

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL METALÚRGICA DE VOLTA REDONDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL

HANNA FAJARDO RAMOS

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE NASCENTES COM
DIFERENTES USOS DO SOLO: UM ESTUDO DE CASO EM ÁREAS RURAIS DO
MUNICÍPIO DE BARRA MANSA-RJ

VOLTA REDONDA
2019

HANNA FAJARDO RAMOS

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE NASCENTES COM
DIFERENTES USOS DO SOLO: UM ESTUDO DE CASO EM ÁREAS RURAIS DO
MUNICÍPIO DE BARRA MANSA-RJ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dra. Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos
Coorientadora: Prof^a. Dra. Roberta Fernanda da Paz de Souza Paiva
Coorientador: Prof. Dr. Welington Kiffer de Freitas

Volta Redonda, RJ
2019

Ficha catalográfica automática - SDC/BEM
Gerada com informações fornecidas pelo autor

R175d Ramos, HANNA FAJARDO
DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE NASCENTES COM
DIFERENTES USOS DO SOLO: UM ESTUDO DE CASO EM ÁREAS RURAIS DO
MUNICÍPIO DE BARRA MANSA-RJ / HANNA FAJARDO Ramos ; Danielle
da Costa Rubim Messeder dos Santos, orientadora ; Roberta
Fernanda da Paz de Souza Paiva, coorientadora. Volta Redonda,
2019.
119 f. : il.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal Fluminense,
Volta Redonda, 2019.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PGTA.2019.m.10874506670>

1. Recursos hídricos. 2. Águas subterrâneas. 3.
Recuperação ambiental. 4. Propriedade rural. 5. Produção
intelectual. I. Santos, Danielle da Costa Rubim Messeder dos,
orientadora. II. Paiva, Roberta Fernanda da Paz de Souza,
coorientadora. III. Universidade Federal Fluminense. Escola de
Engenharia Industrial e Metalúrgica de Volta Redonda. IV.
Título.

CDD -

HANNA FAJARDO RAMOS

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE NASCENTES COM
DIFERENTES USOS DO SOLO: UM ESTUDO DE CASO EM ÁREAS RURAIS DO
MUNICÍPIO DE BARRA MANSA-RJ**

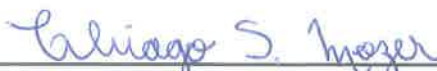
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental

Aprovada em 18 de fevereiro de 2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a Dr^a Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos – UFF



Prof. Dr. Thiago Simonato Mozer – UFF



Prof^a Dr^a Cristiana do Couto Miranda – IFRJ Campus Pinheiral

Volta Redonda
2019

À minha mãe, com
todo amor e gratidão,
pelo apoio e incentivo
de sempre. Por seu
exemplo e todo esforço
pela minha formação,
dedico.

AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos pela oportunidade, orientação, apoio, pela companhia nas saídas de campo e pelo tempo dedicado à minha pesquisa.

Aos proprietários rurais que permitiram, contribuíram e facilitaram a pesquisa em suas propriedades.

Ao Sindicato Rural de Barra Mansa, por abrir as portas e auxiliar-me no contato inicial com os produtores rurais.

À professora Dra. Roberta Fernanda da Paz de Souza Paiva, minha coorientadora, pelas orientações e ensinamentos.

Ao professor Dr. Welington Kiffer de Freitas, meu coorientador, pela orientação e pelas ideias significantes para o trabalho.

Ao professor Dr. Afonso Aurélio de Carvalho Peres, por ter emprestado gentilmente o GPS utilizado nesta pesquisa.

À minha mãe, pelo carinho, apoio e suporte.

À minha irmã Isabela, ao meu tio Eduardo e ao meu padrasto Antônio Marcos, que mesmo não tão presentes fisicamente, torceram por mim.

Aos colegas que fiz durante o mestrado, Valéria, Thiago e Mariana.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para esta pesquisa e que me apoiaram durante esse tempo e acreditaram no meu potencial.

