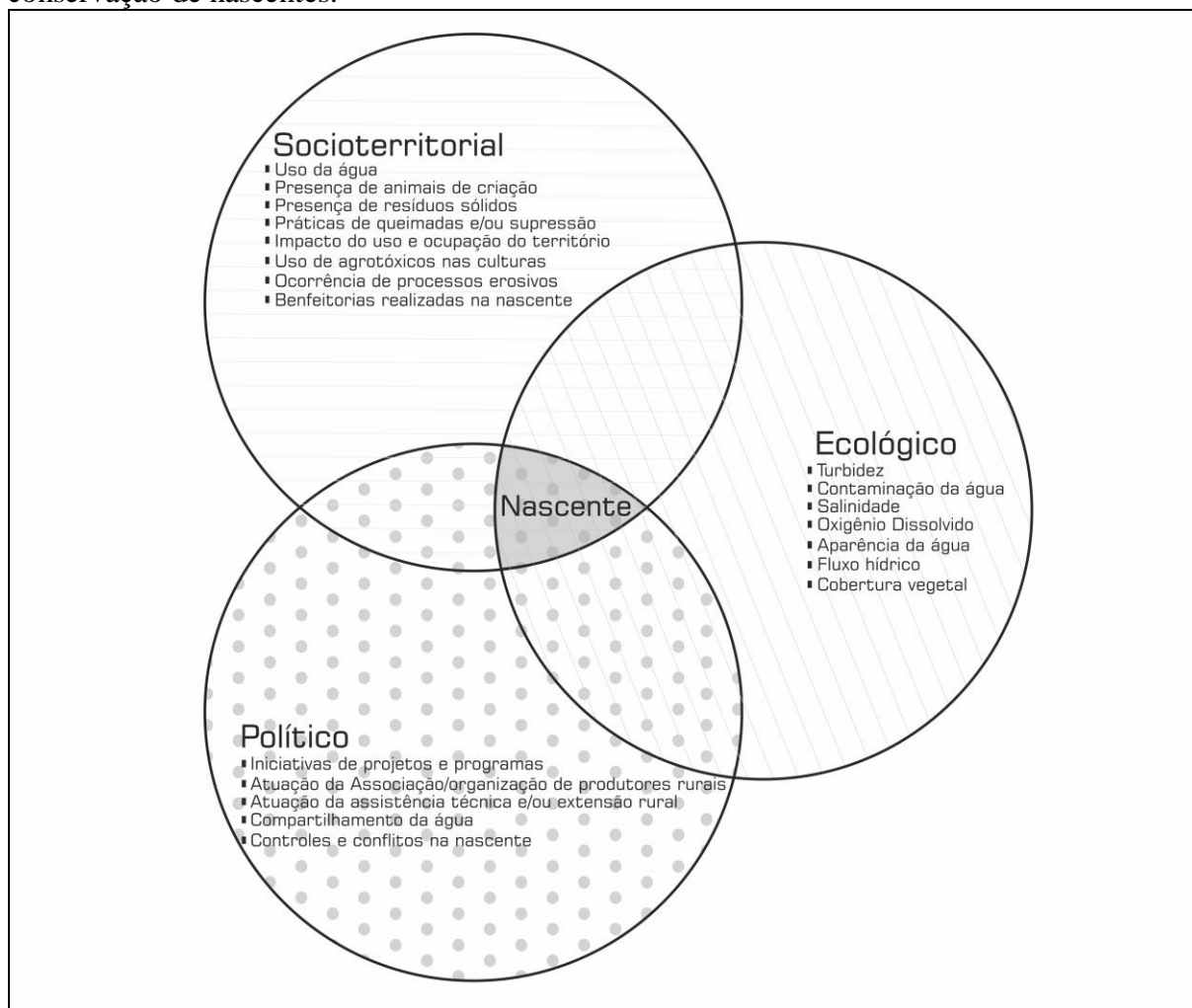
Destarte, indica-se neste estudo uma estrutura interdisciplinar inédita a partir do agrupamento dos parâmetros por eixos – similar a lógica do tripé da sustentabilidade –, que propõe um agrupamento com a finalidade de representar o equilíbrio das três dimensões (ecológica, econômica e social). A interdisciplinaridade técnica é pensada como importante fator para a gestão dos recursos hídricos, com isso a presente proposta considera 20 importantes parâmetros, agrupados em três eixos distintos: o ecológico, o socioterritorial e o político (Figura 6).

No eixo ecológico e socioterritorial enquadraram-se os parâmetros dos autores (PINTO, 2003; VALENTE; GOMES, 2011; PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014; RIBEIRO, 2014) que a partir de inclusões, adaptações e modificações neste estudo foram inseridos na nova proposta; no eixo político, o estudo trouxe uma nova abordagem que influencia diretamente na conservação das nascentes.

No eixo ecológico agruparam-se os parâmetros que englobam as relações ecológicas presentes nas nascentes e que interferem nos usos e no abastecimento por parte dos usuários com parâmetros de qualidade da água, de cobertura vegetal e de caracterização da nascente.

No eixo socioterritorial foram incluídos os parâmetros relacionados entre os usuários e as nascentes do ponto de vista social, bem como das práticas e usos realizados no entorno das nascentes. Com parâmetros de uso da água, de práticas realizadas nestas áreas, sejam impactantes ou não.

**Figura 6** – Organização da ferramenta metodológica interdisciplinar para o potencial de conservação de nascentes.



Fonte: Elaborado pela autora.

E, por último, com a inclusão de uma nova abordagem, o eixo político, agruparam-se os parâmetros que envolvem os conflitos, o envolvimento e a participação de atores, associações e/ou instituições na tomada política relacionada à conservação de nascentes. Buscou-se neste eixo específico mensurar o envolvimento político e a atuação pública ou privada para a gestão destas áreas. A partir desta adequação metodológica é sugerida uma ferramenta que priorize as nascentes mais vulneráveis, avaliando a participação e envolvimento político com a inclusão deste eixo.

No eixo político (Quadro 25), ressaltam-se no estudo os parâmetros de: (1) iniciativas de programas e projetos com foco na atuação de intervenções para melhoria e conservação das nascentes; (2) atuação da associação/organização de produtores rurais com a finalidade de mensurar a atuação da comunidade na conservação das nascentes; (3) atuação da assistência técnica e/ou extensão rural com foco na atuação da assistência técnica, para suporte e

preparação do agricultor para as práticas de conservação das nascentes; (4) compartilhamento da água com a finalidade de mensurar o uso compartilhado das nascentes e a sua própria capacidade de suprir esses usos; e, (5) controle e conflitos na nascente com foco nas proibições e restrições de acesso a água das nascentes, enquadrados como conflitos e restrições de uso da água.

**Quadro 25** – Aporte científico e estrutura metodológica organizada por eixos com a inclusão da abordagem política.

Autores	Parâmetros		
	Eixo Ecológico	Eixo Socioterritorial	Eixo Político
Pinto (2003)	Vegetação nativa	-	-
Valente e Gomes (2011)	Fluxo hídrico	-	-
Pereira (2012) Machado (2013) Oliveira (2014)	Turbidez Presença de <i>E. coli</i> (NMP/100mL)	Presença de resíduos sólidos; Suspeita de agrotóxico na água; Uso direto da água; Desproteção física; Predominância de cobertura vegetal no solo; Ocorrência de processos erosivos no solo; Uso de agrotóxico; Presença de animais de criação; Evidência de queimadas ou corte da vegetação; Ocorrência de edificações domésticas e/ou rurais.	-
Ribeiro (2014)	Fluxo de água; Cor da água; Odor da água; Salinidade (‰); Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L); Oxigênio Dissolvido (mg/L); Riqueza da fauna aquática; Bioindicadores aquáticos; Cobertura vegetal; Cobertura do solo; Riqueza da fauna de invertebrados do solo; Bioindicadores Terrestres.	Uso da água; Meio captação da água; Área de inserção; Uso e ocupação do solo no entorno; Práticas de manejo sustentável; Conhecimento local sobre a flora nativa; Conhecimento local sobre a fauna nativa; Lançamento de efluentes domésticos; Ocorrência de queimadas ou desmatamento; Ocorrência de processos erosivos; Presença de animais de criação; Presença de resíduos sólidos.	-
Proposta da autora	Turbidez da água; Contaminação por <i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL); Salinidade (‰); Oxigênio Dissolvido (mg/L); Aparência da água; Fluxo hídrico; Cobertura Vegetal.	Uso da água; Presença de Animais de criação; Presença de Resíduos Sólidos; Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação; Impacto do uso e ocupação do território; Uso de Agrotóxicos nas culturas; Ocorrências de processos erosivos no solo; Benfeitorias realizadas no entorno da nascente.	Iniciativas de Programas e projetos; Atuação da Associação/organização de produtores rurais; Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural; Compartilhamento da água; Controle e conflitos nas nascentes.

Fonte: Elaborado pela autora.

Justifica-se a importância dos 20 parâmetros nesta adequação metodológica, que apesar dos acréscimos e modificações realizadas, são necessários para uma avaliação mais adequada, contribuindo para a gestão e conservação das nascentes rurais utilizadas para abastecimento humano.

Convém ressaltar que a ferramenta proposta também considerou o raio de 50 metros do ponto de afloramento da nascente em alguns dos parâmetros dispostos, conforme prevê o Código Florestal (BRASIL, 2012). Outro aspecto importante é que foram incluídos 09 parâmetros dos 12 abordados na metodologia de Pereira (2012); Machado (2013) e Oliveira (2014), que são: turbidez, Presença de *E. coli*, presença de resíduos sólidos, uso direto da água, presença de cobertura vegetal no entorno, ocorrência de processos erosivos no solo, uso de agrotóxicos, presença de animais de criação e evidência de queimadas ou corte da vegetação.

Desta forma, faz-se necessário justificar a exclusão do parâmetro da metodologia validada por Pereira (2012); Machado (2013) e Oliveira (2014), “Suspeita de Agrotóxico na Água”, que se tornou redundante, pois a nova proposta não prevê duas situações locais de análise conforme a metodologia original das autoras e, ainda, do parâmetro “Ocorrência de edificações domésticas e/ou rurais”, devido às inclusões realizadas no parâmetro “Uso e ocupação do território”. Este último incorporou as construções e apropriações do espaço no entorno das áreas de nascentes, bem como a preservação da vegetação nativa *in loco*.

Outros parâmetros da metodologia de Ribeiro (2014) foram incluídos neste estudo e enquadrados no eixo ecológico, a saber: Salinidade (‰); Oxigênio Dissolvido (mg/L) e Cor da água (aspecto).

Outro fato relevante são as modificações realizadas no parâmetro “Desproteção física” de Pereira (2012); Machado (2013) e Oliveira (2014), que foi renomeado neste estudo para “Benfeitorias realizadas na nascente”, acrescentando as atividades de plantação de mudas e cercamento da área da nascente como benfeitorias participativas adotadas pelos usuários para a conservação das nascentes. Além dos aspectos de proteção física, como: a construção de estruturas de alvenaria, anéis e tampas de concreto e instalações hidráulicas.

No eixo ecológico, dispõem-se os seguintes parâmetros: Turbidez da água; Contaminação por *Escherichia coli* (UFC/100mL); Salinidade (‰); Oxigênio Dissolvido (mg/L); Aparência da água; Fluxo hídrico; Cobertura Vegetal (Quadro 26).

Os valores de turbidez da água obedecem aos padrões e condições estabelecidos para as classes de água, que são aceitáveis para o consumo humano como também para outras

atividades previstas na Resolução Conama n° 357, de 17 de março de 2005; como também, na Portaria do Ministério da Saúde n° 2914, de 12 de dezembro de 2011.

Os parâmetros de Turbidez são justificados pela importância da penetração da luz neste meio, pois é através da luz que a fotossíntese pode ser realizada e este fator é essencial por permitir a sobrevivência do meio biótico (BRAGA, 2005). Com a presença de sólidos suspensos na água há interferências na entrada de luz (reflexão) que consequentemente compromete a realização da fotossíntese. A presença de material em suspensão, como por exemplo, partículas minerais e algas, afeta diretamente a turbidez, que por sua vez dificulta e até mesmo impede a penetração de luz na água (PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014). Para a turbidez foram considerados os intervalos  $\leq 5$ ,  $5 < 40$ ,  $40 \leq 100$  e  $> 100$  uT, que obedecem os padrões e condições estabelecidas pela Resolução Conama 357/2005 e Portaria MS 2914/2011.

Os valores apresentados na medição do parâmetro “Contaminação da água por *E. coli*” permite que a água seja enquadrada em quatro situações:  $< 1$ ,  $\leq 200$ ,  $200 < 400$  e  $400 \leq 800$  UFC/100mL. No primeiro intervalo enquadraram-se os valores nos padrões de potabilidade da Portaria MS 2914/2011, sendo os três últimos intervalos enquadrados nos padrões de balneabilidade da Resolução Conama, n° 274 de 29 de novembro de 2000.

O parâmetro “Contaminação da água por *E. coli*” também é considerado um importante critério de análise, devido ao principal uso das nascentes nos espaços rurais, os quais são destinadas prioritariamente para a ingestão humana e uso doméstico. A contaminação da água por micro-organismos patogênicos pode ocasionar doenças de veiculação hídrica, que por sua vez podem causar incapacitação temporária ou até mesmo a morte em seus usuários.

Para o enquadramento e avaliação deste parâmetro considerou-se a Portaria do MS, n° 2914 de 12 de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, como também, a Resolução Conama, n° 274 de 29 de novembro de 2000, que revisa os critérios de balneabilidade.

Os valores apresentados nas medições dos parâmetros “Salinidade” e “Oxigênio dissolvido” permitem que a água seja enquadrada em situações. Com relação à salinidade, como doce ( $\leq 0,5\%$ ); no segundo, como salobra ( $5\% < 30\%$ ); no terceiro, como salina ( $\geq 30\%$ ); e por último, não observada. Com relação ao oxigênio dissolvido, nos intervalos:  $\geq 6$  mg/L O<sub>2</sub>,  $5 < 6$  mg/L O<sub>2</sub>,  $4 < 5$  mg/L O<sub>2</sub> e não observada, considerando na última situação, a ausência de água na nascente que impede as análises in loco e o seu enquadramento.

**Quadro 26** – Descrição do Eixo Ecológico da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes. (Continua)

EIXO	PARÂMETRO	DESCRIÇÃO ( <i>in loco</i> )			
		3	2	1	0
Ecológico	Turbidez da água (uT)	≤5. Quando a água apresentar sua turbidez inferior ou igual a 5 uT. Nesta situação, a água estará enquadrada no padrão de aceitação para consumo humano, na classe especial, de acordo Portaria n. 2914/2011 do Ministério da Saúde (MS).	>5 ≤ 40. Quando a água apresentar sua turbidez maior que 5 inferior ou igual a 40 uT. Nesta situação, a água obedecerá aos padrões e condições estabelecidos para águas doces de classe I, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.	>40 ≤ 100. Quando a água apresentar sua turbidez maior que 40 e inferior ou igual a 100 uT. Nesta situação, a água obedecerá aos padrões e condições estabelecidas para águas doces de classes II e III, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.	>100. Quando a água apresentar sua turbidez superior a 100 uT. Nesta situação, a água obedecerá aos padrões e condições estabelecidas para águas doces de classe IV, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.
	Contaminação por <i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)	< 1. Quando o resultado da análise bacteriológica for < 1UFC/100 mL. Nesta situação, a água estará em condições de consumo de acordo com a Portaria n. 2914/2011 do Ministério da Saúde (MS).	>1 ≤ 200. Quando o resultado da análise bacteriológica for inferior ou igual a 200 UFC/100 mL. Nesta situação, a água estará em excelente condição para banho, conforme a Resolução CONAMA n. 274/2000.	>200 ≤ 400. Quando o resultado da análise bacteriológica for superior a 200 e inferior ou igual a 400 UFC/100 mL. Nesta situação, a água estará apropriada para banho, conforme a Resolução CONAMA n. 274/2000.	> 400 ≤ 800. Quando o resultado da análise bacteriológica for superior a 400 e inferior ou igual a 800 UFC/100 mL. Nesta situação, a água será considerada insatisfatória conforme a Resolução CONAMA n. 274/2000.
	Salinidade (‰)	≤ 0,5‰. Quando a concentração de sais da água da nascente for igual ou superior a 0,5‰. Nesta situação, a água estará enquadrada como água doce, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.	> 0,5 < 30‰. Quando a concentração de sais da água da nascente for superior a 0,5‰ e inferior a 30‰. Nesta situação, a água estará enquadrada como salobra, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.	≥ 30‰. Quando a concentração de sais da água da nascente for igual ou superior a 30‰. Nesta situação, a água estará enquadrada como salina, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.	Não observado. Quando não houver condições para observação e análise da situação devido à ausência de água na nascente.

**Quadro 26** – Descrição do Eixo Ecológico da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes. (Conclusão)

Ecológico	PARÂMETRO	DESCRIÇÃO ( <i>in loco</i> )			
		3	2	1	0
	Oxigênio Dissolvido (mg/L O <sub>2</sub> )	≥ 6 mg/L O <sub>2</sub> . Quando a água apresentar neste parâmetro o valor superior ou igual a 6 mg/L O <sub>2</sub> . Nesta situação, a água obedecerá aos padrões e condições estabelecidos para águas doces de classe I, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.	≥5 < 6 mg/L O <sub>2</sub> . Quando a água apresentar neste parâmetro o valor superior ou igual a 5 mg/L O <sub>2</sub> e inferior a 6 mg/L O <sub>2</sub> . Nesta situação, a água obedecerá aos padrões e condições estabelecidos para águas doces de classe II, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.	≥4 < 5 mg/L O <sub>2</sub> . Quando a água apresentar neste parâmetro o valor superior ou igual a 4 mg/L O <sub>2</sub> e inferior a 5 mg/L O <sub>2</sub> . Nesta situação, a água obedecerá aos padrões e condições estabelecidos para águas doces de classe III, conforme a Resolução CONAMA 357/2005.	<b>Não observado.</b> Quando não houver condições para observação e análise da situação devido à ausência de água na nascente.
	Aparência da água	<b>Incolor.</b> Quando a água da nascente se apresentar transparente.	<b>Turva.</b> Quando a água da nascente se apresentar turva e houver a presença de sólidos em suspensão.	<b>Escuro.</b> Quando a água da nascente se apresentar na cor escura.	<b>Não observado.</b> Quando não houver condições para observação e análise da situação devido à ausência de água na nascente.
	Fluxo hídrico	<b>Perene.</b> Quando a nascente apresentar fluxo de água anual, considerando ainda, a variação de sua vazão durante o mesmo período.	<b>Intermitente.</b> Quando a nascente apresentar fluxo de água apenas nas estações chuvosas. O fluxo terá duração de poucas semanas e até meses.	<b>Efêmero.</b> Quando a nascente apresentar fluxo de água especialmente durante a ocorrência de precipitações. O fluxo terá duração de poucos dias e horas.	<b>Não observado.</b> Quando não houver condições para observação e análise da situação devido à ausência de água na nascente.
	Cobertura Vegetal	<b>Vegetação arbórea.</b> Quando na situação locacional houver maior ocorrência de espécies arbóreas na área delimitada.	<b>Vegetação arbustiva.</b> Quando na situação locacional houver maior ocorrência de espécies arbustivas na área delimitada.	<b>Pasto e agricultura de ciclo longo.</b> Quando na situação locacional houver maior ocorrência de pasto ou agricultura de ciclo longo na área delimitada.	<b>Agricultura de ciclo curto.</b> Quando na situação locacional existir na área delimitada a ocorrência de agricultura de ciclo curto.

Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando a Resolução Conama nº 357/2005, os valores para os parâmetros “Oxigênio dissolvido” e “Salinidade” devem atender aos padrões e às condições estabelecidas na referida norma. Nesse sentido, a resolução serviu de base para a criação de uma escala de avaliação que permitisse atribuir notas aos dois parâmetros mencionados neste eixo.

O Oxigênio Dissolvido é considerado um dos constituintes mais importantes dos recursos hídricos, pois atua como um importante indicador de qualidade da água devido a sua relação direta com os tipos de organismos que podem sobreviver em um corpo d’água. A sua ausência denota a presença de poluição de origem orgânica e, em tal ambiente só sobrevivem os organismos anaeróbios. A presença de sais dissolvidos na água também pode conferir à água sabor salino e características incrustantes, o que justifica a presença destes dois parâmetros devido à importância do uso das nascentes para o atendimento às demandas de consumo humano, tais como: a ingestão, a higiene e a preparação de alimentos (BRAGA, 2005).

Ressalta-se também a importância da inclusão do parâmetro “Oxigênio Dissolvido” na adequação metodológica, mesmo com o foco da pesquisa para abastecimento humano, devido à importância do parâmetro para a preservação da vida aquática e também por ser um importante indicador de poluição da água. O parâmetro “Salinidade” foi incluso nesta adequação metodológica devido à importância na quantidade de sais que alteram o sabor da água, tornando-a imprópria para o consumo humano.

No parâmetro “Aparência da água”, a água analisada é enquadrada nos seguintes aspectos: incolor, turva, escura e não observada. Nesta última situação, a ausência de água na nascente impede as observações *in loco* bem como o seu enquadramento.

No parâmetro “Cobertura vegetal”, buscou-se indicar qual o tipo de vegetação o entorno da nascente dispõe, permitindo ainda relacioná-la diretamente com as atividades antrópicas realizadas na área pela comunidade, como a exemplo, a prática da agricultura de ciclo longo e curto. Convém ressaltar que a melhor pontuação deste parâmetro ocorre devido a uma maior quantidade de espécies arbóreas na sua área delimitada, no raio de 50 metros do ponto de afloramento da nascente.

No parâmetro cobertura vegetal considerou o previsto na Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002, que em seu art. 3º, inciso II, que determina que as Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa e que a ela incumbe-se a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade. Também são áreas que facilitam o fluxo gênico de

fauna e flora, protegem o solo e são capazes de assegurar o bem-estar das populações (BRASIL, 2012).

Estudos realizados por Silva et al. (2017) apontaram o conflito do uso e da ocupação do solo nas áreas de proteção permanente - APPs, evidenciando a presença do pasto como principal atividade antrópica nas áreas legalmente protegidas. Resende et al. (2009) indicou que a presença de vegetação no entorno das nascentes apontam para um bom estado de preservação das fontes, quando a presença de vegetação na APP possuir área igual ou superior a 50 metros de cobertura vegetal.

Para este parâmetro considerou-se quatro situações. A primeira, quando houver maior existência de espécies arbóreas no seu entorno; a segunda, quando a maior ocorrência for de espécies arbustivas; a terceira, quando na situação locacional a predominância for pasto ou agricultura de ciclo longo; e na última situação, quando existir maior ocorrência da prática de agricultura de ciclo curto no seu entorno.

Ainda no eixo ecológico, ressalta-se a importância do último parâmetro “Fluxo Hídrico”, apontado a partir do conceito de Valente e Gomes (2011). O fluxo da água é levado em consideração devido à sua importante relação com os usos e as práticas que são desenvolvidas pelas comunidades que se apropriam das nascentes como principal fonte de água nestes espaços.

No parâmetro “Fluxo Hídrico”, os intervalos utilizados são: perene, intermitente, temporário ou efêmero e não observado. Perene, quando a nascente se manifestar o ano todo, mesmo com variações de vazão; intermitente, quando a nascente possuir vazão no período chuvoso, secando apenas na estação seca; temporário ou efêmero, quando a nascente apresentar vazão somente com resposta direta à precipitação, por poucas horas; e na última situação quando não houver condições para observação direta e análise da situação *in loco*.

Pinto et al. (2004) mencionou sobre a extrema importância do uso adequado da terra e de práticas de conservação dos solos nestas áreas para que possa permitir a interceptação da água da chuva, reduzir a quantidade e a velocidade do escoamento superficial e aumentar a sua infiltração, possibilitando assim a recarga do lençol freático que é responsável pela alimentação das nascentes e consequentemente por sua vazão.

Ressalta-se nos parâmetros apresentados para o “eixo ecológico”, a praticidade e viabilidade de aplicação devido às seguintes condições: (1) Baixo custo com aplicabilidade do protocolo nos parâmetros de coleta de dados através da observação e de entrevistas com os agricultores *in loco*; (2) Pequenos desembolsos financeiros para a realização das análises físico-químicas e bacteriológicas da água.

Considerando os usos e as práticas cotidianas realizadas no entorno e na própria nascente, no eixo “Socioterritorial” incluiu-se os parâmetros que estão diretamente vinculados a estas práticas e se referem aos usos e as ações que de fato são impactantes ou não para manutenção destas fontes (Quadro 27). Neste eixo, inclui-se: Uso da água; Presença de animais de criação; Presença de resíduos sólidos; Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação; Impacto do uso e ocupação do solo; Uso de agrotóxicos nas culturas; Ocorrências de processos erosivos no solo; e, Benfeitorias realizadas na nascente.

De acordo com a disponibilidade de água presente nas nascentes, faz-se necessário avaliar o uso direto da água pela comunidade, considerando a intensidade do uso e sua captação, como também as atividades que demandam em maior quantidade o uso da água da nascente. Neste parâmetro, os usos da água não devem comprometer a sua disponibilidade.

Dentre as situações passíveis de verificação *in loco* no parâmetro “Uso da água”, a nascente deve enquadrar-se nos intervalos: ausente, eventual, moderado e elevado.

O uso “ausente” indica a não utilização da nascente pela comunidade/usuários; o uso “eventual” quando a nascente não for diariamente utilizada pelos usuários nas atividades relacionadas ao consumo humano, por exemplo, na lavagem de pratos e/ou roupas de forma que a captação não interfira na disponibilidade da água; o uso “moderado” quando o for utilizada diariamente pelos usuários nas atividades relacionadas ao consumo humano, de forma que a captação interfira na disponibilidade de água da nascente; e uso “elevado”, quando a nascente for utilizada diariamente nas atividades de consumo humano, em lavagens de roupa e/ou pratos, e ainda, na dessedentação de animais de criação, na irrigação de culturas, entre outras atividades, de forma que a intensidade da captação da água comprometa diretamente a disponibilidade hídrica e vazão da nascente.

Os parâmetros “Presença de animais de criação”, “Presença de resíduos sólidos” e “Uso de agrotóxicos nas culturas” são de extrema importância visto que refletem as práticas impactantes desenvolvidas no meio rural e que podem interferir diretamente na conservação das nascentes, resultando em um processo de poluição e comprometimento dos corpos d’água. Nesse sentido, Pinto et al. (2004) constataram em seu estudo que as principais perturbações encontradas nas nascentes foram: compactação do solo pelo gado e pelas práticas de preparo para o plantio de culturas agrícolas, presença de lixo, estrume, erosão, grandes voçorocas e desmatamento.

**Quadro 27** – Descrição do Eixo Socioterritorial da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes.  
(Continua)

EIXO	PARÂMETRO	DESCRIÇÃO ( <i>in loco</i> )			
		3	2	1	0
Socioterritorial	Uso da água	<b>Ausente.</b> Quando a nascente não for utilizada pela comunidade e usuários em suas atividades diárias.	<b>Eventual.</b> Quando a nascente não for utilizada diariamente pela comunidade nas atividades como: consumo humano, lavagens de roupa e pratos, de forma que a intensidade da captação da água não interfira na disponibilidade da mesma.	<b>Moderado.</b> Quando a nascente for utilizada diariamente pela comunidade nas atividades como: consumo humano, lavagens de roupa e pratos, de forma que a intensidade da captação da água interfira na disponibilidade da mesma.	<b>Elevado.</b> Quando a nascente for utilizada diariamente pela comunidade em diversas atividades, tais como: consumo humano, lavagens de roupa, pratos, dessedentação de animais de criação, irrigação de culturas, entre outras, de forma que a intensidade da captação da água comprometa a disponibilidade da mesma.
	Presença de Animais de criação	<b>Ausente.</b> Quando não se observar evidências e/ou presença de animais de criação na área delimitada da nascente.	<b>Eventual.</b> Quando se observar poucas evidências e/ou vestígios de animais de criação que corresponda a uma área com até 0,5m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente.	<b>Moderado.</b> Quando se observar maiores evidências e/ou presença de animais de criação que corresponda a uma área superior a 0,5m <sup>2</sup> e inferior ou igual a 1 m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente.	<b>Elevado.</b> Quando for frequente a presença e quantidade de vestígios de animais de criação que corresponda uma área superior a 1m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente.
	Presença de Resíduos Sólidos	<b>Ausente.</b> Quando se observar a ausência vestígios de resíduos sólidos na área delimitada da nascente.	<b>Eventual.</b> Quando se observar a presença de pequena quantidade de resíduos sólidos que corresponda a uma área com até 0,5m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente.	<b>Moderado.</b> Quando se observar a presença considerável de resíduos sólidos que corresponda a uma área superior a 0,5m <sup>2</sup> e inferior ou igual a 1 m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente.	<b>Elevado.</b> Quando se observar elevada quantidade de resíduos sólidos que corresponda uma área superior a 1m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente.

**Quadro 27** – Descrição do Eixo Socioterritorial da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes. (Continuação)

Socioterritorial	PARÂMETRO	DESCRIÇÃO ( <i>in loco</i> )			
		3	2	1	0
	Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação	<b>Ausente.</b> Quando se observar a ausência indícios de queimadas e/ou supressão da vegetação na área delimitada da nascente.	<b>Eventual.</b> Quando se observar poucas evidências de queimadas e/ou supressão da vegetação que corresponda a uma área com até 0,5m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente.	<b>Moderado.</b> Quando se observar muitas evidências de queimadas e/ou supressão da vegetação que corresponda a uma área superior a 0,5m <sup>2</sup> e inferior ou igual a 1 m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente.	<b>Elevado.</b> Quando se observar a prática de queimadas e/ou supressão da vegetação que corresponda uma área superior a 1m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente.
	Impacto do uso e ocupação do território	<b>Ausente.</b> Quando na área delimitada da nascente houver a predominância de mata nativa ou em processo de regeneração natural e não houver presença de edificações/construções na área delimitada.	<b>Pequeno.</b> Quando na área delimitada da nascente existir vegetação, indicada pela predominância de espécies frutíferas e a construção de residências próxima a nascente.	<b>Moderado.</b> Quando na área delimitada da nascente não existir vegetação nativa e existir criadouro próximo a nascente.	<b>Elevado.</b> Quando na área delimitada da nascente não existir culturas e/ou vegetação e houver a presença de alguma fossa próxima a nascente.
	Uso de Agrotóxicos nas culturas	<b>Ausente.</b> Quando não forem utilizados agrotóxicos nas culturas plantadas na área delimitada da nascente.	<b>Eventual.</b> Quando ocorrer a utilização de agrotóxicos, com apenas uma aplicação ao ano nas culturas plantadas na área delimitada da nascente.	<b>Moderado.</b> Quando ocorrer a utilização de agrotóxicos com duas aplicações ao ano nas culturas plantadas na área delimitada da nascente.	<b>Elevado.</b> Quando ocorrer a utilização de agrotóxicos com mais de duas aplicações ao ano nas culturas plantadas na área delimitada da nascente.
	Ocorrências de processos erosivos no solo	<b>Ausente.</b> Quando na área delimitada da nascente o solo estiver coberto por vegetação, sem evidências de processos erosivos tais como: rachaduras ou voçorocas.	<b>Eventual.</b> Quando na área delimitada da nascente o solo estiver coberto por vegetação e existir poucas evidências de processos erosivos, como os mencionados anteriormente.	<b>Moderada.</b> Quando na área delimitada da nascente o solo estiver pouco coberto por vegetação e existir grandes evidências de processos erosivos, como os mencionados anteriormente.	<b>Elevada.</b> Quando na área delimitada da nascente o solo estiver exposto e sem vegetação, apresentando grandes processos erosivos, como os mencionados anteriormente.

**Quadro 27** – Descrição do Eixo Socioterritorial da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes. (Conclusão)

Socioterritorial	PARÂMETRO	DESCRIÇÃO ( <i>in loco</i> )			
		3	2	1	0
	Benfeitorias realizadas no entorno da nascente	<b>Elevada.</b> Quando na área delimitada da nascente existir as seguintes práticas: o plantio de mudas, a construção de alvenarias, anéis e tampas de concreto, a existência de instalações hidráulicas e o cercamento para a proteção da nascente.	<b>Moderada.</b> Quando na área delimitada da nascente existir duas ou três, das práticas mencionadas anteriormente.	<b>Eventual.</b> Quando na área delimitada da nascente existir apenas uma, das práticas mencionadas anteriormente.	<b>Ausente.</b> Quando na área delimitada da nascente não existir nenhuma benfeitoria adotada pelos usuários.

Fonte: Elaborado pela autora.