*“A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só
tem valor quando acaba.”*

João Guimarães Rosa

RESUMO

Os recursos hídricos são fontes naturais de grande importância para a vida de todas as espécies no planeta; entretanto, presencia-se uma crise ambiental global, principalmente em relação à água, que é considerada um recurso natural escasso, com elevado valor econômico e social. Portanto, vale destacar a importância das nascentes como fornecedoras de água de qualidade, como um componente que armazena água no subsolo e como responsáveis pela formação de córregos e rios, além de serem uma garantia do fluxo dos rios. Por essa razão, neste trabalho, foi utilizada a metodologia do IIAN (Índice de Impacto Ambiental de Nascentes), para analisar as condições ambientais de dez nascentes no distrito de Floriano, localizado em uma das áreas rurais de Barra Mansa-RJ. As observações *in situ* indicaram que, das dez nascentes, uma delas (10%) apresentou bom estado de conservação (classe B); cinco (50%) foram enquadradas no grau de preservação razoável (classe C); duas (20%) apresentaram condição ambiental ruim (classe D) e duas (20%), péssima (classe E). Foi utilizado um questionário para avaliar a percepção ambiental dos quatro proprietários rurais que contribuíram para esta pesquisa em relação às nascentes presentes em suas propriedades. Através de diálogos e dos resultados do questionário, foi possível perceber que os proprietários rurais, que têm respaldo do Sindicato Rural de Barra Mansa, apresentaram uma melhor compreensão sobre o que é uma nascente, do que ela precisa para garantir seu afloramento e as questões legais que envolvem a área em seu entorno. Também foi realizada análise físico-química de quatro nascentes estudadas, com diferentes estados de conservação de mata ciliar. Uma delas apresentou estado de conservação péssimo e as outras três foram consideradas com estado de conservação razoável, de acordo com o IIAN. Essa análise foi baseada em treze parâmetros físico-químicos, e os resultados indicaram que há mais parâmetros (53,85%) em desconformidade com Resolução CONAMA N° 357/2005 e/ou com a Portaria M.S. N° 2.914/2011 do que em conformidade (38,47%) para as quatro nascentes, o que verifica o impacto das ações antrópicas referentes aos modos de uso do solo na região de estudo.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Águas subterrâneas. Recuperação ambiental. Propriedade rural. IIAN.

ABSTRACT

Water resources are natural great importance sources for the planet all species life; however, we are witnessing a global environmental crisis, especially regarding water, which is considered a scarce natural resource with high economic and social value. Therefore, it is worth to emphasizing water springs importance to provide the water quality, a component that stores water in the subsoil, responsible for the streams and rivers formation of besides which is a rivers' flow guarantee. For this reason, in this research, besides bibliographic research, the Index of Springs Environmental Impact (IIAN methodology) was used to analyze the environmental conditions of ten water springs in the Floriano district, located in one of the rural areas of Barra Mansa-RJ. The in situ observations indicated that, among ten springs, one of them (10%) was classified as class B, good conservation status; five (50%) were classified as a degree of reasonable preservation (class C); two (20%), were classified with bad environmental condition (class D) and two (20%), were classified as terrible (class E). A questionnaire was used to evaluate the environmental perception of the four rural owners, who contributed to this research, in relation to the springs present in their properties. Through dialogues and the results from the questionnaire, it was possible verify that the rural owners, who have the support of the Rural Union of Barra Mansa, presented a better understanding of what a spring is, of what it needs to ensure its upwelling and the legal issues involving the area in its surroundings. The Physical-chemical analysis of four of the ten springs studied was also performed, with different conservation status of ciliary forest. One of them presented a poor state of conservation and the other three were considered with a reasonable state of conservation, according to the IIAN. This analysis was based on thirteen physical-chemical parameters and the results indicated that there are more parameters (53,85%) in disagreement with CONAMA Resolution N°. 357/2005 and/or with Ordinance M.S. N° 2.914/2011 than in conformity (38,47%) with the four springs, which verifies the impact of the anthropic actions related to the land use patterns in the region of study.