Resende et al. (2009) também identificaram que os principais fatores de perturbação em áreas de preservação permanente são: (a) presença de animais; (b) escoamento superficial de sedimentos e resíduos oriundos das atividades agropecuárias no entorno das nascentes; (c) presença de resíduos sólidos como garrafas plásticas, latas e vasilhames de insumos agrícolas; (d) desmatamento; (e) presença de plantas invasoras; (f) queimadas; (g) intervenção antrópica na nascente, como exemplo, o desvio do curso de água para irrigação e uso de APP para plantações.

Desta forma, o pisoteio de animais e seus dejetos, bem como o descarte inadequado de resíduos e substâncias nocivas à saúde podem contaminar a água da nascente e trazer riscos as pessoas que possuem estas fontes como principal meio de abastecimento. Palivoda e Povaluk (2015) encontraram nas nascentes na área rural do município de Itaiópolis no Estado de Santa Catarina, valores altos de coliformes totais devido à presença de gado no entorno destas áreas, o que indica que os dejetos são infiltrados no solo e, conseqüentemente, no lençol subterrâneo resultando na contaminação das nascentes.

Sobre esse aspecto, no parâmetro “Presença de animais de criação”, os intervalos utilizados para a análise da situação *in loco* enquadraram as nascentes como: ausente, eventual, moderado e elevado. O ausente, quando não se observar evidências e/ou presença de animais de criação; o eventual, quando na área delimitada se observar poucas evidências e/ou presença de animais de criação em área com  $0,5 \text{ m}^2$ ; o moderado, quando se observar evidências e/ou frequente presença de animais de criação em área superior a  $0,5 \text{ m}^2$  e inferior a  $1 \text{ m}^2$ ; e no elevado, quando além da presença frequente, houver grande quantidade de vestígios em área superior a  $1 \text{ m}^2$  da área delimitada da nascente.

Para o parâmetro “Presença de resíduos sólidos” são intervalos de análise: ausente, eventual, moderado e elevado. Ausente, quando não existir presença de resíduos na área delimitada da nascente; o eventual, quando se observar a presença de pequena quantidade de resíduos sólidos em área com  $0,5 \text{ m}^2$ ; o moderado, quando for considerável a presença de resíduos criação em área superior a  $0,5 \text{ m}^2$  e inferior a  $1 \text{ m}^2$ ; e elevado, quando se observar grande quantidade de resíduos sólidos em área superior a  $1 \text{ m}^2$  da área delimitada da nascente.

Com relação às práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação, a nascente deve ser enquadrada nos intervalos: ausente, eventual, moderado e elevado. No intervalo ausente, quando se observar a ausência de queimadas e/ou supressão da vegetação na área delimitada da nascente; no eventual, quando se observar poucas evidências desta prática em área com  $0,5 \text{ m}^2$ ; no moderado, quando se observar muitas evidências de queimadas e/ou supressão da

vegetação em área superior a 0,5 m<sup>2</sup> e inferior a 1 m<sup>2</sup>; e no elevado, quando a prática de queimadas e/ou supressão ocorrer em área superior a 1 m<sup>2</sup> da área delimitada da nascente.

No parâmetro “Uso de agrotóxicos nas culturas”, são critérios de observação as seguintes situações: ausente, eventual, moderado e elevado. No ausente, quando não existir o uso de agrotóxicos; no eventual, quando for aplicado agrotóxico uma vez ao ano na área delimitada da nascente; no moderado, quando for aplicado agrotóxico duas vezes ao ano na área delimitada da nascente; e no elevado, quando o uso for intenso, com mais de duas aplicações de agrotóxico ao ano na área delimitada da nascente.

Com relação ao uso de substâncias nocivas nas práticas utilizadas no entorno de nascentes, Laini et al. (2012) realizaram um estudo sobre a contaminação e dispersão de herbicidas em nascentes de planícies, indicando que a contaminação por herbicidas é considerada uma séria ameaça aos ecossistemas que dependem da água subterrânea. No estudo os autores indicaram que a gestão e as práticas agrícolas adequadas são benéficas e reduziram a contaminação das fontes. Nesse sentido, Krutz et al. (2005) e Borin et al. (2010) indicam o uso de tiras ripícolas como medida benéfica para prevenir escoamento superficial, o derrame de pulverização e o fluxo de contaminantes subterrâneos.

Sobre o “Impacto do uso e ocupação do solo”, Mendonça (2000) afirmou sobre a forte relação entre a degradação paulatina de áreas de preservação permanente aos eventos como: o parcelamento de determinada área; os consequentes processos de retirada da vegetação; a impermeabilização do solo e as ações antrópicas promovidas por moradores. Pinto et al. (2004) indicaram em seu estudo que a ocupação das áreas de recarga com pastagem, cultivo agrícola e café, é um forte indício para o aumento de nascentes perturbadas e degradadas.

Rossi et al. (2015) realizaram um estudo sobre as interferências geológicas na qualidade da água de nascentes boreais, apontando nos resultados indícios da prática de agricultura em pequena escala na água das nascentes como fator de comprometimento da água.

No parâmetro “Impacto do uso e ocupação do solo”, as situações observadas *in loco* são: ausente, pequeno, moderado e elevado. No ausente, na área delimitada deve predominar a mata nativa ou em processo de regeneração natural; no pequeno, quando na área delimitada existir a predominância de diversas culturas e/ou espécies frutíferas e a construção de residências próxima a nascente; no moderado, quando na área delimitada não existir vegetação nativa e existir criadouro próximo a nascente; e no elevado, quando não existir culturas e/ou vegetação e houver a presença de alguma fossa séptica próxima a nascente.

Balbinot et al. (2008) mencionam sobre dinâmica das nascentes e do lençol freático que podem ser modificadas conforme a utilização de práticas e diferentes formas de manejo da vegetação no entorno destas fontes. Sob este aspecto, os autores indicaram que a redução da cobertura vegetal contribuiu para a diminuição da infiltração da água no solo e influenciou o aumento da vazão de escoamento (formação de enxurradas), que podem reduzir a vazão das nascentes ou até mesmo comprometer a existência das mesmas. O estudo apontou a importância da presença de vegetação no entorno da nascente para que facilite o processo de infiltração da água nos lençóis freáticos e conseqüentemente ocorra o aumento da disponibilidade hídrica da nascente.

Pereira (2012) afirmou que o controle da quantidade e qualidade dos recursos hídricos depende do disciplinamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Sobre este aspecto, a autora indicou que este disciplinamento deve ser feito de modo a provocar alterações compatíveis com os mananciais, levando em consideração a função dos seus usos, pois, o ciclo hidrológico e a gênese dos corpos d'água podem ser afetados severamente.

Entende-se que os processos erosivos são eventos naturais que podem ser intensificados pela ação humana na medida em que são realizados usos inadequados do solo e práticas nocivas ao meio ambiente. Convém ressaltar também sobre a importância da vegetação ciliar para as nascentes, visto que a redução da mesma oferece grandes conseqüências ao ambiente, dentre elas: aumento relevante dos processos de erosão nos solos, redução da biodiversidade e, ainda, prejuízos na hidrologia local.

O parâmetro “ocorrência de processos erosivos no solo” possui os seguintes critérios de observação: ausente, eventual, moderado elevado. O ausente, quando na área delimitada da nascente não existir evidências de processos erosivos e o solo estiver coberto por vegetação; o eventual, quando o solo existir presença de vegetação e poucas evidências de processos erosivos; o moderado, quando na área delimitada o solo estiver pouco coberto por vegetação e existir grandes evidências de processos erosivos, tais como: rachaduras ou voçorocas; e elevado, quando o solo estiver totalmente exposto com a existência de grandes processos erosivos na área delimitada.

Desta forma, os parâmetros como a presença de animais de criação, de resíduos sólidos, de queimadas e/ou supressão da vegetação, de processos erosivos no solo, e ainda, de agrotóxicos nas nascentes são fatores de grande importância na verificação dos impactos que são ocasionados pelos usos, práticas e apropriações destas áreas pela comunidade. O desmatamento destas áreas representa a perda de uma diversidade biológica insubstituível,

uma séria ameaça à existência das nascentes e, conseqüentemente, dos cursos de água que delas dependem (RESENDE et al., 2009).

No parâmetro “Benfeitorias realizadas na nascente”, analisam-se as possíveis práticas benéficas às nascentes que são realizadas e adotadas pela comunidade que utiliza o recurso. De acordo com este parâmetro, são consideradas benfeitorias: (a) construção de alvenarias, anéis e tampas de concreto, (b) existência de instalações hidráulicas, (c) cercamento para proteção da nascente, e (d) plantio de mudas em seu entorno. Sobre o plantio no entorno das nascentes, Rodrigues e Gandolfi (2000) afirmaram que para a recuperação de áreas totalmente degradadas, sugere-se a implantação de consórcios de diferentes espécies arbóreas introduzidas na área através do plantio alternado ou de combinações de espécies.

Sendo assim, as iniciativas como proteger a nascente com estruturas de proteção, e ainda, plantar mudas de espécies arbóreas no seu entorno são consideradas como medidas que devem ser incluídas como parâmetro no estudo. Ressalte-se que as nascentes quando utilizadas pela comunidade devem-se criar condições adequadas de uso, como exemplo, a instalação de estruturas físicas protetoras, a fim de evitar a contaminação das águas e proliferação de doenças.

Nesse sentido, o parâmetro “Benfeitorias realizadas na nascente”, prevê as seguintes situações: elevada, moderada, eventual e ausente. Na situação elevada, enquadraram-se as práticas como o plantio de mudas, a construção de alvenarias, anéis e tampas de concreto, a existência de instalações hidráulicas e o cercamento para a proteção da nascente; na moderada, quando existir duas ou três das práticas mencionadas na primeira situação; na eventual, quando apenas existir uma das práticas mencionadas; e ausente, quando na área delimitada não existir nenhuma benfeitoria realizada, indicando descaso e falta de comprometimento com a conservação da nascente por parte dos usuários.

Para ampliar a possibilidade de conservação e recuperação de nascentes, parte-se da ideia de que a inclusão de um eixo político aponte um resultado mais eficaz para a indicação do potencial de conservação de nascentes, por considerar aspectos políticos e de envolvimento e participação.

Nesta proposta, o eixo “Político”, incorporou os parâmetros que são essenciais para a conservação das nascentes e que englobam uma série de fatores que contribuem para a conservação destas fontes. Convém ressaltar que nenhuma metodologia direcionada a conservação de nascentes utilizou uma abordagem como esta, que identifica através da participação possíveis caminhos para uma gestão consolidada do recurso.

No eixo Político (Quadro 28), foram incluídos importantes parâmetros como: Iniciativas de programas e projetos; Atuação da associação/organização de produtores rurais; Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural; Compartilhamento da água; e Controle e conflitos na nascente.

No parâmetro “Iniciativas de programas e projetos”, dispõe-se as iniciativas por parte do poder público, de organizações não governamentais ou de instituições privadas, através de projetos ou programas com a finalidade de recuperar ou realizar intervenções nas áreas de nascentes que sofrem ou possam sofrer impactos decorrentes de ações antrópicas.

Dentre as situações descritas, as nascentes enquadraram-se nos intervalos: elevado, moderado, eventual e ausente nas ações realizadas. No elevado, quando houver um conjunto de iniciativas em fase de execução realizadas por algum programa/projeto em funcionamento para a recuperação das nascentes; o moderado, quando o conjunto de iniciativas estiver em fase de planejamento, sob as mesmas condições mencionadas anteriormente; o eventual, quando houver um conjunto de intenções por parte de programas/projetos; e o ausente, quando não existir nenhuma iniciativa que tenha como objetivo recuperar e conservar as nascentes.

Ressalta-se que a importância de projetos nestas áreas potencializa a atuação da comunidade/usuários para uso adequado das nascentes, no estímulo de práticas agroecológicas e na própria conscientização ambiental.

Nesse sentido, Pereira (2012) constatou através do Projeto Nascentes do Natuba que a qualidade e quantidade de água disponibilizada pelas nascentes podem ser melhoradas desde que sejam adotadas medidas de recuperação, contribuindo desta forma para a sustentabilidade ambiental do assentamento. Dentre as principais atividades realizadas no projeto, destacaram-se: as ações de conservação da nascente, com o replantio de espécies nativas em seu entorno; e os planos de intervenção física, com a recuperação e proteção de algumas nascentes utilizando estruturas protetoras.

Nesta mesma perspectiva, o projeto Olho D'água (2002) desenvolveu ações de recuperação de nascentes que abastecem o Rio Tabatinga em Minas Gerais, o qual objetivou a promoção da sustentabilidade de pequenas propriedades rurais no cerrado e a conscientização da comunidade. Dentre as principais ações indicadas no projeto, destacaram-se a necessidade de intervenções por parte da comunidade e de órgãos públicos, na adoção de medidas mitigadoras dos impactos indicados, tais como: a recomposição de matas ciliares e da prática do manejo sustentável no local (DUARTE et al., 2004).

**Quadro 28** – Descrição do Eixo Político da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes. (Continua)

EIXO	PARÂMETRO	DESCRIÇÃO ( <i>in loco</i> )			
		3	2	1	0
Político	Iniciativas de Programas e projetos	<b>Elevada.</b> Quando existir um conjunto de iniciativas em fase de execução realizadas por programas/projetos para a recuperação ou melhoria das condições da nascente.	<b>Moderada.</b> Quando houver um conjunto de iniciativas em fase de planejamento realizadas por programas/projetos para a recuperação ou melhoria das condições da nascente.	<b>Eventual.</b> Quando houver um conjunto de intenções por programas/projetos para a recuperação ou melhoria das condições da nascente.	<b>Ausente.</b> Quando não existir iniciativa de programas/projetos para a recuperação ou melhoria das condições da nascente.
	Atuação da Associação/organização de produtores rurais	<b>Elevada.</b> Quando existir a realização de reuniões e solicitação de apoio externo com frequência da Associação/organização de produtores rurais para a conservação da nascente.	<b>Moderada.</b> Quando existir a realização de reuniões frequentes da Associação/organização de produtores rurais para a conservação da nascente.	<b>Eventual.</b> Quando existir apenas a realização de reuniões sem a abordagem para a conservação da nascente por parte da Associação/organização de produtores rurais.	<b>Ausente.</b> Quando não existir a atuação através da realização de reuniões da Associação/organização de produtores rurais para a conservação da nascente.
	Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural	<b>Elevada.</b> Quando existir a atuação significativa da assistência técnica ou de extensionistas através de visitas mensais ou trimestrais com envolvimento de ações e práticas de conservação na área da nascente.	<b>Moderada.</b> Quando existir a atuação moderada da assistência técnica ou de extensionistas através de visitas semestrais, com o envolvimento de ações e práticas de conservação na área da nascente.	<b>Eventual.</b> Quando existir a atuação esporádica da assistência técnica ou de extensionistas através de visitas anuais com o envolvimento de ações e práticas de conservação na área da nascente.	<b>Ausente.</b> Quando não existir atuação da assistência técnica ou de extensionistas com o envolvimento de ações e práticas de conservação na área da nascente no período superior a 1 ano.

**Quadro 28** – Descrição do Eixo Político da Metodologia Interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes. (Conclusão)

Político	PARÂMETRO	DESCRIÇÃO ( <i>in loco</i> )			
		3	2	1	0
	Compartilhamento da água	<b>Razoável.</b> Quando houver água em abundância na nascente e não ocorra o compartilhamento da água entre os usuários.	<b>Moderado.</b> Quando houver água em abundância e existir significativo compartilhamento entre usuários e comunidades, de forma que não ofereça riscos à conservação da nascente e interferência na sua disponibilidade de água.	<b>Elevado.</b> Quando não houver água em abundância e existir significativo compartilhamento da água, de forma que ofereça riscos à conservação da nascente e interferência na sua disponibilidade de água.	<b>Não observado.</b> Quando não existir água em abundância e não for possível o compartilhamento da água entre os usuários.
	Controle e conflitos na nascente	<b>Ausente.</b> Quando não houver na área delimitada indícios de controle e conflitos entre os usuários de água e o uso da água seja de forma amigável.	<b>Eventual.</b> Quando existir na área delimitada situações desagradáveis que indique a presença de controle e conflitos entre os usuários de água, de forma que nenhum usuário fique impedido de usar a água da nascente.	<b>Moderado.</b> Quando existir na área delimitada situações desagradáveis que indique a presença de controle e conflitos entre os usuários de água, de forma que o usuário fique impedido de usar a água no intervalo de tempo inferior a 6 meses.	<b>Elevado.</b> Quando existir na área delimitada situações desagradáveis que indique a presença de controle e conflitos entre os usuários de água, de forma que o usuário fique impedido de usar a água no intervalo de tempo superior a 6 meses.

Fonte: Elaborado pela autora.

Considera-se também na proposta a importância da atuação da associação/organização e ou cooperativas de produtores, que são de fato instituições sociais responsáveis pela consolidação de projetos dentro de assentamentos rurais e que buscam a solução de interesses e melhoria nas condições de vida, tanto nos aspectos sociais, econômicos e políticos, como também ambientais. Miranda (2011) apontou o potencial das organizações sociais e produtivas, indicando a valorização da participação dos assentados nas decisões coletivas nos projetos produtivos e de gestão ambiental para o verdadeiro estabelecimento como agricultores familiares em áreas de assentamentos rurais.

No parâmetro de “Atuação da associação/organização de produtores rurais”, foram avaliadas a atuação da associação/organização de produtores locais com relação ao envolvimento e iniciativas para atividades de melhorias e conservação das nascentes. Nesse sentido, as associações e cooperativas são como instrumentos de mediação, interlocução e tradução, que refletem uma forma de organização social, produtiva e de uso dos recursos naturais (MIRANDA, 2011).

No parâmetro indicado, os intervalos adotados são: elevado, moderado, eventual e ausente. No intervalo elevado, quando existir reuniões frequentes e solicitações de apoio externo da Associação/organização de produtores rurais para melhorias e conservação das nascentes; no moderado, quando existir apenas a realização de frequentes reuniões da Associação/organização de produtores rurais para melhorias e conservação das nascentes; no eventual, quando existir apenas a realização reuniões sem abordagens para conservação da nascente; e no ausente, quando não existir nenhuma associação/organização de produtores rurais no assentamento ou nenhuma atuação da mesma.

O parâmetro “Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural”, responderá sobre todo o acompanhamento e atuação da assistência técnica ou extensionistas com relação às orientações e apoio nas atividades que, de forma direta ou indireta, estão relacionadas às práticas e usos da água das nascentes. Na proposta, entende-se que são essenciais o apoio e o estímulo de extensionistas nas práticas ecologicamente viáveis e que considerem os aspectos de proteção e conservação das nascentes.

No parâmetro “Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural”, considerou-se o previsto na Lei nº 12.188, de 11 de janeiro de 2010, que institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária – PNATER, que em seu art. 4º indicou como alguns de seus objetivos: a promoção do desenvolvimento rural sustentável, o desenvolvimento de ações voltadas ao uso, manejo, proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais, dos agroecossistemas e da

biodiversidade e construção de sistemas de produção sustentáveis a partir do conhecimento científico, empírico e tradicional.

Nesse sentido, Silva e Braga (2010) identificaram desafios com relação à adequação ambiental e conservação de nascentes em assentamentos rurais, como: (a) os conflitos entre a conservação e a prática da agricultura familiar; (b) a falta de planejamento na distribuição da terra e orientação de seu uso; (c) a carência de estratégias de sustentabilidade em áreas de assentamento rurais por parte do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA; e d) a ausência de assistência técnica para melhor aproveitamento para fins agropastoris e conservacionistas.

Diante do exposto, torna-se fundamental incluir como parâmetro a atuação da assistência técnica/extensão rural, pois são através de processos educativos não formais que são oferecidos subsídios para as ações de conservação e uso das nascentes.

No parâmetro indicado, os intervalos adotados são: elevado, moderado, eventual e ausente. No intervalo elevado, quando existir atuação significativa da assistência técnica ou extensionistas através de visitas mensais ou trimestrais com envolvimento de ações e práticas de conservação das nascentes; no intervalo moderado, quando existir a atuação da assistência técnica ou extensionistas através de visitas semestrais; no intervalo eventual, quando existir a atuação da assistência técnica ou extensionistas através de visitas anuais; e, no intervalo ausente, quando não existir a atuação da assistência técnica ou extensionistas no período superior a um ano.

O parâmetro, “Compartilhamento da água” objetivou a verificação do uso intenso da água, quando esta for compartilhada com as famílias/comunidade no local. O estudo realizado por Machado (2013) indicou que as nascentes que possuíam grande oferta hídrica e qualidade satisfatória de água eram compartilhadas entre os usuários internos e externos ao Assentamento Caricé, na zona rural da Mata Sul de Pernambuco. Sobre este ponto de vista, o foco do parâmetro é relacionar a oferta hídrica e o compartilhamento da água, de forma que esta prática não ofereça riscos à conservação e não interfira diretamente na vazão das nascentes.

Na situação mencionada, os riscos à conservação serão observados através dos intervalos: razoável, moderado, elevado e não observado. No intervalo razoável, quando se observar a disponibilidade de água em abundância e o seu não compartilhamento; no intervalo moderado, quando houver água em abundância e significativo compartilhamento entre usuários e comunidades, sem riscos à nascente e à sua disponibilidade hídrica; no intervalo elevado, quando não houver água em abundância e existir o compartilhamento significativo,

de forma que ofereça riscos à conservação da nascente e à sua disponibilidade hídrica; e, no intervalo não observado, quando não existir água na nascente ou quando não existir condições de compartilhamento.

No parâmetro “Controle e conflitos na nascente”, ressalta-se a checagem de possíveis conflitos e controles no uso da água das nascentes que refletem diretamente na sua conservação.

O estudo realizado por Araújo (2012) apontou os conflitos no uso dos recursos hídricos do reservatório público de Carpina em Pernambuco que refletiam impactos do ponto de vista ambiental, como social e político. O estudo constatou as inúmeras práticas de apropriação, as causas imediatas dos conflitos e as consequências destas práticas realizadas pelos usuários da barragem, que são: as empresas privadas, o poder público, os pescadores, os agricultores, os proprietários de terra e a Cooperativa Mista dos Trabalhadores Rurais e Agricultura Familiar de Carpina (COMTRAF).

Sobre este aspecto, Little (2001) indica os conflitos ambientais como disputas entre diversos grupos sociais derivados de diferentes tipologias de relações que são mantidas com o meio natural. Neste último parâmetro são avaliadas as situações que indiquem a presença de permissões/controle no uso da nascente por parte dos usuários/comunidade local. Os intervalos para análise do parâmetro são: ausente, eventual, moderado e elevado.

No intervalo ausente, quando não existir indícios de controle e conflitos entre os usuários de água na área delimitada da nascente; no eventual, quando existir situações desagradáveis que indique a presença de controle ou conflitos, de forma que nenhum usuário fique impedido de utilizar a nascente; no moderado, quando existir situações desagradáveis que indique a presença de controle ou conflitos, de forma que o usuário fique impedido de utilizar a nascente no período inferior a 06 meses; e no elevado, quando existir situações desagradáveis que indique a presença de controle ou conflitos, de forma que o usuário fique impedido de utilizar a nascente no período superior a 06 meses.

Em suma, a adequação metodológica dispõe 20 parâmetros distribuídos por eixos (Ecológico, Socioterritorial e Político), justificando a sua importância interdisciplinar e o embasamento científico para a sua inclusão no estudo devido à importância da participação da sociedade na gestão dos recursos ambientais. Os parâmetros apresentados possuem situações distintas com intervalos de notas de 0 a 3 pontos, para cada parâmetro.

Para a indicação do potencial de conservação das nascentes faz-se necessário o somatório da pontuação dos 20 parâmetros (Figura 7) para posterior enquadramento, como: elevado, adequado, intermediário, reduzido e crítico (Apêndice B). A nascente com melhor

potencial de conservação deverá alcançar a pontuação máxima no intervalo de 60 a 49 pontos, mostrando-se em nível elevado de conservação; na situação “adequada”, a nascente deverá alcançar a pontuação de 48 a 37 pontos, mostrando-se dentro de uma faixa de intervalo adequada e, portanto, ainda considerada conservada.

**Figura 7** – Intervalos para enquadramento do potencial de conservação das nascentes.

Estado	Pontuação
Elevado	60 - 49
Adequado	48 - 37
Intermediário	36 - 25
Reduzido	24 - 13
Crítico	12 - 0

Fonte: Elaborado pela autora.

Na situação intermediária, os intervalos de enquadramento da nascente encontram-se entre 36 a 25 pontos, apontando que a nascente atingiu na escala uma posição mediana. A nascente com o potencial de conservação reduzido enquadra-se nos intervalos de 24 a 13 pontos, restando o nível mais crítico de conservação da nascente nos intervalos de pontuação de 12 a 0, considerado estado de alerta da nascente e, portanto, mais sensíveis.

A partir da adequação metodológica com inclusões e adaptações de metodologias já existentes (PINTO, 2003; VALENTE; GOMES, 2011; PEREIRA, 2012; MACHADO, 2013; OLIVEIRA, 2014; RIBEIRO, 2014) e com o acréscimo de uma nova abordagem com parâmetros de ordem política, o presente estudo complementa as metodologias mencionadas e aponta uma nova ferramenta interdisciplinar para a avaliação do potencial de conservação das nascentes, mostrando-se inovadora, principalmente por sua nova abordagem que mensura a partir de eixos, todas as relações existentes nestas áreas, de ordem ecológica, socioterritorial e política.

## 4.2 O Potencial de conservação das nascentes para o abastecimento humano

Para a avaliação do potencial de conservação de nascentes para o abastecimento humano, a pesquisa amparou-se sob o previsto na Resolução do Conselho de Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, de nº 357/2005. Esta enquadra as águas das nascentes como águas de classe especial destinadas ao abastecimento para o consumo humano com remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos (desinfecção), à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral (CONAMA, 2005).

Consideraram-se os valores limites previstos na Portaria do Ministério da Saúde (MS) de nº 2914/2011, que dispõe sobre o padrão de potabilidade para confrontar os dados das águas das nascentes para o abastecimento humano, demonstrando as condições da água que são destinadas para o consumo humano e que devem não oferecer riscos à saúde.

De acordo com as análises, as águas das nascentes do Assentamento Caricé destinadas ao abastecimento humano foram enquadradas na categoria “águas doces” com a salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰, conforme os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº357/2005. Os resultados das análises estão indicados por eixos, conforme a estrutura sugerida neste trabalho.

### 4.2.1 Eixo ecológico

Compreendido pelos parâmetros: (1) turbidez (NTU); (2) Contaminação por *Escherichia coli* (UFC/100mL); (3) Oxigênio Dissolvido (mg/L); (4) Salinidade (‰); (5) Aparência da água; (6) Fluxo hídrico; e (7) Cobertura vegetal.

O parâmetro de turbidez para as nascentes utilizadas nas demandas de abastecimento humano – Classe Especial<sup>10</sup> – deve, segundo a Portaria MS nº 2914/2011, atender a um limite máximo de 5 uT. Para água com valores acima de 5 uT, devem ser adotadas medidas de desinfecção e tratamento simplificado e são enquadradas em outras classes<sup>11</sup> de água pela Resolução CONAMA nº357/2005. As águas de classe I devem apresentar valores até 40 uT; as águas de classe II e III, devem apresentar valores de turbidez até 100 uT; e as águas de classes IV devem apresentar valores acima de 100 uT.

---

<sup>10</sup> Atendem aos padrões de potabilidade, estando à água própria para beber após desinfecção.

<sup>11</sup> Classes I, II, III e IV (CONAMA, 2005).

Os resultados do parâmetro turbidez nas nascentes utilizadas para o abastecimento humano do Assentamento Caricé, no mês de outubro de 2016, apontaram 05 nascentes dentro do limite estabelecido pela Portaria MS 2914/2011, com os valores inferiores a 5 NTU (Figura 8). Ressalta-se que 05 nascentes apresentaram valores  $>5 \leq 40$  NTU, que está de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. A nascente 09 apresentou o valor de 285 NTU, muito acima do previsto pela Portaria MS 2914/2011 e Resolução CONAMA 357/2005, sendo observado *in loco* que a referida nascente possui suas estruturas de proteção danificadas.

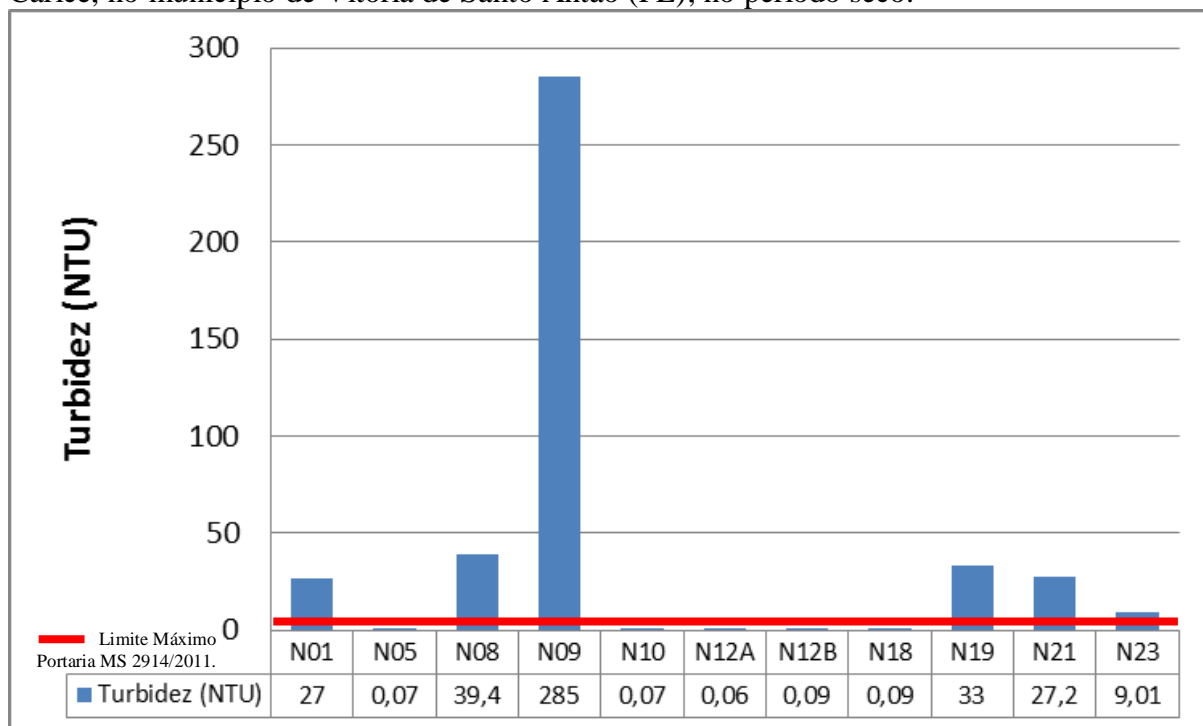
Oliveira (2014) encontrou um valor muito alto para a turbidez, acima do limite estabelecido pelas normas, em uma única nascente no seu estudo realizado no município de Vitória de Santo Antão (PE). A autora apontou que a nascente possuía estruturas de proteção (parede de alvenaria) em condições adequadas, justificando o valor acima de 60 uT às propriedades físico-químicas do solo durante o período chuvoso.

O estudo realizado por Pereira (2012) na Bacia do rio Natuba – PE, no período seco, apontou 05 nascentes em desconformidade com a Portaria MS 2914/2011 e Resolução CONAMA 357/2005. No estudo a autora identifica apenas 01 nascente com um valor muito superior às demais, com 41,83 uT, e o justifica devido as intervenções físicas para a recuperação da nascente passadas no momento da aferição.

Pinto et al. (2012) encontraram valores altos para o parâmetro de turbidez nas cinco nascentes no Município de Inconfidentes – MG, situadas no Bairro dos Romas, localizado na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu. No estudo, a avaliação que obteve maior pontuação, com 52 uT, pertencia a nascente com pastagem, indicando a ocorrência de erosão como consequência da compactação e da desestruturação do solo ocasionada pelo manejo indevido da pastagem e, ainda, pela presença dos animais de criação que bebiam a água da nascente.

Machado (2013) encontrou resultados satisfatórios nas nascentes destinadas ao uso pessoal (consumo e uso doméstico), no período seco, no Assentamento Caricé em Vitória de Santo Antão (PE), indicando 03 nascentes dentro do limite estabelecido na Portaria MS 2914/2011, com os valores inferiores a 5 uT. Ressalta-se que três nascentes indicadas naquele estudo constam na presente pesquisa (N05, N12A e N18) e apresentaram valores similares após 03 anos da primeira análise.

**Figura 8** - Turbidez das nascentes utilizadas para abastecimento humano no Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

VMP<sup>12</sup>:  $\leq 5$  NTU

Ressalta-se em particular a nascente (N23) no estudo. Com valor acima do limite permitido (9,01 NTU), da mesma forma apontada no estudo realizado por Machado (2013), no período seco, com valor de 20 uT, justificados como insatisfatórios devido à sua estrutura de proteção incompleta, que facilita a entrada de sedimentos no corpo da nascente.

As nascentes N01, N08, N09, N19, N21 e N23 apresentaram neste estudo valores acima do limite máximo permitido e previsto na Portaria MS nº 2914/2011. Destaca-se a nascente N09 com o valor de 285 NTU, que além de ultrapassar consideravelmente o limite, possuía visivelmente suas características organolépticas alteradas. Em particular, o resultado é justificado principalmente pelos danos nas estruturas de proteção da nascente (Figura 9).

As fontes em desconformidade para o parâmetro de Turbidez neste estudo estão suscetíveis às interferências das atividades agrícolas com técnicas impactantes, bem como desprotegidas, seja por ausência de estruturas de proteção superior ou laterais, facilitando a entrada de sedimentos no corpo das fontes.

<sup>12</sup> Valores máximos permitidos.

**Figura 9** – Nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco. (A) – N12A; (B) – N05; (C) – N09; e (D) – N23.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Os parâmetros Coliformes Totais e contaminação por *Escherichia coli*, para as nascentes utilizadas nas demandas de abastecimento humano - Classe Especial, devem estar em conformidade com o padrão microbiológico “ausente em 100mL” (MS, 2011). Os valores acima 1 UFC/100mL e  $\leq 400$  UFC/100mL, permitem apenas o uso da água da nascente para banho, conforme a Resolução CONAMA 274 de 2000, que trata dos padrões de balneabilidade.

Os resultados das análises realizadas para Coliformes Totais e *Escherichia coli* nas nascentes utilizadas para abastecimento humano no Assentamento Caricé no período seco foram obtidos através da técnica de análise Chromocult®, com valores expressos em UFC/100mL.

Com relação ao parâmetro “contaminação por coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*)” foi utilizado o estudo de Brandão et al.(2012) que compara as técnicas do número mais provável (NMP) com a técnica de filtração em membrana na avaliação da qualidade

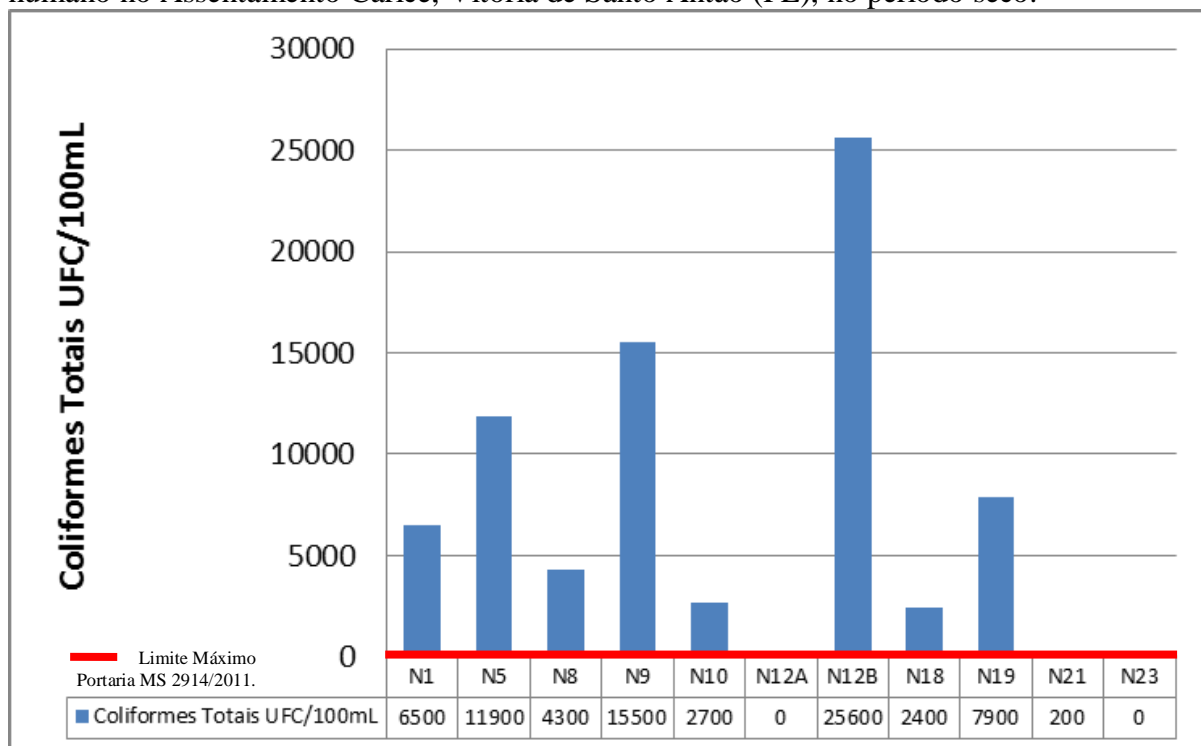
microbiológica de água mineral natural. Nesse estudo, os autores indicaram que os métodos de análise apresentam resultados equivalentes para coliformes termotolerantes, que permitiram o confronto com a Portaria nº 2914/2011 e o enquadramento nos intervalos de pontuação do parâmetro “Contaminação por *E. coli*”, prevista para indicar o potencial de conservação das nascentes.

Ressalta-se (nesta pesquisa) a viabilidade do uso da técnica de filtração em membrana na avaliação da qualidade microbiológica de águas superficiais (com baixas concentrações), devido a equivalência nos valores de UFC/100mL e NMP/100mL (BRANDÃO et al., 2012). Sendo, portanto, viável a utilização do método Chromocult®, devido ao baixo custo e praticidade na análise.

As análises de água realizadas no período seco, em outubro de 2016, apresentaram resultados para coliformes totais e presença de *E. coli* (Figura 10 e 11). A maioria dos resultados da análise do parâmetro de coliformes totais (N01, N05, N08, N09, N10, N12B, N18 e N19) estão acima de 1.000 UFC/100mL, ou seja, impróprias para o abastecimento humano. Apresentaram ausência de coliformes totais as nascentes N12A e N23; e a nascente N21 apresentou 200 UFC/100mL, dentro do valor máximo permitido para o padrão de balneabilidade previsto na Resolução CONAMA nº274/2000. As nascentes que ultrapassaram o limite máximo permitido encontraram-se expostas e próximas à presença de pasto, justificando, portanto, a sua contaminação por fertilizantes e/ou insumos agrícolas.

Pereira (2012) encontrou valores acima de 1000 NMP/100mL para coliformes totais em cinco nascentes no Assentamento Serra Grande, em Vitória de Santo Antão (PE), indicando que os resultados mais elevados de sua análise podem estar relacionados à exposição da nascente e a forma de coleta de água que é realizada diretamente através de vasilhames ou recipientes inadequados. A autora observou a redução nos valores de coliformes totais no período chuvoso, justificando-as as intervenções realizadas com instalações de estruturas protetoras após as análises realizadas no período seco.

**Figura 10** – Resultados de Coliformes Totais das análises das nascentes para abastecimento humano no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

VMP: < 1 UFC/100mL.

Machado (2013) apresentou valores de coliformes totais na mesma área de estudo, nas nascentes utilizadas para o consumo humano (ingestão) com 120,1 e 108,5 NMP/100mL, respectivamente, no período seco. No mesmo período a autora encontrou valores >1000 NMP/100mL em sete nascentes utilizadas nas atividades domésticas no assentamento, justificados a época devido às estruturas de proteção incompletas e a forma de captação da água, realizada diretamente na nascente com o apoio de vasilhames.

Oliveira (2014) apresentou resultados insatisfatórios para as nascentes na Bacia do Rio Natuba em Pernambuco, no parâmetro coliformes totais, indicando oito nascentes em desconformidade no período seco e chuvoso, com valores aproximados a 1011,2 NMP/100mL, excedendo o limite máximo permitido de 1000 NMP/100mL previsto nos padrões de balneabilidade exigidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000. A autora justifica os valores mais elevados devido à exposição da nascente, principalmente quanto às estruturas de proteção no seu entorno, além das plantações de cultivos muito próximas as fontes, bem como o uso inadequado da água, sendo em alguns casos de forma direta e através de recipientes de inadequados.

Pinto et al. (2012) encontraram para o parâmetro “coliformes totais” nas nascentes no Município de Inconfidentes – MG, localizado na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu, valor > 2419 NMP/100mL. No estudo, a nascente que possuía pastagem no seu entorno apresentou o valor mais alto para coliformes totais, o que evidencia a presença de animais de criação no entorno das nascentes devido à presença de pasto no local.

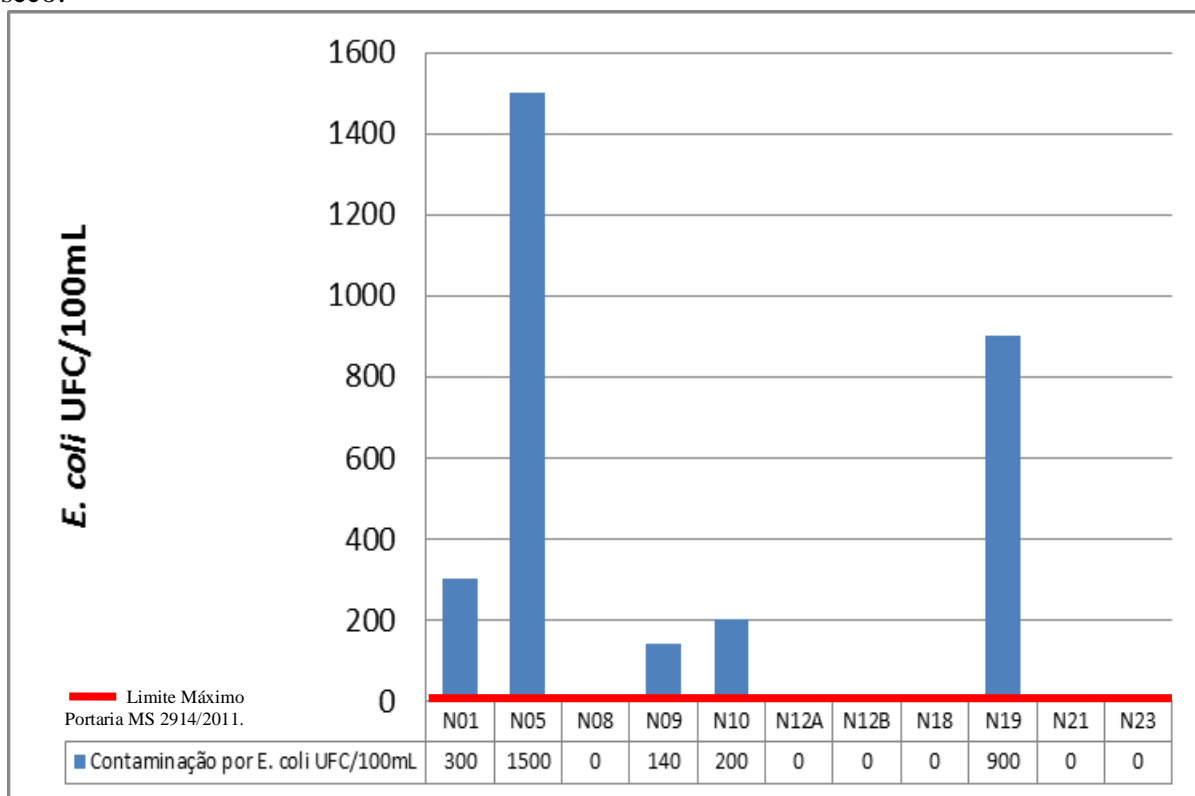
Felippe e Magalhães Junior (2012) encontraram a média de 1.146 UFC/100ml de coliformes totais nas 58 amostras de água coletadas nas nascentes em três parques urbanos em Belo Horizonte - Minas Gerais. Do ponto de vista quantitativo, os autores indicam que 18 amostras foram incluídas nas classes “ruim” e “péssimo”, apresentando mais de 1.000 UFC/100ml, valor que torna a água inadequada, inclusive, para a recreação. Os autores justificaram os valores para coliformes totais, indicando que no próprio solo, poluído ou não, existem bactérias constituindo um ecossistema edáfico, o que aponta a possibilidade das nascentes cuja água tenha contato com o solo sejam enriquecidas por bactérias.

Os resultados da pesquisa de campo apontaram a ausência de *Escherichia coli* nas amostras de seis nascentes: N08, N12A, N12B, N18, N21 e N23 (Figura 11), enquadrando-as dentro do padrão de potabilidade da Portaria MS nº2914/2011. Duas nascentes indicaram a presença da bactéria, a N09 e N10 com 140 e 200 UFC/100mL, respectivamente, que estão em condição excelente para os padrões de balneabilidade da Resolução CONAMA nº274/2000; e uma única nascente (N01) apresentou o valor de 300 UFC/100mL, em condição apropriada para conforme prevê a legislação (Figura 10).

As nascentes que apresentaram os maiores valores para a contaminação por *E. coli* no Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão (PE) foram as de números N05 e N19 com, respectivamente, 900 e 1500 UFC/100mL, sendo, portanto, impróprias para o abastecimento humano, conforme a Portaria MS nº2914/2011 e Resolução CONAMA nº274/2000. Os altos valores são comprovados pela proximidade com as pastagens, justificando, portanto, a sua contaminação.

Oliveira (2014) observou, na mesma área do estudo de Pereira (2012), que das 17 nascentes monitoradas no período seco e chuvoso apenas quatro obedeceram a Portaria nº 2914/11 (MS), apresentando conformidade com o dispositivo. A autora indica que os resultados satisfatórios das nascentes podem estar associados ao seu estado de conservação, visto que as nascentes que possuíam estruturas de proteção adequadas não foram detectadas a presença de *E. coli* em 100ml. Outro fato mencionado pela autora refere-se ao uso da água, que é feito de forma indireta, impedindo que o usuário contamine a nascente através do manuseio inadequado.

**Figura 11** – Resultado da contaminação por *E. coli* das análises das nascentes para abastecimento humano no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

VMP: < 1 UFC/100mL.

Pereira (2012) analisou a presença de *Escherichia coli* em nascentes da Bacia do rio Natuba - PE no período seco e detectou que apenas 02 nascentes possuíam os valores de 3,1 e 17,1 NMP/100mL em desconformidade com a Portaria nº2914/2011. No período chuvoso, a autora aponta em seus resultados um aumento de nascentes contaminadas, com a presença de *E. coli* em 08 nascentes, com valores de 2 NMP/100mL e 816,4 NMP/100mL. A autora indica o aumento de contaminação no período chuvoso, relatando a relação direta com as estruturas de proteção das fontes.

Pinto et al (2012) indicaram o valor de 365 NMP/100mL para coliformes termotolerantes das nascentes na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu, no Estado de Minas Gerais. No estudo, as nascentes que se apresentaram em desconformidade com os limites encontravam-se próximas as áreas de pastagens, o que indica a possibilidade de contaminação por fezes de animais de criação que circundam essas áreas.

Felippe e Magalhães Junior (2012) encontraram coliformes termotolerantes em 31% das amostras analisadas. Os autores apontam no estudo a situação crítica em 1,7% dos casos que apresentaram valores acima de 900 UFC/100mL. Contudo, os autores complementam que

a presença de microorganismos indicadores de patogenia não é função somente da proximidade das fontes de poluição, justificando os valores às características das próprias nascentes.

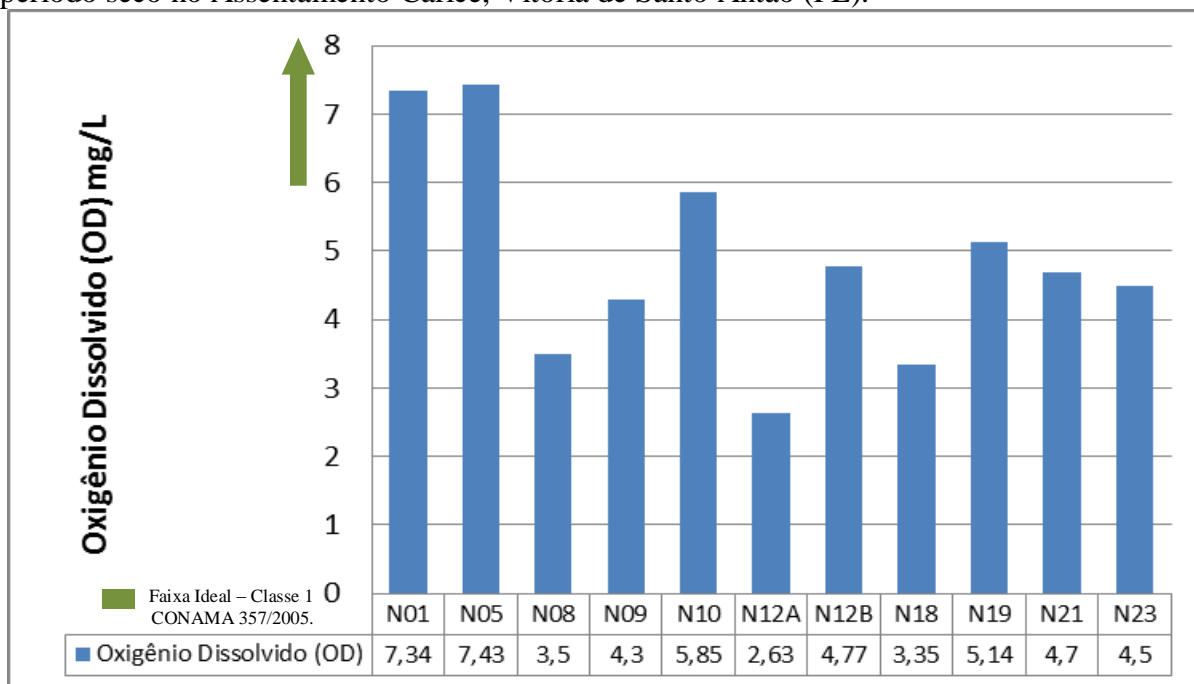
O parâmetro Oxigênio Dissolvido das nascentes utilizadas nas demandas de abastecimento humano devem, segundo a Resolução CONAMA nº357/2005, ultrapassar valores de 6 mg/L, para as águas de classe I. Nas águas de classe II, os valores de Oxigênio Dissolvido não podem ser inferiores a 5 mg/L; restando a classe III, na qual os valores não podem ser inferiores a 4 mg/L.

Os resultados do parâmetro Oxigênio Dissolvido de acordo com as medições realizadas no período seco em outubro de 2016 indicaram uma única nascente (N12A) com valor inferior a 3 mg/L (Figura 12); duas nascentes com valores de 3,5 e 3,35 mg/L, N08 e N18, respectivamente; quatro nascentes enquadradas no intervalo  $>4 <5$  mg/L, que foram as nascentes N09, N12B, N21 e N23; duas nascentes com valores no intervalo  $>5 <6$  mg/L, que foram as nascentes N10 e N19; e, ainda, duas nascentes com valores acima de 6 mg/L, a N01 e a N05. Os baixos valores de Oxigênio Dissolvido são justificados devido à ausência de exposição da nascente, uma vez que a mesma possui estruturas de proteção com tampa.

Gusmão et al. (2011) analisaram as nascentes do Rio Natuba – PE, encontrando valores de Oxigênio Dissolvido entre 1,58 e 4,78 mg/L em 09 nascentes das 11 analisadas, abaixo do previsto pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA. Da mesma forma, Braga (2011) justificou que os valores que estão abaixo do limite previsto no dispositivo estão associados à origem subterrânea das águas das nascentes, não estando relacionados à poluição com substâncias orgânicas biodegradáveis.

Neste estudo, as nascentes que apresentaram os valores acima de 6 mg/L, atendendo portanto a Resolução CONAMA 357/2005, estavam sem a presença de tampa protetora, o que permite relacionar com os resultados das nascentes analisadas por Oliveira (2014). A autora constatou no Assentamento Serra Grande, em Vitória de Santo Antão (PE), duas nascentes com valores acima do limite, nos intervalos de 7,04 a 9,2 mg/L e de 0,88 a 8,52 mg/L, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. A autora relacionou o elevado teor de oxigênio à exposição ambiental, devido à ausência de tampa protetora que permite a nascente o contato externo, resultando no recebimento de maior oxigenação influenciada pelos processos fotossintéticos e interferências do ar atmosférico.

**Figura 12** – Oxigênio Dissolvido das nascentes utilizadas para abastecimento humano no período seco no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE).



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

VMP:  $\geq 6$  mg/L.

Machado (2013) apresentou resultados insatisfatórios de Oxigênio Dissolvido para as nascentes de uso pessoal (consumo humano com ingestão da água), na faixa de 2,05 a 5,15 mg/L O<sub>2</sub>, ou seja, abaixo de 6 mg/L O<sub>2</sub>, o que não enquadra as nascentes na classe Especial e Classe I, de acordo com a Resolução CONAMA n°357/2005. Os valores abaixo do limite aceitável justificaram-se pelas interferências humanas no entorno das nascentes.

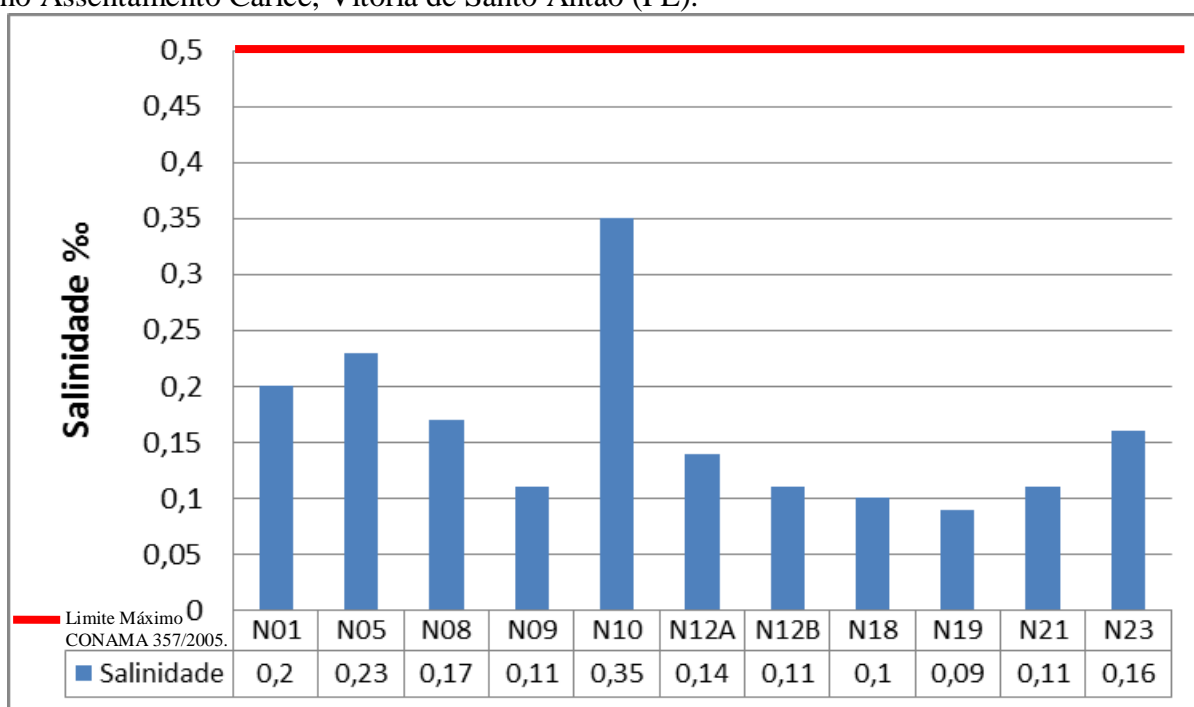
Ribeiro (2014) no estudo realizado na região semiárida do Pajeú (PE), durante o período seco, encontrou o valor de 2 mg/L na nascente do riacho da Chinela, no Município de Carnaíba – PE, apresentando-se abaixo do estabelecido pela Resolução n° 357/2005 do CONAMA, que indica o valor mínimo de 6 mg/L. O autor relacionou o valor com a diferença na temperatura e o aumento na concentração de sólidos dissolvidos da nascente.

Pereira (2012), no Assentamento Serra Grande localizado na Bacia do rio Natuba – PE, encontrou dados semelhantes nos períodos seco e chuvoso em seu trabalho. Nesse estudo, a autora fez medições nas nascentes no período chuvoso, com valores que variaram no intervalo de 1,2 e 9,6 mg/L; e seco, com valores entre 0,7 e 7,9 mg/L, identificando que as nascentes não apresentaram diferenças consideráveis entre as medições do período seco e chuvoso. A autora concluiu em seu estudo que os baixos valores de Oxigênio Dissolvido encontrados nas nascentes analisadas não são decorrentes de poluição com substâncias

orgânicas biodegradáveis, mas estão relacionadas à origem subterrânea das águas de nascentes.

No parâmetro Salinidade (‰), as águas das nascentes utilizadas nas demandas de abastecimento humano devem, segundo a Resolução CONAMA nº357/2005, enquadrar-se como Água Doce, não ultrapassando 0,5 ‰, limite máximo permitido para a categoria. De acordo com as análises realizadas no período seco, no ano de 2016, as nascentes do Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão (PE), apresentaram-se abaixo do limite exposto, sendo, portanto, águas doces. Os valores apresentaram-se dentro da faixa limite, no intervalo de 0,09 a 0,35 ‰ (Figura 13).

**Figura 13** – Salinidade das nascentes utilizadas para abastecimento humano no período seco no Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE).



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

VMP:  $\leq 0,5$  ‰.

Ribeiro (2014) encontrou valores acima do limite para Salinidade no período seco e chuvoso em cacimbas no leito do rio Pajeú, na Comunidade Batinga do Tauá, Município de Brejinho-PE. As nascentes apresentaram os valores de 0,84 e 0,87 ‰, sendo consideradas como salobra (salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰) de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Nesta situação é necessário o tratamento avançado (dessalinização) para que a água seja utilizada para consumo humano. Os valores que identificaram a água da nascente como salobra estão contextualizados na área de inserção da nascente, que se situa no semiárido pernambucano, ambiente com escassez hídrica.

Com relação à qualidade da água das nascentes de Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE), menos da metade das nascentes se apresentaram inadequadas para o consumo humano, estando em desconformidade com os padrões de potabilidade da Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/11. De acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000, a maioria das nascentes apenas atendem os padrões de balneabilidade.

Com relação ao tratamento realizado na água da nascente relatada pelos assentados, observou-se que a maior frequência de respostas das entrevistas aponta para a utilização de produtos químicos, tais como: o cloro, a água sanitária, o enxofre e o sulfato de alumínio (Tabela 2). Dentre as respostas, ressalta-se o uso do cloro nos reservatórios dentro das residências com maior frequência. Nota-se a única resposta indicada pelo assentado da parcela 18, que se expressa: *“Só faço coar a água, mas tem gente que usa a cacimba e coloca remédio nela”*.

**Tabela 2** – Tratamento caseiro realizado na água das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQÜÊNCIA
Tratamento da água	Coa a água	01
	Não faço nada.	03
	Utilizo cloro no reservatório em casa.	03
	Utilizo água sanitária no reservatório em casa.	01
	Utilizo enxofre na nascente todo início de ano.	01
	Utilizo sulfato de alumínio na nascente todo início de ano.	01
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

No parâmetro “Aparência da água”, 06 nascentes (N05, N10, N12A, N12B, N18 e N21) se apresentaram com aparência incolor. As nascentes turvas corresponderam a 04 nascentes (N01, N08, N19 e N23), restando a nascente N09 com a aparência da água escura. O resultado da nascente N09 justifica-se pela ausência de tampa e comprometimento das estruturas de proteção da nascente, o que contribui para as alterações percebidas na água devido à sua exposição direta.

Felippe e Magalhães Junior (2012) ao avaliarem os impactos ambientais através de parâmetros macroscópicos nas nascentes em três parques urbanos em Belo Horizonte, Minas Gerais, qualificaram as nascentes de acordo com a aparência da água, como: escura, clara e transparente. No estudo, os autores encontraram 100% das nascentes com a aparência transparente, categorizadas no nível bom, não correlacionando o resultado com outros parâmetros e aspectos observados nas nascentes.

Ribeiro (2014) encontrou nas nascentes avaliadas no alto trecho da bacia do Pajeú, no Sertão Pernambucano, nascentes com o resultado “incolor”. No seu estudo, o autor também não correlaciona os dados com os outros parâmetros na pesquisa.

Machado (2013) caracterizou as propriedades organolépticas das nascentes compartilhadas a partir da visão dos assentados, na Zona da Mata pernambucana, e constatou que a nascente da parcela 18 se destacava perante as demais pela unanimidade das respostas. No seu estudo, a nascente 18 apresentou ausência de cor e aparência límpida, com a frequência de 100% das respostas. A autora justificou os dados devido à fiscalização por parte do assentado da parcela, que a época da pesquisa relatou fiscalizar e proibir o acesso a nascente quando observado situações de poluição das águas nas atividades de lavagem de roupa e banho na nascente.

Nesse sentido, Haas (2010) avaliou a qualidade da água no município de Rolante – RS, a partir do ponto de vista dos produtores em propriedades rurais e das características sensoriais, enquadrando-as como: inodora, incolor e insípida. O autor identificou que a qualidade das nascentes estavam satisfatórias, porém não realizou nenhum teste de qualidade na água para confronto, justificando os resultados de acordo com o relato dos produtores que afirmaram não possuir problemas de saúde em função do uso da água da nascente.

Com relação ao fluxo hídrico, todas as nascentes se apresentaram como perenes, segundo informações locais coletadas pelos assentados, o que permitiu a análise mais adequada de todos os parâmetros da pesquisa. A presença de água na nascente viabilizou a observação e enquadramento das pontuações na ferramenta metodológica. Observa-se na pesquisa que a maior incidência da perenidade das nascentes pode estar relacionada às águas subterrâneas e a própria alimentação dos lençóis freáticos justificados pelas precipitações existentes na região da pesquisa.

Nessa mesma área de estudo, os assentados relataram que o fluxo hídrico das nascentes (Tabela 3) apresenta-se com apenas duas nascentes intermitentes, ou seja, possuem o seu fluxo interrompido no período seco. No assentamento há 39 fontes perenes, que mesmo com uma redução do seu fluxo no período seco, mais crítico do ano, atendem as famílias do assentamento (MACHADO, 2013).

**Tabela 3** – Características das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

<b>Fluxo hídrico</b>	<b>Percentual (%)</b>	<b>Localização</b>	<b>Percentual (%)</b>
Perene	95	Depressão	61%
Intermitente	5	Encosta	39%
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>Total</b>	<b>100,00</b>

Fonte: (MACHADO, 2013).

Os dados apontados na pesquisa de Ribeiro (2014) indicaram na região semiárida do Pajeú que das seis nascentes analisadas, três nascentes enquadraram-se como perene; restando uma nascente como intermitente e outras duas como efêmeras. Através do estudo, os fluxos hídricos foram relacionados com o clima e as condições ambientais da área da pesquisa.

No parâmetro “Cobertura vegetal” as nascentes de Caricé durante o período seco se apresentaram da seguinte forma: 03 nascentes (N10, N21 e N23) foram enquadradas na situação com maior incidência de espécies arbustivas; e 08 nascentes (N01, N05, N08, N09, N12A, N12B, N118 e N19) foram avaliadas com maior incidência do pasto ou agricultura de ciclo longo. As pontuações mais baixas refletiram a forma de exploração do solo e as atividades realizadas no assentamento rural.

Ressalta-se na cobertura vegetal no entorno das nascentes do Assentamento Caricé a predominância de espécies frutíferas, restando o capim e a monocultura da cana-de-açúcar como a cobertura vegetal sem maior importância entre os assentados. Dentre as espécies de frutíferas destacam-se: bananeira, limoeiro, mangueira, cajueiro, jambeiro, coqueiro e abacateiro.

Felippe e Magalhães Junior (2012) encontraram em 100% das nascentes analisadas um elevado grau de alteração da vegetação no interior dos parques municipais em Belo Horizonte – MG. Os autores justificaram os valores relacionando as nascentes com a sua localização, com menos de 50 metros de distância dos equipamentos urbanos no local.

Ribeiro (2014) encontrou nas seis nascentes analisadas no Alto trecho da Bacia Hidrográfica do rio Pajeú, 03 nascentes com predominância da vegetação arbustiva; 02 com a predominância de vegetação arbóreo-arbustiva; e uma nascente com a predominância arbórea. O autor indicou em seu estudo que a vegetação de grande porte com dossel bem formado e grande deposição de serapilheira é o principal fator ecológico que contribui para a conservação da nascente e área do entorno.