Keywords: Water resources. Water spring. Environmental recovery. Rural Property. IIAN.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Demanda consuntiva total (consumida) no Brasil (m^3/s), p. 21

Figura 2 - Tipos de nascentes, p. 25

Figura 3 - Representação de uma bacia hidrográfica, p. 28

Figura 4 - Mapa da região hidrográfica do Paraíba do Sul, p. 31

Figura 5 - Mapa da divisão política da região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, p. 33

Figura 6 - Consumo de água na Bacia do Paraíba do Sul em 2010 (m^3/s), p. 34

Figura 7 - Etapas e procedimentos metodológicos da dissertação, p. 54

Figura 8 - Localização do município de Barra Mansa (RJ), seus distritos e os principais afluentes do rio Paraíba do Sul, p. 55

Figura 9 - Mapa de localização geográfica da área de estudo e das nascentes, p. 66

Figura 10 - Nascente 1, p. 67

Figura 11 - Nascente 2, p. 68

Figura 12 - Nascente 3, p. 69

Figura 13 - Nascente 4, p. 70

Figura 14 - Nascente 5, p. 71

Figura 15 - Nascente 6, p. 72

Figura 16 - Nascente 7, p. 73

Figura 17 - Nascente 8, p. 74

Figura 18 - Nascente 9, p. 75

Figura 19 - Nascente 10, p. 76

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Pesquisas que utilizaram o método do IIAN, p. 27
- Tabela 2 - Classificação das águas subterrâneas segundo a Resolução CONAMA N°396/2008, p. 49
- Tabela 3 - Metodologia do IIAN, p. 60
- Tabela 4 - Qualificação do grau de preservação das nascentes, p. 61
- Tabela 5 - Descrição dos parâmetros utilizados para o cálculo do IIAN, p. 62
- Tabela 6 - Parâmetros físico-químicos analisados nas águas das nascentes, p. 64
- Tabela 7 - Coordenadas geográficas das nascentes em estudo, p. 65
- Tabela 8 - Quantificação e qualificação do grau de preservação das nascentes, p. 79
- Tabela 9 - Quantificação e qualificação do grau de preservação das nascentes baseada na percepção ambiental de produtores rurais, p. 85
- Tabela 10 - IIAN x Percepção Ambiental, p. 86
- Tabela 11 - Parâmetros do IIAN x Parâmetros do questionário, p. 87
- Tabela 12 - Características físicas e químicas da água de quatro nascentes da área rural de Barra Mansa-RJ, p. 94
- Tabela 13 - Resultados do IIAN x PA x análises de água, p. 96

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AGEVAP	Agência da Bacia do Paraíba do Sul
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
As	Arsênio
Art.	Artigo
BHMPS	Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul
BHPS	Bacia do rio Paraíba do Sul
CF	Constituição Federal
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CBHMPS	Comitê da Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul
Cd	Cádmio
CEIVAP	Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Co	Cobalto
Cu	Cobre
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cr	Cromo
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
Fe	Ferro
Hg	Mercúrio
IBRA	Instituto Brasileiro de Análises

L	Litro
Mg	Magnésio
Mg/L	Miligramas por litro
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
Ni	Níquel
IIAN	Índice de Impacto Ambiental de Nascente
ONU	Organização das Nações Unidas
PAF	Programa Produtor de Água e Floresta
Pb	Chumbo
PERHI	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PERH	Política Estadual de Recursos Hídricos
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PSA	Programas de Pagamento de Serviços Ambientais
RL	Reserva Legal
Se	Selênio
Zn	Zinco
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