Oliveira et al. (2012) avaliaram 14 nascentes na área da bacia hidrográfica do rio Piauitinga no Município de Salgado, em Sergipe. Nesse estudo observaram relação entre a vegetação e as nascentes. Os resultados indicaram que as nascentes na categoria preservada

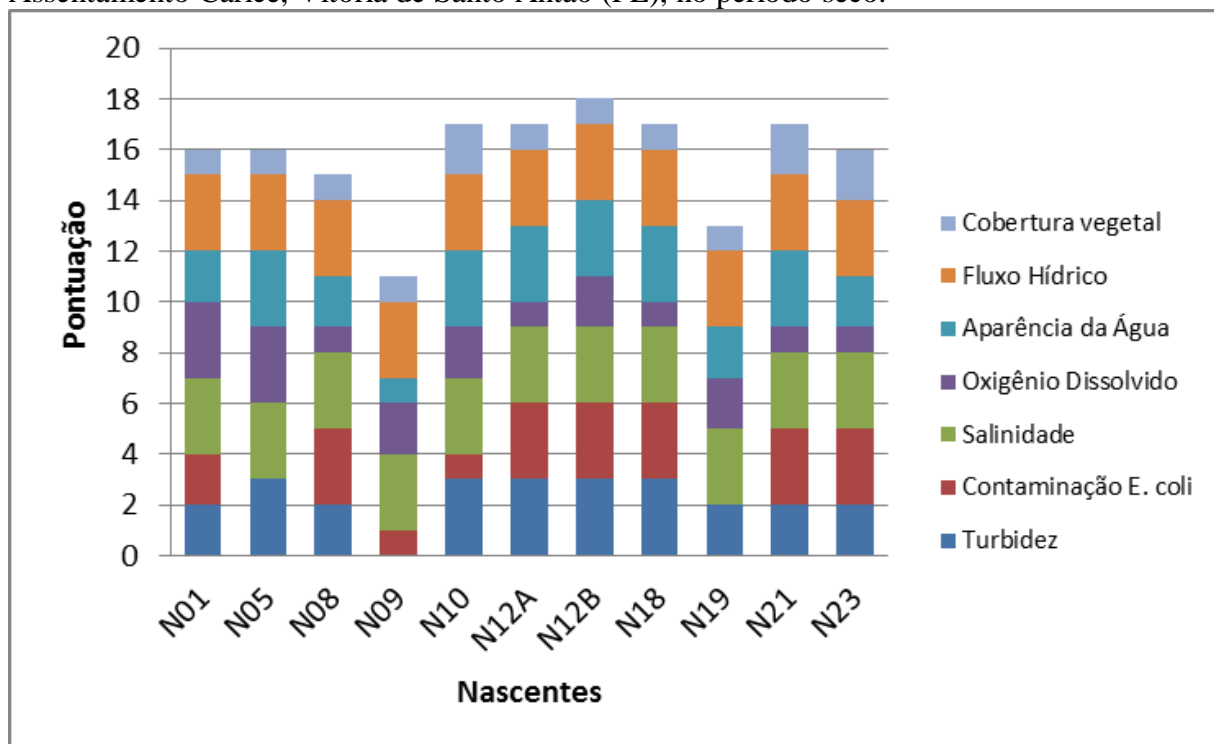
pontual e a perturbada pontual apresentaram o maior número de espécies (45 e 32) e de indivíduos (670 e 240), respectivamente, quando comparadas com as degradadas difusas e degradadas pontuais. Os autores justificaram no estudo que o afloramento superficial da água da nascente pontual possui relação direta com o número de espécies, quando comparadas às nascentes difusas.

Oliveira (2014) avaliou o estado de conservação de 17 nascentes no Assentamento Serra Grande em Vitória de Santo Antão – PE e encontrou os seguintes valores: 09 nascentes enquadradas com maior incidência de pasto e agricultura de ciclo longo e 08 nascentes enquadradas com maior incidência de vegetação arbustiva. A autora aponta que as áreas que mais se encontraram degradadas tiveram a utilização de agrotóxicos, o que resultou na vegetação rala e com aspecto de queimada; e que a existência de agricultura de ciclo curto e longo, resultou, consequentemente, na degradação do solo causada pelo uso intensivo dessas atividades.

Ressalta-se, no eixo ecológico desta pesquisa, o parâmetro “Cobertura vegetal” que obteve a menor pontuação e consequentemente a pior avaliação, com valores entre 2 e 1 pontos em todas as nascentes avaliadas (Figura 14). O resultado reflete as atividades desenvolvidas no assentamento, evidenciando a incidência da vegetação arbustiva e do pasto com agricultura de ciclo longo no entorno destas fontes.

Ribeiro (2014) encontrou valores baixos para as nascentes do Alto trecho da bacia hidrográfica do Pajeú (PE), no parâmetro “Riqueza da fauna aquática” proposto para a avaliação do Índice de Conservação Ecológica (ICE) de nascentes. Os valores refletiram a relação direta entre as espécies aquáticas e a presença de oxigênio na água, essencial à vida.

**Figura 14** – Resultados do eixo ecológico para o potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Os parâmetros “Fluxo hídrico” e “Salinidade” receberam a pontuação máxima, visto que todas as nascentes apresentaram o fluxo de água perene e doce, conforme Valente e Gomes (2011) e a Resolução CONAMA nº357/2005. Os valores equivalentes para os dois parâmetros estão relacionados devido ao clima e às condições da área de estudo da pesquisa.

Ribeiro (2014) apresentou na avaliação do Índice de Conservação Ecológica (ICE) de nascentes no Alto trecho da bacia hidrográfica do Pajeú (PE) que os resultados dos parâmetros “Cor da água” e “Salinidade” obtiveram maior pontuação. O autor menciona a pontuação dos parâmetros e não justifica em seu trabalho a relação com outros dados da pesquisa.

#### 4.2.2 Eixo socioterritorial

Composto pelos parâmetros: (1) Uso da água; (2) Presença de Animais de criação; (3) Presença de Resíduos Sólidos; (4) Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação; (5) Impacto do uso e ocupação do território; (6) Uso de Agrotóxicos nas culturas; (7) Ocorrências de processos erosivos no solo; e (8) Benfeitorias realizadas no entorno da nascente.

As nascentes avaliadas no parâmetro “Uso da água” apresentaram valores baixos com relação à utilização diária da água da nascente (Tabela 4), indicando as nascentes N09, N19, N21 e N23 como as fontes mais utilizadas e com possibilidade de comprometimento na disponibilidade hídrica da nascente. A nascente N01 apresentou o valor moderado, pois os usos não interferem na disponibilidade da água; as nascentes N08, N12A e N18 de uso esporádico se enquadraram como os usos que não interferem na disponibilidade da nascente. Ressalta-se que nenhuma das nascentes analisadas apresentaram o uso ausente, de maior pontuação na metodologia proposta.

Felippe e Magalhães Junior (2012) analisaram o uso das nascentes em parques municipais em Belo Horizonte - MG e enquadraram as nascentes como: uso constante, uso esporádico e sem uso. Os autores identificaram os piores resultados para o parâmetro “Uso das nascentes” no Parque das Mangabeiras, justificando a ocorrência devido às atividades de turismo e lazer no interior do parque.

Ribeiro (2014) encontrou baixos valores para o parâmetro uso da água no semiárido Pernambucano, indicando que 04 das 06 nascentes analisadas apresentaram valores com 1 ponto, enquadradas devido à frequência do uso na estação seca do ano. Uma nascente obteve pontuação zero, uso ausente, devido ao enquadramento da nascente como efêmera.

De acordo com o levantamento complementar realizado no estudo (APÊNDICE D) com relação às atividades prioritárias que demandam mais água das nascentes, os entrevistados foram questionados sobre os três principais usos que demandam mais água, indicados através de três posições no *ranking*<sup>13</sup> por ordem de importância (Tabela 4). Nesse sentido, a primeira posição com maior frequência de respostas apontou que a atividade de lavagem e roupas demanda mais captação de água por parte dos assentados. Na segunda posição, a lavagem de pratos foi apontada pelos usuários como a segunda atividade que mais demanda água no assentamento, e, ocupando a terceira posição, o banho, foi apontado como a terceira atividade que mais demanda água das nascentes no Assentamento Caricé.

---

<sup>13</sup> Posição ou colocação sobre algo ou alguém que ocupa uma escala que destaca seu mérito em relação aos demais.

**Tabela 4** – *Ranking* da demanda de água relacionado aos principais usos das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

USOS MAIS CITADOS	ATIVIDADES QUE DEMANDAM ÁGUA	FREQUÊNCIA
1º	Beber	01
	Banho	03
	Lavagem de pratos	02
	<i>Lavagem de roupas</i>	04
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>
2º	Banho	01
	<i>Lavagem de pratos</i>	06
	Lavagem de roupas	03
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>
3º	<i>Banho</i>	05
	Cozinhar	01
	Lavagem de pratos	02
	Lavagem de roupas	02
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Ressalta-se a importância de destacar os principais usos da água das nascentes nesta pesquisa, que prioritariamente estão demonstradas na tabela mencionada, quais sejam: as demandas domésticas, desde o uso da água para a limpeza de utensílios e de outros itens das famílias; e as demandas com higiene pessoal, relatadas através dos entrevistados pela prática do asseio da família.

A realidade vivenciada pelo assentamento Caricé aponta as nascentes como uma das principais fontes hídricas para o desenvolvimento e dinâmica local, seja na sua utilização para consumo humano e doméstico, seja na dessedentação de animais e irrigação de culturas. Ainda neste sentido, pode-se visualizar a participação das nascentes (Tabela 5), de acordo com demandas e os usos desenvolvidos no assentamento (MACHADO, 2013).

**Tabela 5** – Demandas das nascentes do Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão – PE, em 2013.

Demandas	Percentual (%)
Consumo humano	42
Consumo doméstico	29
Irrigação de culturas	19
Dessedentação de animais	10
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

Fonte: (MACHADO, 2013).

Atualmente, os usos das nascentes apontados pelos assentados de Caricé correspondem em sua maioria ao abastecimento doméstico (Tabela 6). Em segundo plano, a pesquisa identificou que duas famílias não fazem mais a ingestão da água devido à redução da quantidade e comprometimento da qualidade, porém apontam na pesquisa que ainda usam a

água de forma geral, identificado especificamente no relato do agricultor da parcela 21 que diz: *“Hoje eu não bebo mais, lavo roupa, banho, o boi bebe, também bato pano, lavo a casa e irriego algumas culturas, mas a água diminuiu”*. Nota-se que a resposta relata sobre a má qualidade da água, apontado pelo usuário da parcela 09 através da frase: *“Só uso para lavar prato e limpar a casa. Não presta mais pra nada, nem para lavar roupa”*, remete o abandono do uso devido à aparência e aspecto da água para ingestão.

**Tabela 6** – Usos atuais das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Atuais usos realizados nas nascentes	Água para o gasto.	04
	Não uso mais a nascente.	01
	Água para beber e para o gasto.	01
	Uso para o gasto, não bebo a água, ela não presta.	01
	Uso geral e não bebo mais a água porque diminuiu.	02
	Água só para beber por causa da distância.	01
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Destacam-se as principais atividades que demandam água, como o consumo humano, com a ingestão da água e o cozimento de alimentos; e no consumo doméstico, com os usos referentes à higiene humana e doméstica, tais como: o banho, a limpeza da casa e de utensílios; a irrigação de culturas e dessedentação de animais, nas atividades destinadas à subsistência no assentamento.

Com relação à forma de captação da água da nascente, a pesquisa apontou a frequência de 05 respostas para a captação realizada através de balde ou vasilhame diretamente na fonte. Nesse sentido, as outras formas de captação da água são realizadas via tubulações hidráulicas (PVC), transportadas com auxílio da gravidade ou por bomba elétrica de sucção da água.

Oliveira (2014) encontrou elevados valores para o parâmetro do uso direto das nascentes no Assentamento Serra Grande, em Vitória de Santo Antão (PE), indicando que 14 das 17 nascentes no assentamento não são utilizadas pelos assentados. Apenas uma nascente é utilizada eventualmente; e 02 nascentes são utilizadas com frequência com o uso de baldes ou vasilhames, diretamente no corpo da nascente. Os valores mais baixos são justificados pela autora que indicou que a utilização da água por meio de recipientes interfere diretamente na contaminação da nascente.

No parâmetro “Presença de Animais de criação”, a maioria das nascentes N01, N08, N09, N12A, N12B, N18, N19, N23 apresentaram o valor de 02 pontos, indicando na pesquisa poucas evidências de animais de criação na área delimitada da nascente. Apresentaram com

01 ponto as nascentes N05 e N10; a nascente N21 apresentou a ausência de animais de criação, justificadas pelo cercamento de toda área no entorno da nascente realizado pelo assentado da parcela.

Ribeiro (2014) encontrou valores que apontaram o impacto por animais de criação nas nascentes no semiárido pernambucano. Das 06 nascentes analisadas, 04 apresentaram valores baixos para o parâmetro. Na região da pesquisa as atividades agropecuárias são intensas, justificando os valores baixos e os impactos nas áreas de nascentes devido à prática excessiva da atividade e a ausência de cercamento da área da nascente.

Oliveira (2014) encontrou altos valores para as nascentes no Assentamento Serra Grande, na Zona da Mata Pernambucana, indicando que 15 das 17 nascentes no assentamento mostraram-se ausentes com a ocorrência de animais de criação; uma nascente apresentou poucas evidências de animais na área, restando para a última nascente a presença frequente de animais na área.

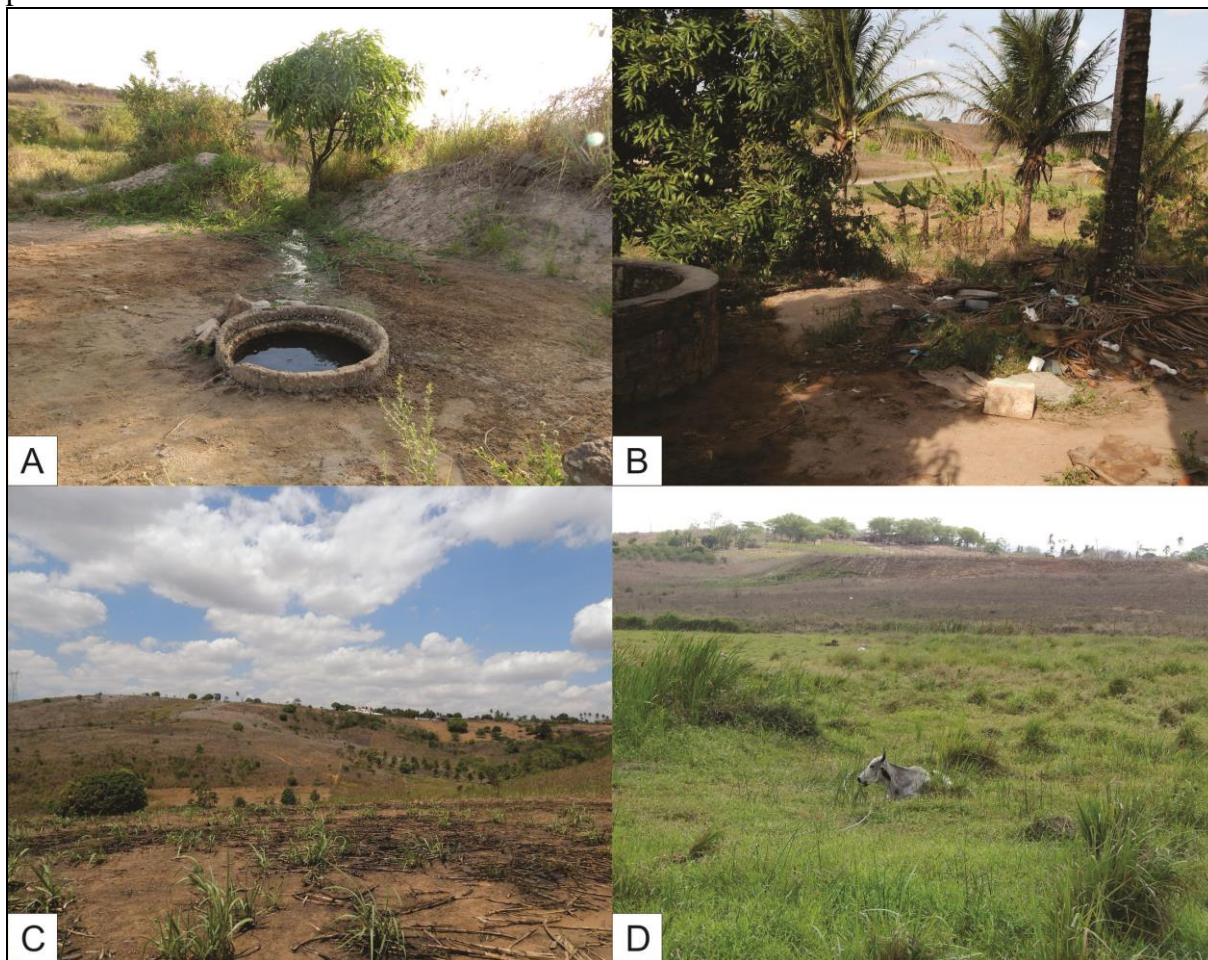
Com relação ao parâmetro “Presença de Resíduos Sólidos”, a maioria das nascentes N05, N08, N09, N10, N12A, N12B, N18 e N23 obtiveram 02 pontos, enquadradas na situação eventual, com pequena quantidade de resíduos sólidos na área delimitada da nascente; obtiveram 03 pontos as nascentes N19 e N21, enquadradas com ausência vestígios de resíduos sólidos na área; e a nascente N01 obteve 01 ponto, enquadrando-se com a presença considerável de resíduos sólidos na área (Figura 15).

Pereira (2012) indicou em seu estudo no Assentamento Serra Grande, em Vitória de Santo Antão, que das 20 nascentes estudadas, 17 apresentaram ausência de resíduos sólidos, restando 02 nascentes o valor de 02 pontos, o que indica a presença de pequena quantidade de qualquer tipo de resíduo na nascente.

Cunha (2014) avaliou o estado de conservação de 09 nascentes na Reserva Biológica de Saltinho, no município de Tamandaré, em Pernambuco e encontrou que todas as nascentes de sua amostra apresentaram ausência de resíduos sólidos. Os valores se justificam devido área de estudo do autor enquadrar-se no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), sendo, portanto, uma área de preservação integral da biota e demais atributos naturais, gerida pelo ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

Ribeiro (2014) apontou que nas 06 nascentes analisadas no semiárido pernambucano, na região do Pajeú, 05 foram enquadradas com a ausência de resíduos sólidos, restando uma nascente com a quantidade muito considerável de resíduos.

**Figura 15** – Entorno e nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco. (A) – N18; (B) – Disposição de resíduos sólidos no entorno da N01; (C) – Práticas de queimadas no entorno da N05; e (D) – Presença de animais de criação nas proximidades da N10.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

No parâmetro Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação, as nascentes de Caricé durante o período seco se apresentaram da seguinte forma: 04 nascentes (N01, N09, N12A, N12B) foram enquadradas com 03 pontos com ausência indícios de queimadas e/ou supressão da vegetação; 05 nascentes foram avaliadas com 02 pontos, indicando poucas evidências neste parâmetro. As nascentes N21 e N05 se enquadraram com a prática frequente de queimadas e/ou supressão da vegetação.

Oliveira (2014) analisou 17 nascentes no Assentamento Serra Grande em Vitória de Santo Antão, no Estado de Pernambuco, e encontrou 06 nascentes com o valor de 03 pontos; 06 nascentes com o valor de 02 pontos e 05 nascentes com 05 pontos. No seu estudo, os dados apontaram para a frequência de práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação.

Cunha (2014) avaliou o estado de conservação das nascentes na Reserva Biológica de Salinho, Tamandaré (PE) e apresentou que as nascentes que se encontraram com um bom

estado de conservação estavam relacionadas à sua área de preservação permanente também estar preservada e com vegetação arbórea. No estudo, o autor indicou que não há quaisquer evidências de queimadas e corte da vegetação, nem há quaisquer edificações no entorno da nascente, o que evidencia a atuação e fiscalização mais intensa nestas áreas, que são Unidades de Conservação enquadradas na categoria “Unidades de Proteção Integral”, protegidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Ribeiro (2014) avaliou o parâmetro “Ocorrência de queimadas ou desmatamento” de 06 nascentes no semiárido Pernambucano, no Alto Trecho da Bacia Hidrográfica do Pajeú. Os resultados apontaram que 03 nascentes se apresentaram em situação moderada; 01 nascente com a situação de baixa ocorrência de queimadas e desmatamento; 01 nascente com situação ausente; e, 01 nascente, a nascente do Rio Pajeú, se apresentou com a situação elevada com relação à ocorrência de queimadas e desmatamento.

Os valores para o parâmetro “Impacto do uso e ocupação do território” no estudo identificou que das 11 nascentes avaliadas, 05 nascentes (N01, N08, N12A, N21 e N23) com a predominância de espécies frutíferas e a construção de residências próxima a nascente; 04 nascentes (N09, N12B, N18, N19) com a predominância de vegetação em processo de regeneração sem a presença de construções/residência; e, 02 nascentes (N05 e N10) com ausência de vegetação nativa e existência de criadouro próximo a nascente.

Mendonça (2000) afirma sobre a forte relação entre a degradação paulatina de áreas de preservação permanente aos eventos como: o parcelamento de determinada área; os consequentes processos de retirada da vegetação; a impermeabilização do solo e as ações antrópicas promovidas por moradores.

Pinto et al. (2012) indicaram em seu estudo que as nascentes de Inconfidentes – MG, próximas às áreas de cultivo, se apresentaram com a presença de impactos ambientais nos parâmetros: (a) Erosão; (b) Atividade agrícola no entorno da nascente; (c) Defensivos aplicados no entorno da nascente; (d) Consumo para irrigação; e (e) Uso de defensivos agrícolas. Os autores indicaram no seu estudo que a área de inserção da nascente possui relação direta aos impactos sofridos, indicando que as residências construídas próximas as nascentes indicaram maior impacto em todos os parâmetros observados.

Os valores para o parâmetro “Uso de Agrotóxicos nas culturas” indicaram que a maioria das nascentes (N09, N10, N12A, N12B, N18, N19 e N21) se enquadraram ausentes com o uso de agrotóxicos nas culturas plantadas na área delimitada da nascente; restando as nascentes N05, N08 e N23 a utilização de agrotóxicos em pequena dosagem, com apenas uma

aplicação ao ano nas culturas plantadas na área delimitada da nascente. Usualmente, aplica-se nas culturas o *Roundup*®<sup>14</sup>.

Pereira (2012) avaliou o estado de conservação de 20 nascentes no Assentamento Serra Grande, na Zona da Mata Pernambucana e encontrou que 04 nascentes enquadraram-se ausentes de agrotóxicos; 08 nascentes se encontraram com a aplicação de forma esporádica; 06 nascentes com o uso frequente nas plantações cultivadas nas áreas próximas as nascentes; restando 02 nascentes com o uso intenso de agrotóxico nas plantações.

Laini et al. (2012) encontraram em seu estudo através do mapeamento da contaminação por herbicidas nas nascentes da planície do rio Pó (norte da Itália), valores com baixas concentrações de herbicidas, avaliadas através de parâmetros ecotoxicológicos nos animais e plantas. Os autores indicaram, que dos cinco herbicidas investigados, é provável que se originem a contaminação dos campos cultivados próximos das nascentes. Os autores complementaram que a utilização do herbicida nas culturas realizadas nos campos é para o controle de ervas daninhas que são danosas no milho.

Cunha (2014) avaliou o estado de conservação 09 nascentes na Reserva Biológica de Salinho, no município de Tamandaré, em Pernambuco e encontrou que todas as nascentes de sua amostra apresentaram ausência de agrotóxicos.

De acordo com as análises realizadas nas 11 nascentes do Assentamento Caricé no município de Vitória de Santo Antão (PE), do parâmetro “Ocorrências de processos erosivos no solo”, 08 nascentes apresentaram-se com o solo coberto por vegetação sem evidências de processos erosivos (N09, N10, N12A, N12B, N18, N19, N21 e N23) e 03 nascentes encontraram-se com o solo pouco coberto por vegetação e grandes evidências de processos erosivos (rachaduras e voçorocas).

Ribeiro (2014) analisou 06 nascentes no Alto trecho da Bacia Hidrográfica do Pajeú (PE) e encontrou 03 nascentes totalmente expostas, apresentando grandes processos erosivos; 02 nascentes com cobertura vegetal e poucas evidências de processos erosivos; e 01 nascente com pouca cobertura vegetal e a presença de rachaduras e voçorocas.

As análises realizadas no parâmetro “Benfeitorias realizadas no entorno da nascente” indicaram que das 11 nascentes avaliadas no Assentamento Caricé; 06 nascentes apresentaram apenas uma benfeitoria realizada (N05, N08, N09, N10, N18 e N23); 04 nascentes avaliadas (N01, N12A, N12B e N21) foram identificadas com a existência duas ou três das benfeitorias

---

<sup>14</sup> Herbicida (Glifosato) utilizado para o controle de plantas daninhas em pré-plantio das lavouras e plantio direto, perigoso ao meio ambiente.

realizadas nas nascentes; e 01 nascente (N21) apresentou a melhor pontuação, avaliada devido ao plantio de mudas, a construção de alvenarias, anéis e tampas de concreto, a existência de instalações hidráulicas e o cercamento para a proteção da nascente.

De acordo com o levantamento complementar realizado no estudo (APÊNDICE D), com relação às práticas atuais realizadas nas nascentes, ressalta-se a realidade apontada com a frequência de respostas para a não atuação dos assentados (Tabela 7). Aponta-se a frequência de respostas para as práticas de plantio de mudas, limpeza da nascente e do entorno e limpeza da nascente e tratamento da água, identificadas da seguinte forma: “*Plantei pé de fruta próximo da nascente, pois ouvi dizer que era bom para a água aumentar de volume*” (Parcela 21); e, “*Limpei a nascente e em volta dela, tampo e coloco cloro para remover o lodo da pedra*” (Parcela 18).

**Tabela 7** – Práticas atuais realizadas nas nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão- PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Práticas atuais realizadas nas nascentes	Não faço nada.	04
	Planto árvores.	02
	Fiz a limpeza da nascente e entorno.	02
	Fiz a limpeza da cacimba e tratamento da água.	02
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Pinto et al. (2012) indicaram os impactos positivos nas áreas de nascentes de Inconfidentes – MG, apontando as práticas: (a) Cerca; (b) Serrapilheira; (c) Mata ciliar parcial na APP; e d) Práticas conservacionistas, com maior ocorrência na área de estudo. Com relação aos dados apontados, as áreas com policultivo e pastagens se mostraram ausentes de impactos positivos nos parâmetros mencionados.

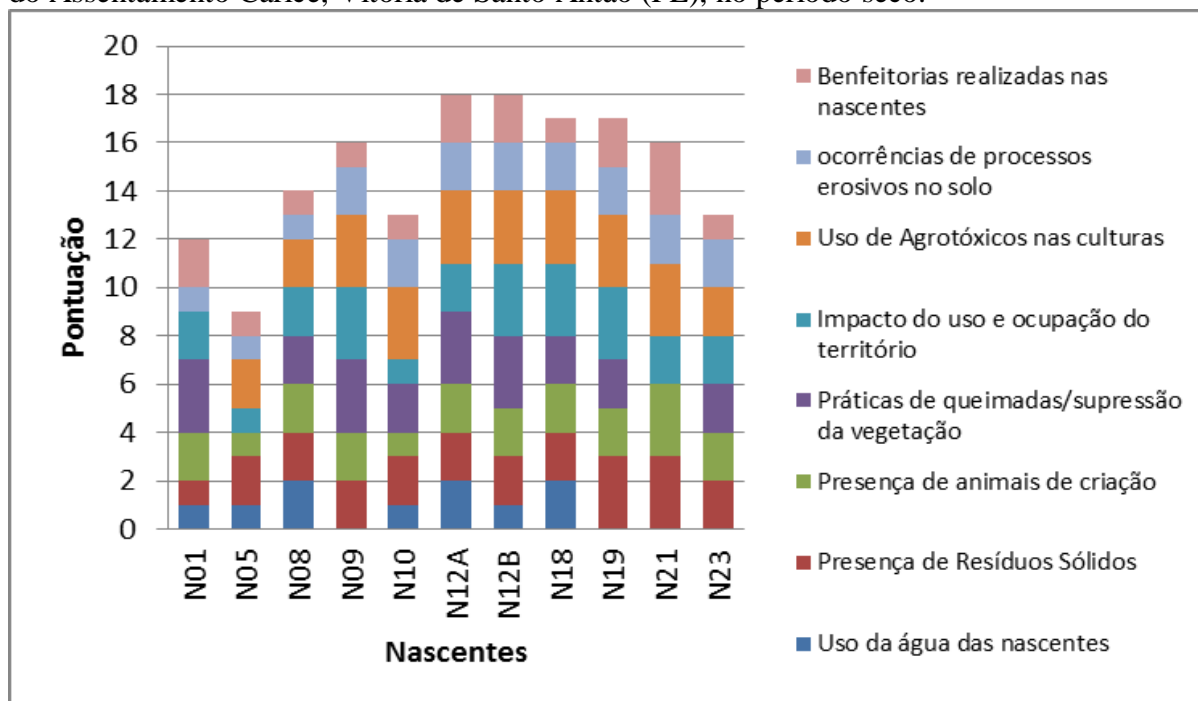
Ressalta-se no eixo socioterritorial desta pesquisa o parâmetro “Uso da Água” que obteve a menor pontuação e conseqüentemente a pior avaliação em todos os parâmetros, com valores entre 2 e 1 pontos em todas as nascentes avaliadas (Figura 16). O resultado reflete os usos das águas das nascentes como a atividade mais impactante, sendo prejudicial à nascente por comprometer a vazão e resiliência das fontes. Observa-se a necessidade de intervenções para a superação dos conflitos de usos e conservação dos recursos.

Cunha (2014) avaliou o estado de conservação de 09 nascentes na Reserva Biológica de Salinho, no município de Tamandaré, em Pernambuco e apontou que todas as nascentes analisadas não são utilizadas diretamente dentro da reserva. A partir do seu estudo pode-se constatar que todas as nascentes se apresentaram com bom estado de conservação,

corroborando com os dados apresentados nesta pesquisa, que apontam os usos das nascentes como parâmetro de impacto na conservação das nascentes.

Ribeiro (2014) apresentou que de todos os parâmetros enquadrados para a apresentação do ICS (Índice de Conservação Socioambiental) nas 06 nascentes analisadas no semiárido pernambucano, merece destaque o parâmetro “Presença de animais de criação”, indicando que a maior atividade de impacto nas áreas de nascentes no seu estudo é apontada pela existência de animais pastando no entorno das nascentes sem o devido cercamento e proteção.

**Figura 16** – Resultados do eixo socioterritorial para o potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

O parâmetro “Uso de Agrotóxicos nas culturas” enquadrou-se com a pontuação máxima no eixo socioterritorial, com valores de 02 a 03 pontos, visto que a pesquisa apontou para o uso reduzido de herbicidas nas culturas plantadas no assentamento. Os resultados apontaram que o referido parâmetro é o menos impactante nas atividades desenvolvidas no assentamento rural.

#### 4.2.3 Eixo Político

Compreendido pelos parâmetros: (1) Iniciativas de Programas e projetos; (2) Atuação da Associação/organização de produtores rurais; (3) Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural; (4) Compartilhamento da água; e (5) Controle e conflitos na nascente.

No parâmetro “Compartilhamento da água”, das 11 nascentes analisadas no Assentamento Caricé, na Zona da Mata Pernambucana, 05 nascentes avaliadas (N05, N09, N10, N19 e N21) se apresentaram ausentes de compartilhamento da água entre os usuários; 03 nascentes (N01, N08 e N12B) se apresentaram com significativo compartilhamento entre usuários, mas sem oferecer riscos à conservação da nascente e interferência na sua disponibilidade de água; restando 02 nascentes (N12A e N18) o compartilhamento com riscos à conservação da nascente e interferência na sua disponibilidade de água.

De acordo com o levantamento complementar realizado no estudo (APÊNDICE D), com relação ao compartilhamento da água da nascente com as famílias do assentamento, a maior frequência de respostas apontou para o não compartilhamento da água da nascente sem justificativas (Tabela 8), restando à frequência de 03 respostas para o “compartilhamento da água” entre as famílias, indicados nas falas: *“Sim, me sinto feliz. Quem quiser pode tirar e usar. Tem gente aqui que não gosta, mas eu gosto”* (Parcela 18, – que permite o compartilhamento da água); *“Sim, acho bom porque se não fizesse isso muita gente estaria passando sede. É importante dar a água a quem precisa”* (Parcela 12, – que permite o compartilhamento da água); *“Sim, acho tranquilo. Do mesmo jeito que preciso dos outros, eles precisam de mim. É normal compartilhar”* (Parcela 08, – que permite o compartilhamento da água).

Nota-se que 02 assentados justificaram suas respostas referentes ao “não compartilhamento”, indicando duas situações distintas. A primeira, com relação à disponibilidade da água e conseqüentemente a insuficiência no abastecimento, e a segunda, com mesma frequência, pela falta de interesse por parte dos usuários. A situação é expressa através da fala do assentado: *“Não compartilho, mas acho que compartilharia. Até o momento ninguém nunca me pediu ou se manifestou”* (Parcela 19, – que evita o compartilhamento da água).

Tabela 8 – Compartilhamento da água das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Compartilhamento da água	Compartilha a água.	03
	Não compartilha a água.	05
	Não compartilha por ser insuficiente a água.	01
	Não compartilha por falta de interesse dos usuários.	01
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

As análises para o parâmetro “Controle e conflitos na nascente” indicaram que a maioria das nascentes (N01, N05, N08, N09, N12B, N18, N19, N21 e N23) do Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão (PE), se enquadraram com a ausência de indícios de controle e conflitos entre os usuários de água, evidenciando que uso da água é realizado de forma amigável. Apenas 01 nascente (N12A) se apresentou com presença de controle e conflitos entre os usuários de água, sem o impedimento do uso nascente. A assentada informou que o controle sobre o uso das águas da nascente ocorre devido aos usuários da água tomar banho dentro da nascente, resultando na poluição direta da água.

De acordo com o levantamento complementar realizado no estudo com relação às restrições e proibições manifestadas para o uso da água, a maioria das respostas apontou para a ausência de restrições por parte dos usuários que possuem as nascentes inseridas em suas parcelas (Tabela 9). Ressalta-se que as situações em que ocorreram restrições foram apontadas nos problemas com relação à disponibilidade de hídrica e usos da nascente, que para o assentado não deveria comprometer ou minimizar os usos realizados por quem dispõe a fonte em sua parcela (APÊNDICE D). Sobre este aspecto, pode-se expressar: *“Se a água for pouca não é permitido o uso por outra família”* (Parcela 19), e *“Caso alguém precisasse seria compartilhado com restrição, para não comprometer a água dentro da minha própria casa”* (Parcela 21).

Tabela 9 – Restrições e Proibições no acesso à água das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

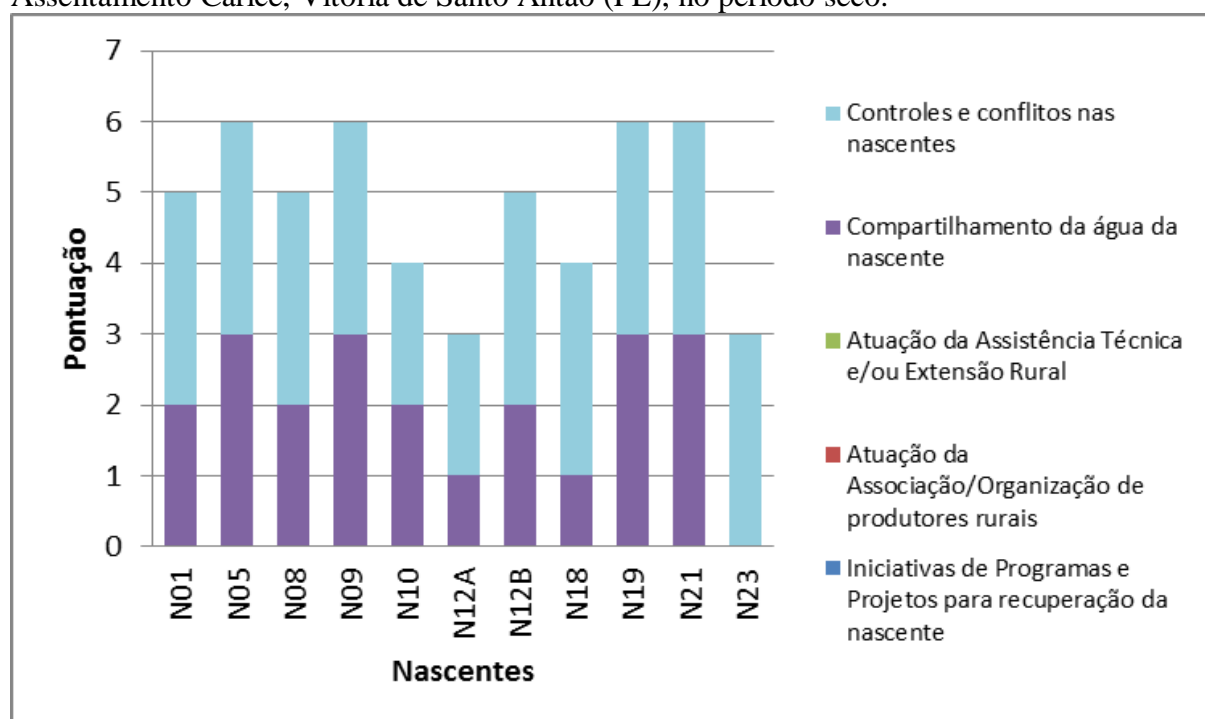
TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Restrições e proibições à água	Não há restrições.	07
	Há restrições com relação à quantidade.	02
	Há restrições com relação aos usos.	01
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Nos parâmetros “Iniciativas de Programas e projetos”, “Atuação da Associação/organização de produtores rurais” e “Atuação da assistência técnica e/ou extensão

rural” do eixo político, todas as nascentes estiveram ausentes de iniciativas e atuação por parte de programas e projetos, da assistência técnica e da associação de produtores rurais para recuperação ou melhoria das condições da nascente. O que aponta a ausência de atuação do poder público e privado, bem como da comunidade com medidas de conservação dos recursos naturais, em especial as nascentes, refletindo a realidade do assentamento (Figura 17). Os resultados apontaram que os três parâmetros agrupados no eixo político são os mais impactantes dentro do assentamento rural.

**Figura 17** – Resultados do eixo político para o potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

O parâmetro “Controles e Conflitos nas Nascentes” indicou a pontuação máxima para o eixo político, com a maioria dos valores enquadrados com 03 pontos, exceto uma para a nascente que obteve 02 pontos, apresentando uma situação de conflito e controle da água. Os resultados apontaram que o referido parâmetro é o menos impactante dentro do eixo político no assentamento rural.

Até o momento, não há registros para análises de nascentes que incorpore a abordagem política dos parâmetros mencionados nesta pesquisa, o que dificulta a comparação com outras avaliações de nascentes para confronto de resultados para a indicação do potencial de conservação destas fontes. Ressalta-se na estrutura proposta deste estudo, a partir da

abordagem interdisciplinar por eixos, a indicação do potencial de conservação, permitindo visualizar os parâmetros de impacto nas avaliações negativas e positivas.

#### 4.2.4 Potencial de conservação das nascentes de Caricé

De acordo com a metodologia interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes, das onze nascentes analisadas, quatro nascentes foram indicadas com o potencial adequado de conservação, nos intervalos de pontuação 37 – 48 pontos, que são: N12A, N12B, N18 e N21 (Quadro 29), restando para sete nascentes o potencial intermediário, enquadradas nos intervalos de 36 – 25 pontos (Figura 18 e 19).

Pinto et al. (2004) realizaram um estudo de caracterização das nascentes perenes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e enquadraram as 177 nascentes perenes, distribuídas em seis categorias: preservada pontual (10,17%), preservada difusa (4,52%), perturbada pontual (34,46%), perturbada difusa (25,99%), degradada pontual (8,46%) e degradada difusa (16,38%). Os autores indicaram em seu estudo que as maiores áreas de recarga não obtiveram correlação com as maiores vazões das nascentes.

**Quadro 29** – Potencial de conservação de nascentes do Assentamento Caricé, a partir da adequação metodológica no período seco, em outubro de 2016.

Nascente	Potencial de Conservação de Nascentes
N01	Intermediário
N05	Intermediário
N08	Intermediário
N09	Intermediário
N10	Intermediário
N12A	Adequado
N12B	Adequado
N18	Adequado
N19	Intermediário
N21	Adequado
N23	Intermediário

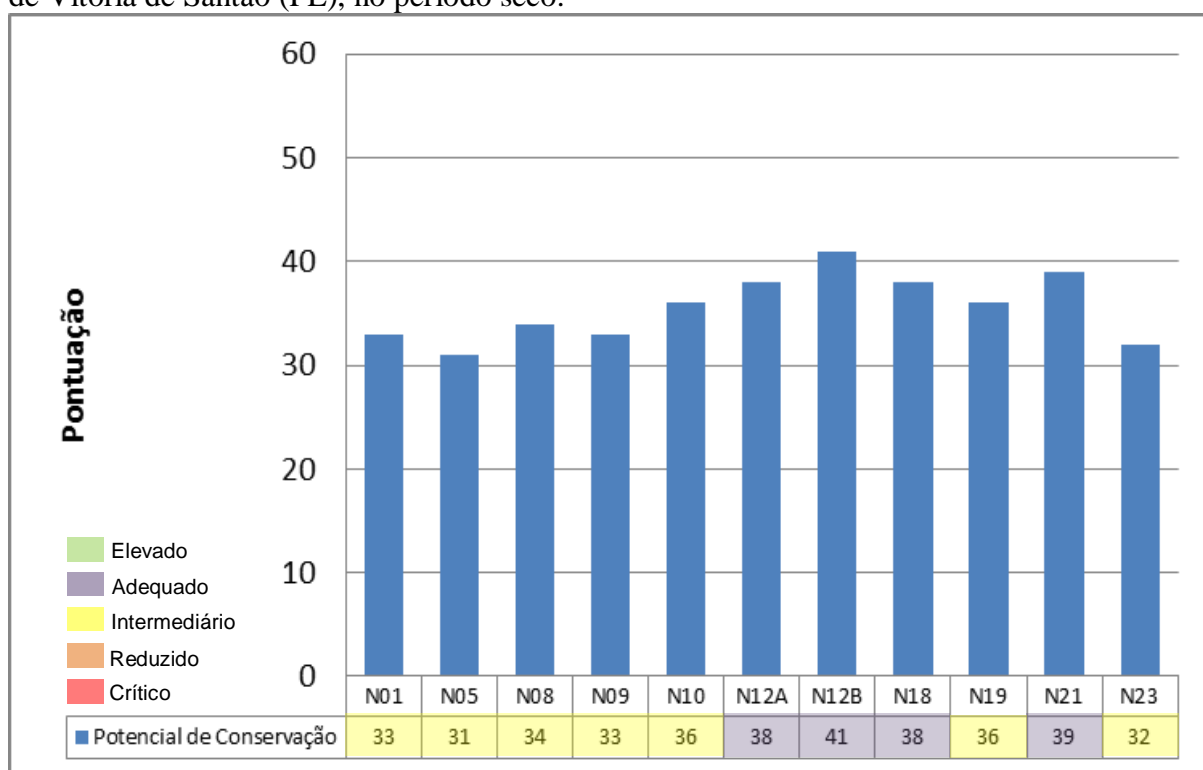
Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Palivoda e Povaluk (2015) analisaram dez nascentes da Área Rural do Município de Itaiópolis (SC) e apontaram que seis das nascentes se enquadraram como degradadas; três das nascentes se apresentaram como perturbadas; restando uma nascente na situação conservada. As autoras apontaram com o estudo que as nascentes degradadas e perturbadas possuem em comum a substituição em partes ou completa da Área de Preservação Permanente pelo cultivo

agrícola e/ou por pastos, indicando que tais fatores podem ser altamente contaminantes nas nascentes.

Oliveira (2014) indicou, no Assentamento Serra Grande em Vitória de Santo Antão (PE), que as 17 nascentes analisadas para a situação locacional no corpo da nascente, se apresentaram um bom estado de conservação. Na situação locacional, no entorno das nascentes, dez nascentes apresentaram bom estado de conservação e sete enquadram-se com regular estado de conservação.

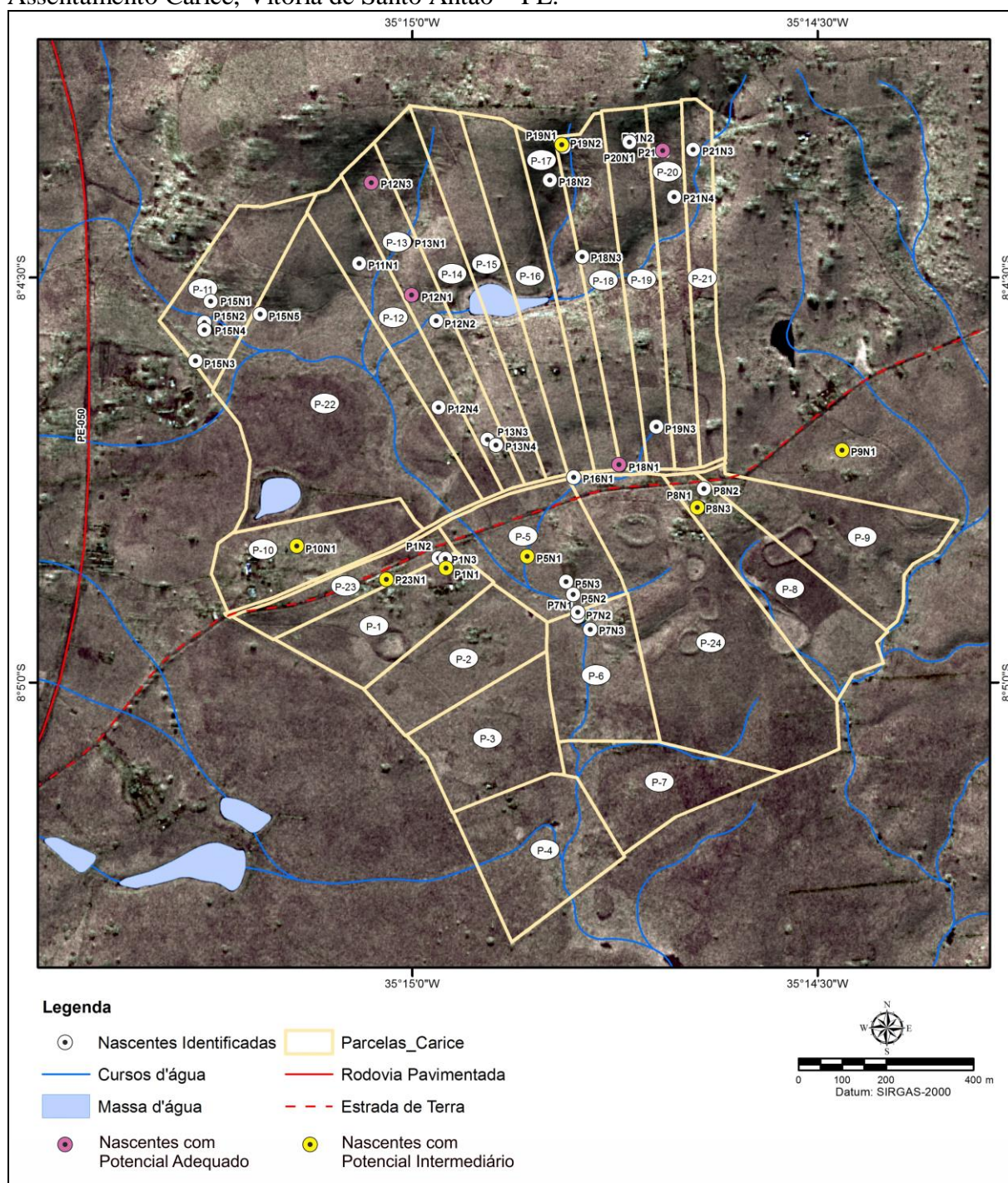
**Figura 18** – Potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

De acordo com o estudo realizado por Machado (2013) na mesma área de estudo, constatou-se que duas das nascentes de uso pessoal possuíam a classificação regular de conservação no entorno da nascente, restando quatro nascentes enquadradas no intervalo de 12 a 18, consideradas com um bom estado de conservação no seu entorno. Nas nascentes utilizadas para o abastecimento doméstico, as observações realizadas apontam que 08 fontes apresentam a classificação regular e 02 foram enquadradas com um bom estado de conservação no entorno. Em suma, a autora constatou no levantamento que das 16 nascentes analisadas, 10 estão regulares quanto ao estado de conservação do entorno e 06 estão em boas condições de conservação.

**Figura 19** – Representação gráfica do Potencial de Conservação das Nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão – PE.



Fonte: CPRM (2014); MACHADO (2013); INCRA/EBAPE (2002).

Pereira (2012), na avaliação do estado de conservação no entorno de 20 nascentes, classificou 08 nascentes em boas condições de conservação; em situação regular foram enquadradas 11 nascentes; e apenas 01 nascente apresentou a pontuação no intervalo ruim de estado de conservação. A autora apontou o resultado da avaliação do estado conservação no

corpo das 20 nascentes que revelou que 13 estão em boas condições de conservação e 07 nascentes encontram-se em condições regulares de conservação.

Ribeiro (2014) avaliou o estado de conservação de nascentes do no Alto Trecho do Rio Pajeú, indicando o estado de conservação das nascentes através de índices ICE e ICS, conforme prevê a metodologia utilizada pelo autor. Das 06 nascentes inseridas no semiárido pernambucano, apenas 01 obteve o resultado “Conservada-conservada”; 03 nascentes obtiveram o resultado “Perturbada-perturbada”; restando 02 nascentes com o resultado “Conservada-perturbada”.

Cunha (2014) avaliou o estado de conservação das nascentes na Reserva Biológica de Saltinho, Tamandaré (PE) e constatou que todas as nascentes possuíam um bom estado de conservação, apontando a preservação nas áreas de nascentes inclusas no Sistema de Unidades de Conservação - SNUC<sup>15</sup>. Ressalta-se que a Reserva Biológica de Saltinho é uma Unidade de Proteção Integral, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, o que justifica o resultado do autor.

Machado (2013) indicou que a maioria das nascentes utilizadas para o consumo humano do Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão (PE), apresentaram um bom estado de conservação no corpo da nascente, restando para uma única nascente o estado regular de conservação. As nascentes utilizadas para o abastecimento doméstico no mesmo estudo da autora apresentaram uma queda na pontuação, classificando 08 das nascentes com regular estado de conservação e duas com o estado ruim de conservação no corpo da nascente.

---

<sup>15</sup> O SNUC prevê dois grupos que são: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. Na primeira, é admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na Lei nº 9.985/2000, na segunda, admitisse a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o estudo, a adequação metodológica surge como um sistema de priorização de nascentes vulneráveis para posterior recuperação e intervenção, o que possibilita o planejamento de ações de conservação para a reversão da situação. Desta forma, a partir da adequação metodológica são visualizadas melhorias tanto do ponto de vista metodológico para a avaliação de nascentes, bem como a indicação de possíveis caminhos para a gestão participativa, evidenciando a importância deste trabalho.

Apona-se no estudo a ferramenta interdisciplinar como um protocolo mais adequado de avaliação do potencial de conservação das nascentes. Com a indicação de nascentes prioritárias para a conservação, a ferramenta se destaca principalmente pela inserção do eixo político que possibilita caminhos para a gestão adequada do recurso.

Neste sentido, a ferramenta interdisciplinar é um protocolo que pode ser utilizado por instituições públicas e privadas, por extensionistas, por acadêmicos, por pesquisadores e pela própria comunidade. Com isso, evidencia-se a importância, contribuição científica e técnica do estudo.

Com relação à qualidade da água das nascentes do Assentamento Caricé, menos da metade das fontes apresentaram valores inadequados para o abastecimento humano, apontando a presença da bactéria *Escherichia coli*. Recomenda-se para o abastecimento humano dessas nascentes, que seja realizado o tratamento adequado da água para fins de consumo.

Apona-se neste estudo a viabilidade do uso da técnica de filtração em membrana para a avaliação da qualidade microbiológica de águas superficiais, por ser um método de baixo custo e de praticidade na análise. Recomenda-se a adoção da técnica de filtração em membrana para pesquisas futuras dessa natureza.

Os resultados das nascentes do eixo ecológico indicaram em particular o parâmetro “Cobertura vegetal”, como o mais susceptível dos parâmetros, devido aos valores baixos nas avaliações. O que indica a urgente necessidade de maior participação do poder público, da comunidade e de extensionistas com medidas de adequação ambiental em propriedades rurais, vislumbrando a possibilidade de conciliação entre o uso dos recursos e os meios de produção.

Os resultados das análises para o eixo socioterritorial apontou maior destaque para o parâmetro “Uso da água”, como a atividade realizada de forma mais intensa, sendo prejudicial à nascente, por comprometer a vazão e resiliência das fontes. Identifica-se a partir da

avaliação a necessidade de atividades de conscientização e educação da comunidade para minimizar os impactos decorrentes das demandas dentro do assentamento.

As análises realizadas para o eixo político neste trabalho apresentaram destaque para os parâmetros “Iniciativas de programas e projetos”; “Atuação da associação/organização de produtores rurais”; e “Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural”, indicando a realidade vivida no meio rural, que não dispõe de assistência técnica, apoio e iniciativas para a conservação e recuperação de nascentes.

De acordo com a ferramenta metodológica interdisciplinar, a maioria das nascentes do Assentamento Caricé, localizado no município de Vitória de Santo Antão em Pernambuco, encontram-se com o potencial de conservação no nível intermediário, necessitando de intervenções com ações de conservação para que este potencial não seja reduzido e coloque em risco a nascente. De acordo com o cenário exposto, o protocolo desenvolvido neste trabalho mostra-se eficaz e adequado para a indicação do potencial de conservação das nascentes, a partir de aspectos ecológicos, socioterritoriais e políticos, evidenciando a importância do estudo na temática abordada.

De posse dos resultados, recomenda-se intervenções e ações para a conservação das nascentes do Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE), a partir da implementação de projetos de recuperação nestas áreas via poder público e/ou assistência técnica. A conservação de nascentes e a aplicação de medidas mitigadoras de impactos nestas áreas serão possíveis com o desenvolvimento de ações e práticas ambientais viáveis e o empoderamento da organização de produtores rurais através de processos educativos.

Recomenda-se a aplicação da presente ferramenta metodológica interdisciplinar para a avaliação do potencial de nascentes em outros locais, a nível nacional, em especial nas áreas úmidas e sub-úmidas. A partir da indicação das nascentes mais vulneráveis, será possível o planejamento de ações e comprovação da eficácia metodológica, considerando as suas características, as ações antrópicas no entorno, as relações de usos e exploração da água, o envolvimento político e os conflitos existentes no acesso às nascentes.

Ressalta-se o baixo custo com a aplicação do protocolo, principalmente para a maioria dos parâmetros presentes nos eixos (ecológico, socioterritorial e político), que são mensuráveis através da aplicação de entrevistas e observações *in loco*. Nestes parâmetros, se consideram os desembolsos financeiros habituais de uma pesquisa de campo, como: deslocamento para o local da pesquisa, impressão de formulários e compilação de dados. No eixo ecológico, nos parâmetros de análises físico-químicas e bacteriológicas da água (Turbidez, Contaminação por *E. coli*, Salinidade e Oxigênio Dissolvido), há a necessidade de

investimento financeiro para as análises laboratoriais, que podem ser reduzidos caso a Instituição ou Órgão Público possua um laboratório de análise ou convênio com laboratório específico para realizar a pesquisa.

A presente proposta metodológica mostra-se como uma inovadora ferramenta de avaliação. Pode-se mensurar os diversos vieses da sustentabilidade, gerando um arcabouço de informação que outras metodologias até então não forneciam. E mais, sendo aplicada em diferentes cortes sazonais (estações do ano, por exemplo) haverá outra visão dos indicadores. Tal fato colocará o tomador de decisão em situação privilegiada, chegando mais próximo da realidade. Há de se ressaltar que mesmo que uma fonte de água seja perene, ela sofrerá diferentes impactos em diferentes cortes temporais.

Em nenhuma outra metodologia vista, até então, foi encontrado parâmetros de ordem política. Vale destacar a importância destes parâmetros agora. São os tomadores de decisão, os membros de uma comunidade e suas diferentes formas de se relacionar com o meio ambiente, que fazem daquele espaço um lugar mais sustentável, ou não. Saber como tais atores se posicionam sobre temas ambientais e como a política governamental (municipal, estadual e nacional) impacta a vida da comunidade, sendo de suma importância para manutenção ou aumento do potencial de sustentabilidade daquela nascente.

Com relação à aplicação do protocolo para a avaliação do potencial de conservação de nascentes proposto neste estudo. Ressalta-se a importância de maior cautela com a coleta de dados, especificamente, na aplicação das entrevistas junto à comunidade rural. Sendo assim, sugere-se como medida preventiva, o cuidado na investigação de campo com a coleta das respostas da comunidade que serão extraídas através do roteiro disposto neste trabalho, sendo, portanto, a única complexidade existente para a aplicação da metodologia.

A partir do estudo, observam-se grandes esforços a nível internacional e nacional, direcionados para o desenvolvimento de protocolos e avaliações de nascentes, priorizando a conservação destas fontes de água doce, ameaçadas pela poluição, usos, práticas e conflitos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). **Bacia do rio Capibaribe**. Disponível em: < [http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page\\_id=5&subpage\\_id=14](http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=14) >. Acesso em: 26 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. **Boletim do Clima – Síntese Climática**. v. 4, n. 10. Out. 2016 . Disponível em: < [http://www.apac.pe.gov.br/arquivos\\_portal/boletins/Boletim%20climatico%20-%20Outubro.pdf](http://www.apac.pe.gov.br/arquivos_portal/boletins/Boletim%20climatico%20-%20Outubro.pdf) >. Acesso em: 21 set. 2017.

ALVES, L. M. A. **Sistemas Agroflorestais (SAF's) na restauração de ambientes degradados**. 2009. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/ecologia/files/2009/11/Est%C3%A1gio-Doc%C3%A1ncia-LUCIANA.pdf> >. Acesso em: 26 set. 2017.

ARAÚJO, N. C. F. de. **Conflitos ambientais tendo como objeto o uso da água de reservatório público**. 139f. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco: Recife. 2012.

BALBINOT, R., et al., O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**. Paraná. Jan./Abr. 2008. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/294/1892>>. Acesso em: 09 mai. 2016.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 5. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

BARQUÍN, J.; SCARSBROOK, M. Management and conservation strategies for coldwater Springs. **Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems**. n. 18. 2008. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aqc.884/abstract> >. Acesso em: 26 set. 2017.

BARRETO, S. R.; RIBEIRO, S. A.; BORBA, M. P (Coord.). **Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas**. 1 ed. São Paulo: WWF – BRASIL, 2010.

BORIN, M. et al. Multiple functions of buffer strips in farming areas. **Europ. J. Agronomy** [online] n. 32. 2010. Disponível:<[http://https://www.researchgate.net/publication/222296883\\_Multiple\\_functions\\_of\\_buffer\\_strips\\_in\\_farming\\_areas](http://https://www.researchgate.net/publication/222296883_Multiple_functions_of_buffer_strips_in_farming_areas)>. Acesso: 18 ago. 2017.

BRAGA, B., et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2 ed. São Paulo: PEARSON PRENTICE, 2005.

BRAGA, R. A. P. As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife. Dez. 2011. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/265/222>>. Acesso em: 07 mai. 2016.

BRAGA R. A. P.; SILVA C. E. M. **Adequação ambiental de assentamentos rurais na bacia do rio Natuba-PE**. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH, Campo Grande, 2009. 18 p.

BRAGA, R. A. P.; SILVA, C. E. M.; CAVALCANTI, C. A. V (Orgs.). **Guia para adequação ambiental em assentamentos rurais: a partir da experiência em assentamentos rurais da zona da mata de Pernambuco**. 1 ed. Recife: ANE, 2013. 123p.

BRANDÃO, M.L.L., et al. Comparação das técnicas do NMP e de filtração em membrana na avaliação da qualidade microbiológica de água mineral natural. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo. 2012. Disponível em: < <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/8797>>. Acesso em: 14 set. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.188, de 11 de janeiro de 2010**. Disponível em: <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/821106/lei-de-assistencia-tecnica-e-extensao-rural-lei-12188-10>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 29 set. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm)>. Acesso em: 10 jun. 2016.

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Recuperação e conservação de nascentes**. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Piracicaba - São Paulo, 53p. 2004.

CANTONATI, M. et al. Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: toward an understanding of their ecology. **Freshwater Science**. n. 31. 2012. Disponível em: <<http://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1899/11-111.1>>. Acesso em: 26 set. 2017.

CASTRO, P. S.; LOPES, J. D. S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Centro de Produções Técnicas. Serie Saneamento e Meio-Ambiente, Manual nº 296. Viçosa, 84p. 2001.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Acesso em: 03 set. 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu encaminhamento, bem como estabelece padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2016.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 274, de 29 de Novembro de 2000**. Dispõe sobre as condições de balneabilidade. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>>. Acesso em: 03 set. 2016.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do Município de Vitória de Santo Antão, estado de Pernambuco.** Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/VDSA173.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação. Município de Vitória de Santo Antão – PE.** Brasília, 2014.

CUNHA, F. A. G. C. da. **Unidades de conservação como fornecedoras de serviços ambientais.** 2014. 183 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2014.

CUTRIM, S. S., TRISTÃO, J. A. M. **Aplicação do Método Delphi para Identificação e Avaliação dos Fatores Restritivos à Realização de Parcerias Público-Privadas (PPPs).** Anais do XXXIV Encontro da ANPAD. ANPAD, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/apb2663.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

DAVIS, et al. Springs: Conserving perennial water is critical in arid landscapes. **Biological Conservation.** 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.036>>. Acesso em: 26 set. 2017.

DUARTE, F. V., et. al. Projeto Olho D'água - Preservação e Recuperação de Nascentes. In: Congresso Brasileiro de Extensão Universitária da UFMG. 2004. Minas Gerais. **Anais eletrônicos.** Minas Gerais: UFMG, 2004. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/congrent/Meio/Meio28.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

EMBRAPA SOLOS. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco.** ZAPE, 2001.

FELIPPE, M. F., MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas. **Geografias.** Belo Horizonte. Jan./Jun. 2013. Disponível em: <<http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/view/583/453>>. Acesso em: 07 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte - MG. **Geografias.** Belo Horizonte jul/dez. 2012. Disponível em: <<http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geografias/article/view/568/438>>. Acesso em: 29 set. 2017.

GUSMÃO, P. T. R. et al. Qualidade da água em nascentes do Rio Natuba – PE. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XIX.** 2011, Maceió. Anais... Maceió: ABRH, 2011.

HAAS, M. B. **Definição de parâmetros para a proteção de nascentes em propriedades rurais município de Rolante/RS.** 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, RS. 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas digitais**. 2010. Disponível em: < <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em: 29 set. 2016.

ILMONEN, J. et al. Responses of spring macroinvertebrate and bryophyte communities to habitat modification: community composition, species richness, and red-listed species. **Freshwater Science**. 2012. Disponível em: <<http://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1899/10-060.1>>. Acesso em: 29 set. 2017.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Plano de Desenvolvimento do Assentamento Caricé**. Executor Técnico: Empresa de Abastecimento e Extensão Rural de Pernambuco. Convênio INCRA/EBAPE. Vitória de Santo Antão – PE, 2002.

KRUTZ, L. Reducing herbicide runoff from agricultural fields with vegetative filter strips: a review. **Weed Science [online]** n. 53. 2005. Disponível: <[https://www.researchgate.net/publication/43255403\\_Reducing\\_Herbicide\\_Runoff\\_From\\_Agricultural\\_Fields\\_With\\_Vegetative\\_Filter\\_Strips\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/43255403_Reducing_Herbicide_Runoff_From_Agricultural_Fields_With_Vegetative_Filter_Strips_A_Review)>. Acesso: 18 ago. 2017.

LAINI, A., et al. Herbicide contamination and dispersion pattern in lowland springs. **Science of the Total Environment**. Nov. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.080>>. Acesso em: 07 jan. 2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 7 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

LIMA, W. de P. **Princípios de hidrologia vegetal para o manejo de bacias hidrográficas**. Apostila, ESALQ/USP, p 242. 1986.

LITTLE, P. E. Os conflitos socioambientais: um campo de estudo e de ação política, in: **A difícil sustentabilidade: política energética e conflitos ambientais**. 1 ed. Rio de Janeiro: GARAMOND, 2001. p. 107-122.

MACHADO, L. C. **O Papel das Nascentes na Sustentabilidade de Assentamentos Rurais**. 2013. 126f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2013.

MENDONÇA, Z. C. L. **Tecnologias sociais aplicadas ao saneamento básico em assentamento rural do semiárido pernambucano**. 2013. 102f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco: Recife. 2013.

MENDONÇA, M. G. **Políticas e condições ambientais de Uberlândia – MG, no contexto estadual e federal**. 2000. 84f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais. 2000.

MIRANDA, R. de S. Os desafios da Organização em Assentamentos Rurais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Rio Grande do Norte. Abr./Jun. 2011

Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/691/604>>. Acesso em: 02 jan. 2017.

MS. Ministério da Saúde. **Portaria n° 2914: procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília. 2011.