- 1 INTRODUÇÃO, p.16
- 2 OBJETIVOS, p.19
 - 2.1 OBJETIVO GERAL, p.19
 - 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS, p.19
- 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, p.20
 - 3.1 RECURSOS HÍDRICOS, p.20
 - 3.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, p.23
 - 3.3 ANÁLISE AMBIENTAL MACROSCÓPICA DE NASCENTES, p.26
 - 3.4 BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO PARAÍBA DO SUL, p.27
 - 3.5 LEGISLAÇÃO HÍDRICA, p.34
 - 3.6 MATAS CILIARES, p.40
 - 3.7 A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS PRODUTORES RURAIS, p.44
 - 3.8 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA, p.46
 - 3.8.1 Parâmetros físicos, p.50
 - 3.8.2 Parâmetros químicos, p.51
- 4 MATERIAIS E MÉTODOS, p.53
 - 4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO, p.54
 - 4.1.1 Clima, p.57
 - 4.1.2 Vegetação, p.58
 - 4.1.3 Relevo, p.59
 - 4.2 O ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL DE NASCENTES, p.59
 - 4.2.1 Análise da percepção ambiental dos produtores rurais, p.62

4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA, p.63

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO, p.65

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA, p.65

5.1.1 Mapeamento das nascentes, p.65

5.1.1 Caracterização das nascentes, p.67

5.2 GRAU DE CONSERVAÇÃO DAS MINAS D'ÁGUA PELO MÉTODO DO ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL DE NASCENTES, p.79

5.3 A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS PRODUTORES RURAIS, p.84

5.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS, p.92

6 CONCLUSÃO, p.104

7 REFERÊNCIAS, p.107

APÊNDICE, p.119

1 INTRODUÇÃO

A água é um componente importante para a manutenção da vida e do equilíbrio ambiental. Atualmente, no entanto, a população enfrenta a escassez de recursos hídricos. Esse recurso, que é uma forma de subsidiar o bem-estar social e o crescimento inclusivo, oferece vários serviços que podem minimizar a pobreza, melhorar o crescimento econômico e a sustentabilidade ambiental, como também garantir a segurança alimentar e energética, além da saúde humana (UNESCO, 2015).

De toda a água distribuída no planeta Terra, 97% representam a água salgada; 2,2%, as geleiras e apenas 0,8% representam a água doce que pode ser utilizada para abastecimento público. Desses 0,8% de água doce, 97% constituem as águas subterrâneas e apenas 3% retratam as águas superficiais (ANA, 2009). Segundo Carli (2015), os 97% de água salgada, para tornarem-se próprios para consumo humano, necessitam de grandes investimentos financeiros para o processo de dessalinização. De acordo com o Programa Mundial de Avaliação de Água da ONU, WWAP (2003), a utilização da água no mundo é distribuída da seguinte maneira: 70% para o uso agrícola, 22% para o uso industrial e 8% para uso doméstico.

Para a UNESCO (2015), o que influencia a demanda hídrica global é o aumento populacional, a urbanização, as políticas de segurança alimentar e energética, além dos processos macroeconômicos, como o aumento do consumo e a globalização do comércio. Como resultado dessa situação e da forma antiga de lidar com o uso de recursos naturais e de governança, o mundo deve enfrentar uma escassez de água cada vez mais grave.

Os problemas ambientais em escala global, como a poluição, o desmatamento e a mudança climática podem ser explicados como resultados da superpopulação e do desenvolvimento econômico. Mais de 70% da área de cobertura florestal original da Terra foram destruídas no início do século XXI (TANNER & JOHNSTON, 2017). De acordo com Alves-Pinto et al. (2017), nas próximas décadas, pode ocorrer uma disputa por terras devido ao aumento de demanda de espaço para produção agrícola e para restauração florestal.

Segundo Wen et al. (2017) as atividades humanas de áreas rurais, urbanas e industriais geram descarga de águas residuais, geralmente não tratadas, causando poluição orgânica dos rios, impactando tanto o meio ambiente quanto a saúde humana. Para Marques et al. (2011), a contaminação dos solos e corpos hídricos é um dos graves problemas da industrialização.

Então, pode-se considerar que a qualidade da água pode ser determinada pelo uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Desse modo, as ações antrópicas podem alterar estruturas físico-químicas e biológicas de ecossistemas naturais, assim como afetar o ciclo hidrológico, o que conseqüentemente diminui a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos (ALVARENGA et al., 2012).