ODUM, E. P., BARRET, G. W. **Fundamentos da ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

OLIVEIRA, C. R. de. **Qualidade da água e conservação de nascentes em assentamento rural na mata pernambucana**. 2014. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2014.

OLIVEIRA, D.G. et al. Análise da vegetação em nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Salgado, SE. **Revista Árvore**. Viçosa-MG. v. 36. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v36n1/a14v36n1.pdf>>. Acesso: 02 out. 2017.

PALIVODA. A. P., POVALUK, M. Avaliação do estado de conservação de nascentes localizadas em áreas rurais do município de Itaiópolis, SC. **Saúde & Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar**. Santa Catarina. jan./Jun. 2015. Disponível em: <<http://www.periodicos.unc.br/index.php/sma/article/view/609>>. Acesso: 09 mai. 2016.

PEREIRA, L. C. **Uso e conservação de nascentes em assentamentos rurais**. 2012. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2012.

PERNAMBUCO. **Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco**. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2006.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos do Estado de Pernambuco. (SRHE-PE). **Plano Hidroambiental da Bacia do rio Capibaribe**. Disponível em: <[http://www.sirh.srh.pe.gov.br/hidroambiental/bacia\\_capibaribe/index.php/tomo1/recursos\\_hidricos](http://www.sirh.srh.pe.gov.br/hidroambiental/bacia_capibaribe/index.php/tomo1/recursos_hidricos)>. Acesso em: 26 jun. 2016.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e proposta de recuperação de suas nascentes**. 2003. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2003.

PINTO, L. V. A., et al. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Florestalis**. São Paulo, Jun. 2004. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr65/cap19.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2016.

PINTO, L. V. A., et al. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos dos solos em seu entorno. **Cerne**. v. 18. jul./set. 2012. Lavras – MG. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cerne/v18n3/a18v18n3.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2017.

RESENDE, H. C., et al. Diagnóstico e ações de conservação e recuperação para as nascentes do Córrego-feio, Patrocínio, MG. **Bioscience Journal**. Minas Gerais. Set./Out. 2009. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6986>>. Acesso em: 09 mai. 2016.

RIBEIRO, A. S. **Estado de conservação das nascentes do alto trecho do Rio Pajeú, Pernambuco, Brasil**. 2014. 202 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2014.

RODRIGUES, R. R., GANDOLFI, D. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares, in: **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 1 ed. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 235-547.

ROSSI, P. M., et al. Environmental conditions of boreal springs explained by capture zone characteristics. **Journal of Hydrology**. Dez. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.11.009>>. Acesso em: 02 jan. 2017.

SADA, D. W. et al. Associations among spring-dependent aquatic assemblages and environmental and land use gradients in a Mojave Desert mountain range. **Diversity and Distributions**. 2005. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1366-9516.2005.00131.x/abstract> >. Acesso em: 29 set. 2017.

SANTOS, G. E. de O. **Cálculo amostral: calculadora on-line**. 2017. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: 29 set. 2017.

SILVA, M. de S. et al. Avaliação da cobertura do solo como indicador de gestão de recursos hídricos: um caso de estudo na sub-bacia do Córrego dos Bois, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v. 22. n.3. Maio/Jun. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n3/1809-4457-esa-22-03-00445.pdf>> Acesso em: 26 set. 2017.

SILVA, C. E. M., BRAGA, R. A. P. **Conservação de nascentes na adequação ambiental de assentamentos rurais**. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH, Fortaleza, 2010. Disponível em: <[http://www.acquacon.com.br/xsrhn/palestras/09.00hrs\\_pap004483\(ricardobraga\).pdf](http://www.acquacon.com.br/xsrhn/palestras/09.00hrs_pap004483(ricardobraga).pdf)>. Acesso em: 09 mar. 2017.

THOMPSON, B. C., et al. Prioritizing conservation potential of arid-land montane natural springs and associated riparian areas. **Journal of Arid Environments**. 2002. Disponível em: < <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.589.5636&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 27 set. 2017.

VALENTE, O. F., GOMES, M. A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. 2 ed. Minas Gerais: APRENDA FÁCIL, 2011.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – ENTREVISTA (MATRIZ METODOLÓGICA)

### ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES RURAIS

**Data:**

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nº \_\_\_\_\_

<b>Local:</b>		<b>Parcela:</b>	
<b>Nascente:</b>			
<b>Coordenadas Geográficas</b>		Latitude	Longitude
<p><b>1. Como se apresenta o fluxo de água da nascente?</b></p> <p>( ) Com água o ano todo. ( ) Com água apenas na estação chuvosa.          ( ) Com água por poucos dias ou horas. ( ) Não há água nesta nascente.</p> <p><b>2. O que encontramos com predominância no entorno da nascente?</b></p> <p>( ) Árvores. ( ) Arbustos.          ( ) Agricultura de ciclo longo. ( ) Agricultura de ciclo curto.</p> <p><b>(a) Se existir agricultura, quais culturas são plantadas?</b></p> <hr/> <p><b>(b) Se existir árvores ou arbustos, quais predominam na área?</b></p> <hr/> <p><b>3. De que forma é utilizada a água da nascente?</b></p> <p>( ) Não é utilizada. ( ) Não é utilizada diariamente. E quando utilizada, atende o consumo humano e doméstico.          ( ) É utilizada diariamente para o consumo humano e doméstico. ( ) É utilizada diariamente para diversos usos, como: humano, doméstico, irrigação, dessedentação de animais, etc.</p> <p><b>4. As culturas plantadas no entorno da nascente são atingidas por alguma doença? Se sim, essas culturas recebem alguma substância química?</b></p> <p>( ) Não é utilizada. ( ) Sim, é utilizada em dosagem pequena, com apenas uma aplicação ao ano.          ( ) Sim, é utilizada em dosagem maior, com duas aplicações ao ano. ( ) Sim, é utilizada com frequência, com mais de duas aplicações.</p> <p><b>Se atingidas, qual a praga/doença? E qual a substância utilizada o controle?</b></p> <hr/> <p><b>5. Há atualmente algum projeto/programa que esteja empenhado na melhoria e/ou conservação da nascente?</b></p> <p>( ) Sim, há iniciativas em fase de execução ( ) Sim, há o planejamento de ações a serem</p>			

para a melhoria e recuperação da nascente.	colocadas em prática.
( ) Sim, há intenções porém nada foi planejado.	( ) Não há nenhuma iniciativa para a melhoria e recuperação da nascente.

**Se sim, quem está envolvido neste projeto/programa?**

---

**6. A associação do assentamento tem se organizado de forma a buscar apoio/suporte para a conservação da nascente?**

( ) Sim, a associação tem realizado reuniões e solicitado apoio externo para a melhoria e recuperação da nascente.	( ) Sim, a associação tem realizado reuniões e abordado sobre o assunto com frequência.
( ) Sim, a associação tem realizado reuniões, mas não tratam com frequência sobre este assunto.	( ) Não, a associação não trata destas questões nas reuniões realizadas ou não há associação no assentamento.

**Se já solicitou apoio, qual instituição/organização foi solicitado este apoio?**

---

**7. Há a atuação de extensionistas ou assistência técnica que estejam empenhados na melhoria e/ou conservação da nascente?**

( ) Sim, recebemos visitas mensais ou a cada três meses que tratam de boas práticas para a melhoria ou recuperação da nascente.	( ) Sim, recebemos visitas a cada seis meses que tratam de boas práticas para a melhoria ou recuperação da nascente.
( ) Sim, recebemos visitas uma vez por ano que tratam de boas práticas para a melhoria ou recuperação da nascente.	( ) Não recebemos visitas que tratam de boas práticas para a melhoria ou recuperação da nascente.

**8. A nascente compartilhada possui uma boa oferta de água para atendimento das famílias?**

( ) Há disponibilidade de água, porém não existe o seu compartilhamento.	( ) Há água em abundância e seu compartilhamento não interfere na oferta de água da nascente.
( ) Não há água em abundância e seu compartilhamento interfere na oferta de água da nascente.	( ) Não há água em abundância e também o seu compartilhamento.

**Se for compartilhada, quantas famílias utilizam a água da nascente?**

---

**9. Já aconteceu algum tipo de controle e/ou conflito na nascente de forma a afetar o seu uso por algum usuário?**

( ) Nunca, o uso e compartilhamento acontece de forma amigável entre os usuários.	( ) Sim, já aconteceram situações desagradáveis entre os usuários, porém nunca foi proibido o uso da nascente.
( ) Sim, já aconteceram situações que impediram o uso da água de usuário(s) no intervalo de tempo inferior a 6 meses.	( ) Sim, sempre há situações de impedimento do uso da água por usuários no intervalo de tempo superior a 6 meses.

**Se sim, quais os motivos que levaram o impedimento do uso da água da nascente?**

## APÊNDICE B – PLANILHA DE CAMPO

### ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES RURAIS

Data:

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nº \_\_\_\_\_

<b>Local:</b>		<b>Parcela:</b>			
<b>Nascente:</b>					
<b>Coordenadas Geográficas</b>		Latitude		Longitude	
<b>MATRIZ INTERDISCIPLINAR PARA INDICAÇÃO DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES</b>					
<b>EIXO ECOLÓGICO</b>					
PARÂMETROS	ESCALA DE NOTAS				NOTA
	3	2	1	0	
<b>Turbidez da água</b>	≤ 5	≤ 40	≤ 100	≥ 100	
<b>Contaminação por <i>Escherichia coli</i> (NMP)</b>	< 1	≤ 200	>200 < 400	> 400 ≤ 800	
<b>Salinidade (‰)</b>	≤ 0,5	> 0,5 < 30	≥ 30	Não observado	
<b>Oxigênio Dissolvido (mg/L O<sub>2</sub>)</b>	≥ 6	≥ 5 < 6	≤ 4 < 5	Não observado	
<b>Aparência da água</b>	Incolor	Turva	Escura	Não observado	
<b>Fluxo hídrico</b>	Perene	Intermitente	Efêmero	Não observado	
<b>Cobertura Vegetal</b>	Vegetação arbórea	Vegetação arbustiva	Pasto e agricultura de ciclo longo	Agricultura de ciclo curto	
<b>EIXO SOCIOTERRITORIAL</b>					
PARÂMETROS	ESCALA DE NOTAS				NOTA
	3	2	1	0	
<b>Uso da Água</b>	Ausente	Eventual	Moderado	Elevado	
<b>Presença de Animais de criação</b>	Ausente	Eventual	Moderado	Elevado	
<b>Presença de Resíduos Sólidos</b>	Ausente	Eventual	Moderado	Elevado	
<b>Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação</b>	Ausente	Eventual	Moderado	Elevado	
<b>Impacto do uso e ocupação do território</b>	Ausente	Pequeno	Moderado	Elevado	
<b>Uso de Agrotóxicos nas culturas</b>	Ausente	Eventual	Moderado	Elevado	
<b>Ocorrências de processos erosivos no solo</b>	Ausente	Eventual	Moderado	Elevado	

<b>Benfeitorias realizadas no entorno da nascente</b>	Elevada	Moderado	Eventual	Ausente	
<b>EIXO POLÍTICO</b>					
<b>PARÂMETROS</b>	<b>ESCALA DE NOTAS</b>				<b>NOTA</b>
	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
<b>Iniciativas de Programas/projetos para a recuperação da fonte</b>	Elevada	Moderada	Eventual	Ausente	
<b>Atuação da Associação/organização de produtores rurais</b>	Elevada	Moderada	Eventual	Ausente	
<b>Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural</b>	Elevada	Moderada	Eventual	Ausente	
<b>Compartilhamento da água</b>	Razoável	Moderado	Elevado	Não observado	
<b>Controle e conflitos na nascente</b>	Ausente	Eventual	Moderado	Elevado	
<b>TOTAL</b>					

<b>INTERVALOS DE PONTUAÇÃO</b>				
<b>Elevado</b> 60 -49	<b>Adequado</b> 48 - 37	<b>Intermediário</b> 36 - 25	<b>Reduzido</b> 24 - 13	<b>Crítico</b> 12 -0

## APÊNDICE C – ROTEIRO DE CAMPO

### ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES RURAIS

Data:

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nº \_\_\_\_\_

<b>Local:</b>		<b>Parcela:</b>			
<b>Nascente:</b>					
<b>Coordenadas Geográficas</b>		Latitude		Longitude	
<b>MATRIZ INTERDISCIPLINAR PARA INDICAÇÃO DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES</b>					
<b>EIXO ECOLÓGICO</b>					
PARÂMETROS	ESCALA DE NOTAS				NOTA
	3	2	1	0	
<b>Turbidez da água</b>	≤ 5	>5 ≤ 40	>40 ≤ 100	>100	
<b>Contaminação por <i>Escherichia coli</i> (NMP)</b>	< 1	>1 ≤ 200	>200 ≤ 400	> 400 ≤ 800	
<b>Salinidade (‰)</b>	≤ 0,5	> 0,5 < 30	≥30	Não observado	
<b>Oxigênio Dissolvido (mg/L O<sub>2</sub>)</b>	≥ 6	≥ 5 < 6	≥ 4 < 5	Não observado	
<b>Aparência da água</b>	Incolor	Turva	Escura	Não observado	
<b>Fluxo hídrico</b>	Com água o ano todo.	Com água apenas na estação chuvosa.	Com água por poucos dias ou horas.	Não há água nesta nascente.	
<b>Cobertura Vegetal</b>	Predominância de árvores.	Predominância de arbustos.	Predominância de agricultura de ciclo longo.	Predominância de agricultura de ciclo curto.	
<b>EIXO SOCIOTERRITORIAL</b>					
PARÂMETROS	ESCALA DE NOTAS				NOTA
	3	2	1	0	
<b>Uso da Água</b>	Não é utilizada.	Não é utilizada diariamente. E quando utilizada, atende apenas o consumo humano e doméstico.	É utilizada diariamente para o consumo humano e doméstico.	É utilizada diariamente para diversos usos, como: humano, doméstico, irrigação de culturas e dessedentação de animais.	
<b>Presença de Animais de criação</b>	Não há evidências e/ou presença de animais de criação na área.	Corresponde a área com até 0,5m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente com vestígios e presença de animais de criação.	Corresponde a área maior do que 0,5m <sup>2</sup> e menor ou igual a 1 m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente com vestígios e presença de animais de criação.	Corresponde a área maior do que 1m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente com vestígios e presença de animais de criação.	

<b>Presença de Resíduos Sólidos</b>	Há a ausência vestígios de resíduos sólidos na área.	Corresponde a área com até 0,5m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente com presença de resíduos sólidos.	Corresponde a área maior do que 0,5m <sup>2</sup> e menor ou igual a 1 m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente com presença de resíduos sólidos.	Corresponde a área maior do que 1m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente com presença de resíduos sólidos.	
<b>Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação</b>	Há a ausência indícios de queimadas e/ou supressão da vegetação na área.	Corresponde a área com até 0,5m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente com a prática de queimadas ou supressão da vegetação.	Corresponde a área maior do que 0,5m <sup>2</sup> e menor ou igual a 1 m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente com a prática de queimadas ou supressão da vegetação.	Corresponde a área maior do que 1m <sup>2</sup> da área delimitada da nascente com a prática de queimadas ou supressão da vegetação.	
<b>Impacto do uso e ocupação do território</b>	Predominância de mata nativa ou em processo de regeneração natural e ausência de edificações ou construções na área delimitada.	Predominância de espécies frutíferas e a construção de residências próxima a nascente.	Ausência de vegetação e presença de criadouro próximo a nascente.	Ausência de vegetação e presença de alguma fossa próxima a nascente.	
<b>Uso de Agrotóxicos nas culturas</b>	Não é utilizado nenhum agrotóxico nas culturas.	É utilizado em dosagem pequena, com única aplicação ao ano nas culturas na área delimitada da nascente.	É utilizado em dosagem maior, com duas aplicações ao ano nas culturas na área delimitada da nascente.	É utilizado com frequência, com mais de duas aplicações ao ano nas culturas na área delimitada da nascente.	
<b>Ocorrências de processos erosivos no solo</b>	Solo coberto por vegetação, sem evidências de processos erosivos.	Solo coberto por vegetação e poucas evidências de processos erosivos.	Solo pouco coberto por vegetação e evidências de processos erosivos como: rachaduras ou voçorocas.	Solo exposto e grandes processos erosivos.	
<b>Benfeitorias realizadas no entorno da nascente</b>	Há práticas como: o plantio de mudas, a construção de alvenarias, anéis e tampas de concreto, a existência de instalações hidráulicas e o cercamento para a proteção da nascente.	Há duas ou três das práticas mencionadas anteriormente.	Há apenas uma das práticas mencionadas anteriormente.	Não há nenhuma benfeitoria adotada pelos usuários.	
<b>EIXO POLÍTICO</b>					
<b>PARÂMETROS</b>	<b>ESCALA DE NOTAS</b>				<b>NOTA</b>
	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
<b>Iniciativas de Programas/projetos para a recuperação da fonte</b>	Há iniciativas em fase de execução para a melhoria e recuperação da nascente.	Há o planejamento de ações para a melhoria e recuperação da nascente.	Há intenções, porém nada foi planejado para a melhoria e recuperação da nascente.	Não há nenhuma iniciativa para a melhoria e recuperação da nascente.	
<b>Atuação da Associação/organização de produtores rurais</b>	A associação ou organização tem realizado reuniões e solicitado apoio externo para a melhoria e recuperação da nascente.	A associação ou organização tem realizado apenas reuniões e abordado sobre o assunto com frequência.	A associação ou organização tem realizado reuniões, mas não tratam com frequência sobre este assunto.	A associação ou organização não tratam destas questões nas reuniões realizadas, ou não há associação no assentamento.	
<b>Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural</b>	Há visitas mensais ou trimestrais que tratam de boas práticas para a	Há visitas semestrais que tratam de boas práticas para a melhoria ou	Há visitas anuais que tratam de boas práticas para a melhoria ou	Não há visitas que tratam de boas práticas para a melhoria ou	

	melhoria ou recuperação da nascente.	recuperação da nascente.	recuperação da nascente.	recuperação da nascente no período superior a um ano.	
<b>Compartilhamento da água</b>	Há disponibilidade de água, porém não existe o seu compartilhamento.	Há água em abundância e seu compartilhamento não interfere na oferta de água da nascente.	Não há água em abundância e seu compartilhamento interfere na oferta de água da nascente.	Não há água em abundância e também o seu compartilhamento.	
<b>Controles e conflitos na nascente</b>	O uso e compartilhamento acontecem de forma amigável entre os usuários.	Há situações desagradáveis entre os usuários, porém nunca foi proibido o uso da nascente.	Há situações de impedimento do uso da água de usuário(s) no intervalo de tempo inferior a 6 meses.	Há situações de impedimento do uso da água de usuário(s) no intervalo de tempo superior a 6 meses.	
<b>TOTAL</b>					

## APÊNDICE D – LEVANTAMENTO COMPLEMENTAR DE CAMPO

### ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES RURAIS

#### DEMANDAS E PRÁTICAS NAS NASCENTES DO ASSENTAMENTO CARICÉ POR USUÁRIOS DE ÁGUA UTILIZADAS PARA O ABASTECIMENTO HUMANO

Quando questionados sobre os usos realizados nas nascentes há época de criação e fixação das famílias no assentamento Caricé, os assentados tiveram suas respostas analisadas e enquadradas em 03 categorias de acordo os significados atribuídos: (I) beber, (II) beber e gasto (expressão utilizada para indicar que a água é utilizada nas atividades domésticas), e (III) beber, gasto, irrigação e dessedentação de animais. A primeira, “Água de beber” expressa que a água era utilizada há época para a ingestão dos assentados, nesta categoria obteve-se a ocorrência de 01 resposta. Na segunda categoria, “Água de beber e para o gasto”, identificamos a maior frequência, com 06 respostas, indicando que os principais usos realizados pelos assentados correspondem à ingestão da água das nascentes através do consumo humano e cozimento de alimentos, do uso doméstico, relacionados à limpeza da casa, lavagem de roupas e limpeza de utensílios domésticos.

Na última categoria, “Água de beber e para o gasto, irrigação de culturas e dessedentação de animais”, obteve-se a frequência de 03 respostas, configurando os quatro principais usos das nascentes no assentamento. Destacamos a fala em especial, do titular da parcela 21 que se refere ao uso da nascente da seguinte forma: *“Usava para beber, lavar roupa, cozinhar, para os animais matarem a sede, no banho, limpeza geral e higiene”*. Nesta situação, a assentada se expressa sobre os diversos usos que eram possíveis de se realizarem com a água da nascente no passado.

Com relação aos atuais usos das nascentes realizados pelos assentados, os dados coletados foram definidos em 06 categorias de análise (Tabela 4). As frequências de respostas apontaram que atualmente os usos estão voltados em sua maioria às atividades domésticas. Em segundo plano, a pesquisa identificou que duas famílias não fazem mais a ingestão da água devido à redução da quantidade e comprometimento da qualidade da água, porém apontam na pesquisa que ainda usam a água de forma geral, identificado especificamente no relato do agricultor da parcela 21 que diz: *“Hoje eu não bebo mais, lavo roupa, banho, o boi bebe, também bato pano, lavo a casa e irriço algumas culturas, mas a água diminuiu”*. Nota-se que a resposta relata sobre a má qualidade da água, apontado pelo usuário da parcela 09 através da frase: *“Só uso para lavar prato e limpar a casa. Não presta mais pra nada, nem*

para lavar roupa”, remete o abandono do uso devido à aparência e aspecto da água para ingestão.

Tabela 1 – Usos atuais das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Atuais usos realizados nas nascentes	Água para o gasto.	04
	Não uso mais a nascente.	01
	Água para beber e para o gasto.	01
	Uso para o gasto, não bebo a água, ela não presta.	01
	Uso geral e não bebo mais a água porque diminuiu.	02
	Água só para beber por causa da distância.	01
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Quando questionados sobre quais práticas realizadas nas nascentes há época de criação do assentamento, foram identificadas 06 categorias de análise (Tabela 5). Dentre as práticas mencionadas pelos atores ressaltamos a maior ocorrência para a limpeza da cacimba e seu entorno que consiste na limpeza interna da nascente quando as mesmas receberam interferências com a construção de anéis de alvenaria e estruturas de proteção. Aponta-se como exemplo a fala do assentado da parcela 19 que diz: *“Construí a cacimba com alvenaria e tampa, cerquei e plantei capim, a água vem encanada por gravidade”*. Na maioria das respostas os assentados consideram como práticas a limpeza da nascente, do ponto de vista do tratamento da água e da limpeza da estrutura existente. Nota-se que apenas uma resposta enquadrou-se na categoria de análise referente à plantação de mudas, expressa na fala da parcela 08 que se expressa: *“Plantei pé de manga, jambo, abacate e goiaba”*.

Tabela 2 – Práticas realizadas nas nascentes na época de criação do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Práticas antigas realizadas nas nascentes	Não fiz nada.	01
	Plantei árvores.	01
	Fiz o tratamento da água.	01
	Fiz a limpeza da cacimba.	02
	Fiz a limpeza da cacimba e seu entorno.	03
	Fiz a construção da cacimba e cercamento da área.	02
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Com relação às práticas atuais realizadas nas nascentes, ressaltamos a realidade apontada com a frequência de respostas para a não atuação dos assentados (Tabela 6). Aponta-se a mesma frequência de respostas para as práticas de plantio de mudas, limpeza da

nascente e do entorno e limpeza da nascente e tratamento da água, identificadas da seguinte forma: “*Plantei pé de fruta próximo da nascente, pois ouvi dizer que era bom para a água aumentar de volume*” (Parcela 21); e, “*Limpei a nascente e em volta dela, tampo e coloco cloro para remover o lodo da pedra*” (Parcela 18).

Tabela 3 – Práticas atuais realizadas nas nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão- PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Práticas atuais realizadas nas nascentes	Não faço nada.	04
	Planto árvores.	02
	Fiz a limpeza da nascente e entorno.	02
	Fiz a limpeza da cacimba e tratamento da água.	02
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Questionados sobre qual o tratamento realizado na água da nascente para posterior consumo, observamos que a maior frequência de respostas aponta para a utilização de produtos químicos, tais como: o cloro, a água sanitária, o enxofre e o sulfato de alumínio (Tabela 7). Dentre as respostas, ressaltamos o uso do cloro nos reservatórios dentro das residências com maior frequência. Saliente-se a única resposta indicada pelo assentado da parcela 18, que se expressa: “*Só faço coar a água, mas tem gente que usa a cacimba e coloca remédio nela*”.

Tabela 4 – Tratamento realizado na água das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Tratamento da água	Coa a água	01
	Não faço nada.	03
	Utilizo cloro no reservatório em casa.	03
	Utilizo água sanitária no reservatório em casa.	01
	Utilizo enxofre na nascente todo início de ano.	01
	Utilizo sulfato de alumínio na nascente todo início de ano.	01
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Com relação ao compartilhamento da água da nascente com as famílias do assentamento, a maior frequência de respostas apontou para o não compartilhamento da água da nascente sem justificativas (Tabela 8), restando à frequência de 03 respostas para o compartilhamento da água entre as famílias, indicados nas falas: “*Sim, me sinto feliz. Quem quiser pode tirar e usar. Tem gente aqui que não gosta, mas eu gosto*” (Parcela 18, – que permite o compartilhamento da água); “*Sim, acho bom porque se não fizesse isso muita gente*

*estaria passando sede. É importante dar a água a quem precisa*” (Parcela 12, – que permite o compartilhamento da água); *“Sim, acho tranquilo. Do mesmo jeito que preciso dos outros, eles precisam de mim. É normal compartilhar”* (Parcela 08, – que permite o compartilhamento da água).

Nota-se que 02 assentados apontaram em suas respostas o não compartilhamento, indicando duas situações distintas. A primeira, com relação à disponibilidade da água e consequentemente a insuficiência no abastecimento, e a segunda, com mesma frequência, pela falta de interesse por parte dos usuários. A situação é expressa através da fala do assentado: *“Não compartilho, mas acho que compartilharia. Até o momento ninguém nunca me pediu ou se manifestou”* (Parcela 19, – que evita o compartilhamento da água).

Tabela 5 – Compartilhamento da água das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Compartilhamento da água	Compartilha a água.	03
	Não compartilha a água.	05
	Não compartilha por ser insuficiente a água.	01
	Não compartilha por falta de interesse dos usuários.	01
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Quando questionados sobre as restrições e proibições manifestadas para o uso da água das nascentes, a maioria das respostas apontou para a ausência de restrições por parte dos usuários que possuem as nascentes inseridas em suas parcelas (Tabela 9). Ressalta-se que as situações em que ocorreram restrições, apontados nos problemas com relação à disponibilidade de hídrica e usos da nascente, que para o assentado não deveria comprometer ou minimizar os usos realizados por quem dispõe a fonte em sua parcela. Sobre este aspecto, podemos expressar: *“Se a água for pouca não é permitido o uso por outra família”* (Parcela 19), e *“Caso alguém precisasse seria compartilhado com restrição, para não comprometer a água dentro da minha própria casa”* (Parcela 21).

Tabela 6 – Restrições e Proibições no acesso à água das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

TEMA	CATEGORIAS	FREQUÊNCIA
Restrições e proibições à água	Não há restrições.	07
	Há restrições com relação à quantidade.	02
	Há restrições com relação aos usos.	01
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Com relação à forma de captação da água da nascente, a pesquisa apontou, com maior frequência nas respostas para a captação realizada através de balde ou vasilhame diretamente na fonte, com a frequência de 05 respostas. Nesse sentido, as outras formas de captação da água são realizadas via tubulações hidráulicas (PVC), transportadas com auxílio da gravidade ou por bomba elétrica de sucção da água.

Dentre as atividades prioritárias que demandam mais água, os entrevistados indicaram os três principais usos que demandam mais água das nascentes (Tabela 10). A primeira posição do ranking, com maior frequência de respostas apontou que a atividade de lavagem e roupas demanda mais captação de água por parte dos assentados. Na segunda posição do ranking, a lavagem de pratos foi apontada pelos usuários como a segunda atividade que mais demanda água no assentamento, e, ocupando a terceira posição, o banho, foi apontado como a terceira atividade que mais demanda água das nascentes no Assentamento Caricé.

Tabela 7 – *Ranking* da demanda de água relacionado aos usos das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão - PE.

USOS MAIS CITADOS	ATIVIDADES QUE DEMANDAM ÁGUA	FREQUÊNCIA
1º	Beber	01
	Banho	03
	Lavagem de pratos	02
	Lavagem de roupas	04
2º	Banho	01
	Lavagem de pratos	06
	Lavagem de roupas	03
3º	Banho	05
	Cozinhar	01
	Lavagem de pratos	02
	Lavagem de roupas	02
TOTAL		10

Fonte: Dados da pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Ressalta-se a importância de destacar os principais usos da água das nascentes nesta pesquisa, que prioritariamente estão demonstradas na tabela mencionada, que são: as demandas domésticas, desde o uso da água para a limpeza de utensílios e de outros itens das famílias, e as demandas com higiene pessoal, relatadas através dos entrevistados pela prática do asseio da família.

## ANEXO A – ARTIGO NA REVISTA GEAMA

### ADEQUAÇÃO METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES

## Avaliação do Potencial de Conservação de Nascentes na Zona da Mata Pernambucana

### *Evaluation of the Potential for the Conservation of Springs in Zona da Mata Pernambucana*

Lívia C. Machado<sup>1</sup>, Vanice S. F. Selva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bióloga, Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

<sup>2</sup>Professora, Doutora em Geografia, Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

#### RESUMO

As nascentes são importantes fontes de água para a realização das atividades e sobrevivência de agricultores familiares nos espaços rurais. Devido a isso, estas fontes possuem relevância para o desenvolvimento e dinâmica de áreas de produção agrícola e para o consumo humano. Em decorrência dos problemas vivenciados pelos usos e apropriações inadequadas de áreas de nascentes, impactos negativos são visíveis e dificultam a conservação destas fontes que são importantes formas de acesso à água no meio rural. A realidade aponta alguns conflitos para a conservação de nascentes, que vai desde a forma de uso e ocupação do território até as práticas realizadas pelos usuários. O estudo propõe indicar o potencial de conservação de nascentes utilizadas para o abastecimento humano, a partir da ferramenta metodológica interdisciplinar para avaliação do potencial de conservação de nascentes no Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão, Pernambuco. A pesquisa foi realizada através de protocolo específico com de coleta de dados *in loco* e análises laboratoriais, por meio da ferramenta metodológica interdisciplinar. Os parâmetros de análise das nascentes foram agrupados em três eixos distintos, o ecológico, o socioterritorial e o político, conforme prevê a metodologia interdisciplinar para avaliação do potencial de conservação das nascentes. De acordo com a ferramenta metodológica interdisciplinar, a maioria das nascentes do Assentamento Caricé, localizado no município de Vitória de Santo Antão em Pernambuco se encontram com o potencial de conservação no nível intermediário. As análises realizadas para o eixo político neste trabalho confirmam a realidade no meio rural, que não dispõe de assistência técnica, apoio e iniciativas para conservar os recursos naturais.

Palavras-chave: conservação de nascentes, avaliação de nascentes, abastecimento humano.

#### ABSTRACT

The springs are important sources of water for the activities and survival of family farmers in rural areas. Due to this, these sources have relevance for the development and dynamics of agricultural production areas and for human consumption. As a result of the problems experienced by inappropriate uses and appropriations of spring areas, negative impacts are visible and make it difficult to conserve these sources, which are important forms of access to water in rural areas. The reality points out some conflicts for the conservation of springs, ranging from the way of use and occupation of the territory to the practices carried out by users. The study proposes to indicate the conservation potential of springs used for human supplies, based on the interdisciplinary methodological tool to evaluate the potential of conservation of springs in the Caricé settlement, in Vitória de Santo Antão, Pernambuco. The research was performed through a specific protocol with data collection *in loco* and laboratory analyzes, through the interdisciplinary methodological tool. The parameters of analysis of the sources were grouped into three distinct axes, the ecological, the socio-territorial and the political, according to the interdisciplinary methodology to evaluate the conservation potential of the springs. According to the interdisciplinary methodological tool, most of the sources of the Caricé settlement, located in the city of

Vitória de Santo Antão in Pernambuco, have the conservation potential at the intermediate level. The analyzes carried out for the political axis in this work confirm the reality in rural areas, which does not have technical assistance, support and initiatives to conserve natural resources.

Keywords: conservation of springs, evaluation of springs, human supply.

## Introdução

As nascentes são importantes fontes de água para sobrevivência das famílias rurais, tanto em atividades domésticas quanto agrícolas. Estas fontes possuem relevância para o desenvolvimento, dinâmica de áreas de produção agrícola e para o consumo humano. As nascentes são responsáveis pela formação dos rios, que fazem parte das bacias hidrográficas. Conceitua-se nascente como o afloramento na superfície do solo da água de um lençol freático (BARRETO; RIBEIRO; BORBA, 2010).

No meio rural, as nascentes são as únicas fontes naturais que atendem às demandas nestes espaços e, que por sua vez, possuem grande importância no desenvolvimento das atividades socioeconômicas (BRAGA, 2011). As nascentes são recursos essenciais para os assentamentos humanos e espécies terrestres, além de habitats para a biota aquática que contribuem para os processos ecológicos e biodiversidade (DAVIS et al., 2017). Como fontes contribuidoras suprem a necessidade dos espaços rurais, principalmente pela ausência de um serviço de abastecimento.

No entanto, observa-se que, na prática, devido à sua importância e contribuição, as nascentes e as áreas em seu entorno não são utilizadas corretamente conforme prevê a Lei 12.651/2012. Há, portanto, nos espaços rurais diferentes formas de usos e conflitos que dificultam a sua proteção e consequentemente colocam em risco a existência desse importante recurso.

Destarte, o estudo demonstrado por Braga, Silva e Cavalcanti (2013) aponta que há meios de se conciliar a extração ou exploração com a conservação nessas áreas, através da adequação da propriedade rural particular ou pública, visando considerar os usos e as práticas realizadas pelos atores que possuem as nascentes como principal fonte de água para a sua sobrevivência.

A presente pesquisa teve um caráter interdisciplinar no sentido de unir diferentes eixos de conhecimento, relações, práticas e saberes vividos por agricultores familiares nas suas práticas de uso da água em áreas de nascentes, com as quais se expõem fenômenos de ordem ambiental. Segundo Leff (2009), a interdisciplinaridade estende o seu campo de intervenção "entre disciplinas científicas" para abarcar todo contato, intercâmbio, inter-relação e articulação entre paradigmas, disciplinas, saberes e práticas.

O estudo propõe indicar o potencial de conservação de nascentes utilizadas para o abastecimento humano a partir da ferramenta metodológica interdisciplinar para avaliação do potencial de conservação de nascentes no Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão, Pernambuco.

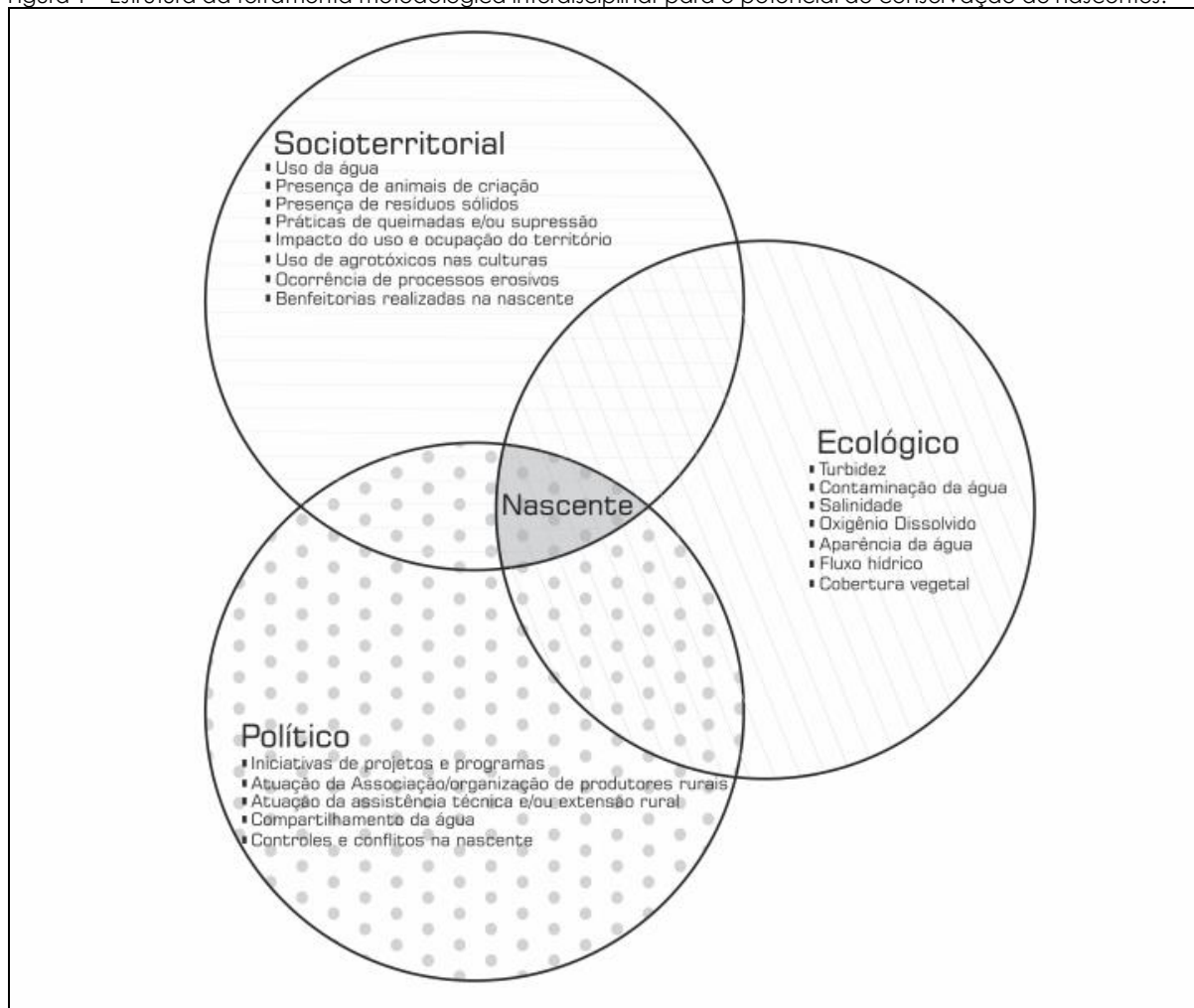
## Material e Métodos

As técnicas adotadas no estudo foram realizadas através de documentação direta (pesquisa de campo, pesquisa de laboratório, observações assistemáticas, entrevistas estruturadas e roteiro de campo), com a aplicação da ferramenta metodológica interdisciplinar para a avaliação das nascentes rurais.

Para cumprimento do objetivo utilizou-se dois critérios fundamentais para a escolha das nascentes, que são: 1) uso pessoal, considerando as atividades como dessedentação humana, preparação de alimentos e higiene doméstica; e 2) uso compartilhado, caracterizado pela distribuição da água e/ou permissão do uso por outras famílias que residam próximas à área a qual se insere a nascente dentro do assentamento.

Para a indicação do potencial de conservação das nascentes foi utilizada a proposta metodológica interdisciplinar, desenvolvida a partir do agrupamento de parâmetros em três eixos distintos, o ecológico, o socioterritorial e o político (Figura 1).

Figura 1 – Estrutura da ferramenta metodológica interdisciplinar para o potencial de conservação de nascentes.



Fonte: (MACHADO, 2017).

O "eixo ecológico" é composto pelos parâmetros de Turbidez da água; Contaminação por *Escherichia coli* (UFC/100mL); Salinidade (%); Oxigênio Dissolvido (mg/L); Aparência da água; Fluxo hídrico e Cobertura Vegetal.

Os parâmetros do "eixo socioterritorial", correspondem: Uso da água; Presença de Animais de criação; Presença de Resíduos Sólidos; Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação; Impacto do uso e ocupação do território; Uso de Agrotóxicos nas culturas; Ocorrências de processos erosivos no solo e Benfeitorias realizadas no entorno da nascente.

O "eixo político" é composto pelos parâmetros de Iniciativas de Programas e projetos; Atuação da Associação/organização de produtores rurais; Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural; Compartilhamento da água e Controle e conflitos na nascente.

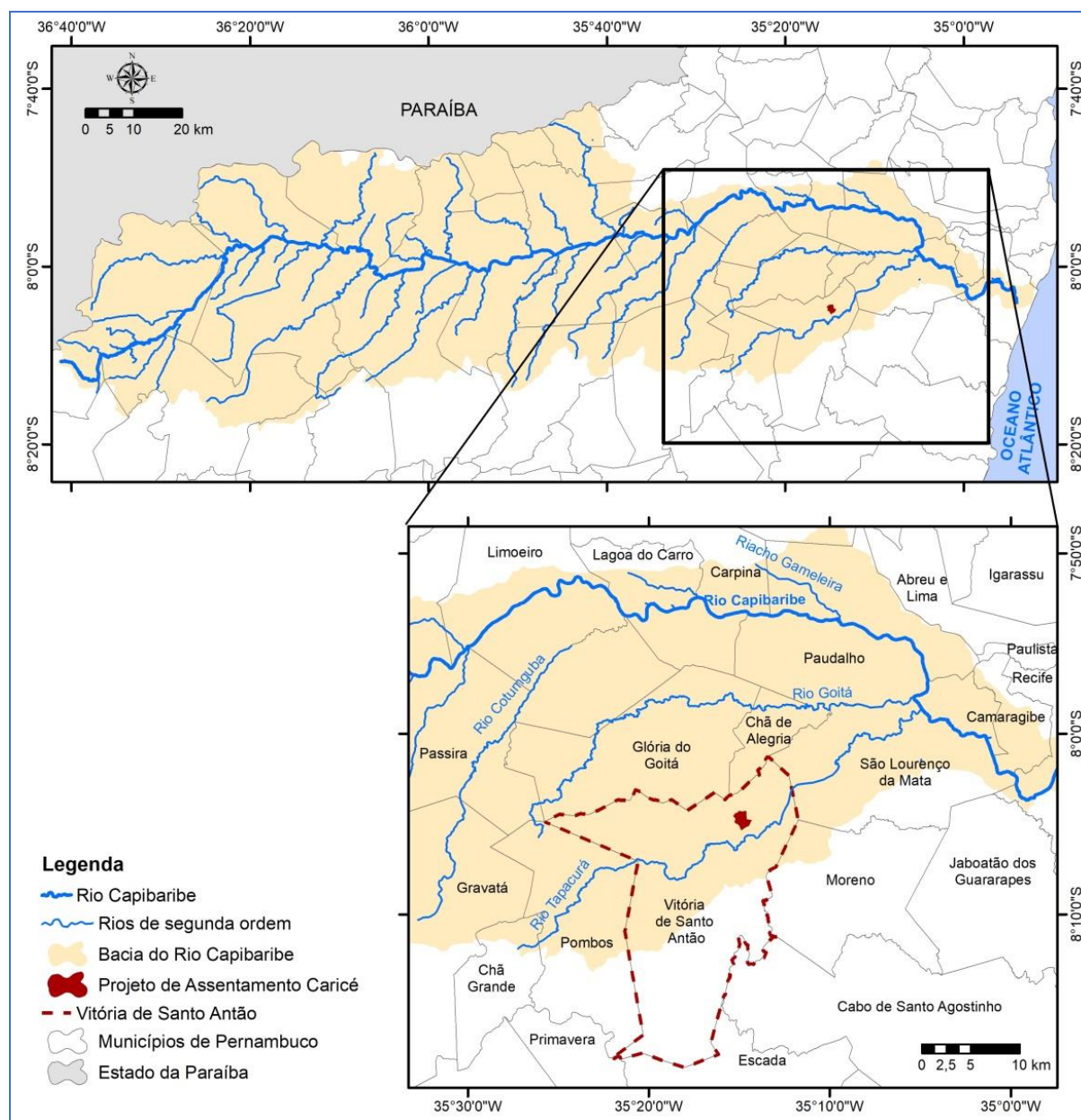
As análises foram realizadas *in loco* no Assentamento Caricé, localizado no Município de Vitória de Santo Antão – Pernambuco, inserido na sub-bacia do rio Tapacurá, na rede hidrográfica da bacia do rio Capibaribe que corresponde a Unidade de Planejamento (UP2) (Figura 2).

A aferição foi realizada no mês de outubro de 2016, no período com as condições ambientais mais críticas (período seco), considerando os dados do Boletim Climático da Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC. Segundo o documento, o comportamento das chuvas na Zona da Mata foi considerado muito atípico, classificando os meses de junho a agosto como muito seco; e os meses de setembro e outubro como seco (APAC, 2017).

Segundo o Plano de Desenvolvimento do Assentamento Caricé (PDA), a sua Reserva Legal (RL) possui 38,29 ha, o que corresponde a 20% da área total do assentamento. As Áreas de Preservação Permanente (APPs) correspondem a 15,35 ha, o que equivale a 8% da área do assentamento. As espécies da fauna e flora predominantes são características da Mata

Atlântica, como: roedores, répteis, aves e insetos, com destaque para a ocorrência de raposas, tatus, guaris, galos-de-campina, cobras, entre outras espécies (INCRA, 2002).

Figura 1 – Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe com sinalização para o Assentamento Caricé no Município de Vitória de Santo Antão - Pernambuco.



Fonte: (PERNAMBUCO, 2006; INCRA/EBAPE, 2002).

O Assentamento Caricé encontra-se inserido em uma região com clima tropical chuvoso e com o verão seco e precipitação média anual de 1309,9 mm. A vegetação predominante é do tipo Floresta Subperenifólia com partes de Floresta Hipoxerófila (CPRM, 2005). Segundo o Plano de Desenvolvimento do Assentamento Caricé (PDA), o assentamento concentra-se na porção centro-oeste da Mesorregião da Mata Pernambucana, inserido na paisagem denominada “Mar de Morros”, com a predominância de solos do tipo Gleissolos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Amarelo (EMBRAPA, 2000; INCRA, 2002).

## Resultados e Discussão

Para a avaliação do potencial de conservação de nascentes para o abastecimento humano, a pesquisa amparou-se sob o previsto na Resolução do Conselho de Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, de nº 357/2005. Esta enquadra as águas das nascentes como águas de classe

especial destinadas ao abastecimento para o consumo humano com remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos (desinfecção), à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral (CONAMA, 2005).

Consideraram-se os valores limites previstos na Portaria do Ministério da Saúde (MS) de nº 2914/2011, que dispõe sobre o padrão de potabilidade para confrontar os dados das águas das nascentes para o abastecimento humano, demonstrando as condições da água que são destinadas para o consumo humano e que devem não oferecer riscos à saúde.

De acordo com as análises, as águas das nascentes do Assentamento Caricé destinadas ao abastecimento humano foram enquadradas na categoria “águas doces” com a salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰, conforme os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº357/2005. Os resultados das análises estão indicados por eixos, conforme a estrutura sugerida neste trabalho.

Os resultados do parâmetro turbidez nas nascentes utilizadas para o abastecimento humano do Assentamento Caricé, no mês de outubro de 2016, apontaram 05 nascentes dentro do limite estabelecido pela Portaria MS 2914/2011, com os valores inferiores a 5 NTU. Ressalta-se que 05 nascentes apresentaram valores  $5 < \leq 40$  NTU, que está de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. A nascente 09 apresentou o valor de 285 NTU, muito acima do previsto pela Portaria MS 2914/2011 e Resolução CONAMA 357/2005, sendo observado *in loco* que a referida nascente possui suas estruturas de proteção danificadas.

As nascentes N01, N08, N09, N19, N21 e N23 apresentaram neste estudo valores acima do limite máximo permitido e previsto na Portaria MS nº 2914/2011, com destaque para a nascente N09 com o valor de 285 NTU (Figura 3), que além de ultrapassar consideravelmente o limite, possuía visivelmente suas características organolépticas alteradas. Em particular este resultado é justificado principalmente pelos danos nas estruturas de proteção da nascente.

As fontes em desconformidade para o parâmetro de Turbidez neste estudo estão suscetíveis às interferências das atividades agrícolas com técnicas impactantes, bem como desprotegidas, seja por ausência de estruturas de proteção superior ou laterais, facilitando a entrada de sedimentos no corpo das fontes.

Pinto et al. (2012) encontraram valores altos para o parâmetro de turbidez nas cinco nascentes no Município de Inconfidentes – MG, situadas no Bairro dos Romas, localizado na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu. No estudo, a avaliação que obteve maior pontuação, com 52 uT, pertencia a nascente com pastagem, indicando a ocorrência de erosão como consequência da compactação e da desestruturação do solo ocasionada pelo manejo indevido da pastagem e, ainda, pela presença dos animais de criação que bebiam a água da nascente.

Os parâmetros Coliformes Totais e contaminação por *Escherichia coli*, para as nascentes utilizadas nas demandas de abastecimento humano - Classe Especial, devem estar em conformidade com o padrão microbiológico “ausente em 100mL” (MS, 2011). Os valores acima 1 UFC/100mL e  $\leq 400$  UFC/100mL, permitem apenas o uso da água da nascente para banho, conforme a Resolução CONAMA 274 de 2000, que trata dos padrões de balneabilidade.

Os resultados da pesquisa de campo apontaram a ausência de *Escherichia coli* nas amostras de seis nascentes: N08, N12A, N12B, N18, N21 e N23, enquadrando-as dentro do padrão de potabilidade da Portaria MS nº2914/2011. Duas nascentes indicaram a presença da bactéria, a N09 e N10 com 140 e 200 UFC/100mL, respectivamente, que estão em condição excelente para os padrões de balneabilidade da Resolução CONAMA nº274/2000; e uma única nascente (N01) apresentou o valor de 300 UFC/100mL, em condição apropriada para conforme prevê a legislação.

As nascentes que apresentaram os maiores valores para a contaminação por *E. coli* no Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão (PE) foram as de números N05 e N19 com, respectivamente, 900 e 1500 UFC/100mL, sendo, portanto, impróprias para o abastecimento humano, conforme a Portaria MS nº2914/2011 e Resolução CONAMA nº274/2000. Os altos valores são comprovados pela proximidade com as pastagens, justificando, portanto, a sua contaminação.

Figura 2 – Nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco. (A) – N12A; (B) – N05; (C) – N09; e (D) – N23.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Felippe e Magalhães Junior (2012) encontraram coliformes termotolerantes em 31% das amostras analisadas. Os autores apontam no estudo a situação crítica em 1,7% dos casos que apresentaram valores acima de 900 UFC/100ml. Contudo, os autores complementam que a presença de microorganismos indicadores de patogenia não é função somente da proximidade das fontes de poluição, justificando os valores às características das próprias nascentes.

O parâmetro Oxigênio Dissolvido das nascentes utilizadas nas demandas de abastecimento humano devem, segundo a Resolução CONAMA nº357/2005, ultrapassar valores de 6 mg/L, para as águas de classe I. Nas águas de classe II, os valores de Oxigênio Dissolvido não podem ser inferiores a 5 mg/L; restando a classe III, na qual os valores não podem ser inferiores a 4 mg/L.

Os resultados do parâmetro Oxigênio Dissolvido de acordo com as medições realizadas no período seco em outubro de 2016 indicaram uma única nascente (N12A) com valor inferior a 3 mg/L; duas nascentes com valores de 3,5 e 3,35 mg/L, N08 e N18, respectivamente; quatro nascentes enquadradas no intervalo  $>4 <5$  mg/L, que foram as nascentes N09, N12B, N21 e N23; duas nascentes com valores no intervalo  $>5 <6$  mg/L, que foram as nascentes N10 e N19; e, ainda, duas nascentes com valores acima de 6 mg/L, a N01 e a N05. Os baixos valores de Oxigênio Dissolvido são justificados devido à ausência de exposição da nascente, uma vez que a mesma possui estruturas de proteção com tampa.

Neste estudo, as nascentes que apresentaram os valores acima de 6 mg/L, atendendo portanto a Resolução CONAMA 357/2005, estavam sem a presença de tampa protetora, o que permite relacionar com os resultados das nascentes analisadas por Oliveira (2014). A autora constatou no Assentamento Serra Grande, em Vitória de Santo Antão (PE), duas nascentes com valores acima do limite, nos intervalos de 7,04 a 9,2 mg/L e de 0,88 a 8,52 mg/L, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. A autora relacionou o elevado teor de oxigênio à exposição ambiental, devido à ausência de tampa protetora que permite a nascente o contato externo,

resultando no recebimento de maior oxigenação influenciada pelos processos fotossintéticos e interferências do ar atmosférico.

No parâmetro Salinidade (‰), as águas das nascentes utilizadas nas demandas de abastecimento humano devem, segundo a Resolução CONAMA nº357/2005, enquadrar-se como Água Doce, não ultrapassando 0,5 ‰, limite máximo permitido para a categoria. De acordo com as análises realizadas no período seco, no ano de 2016, as nascentes do Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão (PE), apresentaram-se abaixo do limite exposto, sendo, portanto, águas doces. Os valores apresentaram-se dentro da faixa limite, no intervalo de 0,09 a 0,35 ‰.

Ribeiro (2014) encontrou valores acima do limite para Salinidade no período seco e chuvoso em cacimbas no leito do rio Pajeú, na Comunidade Batinga do Tauá, Município de Brejinho-PE. As nascentes apresentaram os valores de 0,84 e 0,87 ‰, sendo consideradas como salobra (salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰) de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Nesta situação é necessário o tratamento avançado (dessalinização) para que a água seja utilizada para consumo humano. Os valores que identificaram a água da nascente como salobra estão contextualizados na área de inserção da nascente, que se situa no semiárido pernambucano, ambiente com escassez hídrica.

Com relação à qualidade da água das nascentes de Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE), menos da metade das nascentes se apresentaram inadequadas para o consumo humano, estando em desconformidade com os padrões de potabilidade da Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/11. De acordo com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº274/2000, a maioria das nascentes apenas atendem os padrões de balneabilidade.

No parâmetro "Aparência da água", 06 nascentes (N05, N10, N12A, N12B, N18 e N21) se apresentaram com aparência incolor. As nascentes turvas corresponderam a 04 nascentes (N01, N08, N19 e N23), restando a nascente N09 com a aparência da água escura. O resultado da nascente N09 justifica-se pela ausência de tampa e comprometimento das estruturas de proteção da nascente, o que contribui para as alterações percebidas na água devido à sua exposição direta.

Felippe e Magalhães Junior (2012) ao avaliarem os impactos ambientais através de parâmetros macroscópicos nas nascentes em três parques urbanos em Belo Horizonte, Minas Gerais, qualificaram as nascentes de acordo com a aparência da água, como: escura, clara e transparente. No estudo, os autores encontraram 100% das nascentes com a aparência transparente, categorizadas no nível bom, não correlacionando o resultado com outros parâmetros e aspectos observados nas nascentes.

Com relação ao fluxo hídrico, todas as nascentes se apresentaram como perenes, segundo informações locais coletadas pelos assentados, o que permitiu a análise mais adequada de todos os parâmetros da pesquisa. A presença de água na nascente viabilizou a observação e enquadramento das pontuações na ferramenta metodológica. Observa-se na pesquisa que a maior incidência da perenidade das nascentes pode estar relacionada às águas subterrâneas e a própria alimentação dos lençóis freáticos justificados pelas precipitações existentes na região da pesquisa.

Os dados apontados na pesquisa de Ribeiro (2014) indicaram na região semiárida do Pajeú que das seis nascentes analisadas, três nascentes enquadraram-se como perene; restando uma nascente como intermitente e outras duas como efêmeras. Através do estudo, os fluxos hídricos foram relacionados com o clima e as condições ambientais da área da pesquisa.

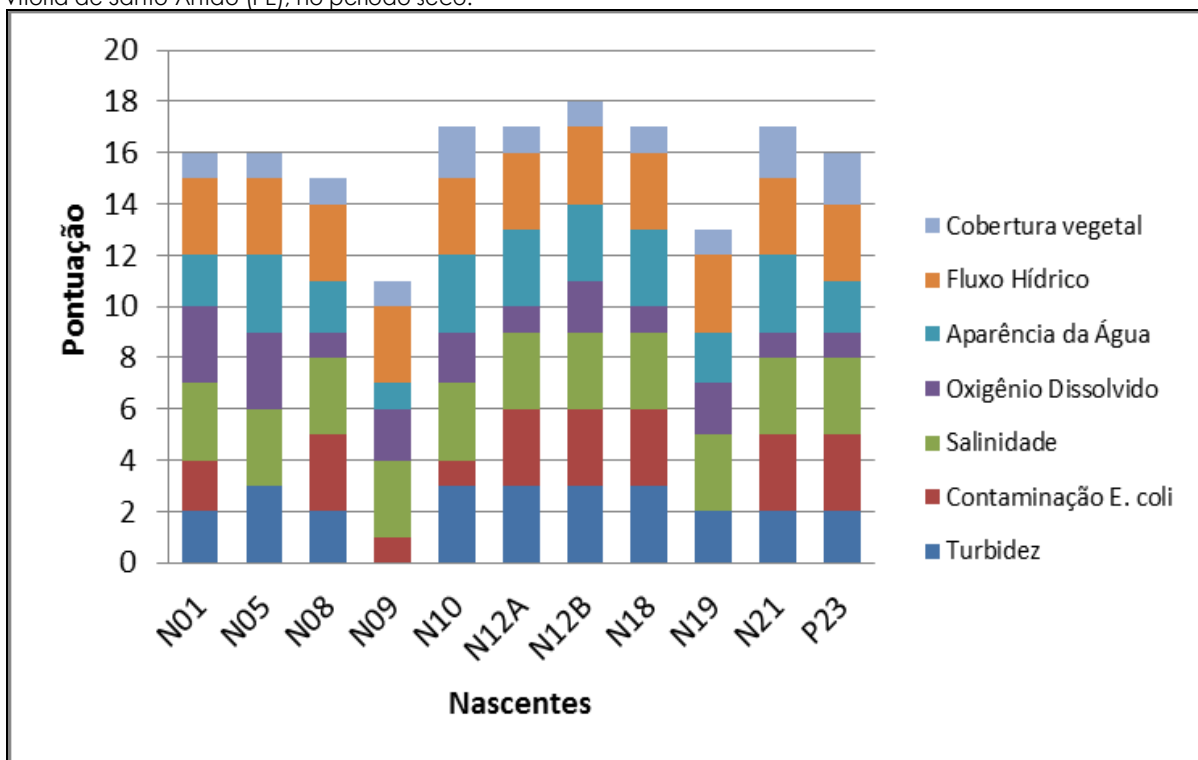
No parâmetro "Cobertura vegetal" as nascentes de Caricé durante o período seco se apresentaram da seguinte forma: 03 nascentes (N10, N21 e N23) foram enquadradas na situação com maior incidência de espécies arbustivas; e 08 nascentes (N01, N05, N08, N09, N12A, N12B, N118 e N19) foram avaliadas com maior incidência do pasto ou agricultura de ciclo longo. As pontuações mais baixas refletiram a forma de exploração do solo e as atividades realizadas no assentamento rural.

Oliveira et al. (2012) avaliaram 14 nascentes na área da bacia hidrográfica do rio Piauitinga no Município de Salgado, em Sergipe. Nesse estudo observaram relação entre a vegetação e as nascentes. Os resultados indicaram que as nascentes na categoria preservada pontual e a perturbada pontual apresentaram o maior número de espécies (45 e 32) e de indivíduos (670 e 240), respectivamente, quando comparadas com as degradadas difusas e degradadas pontuais. Os autores justificaram no estudo que o afloramento superficial da água da nascente pontual possui relação direta com o número de espécies, quando comparadas às nascentes difusas.

Ressalta-se, no eixo ecológico desta pesquisa, o parâmetro “Cobertura vegetal” que obteve a menor pontuação e consequentemente a pior avaliação, com valores entre 2 e 1 pontos em todas as nascentes avaliadas (Figura 4). O resultado reflete as atividades desenvolvidas no assentamento, evidenciando a incidência da vegetação arbustiva e do pasto com agricultura de ciclo longo no entorno destas fontes.

Ribeiro (2014) encontrou valores baixos para as nascentes do Alto trecho da bacia hidrográfica do Pajeú (PE), no parâmetro “Riqueza da fauna aquática” proposto para a avaliação do Índice de Conservação Ecológica (ICE) de nascentes. Os valores refletiram a relação direta entre as espécies aquáticas e a presença de oxigênio na água, essencial à vida.

Figura 3 – Resultados do eixo ecológico para o potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Os parâmetros “Fluxo hídrico” e “Salinidade” receberam a pontuação máxima, visto que todas as nascentes apresentaram o fluxo de água perene e doce, conforme Valente e Gomes (2011) e a Resolução CONAMA nº357/2005. Os valores equivalentes para os dois parâmetros estão relacionados devido ao clima e às condições da área de estudo da pesquisa.

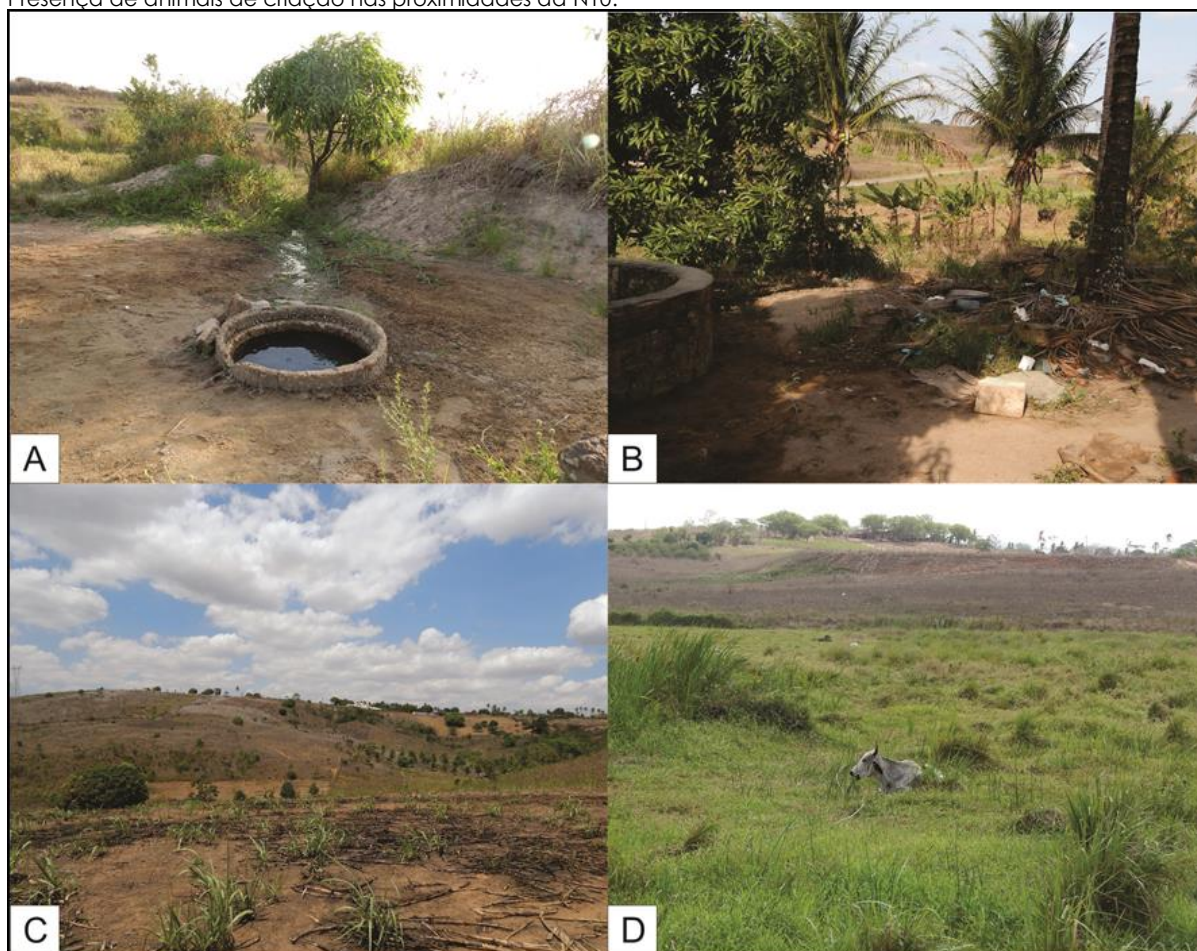
Ribeiro (2014) apresentou na avaliação do Índice de Conservação Ecológica (ICE) de nascentes no Alto trecho da bacia hidrográfica do Pajeú (PE) que os resultados dos parâmetros “Cor da água” e “Salinidade” obtiveram maior pontuação. O autor menciona a pontuação dos parâmetros e não justifica em seu trabalho a relação com outros dados da pesquisa.

As nascentes avaliadas no parâmetro “Uso da água” apresentaram valores baixos com relação à utilização diária da água da nascente, indicando as nascentes N09, N19, N21 e N23 como as fontes mais utilizadas e com possibilidade de comprometimento na disponibilidade hídrica da nascente. A nascente N01 apresentou o valor moderado, pois os usos não interferem na disponibilidade da água; as nascentes N08, N12A e N18 de uso esporádico se enquadraram como os usos que não interferem na disponibilidade da nascente. Ressalta-se que nenhuma das nascentes analisadas apresentaram o uso ausente, de maior pontuação na metodologia proposta.