No Brasil, nos últimos cinquenta anos, houve grandes transformações de florestas em terras agrícolas e pastagens. Nos anos de 1960-1970, o meio rural foi marcado por mudanças socioeconômicas e ambientais. Além disso, os anos 1970-1980 foram marcados pela queima anual de aproximadamente 21.050 km² de floresta primária. Isso ocorreu devido à reforma agrária (pequenos produtores) e ao incentivo de instalação de grandes proprietários de terra, contribuindo com o desmatamento no país (KOHLENER et al., 2015).

O Brasil possui grande oferta de água, porém a distribuição desse recurso é heterogênea no território nacional. A região Norte concentra a maior parte dos recursos hídricos e a menor densidade populacional (ANA, 2016); já na região Sudeste, ocorre o inverso: menor disponibilidade de recursos hídricos e maior densidade demográfica.

No Brasil, a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, é respaldada pela Lei Nº 9.433/97, que se refere ao Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que é um dos instrumentos que instrui a gestão das águas no Brasil (BRASIL, 1997). O estado do Rio de Janeiro instituiu sua Política Estadual de Recursos Hídricos-PERH (Lei nº 3.239/99), dois anos após a criação do PNRH (RIO DE JANEIRO, 1999).

A proteção dos ecossistemas existentes é extremamente importante e necessita de estratégias adequadas a fim de manter a conservação da biodiversidade. Entender o ciclo hidrológico é fundamental para o manejo de bacias hidrográficas e para a conservação de nascentes, além de representar o comportamento da água no globo terrestre (VALENTE & GOMES, 2011). Porém, segundo WWAP (2017), o ciclo hidrológico também pode ser afetado pelas mudanças climáticas, intensificando o impacto no abastecimento e na demanda pela água.

Valente & Gomes (2011) ressaltam ainda a importância da bacia hidrográfica que recebe a água que chega à superfície da terra em forma de chuva, aumentando a disponibilidade de água das nascentes e dos lençóis freáticos e artesianos. Além disso, garante que córregos e rios tenham vazões mais regulares ao longo do ano. Os lençóis são considerados reservatórios subterrâneos naturais com grande aptidão para armazenar água em períodos chuvosos.

Diante desse atual quadro de degradação e da consciência de que os recursos naturais possuem relevantes funções ambientais, econômicas e sociais, mas são escassos, tornou-se indispensável a restauração e a conservação dos ecossistemas ambientais (SILVA, 2014).

A necessidade de rever conceitos no mundo moderno apresenta novos desafios a quem presencia a escassez de recursos naturais, principalmente dos recursos hídricos. Nesse cenário, destaca-se a importância das nascentes como fornecedoras de água de qualidade e como responsáveis pela formação de córregos e rios. Elas também são uma garantia do fluxo dos rios. Além da precipitação, da cobertura do solo e da vegetação adequada ao redor das nascentes, o manejo adequado de bacias hidrográficas também pode contribuir no abastecimento das nascentes. Segundo Palivoda & Povaluk (2015), as nascentes são recursos importantes utilizados para o abastecimento de água para muitas comunidades, assim como em áreas rurais. Ou seja, proteger as nascentes é uma forma de conservar água de boa qualidade. Esse, portanto, é o foco da presente pesquisa.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Diagnosticar nascentes localizadas em propriedades rurais no distrito de Floriano, pertencente ao município de Barra Mansa/RJ, com base em uma análise ambiental macroscópica de nascentes, dando ênfase às características físicas, ao estado de conservação e à potabilidade de suas águas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as características físicas do entorno das nascentes a partir da aplicação do método do Índice de Impacto Ambiental de Nascente-IIAN;
- Identificar, através de um questionário, as características físicas do entorno das nascentes a partir da percepção ambiental dos produtores rurais;
- Comparar e discutir os resultados do IIAN com os resultados da potabilidade da água.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 RECURSOS HÍDRICOS

Para Alvarenga et al. (2012), a água é o componente mais significativo para sustentar uma vida de qualidade, para que haja conforto climático e também desenvolvimento econômico.

Mundialmente, entre os temas ambientais, a água é o tema mais discutido. Isso ocorre devido aos modos de uso da água entre vários setores (agricultura, indústria, abastecimento público), à poluição e ao aumento populacional, que interferem na qualidade e quantidade desse recurso (SANTIN & GOELLNER, 2013).

Segundo Souza & Moraes (2016), mesmo sendo o Planeta coberto por 70% de água, sua distribuição é desigual. Desse modo, algumas áreas possuem esse recurso em abundância e outras sofrem com a escassez dele.

Dois terços da população mundial vivem em áreas em que se observa escassez de água ao menos um mês por ano. E as secas podem afetar expressivamente o âmbito socioeconômico e ambiental (WWAP, 2017).

Kummu et al. (2016) realizaram um estudo sobre o consumo de água, a disponibilidade de água doce renovável e também sobre a escassez de água no século XX. Durante o período de estudo, os resultados apontaram que o consumo de água aumentou quatro vezes, e a população global que lida com a escassez de água aumentou de 14%, em 1900, para 58%, em 2000.

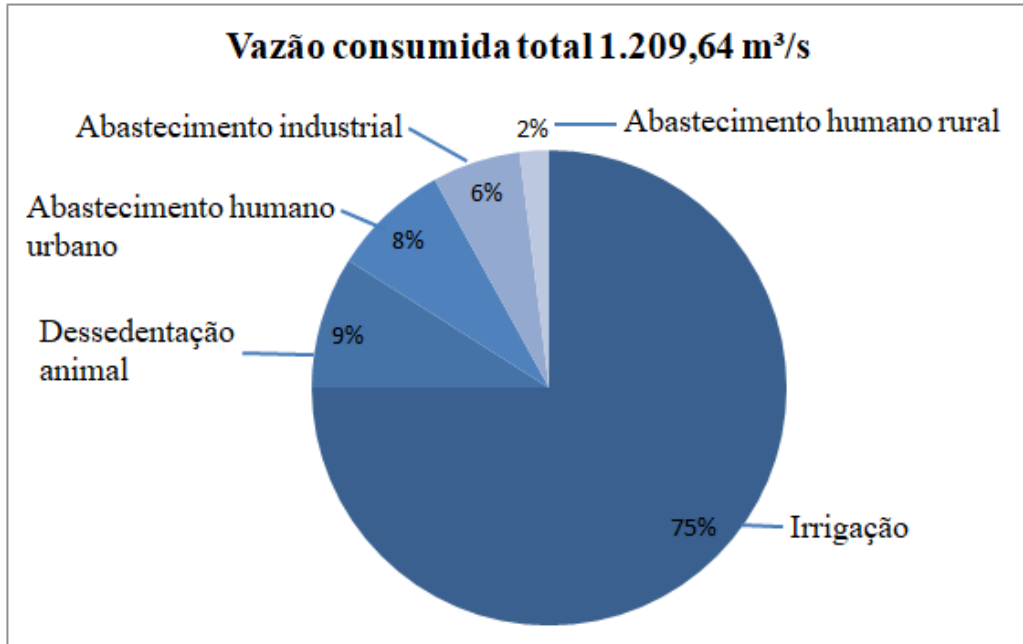
Em 2015, 663 milhões de pessoas ainda não possuíam fontes de água potável adequadas, porém, a utilização de água potável aumentou em todas as regiões do mundo desde 1990, e a maior parte da população mundial sem acesso a essa água adequada reside em áreas rurais. Além disso, 2,4 bilhões de pessoas não possuem instalações de saneamento apropriadas (WWAP, 2017).

De acordo com Bonton et al. (2010), as principais fontes antropogênicas de contaminação da água nas áreas rurais são as fossas sépticas e a agricultura, sendo que os principais contaminantes incluem nitratos, pesticidas e microrganismos fecais.

Em relação à utilização da água pelo ser humano, existem as demandas e os usos múltiplos das águas, sendo que a demanda hídrica pode ser consuntiva, que é o uso da água para irrigação, indústria, dessedentação animal e abastecimento público urbano ou rural, ou não-consuntiva, que é o uso da água para lazer, navegação e geração hidrelétrica. No Brasil, o

setor de irrigação foi o que teve maior demanda consuntiva, seguido da dessedentação animal, do abastecimento público urbano, industrial, e abastecimento humano rural, como representado pela Figura 1 (ANA, 2016).