Felippe e Magalhães Junior (2012) analisaram o uso das nascentes em parques municipais em Belo Horizonte - MG e enquadraram as nascentes como: uso constante, uso esporádico e sem uso. Os autores identificaram os piores resultados para o parâmetro “Uso das nascentes” no Parque das Mangabeiras, justificando a ocorrência devido às atividades de turismo e lazer no interior do parque.

No parâmetro "Presença de Animais de criação", a maioria das nascentes N01, N08, N09, N12A, N12B, N18, N19, N23 apresentaram o valor de 02 pontos, indicando na pesquisa poucas evidências de animais de criação na área delimitada da nascente. Apresentaram com 01 ponto as nascentes N05 e N10 (Figura 5); a nascente N21 apresentou a ausência de animais de criação, justificadas pelo cercamento de toda área no entorno da nascente realizado pelo assentado da parcela.

Figura 4 – Entorno e nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco. (A) – N18; (B) – Disposição de resíduos sólidos no entorno da N01; (C) – Práticas de queimadas no entorno da N05; e (D) – Presença de animais de criação nas proximidades da N10.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Ribeiro (2014) encontrou valores que apontaram o impacto por animais de criação nas nascentes no semiárido pernambucano. Das 06 nascentes analisadas, 04 apresentaram valores baixos para o parâmetro. Na região da pesquisa as atividades agropecuárias são intensas, justificando os valores baixos e os impactos nas áreas de nascentes devido à prática excessiva da atividade e a ausência de cercamento da área da nascente.

Com relação ao parâmetro "Presença de Resíduos Sólidos", a maioria das nascentes N05, N08, N09, N10, N12A, N12B, N18 e N23 obtiveram 02 pontos, enquadradas na situação eventual, com pequena quantidade de resíduos sólidos na área delimitada da nascente; obtiveram 03 pontos as nascentes N19 e N21, enquadradas com ausência vestígios de resíduos sólidos na área; e a nascente N01 obteve 01 ponto, enquadrando-se com a presença considerável de resíduos sólidos na área.

Pereira (2012) indicou em seu estudo no Assentamento Serra Grande, em Vitória de Santo Antão, que das 20 nascentes estudadas, 17 apresentaram ausência de resíduos sólidos, restando 02 nascentes o valor de 02 pontos, o que indica a presença de pequena quantidade de qualquer tipo de resíduo na nascente.

No parâmetro Práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação, as nascentes de Caricé durante o período seco se apresentaram da seguinte forma: 04 nascentes (N01, N09, N12A, N12B) foram enquadradas com 03 pontos com ausência indícios de queimadas e/ou supressão da

vegetação; 05 nascentes foram avaliadas com 02 pontos, indicando poucas evidências neste parâmetro. As nascentes N21 e N05 se enquadraram com a prática frequente de queimadas e/ou supressão da vegetação.

Oliveira (2014) analisou 17 nascentes no Assentamento Serra Grande em Vitória de Santo Antão, no Estado de Pernambuco, e encontrou 06 nascentes com o valor de 03 pontos; 06 nascentes com o valor de 02 pontos e 05 nascentes com 05 pontos. No seu estudo, os dados apontaram para a frequência de práticas de queimadas e/ou supressão da vegetação.

Ribeiro (2014) avaliou o parâmetro "Ocorrência de queimadas ou desmatamento" de 06 nascentes no semiárido Pernambucano, no Alto Trecho da Bacia Hidrográfica do Pajeú. Os resultados apontaram que 03 nascentes se apresentaram em situação moderada; 01 nascente com a situação de baixa ocorrência de queimadas e desmatamento; 01 nascente com situação ausente; e, 01 nascente, a nascente do Rio Pajeú, se apresentou com a situação elevada com relação à ocorrência de queimadas e desmatamento.

Os valores para o parâmetro "Uso de Agrotóxicos nas culturas" indicaram que a maioria das nascentes (N09, N10, N12A, N12B, N18, N19 e N21) se enquadraram ausentes com o uso de agrotóxicos nas culturas plantadas na área delimitada da nascente; restando as nascentes N05, N08 e N23 a utilização de agrotóxicos em pequena dosagem, com apenas uma aplicação ao ano nas culturas plantadas na área delimitada da nascente. Usualmente, aplica-se nas culturas o Roundup®.

Com relação ao uso de substâncias nocivas nas práticas utilizadas no entorno de nascentes, Laini et al. (2012) realizaram um estudo sobre a contaminação e dispersão de herbicidas em nascentes de planícies, indicando que a contaminação por herbicidas é considerada uma séria ameaça aos ecossistemas que dependem da água subterrânea. No estudo os autores indicaram que a gestão e as práticas agrícolas adequadas são benéficas e reduziram a contaminação das fontes. Nesse sentido, Krutz et al. (2005) e Borin et al. (2010) indicam o uso de tiras ripícolas como medida benéfica para prevenir escoamento superficial, o derrame de pulverização e o fluxo de contaminantes subterrâneos.

Pereira (2012) avaliou o estado de conservação de 20 nascentes no Assentamento Serra Grande, na Zona da Mata Pernambucana e encontrou que 04 nascentes enquadraram-se ausentes de agrotóxicos; 08 nascentes se encontraram com a aplicação de forma esporádica; 06 nascentes com o uso frequente nas plantações cultivadas nas áreas próximas as nascentes; restando 02 nascentes com o uso intenso de agrotóxico nas plantações.

Os valores para o parâmetro "Impacto do uso e ocupação do território" no estudo identificou que das 11 nascentes avaliadas, 05 nascentes (N01, N08, N12A, N21 e N23) com a predominância de espécies frutíferas e a construção de residências próxima a nascente; 04 nascentes (N09, N12B, N18, N19) com a predominância de vegetação em processo de regeneração sem a presença de construções/residência; e, 02 nascentes (N05 e N10) com ausência de vegetação nativa e existência de criadouro próximo a nascente.

Rossi et al. (2015) realizaram um estudo sobre as interferências geológicas na qualidade da água de nascentes boreais, apontando nos resultados indícios da prática de agricultura em pequena escala na água das nascentes como fator de comprometimento da água.

Mendonça (2000) afirma sobre a forte relação entre a degradação paulatina de áreas de preservação permanente aos eventos como: o parcelamento de determinada área; os consequentes processos de retirada da vegetação; a impermeabilização do solo e as ações antrópicas promovidas por moradores.

De acordo com as análises realizadas nas 11 nascentes do Assentamento Caricé no município de Vitória de Santo Antão (PE), do parâmetro "Ocorrências de processos erosivos no solo", 08 nascentes apresentaram-se com o solo coberto por vegetação sem evidências de processos erosivos (N09, N10, N12A, N12B, N18, N19, N21 e N23) e 03 nascentes encontraram-se com o solo pouco coberto por vegetação e grandes evidências de processos erosivos (rachaduras e voçorocas).

Balbinot et al. (2008) mencionam sobre dinâmica das nascentes e do lençol freático que podem ser modificadas conforme a utilização de práticas e diferentes formas de manejo da vegetação no entorno destas fontes. Sob este aspecto, os autores indicaram que a redução da cobertura vegetal contribuiu para a diminuição da infiltração da água no solo e influenciou o aumento da vazão de escoamento (formação de enxurradas), que podem reduzir a vazão das nascentes ou até mesmo comprometer a existência das mesmas. O estudo apontou a importância da presença de vegetação no entorno da nascente para que facilite o processo de infiltração da água nos lençóis freáticos e consequentemente ocorra o aumento da disponibilidade hídrica da nascente.

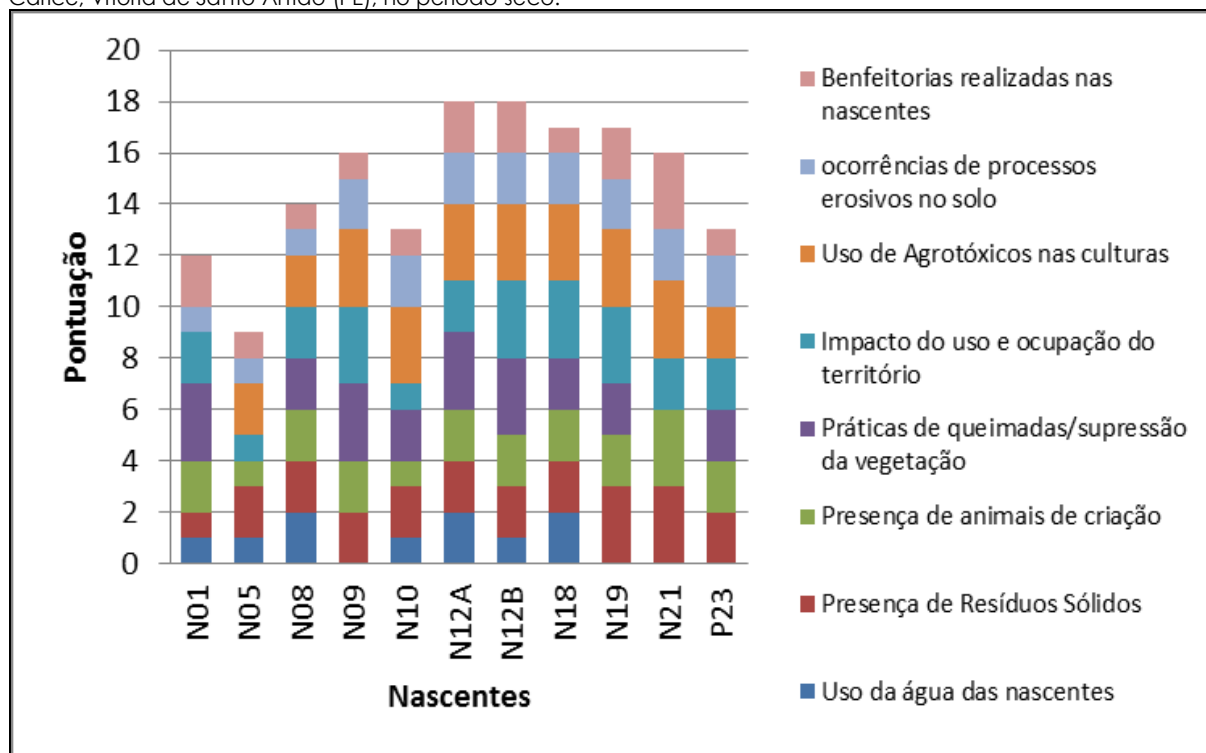
Ribeiro (2014) analisou 06 nascentes no Alto trecho da Bacia Hidrográfica do Pajeú (PE) e encontrou 03 nascentes totalmente expostas, apresentando grandes processos erosivos; 02 nascentes com cobertura vegetal e poucas evidências de processos erosivos; e 01 nascente com pouca cobertura vegetal e a presença de rachaduras e voçorocas.

As análises realizadas no parâmetro "Benfeitorias realizadas no entorno da nascente" indicaram que das 11 nascentes avaliadas no Assentamento Caricé; 06 nascentes apresentaram apenas uma benfeitoria realizada (N05, N08, N09, N10, N18 e N23); 04 nascentes avaliadas (N01, N12A, N12B e N21) foram identificadas com a existência duas ou três das benfeitorias realizadas nas nascentes; e 01 nascente (N21) apresentou a melhor pontuação, avaliada devido ao plantio de mudas, a construção de alvenarias, anéis e tampas de concreto, a existência de instalações hidráulicas e o cercamento para a proteção da nascente.

Ressalta-se no eixo socioterritorial desta pesquisa o parâmetro "Uso da Água" que obteve a menor pontuação e conseqüentemente a pior avaliação em todos os parâmetros, com valores entre 2 e 1 pontos em todas as nascentes avaliadas (Figura 6). O resultado reflete os usos das águas das nascentes como a atividade mais impactante, sendo prejudicial à nascente por comprometer a vazão e resiliência das fontes. Observa-se a necessidade de intervenções para a superação dos conflitos de usos e conservação dos recursos.

O parâmetro "Uso de Agrotóxicos nas culturas" enquadrou-se com a pontuação máxima no eixo socioterritorial, com valores de 02 a 03 pontos, visto que a pesquisa apontou para o uso reduzido de herbicidas nas culturas plantadas no assentamento. Os resultados apontaram que o referido parâmetro é o menos impactante nas atividades desenvolvidas no assentamento rural.

Figura 5 – Resultados do eixo socioterritorial para o potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

No parâmetro "Compartilhamento da água", das 11 nascentes analisadas no Assentamento Caricé, na Zona da Mata Pernambucana, 05 nascentes avaliadas (N05, N09, N10, N19 e N21) se apresentaram ausentes de compartilhamento da água entre os usuários; 03 nascentes (N01, N08 e N12B) se apresentaram com significativo compartilhamento entre usuários, mas sem oferecer riscos à conservação da nascente e interferência na sua disponibilidade de água; restando 02 nascentes (N12A e N18) o compartilhamento com riscos à conservação da nascente e interferência na sua disponibilidade de água.

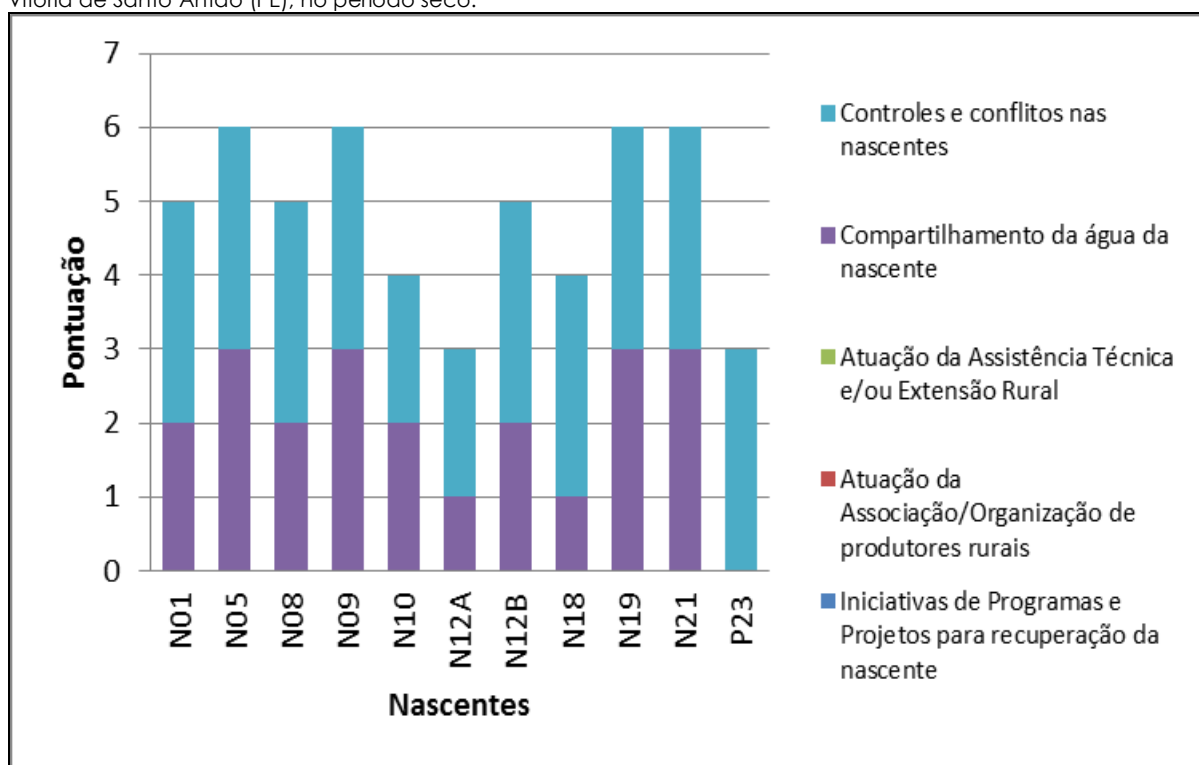
As análises para o parâmetro "Controle e conflitos na nascente" indicaram que a maioria das nascentes (N01, N05, N08, N09, N12B, N18, N19, N21 e N23) do Assentamento Caricé, em Vitória de Santo Antão (PE), se enquadraram com a ausência de indícios de controle e conflitos entre os

usuários de água, evidenciando que uso da água é realizado de forma amigável. Apenas 01 nascente (N12A) se apresentou com presença de controle e conflitos entre os usuários de água, sem o impedimento do uso nascente. A assentada informou que o controle sobre o uso das águas da nascente ocorre devido aos usuários da água tomar banho dentro da nascente, resultando na poluição direta da água.

Nos parâmetros “Iniciativas de Programas e projetos”, “Atuação da Associação/organização de produtores rurais” e “Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural” do eixo político, todas as nascentes estiveram ausentes de iniciativas e atuação por parte de programas e projetos, da assistência técnica e da associação de produtores rurais para recuperação ou melhoria das condições da nascente. O que aponta a ausência de atuação do poder público e privado, bem como da comunidade com medidas de conservação dos recursos naturais, em especial as nascentes, refletindo a realidade do assentamento (Figura 7). Os resultados apontaram que os três parâmetros agrupados no eixo político são os mais impactantes dentro do assentamento rural.

Até o momento, não há registros para análises de nascentes que incorpore a abordagem política dos parâmetros mencionados nesta pesquisa, o que dificulta a comparação com outras avaliações de nascentes para confronto de resultados para a indicação do potencial de conservação destas fontes. Ressalta-se na estrutura proposta deste estudo, a partir da abordagem interdisciplinar por eixos, a indicação do potencial de conservação, permitindo visualizar os parâmetros de impacto nas avaliações negativas e positivas.

Figura 6 – Resultados do eixo político para o potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

De acordo com a metodologia interdisciplinar para indicação do potencial de conservação de nascentes, das onze nascentes analisadas, quatro nascentes foram indicadas com o potencial adequado de conservação, nos intervalos de pontuação 37 – 48 pontos, que são: N12A, N12B, N18 e N21 (Quadro 1), restando para sete nascentes o potencial intermediário, enquadradas nos intervalos de 36 – 25 pontos (Figura 8).

**Quadro 1** – Potencial de conservação de nascentes do Assentamento Caricé, a partir da adequação metodológica no período seco, em outubro de 2016.

Nascente	Potencial de Conservação de Nascentes
N01	Intermediário
N05	Intermediário
N08	Intermediário
N09	Intermediário
N10	Intermediário
N12A	Adequado
N12B	Adequado
N18	Adequado
N19	Intermediário
N21	Adequado
N23	Intermediário

Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Pinto et al. (2004) realizaram um estudo de caracterização das nascentes perenes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e enquadraram as 177 nascentes perenes, distribuídas em seis categorias: preservada pontual (10,17%), preservada difusa (4,52%), perturbada pontual (34,46%), perturbada difusa (25,99%), degradada pontual (8,46%) e degradada difusa (16,38%). Os autores indicaram em seu estudo que as maiores áreas de recarga não obtiveram correlação com as maiores vazões das nascentes.

Palivoda e Povaluk (2015) analisaram dez nascentes da Área Rural do Município de Itaiópolis (SC) e apontaram que seis das nascentes se enquadraram como degradadas; três das nascentes se apresentaram como perturbadas; restando uma nascente na situação conservada. As autoras apontaram com o estudo que as nascentes degradadas e perturbadas possuem em comum a substituição em partes ou completa da Área de Preservação Permanente pelo cultivo agrícola e/ou por pastos, indicando que tais fatores podem ser altamente contaminantes nas nascentes.

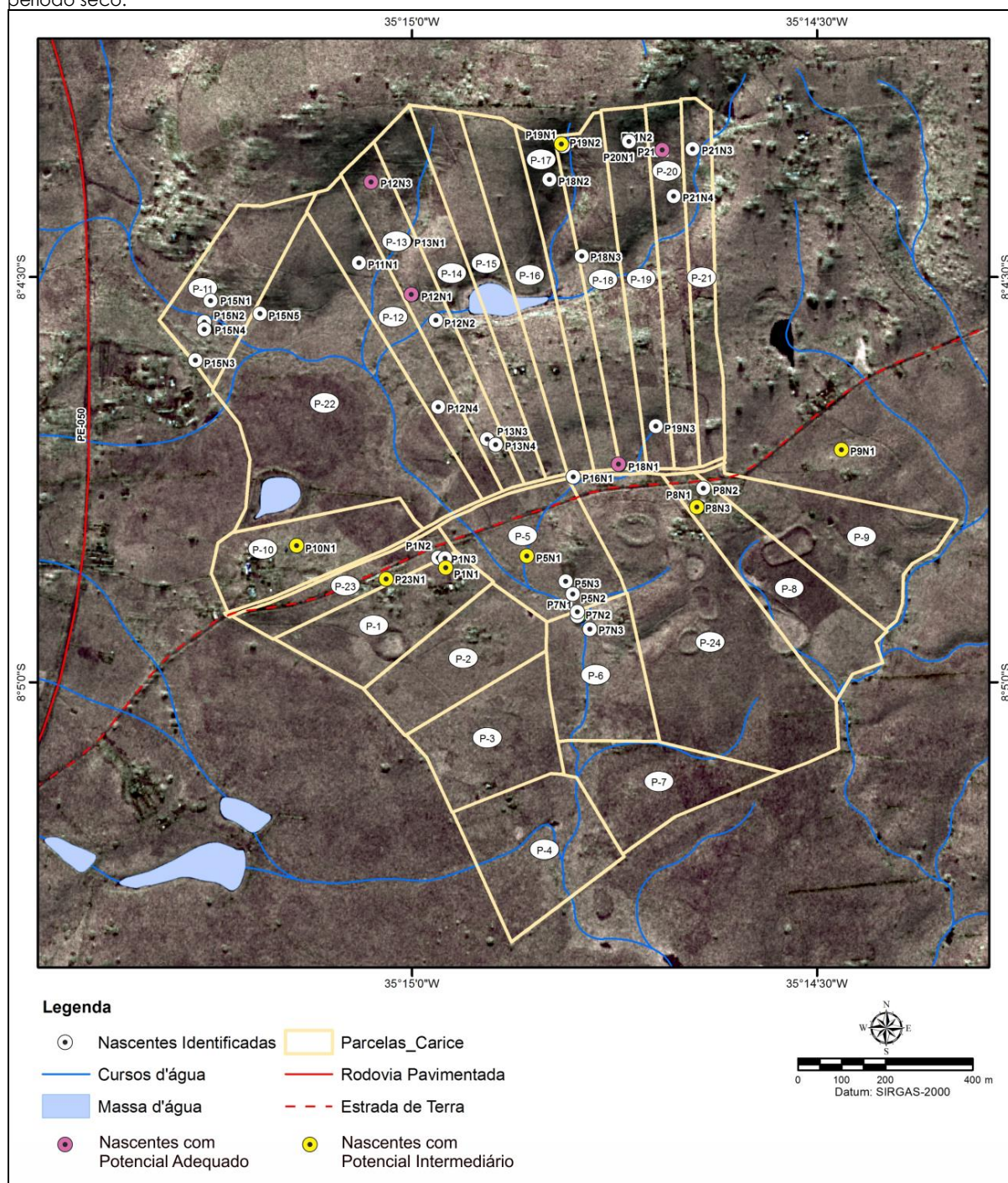
Oliveira (2014) indicou, no Assentamento Serra Grande em Vitória de Santo Antão (PE), que as 17 nascentes analisadas para a situação locacional no corpo da nascente, se apresentaram um bom estado de conservação. Na situação locacional, no entorno das nascentes, dez nascentes apresentaram bom estado de conservação e sete enquadram-se com regular estado de conservação.

Pereira (2012), na avaliação do estado de conservação no entorno de 20 nascentes, classificou 08 nascentes em boas condições de conservação; em situação regular foram enquadradas 11 nascentes; e apenas 01 nascente apresentou a pontuação no intervalo ruim de estado de conservação. A autora apontou o resultado da avaliação do estado conservação no corpo das 20 nascentes que revelou que 13 estão em boas condições de conservação e 07 nascentes encontram-se em condições regulares de conservação.

De acordo com o estudo realizado por Machado (2013) na mesma área de estudo, constatou-se que duas das nascentes de uso pessoal possuíam a classificação regular de conservação no entorno da nascente, restando quatro nascentes enquadradas no intervalo de 12 a 18, consideradas com um bom estado de conservação no seu entorno. Nas nascentes utilizadas para o abastecimento doméstico, as observações realizadas apontam que 08 fontes apresentam a classificação regular e 02 foram enquadradas com um bom estado de conservação no entorno. Em suma, a autora constatou no levantamento que das 16 nascentes analisadas, 10 estão regulares quanto ao estado de conservação do entorno e 06 estão em boas condições de conservação.

Ribeiro (2014) avaliou o estado de conservação de nascentes do no Alto Trecho do Rio Pajeú, indicando o estado de conservação das nascentes através de índices ICE e ICS, conforme prevê a metodologia utilizada pelo autor. Das 06 nascentes inseridas no semiárido pernambucano, apenas 01 obteve o resultado “Conservada-conservada”; 03 nascentes obtiveram o resultado “Perturbada-perturbada”; restando 02 nascentes com o resultado “Conservada-perturbada”.

Figura 7 – Potencial de conservação das nascentes do Assentamento Caricé, Vitória de Santo Antão (PE), no período seco.



Fonte: Dados da Pesquisa de campo, em outubro de 2016.

Cunha (2014) avaliou o estado de conservação das nascentes na Reserva Biológica de Saltinho, Tamandaré (PE) e constatou que todas as nascentes possuíam um bom estado de conservação, apontando a preservação nas áreas de nascentes incluídas no Sistema de Unidades de Conservação - SNUC. Ressalta-se que a Reserva Biológica de Saltinho é uma Unidade de Proteção Integral, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, o que justifica o resultado do autor.

## Conclusão

Com relação à qualidade da água das nascentes do Assentamento Caricé, menos da metade das fontes apresentaram valores inadequados para o abastecimento humano, apontando a presença da bactéria *Escherichia coli*. Recomenda-se que para o abastecimento humano dessas nascentes, seja realizado o tratamento adequado da água para fins de consumo.

Os resultados das nascentes do eixo ecológico indicaram em particular o parâmetro "Cobertura vegetal", como o mais susceptível dos parâmetros, devido aos valores baixos nas avaliações. O que indica a urgente necessidade de maior participação do poder público, da comunidade e de extensionistas com medidas de adequação ambiental em propriedades rurais, vislumbrando a possibilidade de conciliação entre o uso dos recursos e os meios de produção.

Os resultados das análises para o eixo socioterritorial apontou maior destaque para o parâmetro "Uso da água", como a atividade realizada de forma mais intensa, sendo prejudicial à nascente, por comprometer a vazão e resiliência das fontes. Identifica-se a partir da avaliação a necessidade de atividades de conscientização e educação da comunidade para minimizar os impactos decorrentes das demandas dentro do assentamento.

As análises realizadas para o eixo político neste trabalho apresentaram destaque para os parâmetros "Iniciativas de programas e projetos"; "Atuação da associação/organização de produtores rurais"; e "Atuação da assistência técnica e/ou extensão rural", indicando a realidade vivida no meio rural, que não dispõe de assistência técnica, apoio e iniciativas para a conservação e recuperação de nascentes.

De acordo com a ferramenta metodológica interdisciplinar, a maioria das nascentes do Assentamento Caricé, localizado no município de Vitória de Santo Antão em Pernambuco, encontram-se com o potencial de conservação no nível intermediário, necessitando de intervenções com ações de conservação para que este potencial não seja reduzido e coloque em risco a nascente.

De posse dos resultados, recomenda-se intervenções e ações para a conservação das nascentes do Assentamento Caricé, no município de Vitória de Santo Antão (PE), a partir da implementação de projetos de recuperação nestas áreas via poder público e/ou assistência técnica. A conservação de nascentes e a aplicação de medidas mitigadoras de impactos nestas áreas serão possíveis com o desenvolvimento de ações e práticas ambientais viáveis e o empoderamento da organização de produtores rurais através de processos educativos.

A partir da indicação das nascentes mais vulneráveis neste trabalho, será possível o planejamento de ações e comprovação da eficácia metodológica, considerando as suas características, as ações antrópicas no entorno, as relações de usos e exploração da água, o envolvimento político e os conflitos existentes no acesso às nascentes.

## Agradecimentos

A autora agradece o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através da concessão de bolsa de estudo, ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

## Referências

- APAC, 2017. Agência Pernambucana de Águas e Boletim do Clima – Síntese Climática. v. 4, n. 10. Disponível: <http://www.apac.pe.gov.br>
- BALBINOT, R., et. al., O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. *Âmbio*. Paraná. v. 4, n. 1, 2008.
- BARRETO, S. R.; RIBEIRO, S. A.; BORBA, M. P (Coord.). *Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas*. 1 ed. São Paulo: WWF – BRASIL, 2010.
- BORIN, M. et al. Multiple functions of buffer strips in farming areas. *European Journal of Agronomy* [online]. n. 32, 2010.

- BRAGA, R. A. P. As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Recife. v. 4, n. 5, 2011.
- BRAGA, R. A. P.; SILVA, C. E. M.; CAVALCANTI, C. A. V (Orgs.). Guia para adequação ambiental em assentamentos rurais: a partir da experiência em assentamentos rurais da zona da mata de Pernambuco. 1 ed. Recife: ANE, 2013. 123p.
- BRASIL, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. Publicado no D.O.U.
- BRASIL, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.
- BRASIL, Resolução CONAMA nº 274, de 29 de Novembro de 2000. Condições de balneabilidade das águas. Publicado no D.O.U.
- CPRM, 2005. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do Município de Vitória de Santo Antão, estado de Pernambuco. Disponível: <http://www.cprm.gov.br>
- CUNHA, F. A. G. C. da. Unidades de conservação como fornecedoras de serviços ambientais. 2014. 183 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2014.
- DAVIS, et al. Springs: Conserving perennial water is critical in arid landscapes. *Biological Conservation*. v. 211, p. B, 2017.
- EMBRAPA, 2000. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. Disponível: <http://www.embrapa.br>
- FELIPPE, M. F., MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte - MG. *Geografias*. v. 8, n. 2, 2012.
- INCRA, 2002. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Plano de Desenvolvimento do Assentamento Caricé em Vitória de Santo Antão – PE.
- KRUTZ, L. Reducing herbicide runoff from agricultural fields with vegetative filter strips: a review. *Weed Science*. n. 53, 2005.
- LAINI, A., et. al. Herbicide contamination and dispersion pattern in lowland springs. *Science of the Total Environment*. v. 438, 2012.
- LEFF, E. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 7 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.
- MACHADO, L. C. Adequação metodológica para avaliação do potencial de Conservação de Nascentes Rurais. 2017. 100 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
- MACHADO, L. C. O Papel das Nascentes na Sustentabilidade de Assentamentos Rurais. 2013. 126f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2013.
- MENDONÇA, M. G. Políticas e condições ambientais de Uberlândia – MG, no contexto estadual e federal. 2000. 84f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais. 2000.

- MS. Portaria Ministério da Saúde nº 2914 de 12 de Dezembro de 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Publicado no D.O.U.
- OLIVEIRA, C. R. de. Qualidade da água e conservação de nascentes em assentamento rural na mata pernambucana. 2014. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2014.
- OLIVEIRA, D.G. et al. Análise da vegetação em nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Salgado, SE. Revista Árvore. v. 36, n. 1, 2012.
- PALIVODA, A. P., POVALUK, M. Avaliação do estado de conservação de nascentes localizadas em áreas rurais do município de Itaiópolis, SC. Saúde & Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar. v. 4, n. 1, 2015.
- PEREIRA, L. C. Uso e conservação de nascentes em assentamentos rurais. 2012. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2012.
- PERNAMBUCO. Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2006.
- PINTO, L. V. A., et. al. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. Scientia Florestalis. v. 1, n. 65, 2004.
- PINTO, L. V. A., et. al. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos dos solos em seu entorno. Cerne. v. 18, n. 3, 2012.
- RIBEIRO, A. S. Estado de conservação das nascentes do alto trecho do Rio Pajeú, Pernambuco, Brasil. 2014. 202 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2014.
- ROSSI, P. M., et. al. Environmental conditions of boreal springs explained by capture zone characteristics. Journal of Hydrology. v. 531, p. 3, 2015

## COMUNICAÇÃO ENTRE EDITOR/AUTOR

Editor Assunto: [Geama] Decisão editorial EXCLUIR  
2017-  
10-09 Sra. Livia Câmara Machado,  
11:37

Foi tomada uma decisão sobre o artigo submetido à revista Revista Geama,  
"Avaliação do Potencial de Conservação de Nascentes na Zona da Mata Pernambucana".

A decisão é: Artigo aceite para publicação

Ranyére Silva Nóbrega  
Professor do Departamento de Ciências Geográficas/Universidade  
Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco  
ranyere.nobrega@yahoo.com.br  
Prof. Dr. Programa de Pós-graduação em Geografia e Programa de  
Pós-graduação em Ensino de Ciências Ambientais  
Departamento de Ciências Geográficas

Revista Geama  
<http://www.geama.ufpe.br>

**Fechar**