Figura 1 - Demanda consuntiva total (consumida) no Brasil (m³/s)



Fonte: Adaptado de ANA, 2016.

A descarga de esgotos não tratados, a defluência agrícola e os rejeitos industriais degradam a qualidade das águas. A poluição das águas pode interferir também nos seus modos de uso. A maior parte das atividades humanas que utiliza água também produz águas residuais, sendo que mais de 80%, em geral, são descarregadas sem tratamento, afetando a saúde humana, a produção econômica, a qualidade dos recursos ambientais e também os ecossistemas. Ressalta-se que o setor agrícola é o que mais demanda água no mundo, e globalmente essa demanda aumentará nas próximas décadas (WWAP, 2017).

Segundo Carli (2014), apesar de o Brasil sempre ter se orgulhado de possuir cerca de 12% do potencial de água doce do mundo, também tem enfrentado a “crise da água”. Pastro et al. (2018) também confirmam que, apesar de possuir recursos hídricos significativos, uma crise na disponibilidade de água surgiu no Brasil. Conforme os estudos realizados pela ANA (2016), sobre o Brasil, o ano de 2015 apresentou elevado índice de precipitação na região Sul do país. Na região Nordeste, por sua vez, houve um aumento da intensidade da seca em

comparação à registrada no ano de 2014. Ademais, no ano de 2015, ocorreram eventos extremos de excesso e de escassez de chuva.

A distribuição de água no Brasil é irregular, visto que 68% da água doce brasileira se concentra na região Norte, que possui apenas 8% da população do país. Ou seja, a demanda por recursos hídricos é maior em áreas com menor disponibilidade de água e onde a poluição é mais acentuada (BARRETO et al. 2010).

De acordo com a ANA (2016), alguns eventos críticos marcaram algumas regiões do Brasil recentemente. Houve inundação no estado do Acre, entre fevereiro e março de 2015; inundação nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, em outubro de 2015 e na bacia do Rio Uruguai, em dezembro de 2015. A bacia do Rio São Francisco enfrenta, desde 2013, estiagem, que também ocorreu no Sistema Cantareira entre 2014 e 2015. Nesse Sistema, houve redução na vazão dos afluentes que contribuem para o abastecimento de seus reservatórios, que, além do mais, transpõem água para a bacia do Alto Tietê, a fim de abastecer parte da Região Metropolitana de São Paulo. O grande desastre ambiental, em novembro de 2015, foi marcado pela ruptura da barragem de rejeitos minerais de Fundão, em Mariana/MG, causando diversos impactos socioeconômicos e ambientais na bacia do rio Doce e também gerando impactos na qualidade da água, destruição da fauna e flora local, etc.

Ainda segundo a ANA (2016), abordando mais a região da área de estudo, também houve estiagem na bacia do Rio Paraíba do Sul. Essa estiagem ocorreu devido ao desvio das águas dessa bacia para a bacia hidrográfica do rio Guandu, a fim de gerar energia e abastecer aproximadamente nove milhões de pessoas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Para lidar com a escassez hídrica da bacia do rio Paraíba do Sul, a ANA tem adotado medidas como a elaboração de resoluções para reduzir a vazão de um dos afluentes dessa bacia, de modo a preservar seu estoque de água disponível e garantir seus usos múltiplos, assim como o abastecimento humano. Essa medida, por exemplo, resultou na recuperação, em 2015, de cerca de 17,74% do volume útil do reservatório equivalente.

Para Costa et al. (2015), durante esta forte estiagem do rio Paraíba do Sul, com início em 2014, que reduziu a disponibilidade de água na região, a agricultura e a pecuária foram as atividades que mais sofreram com a escassez de chuvas nas cabeceiras dos reservatórios. Os autores destacam que, nos meses de dezembro de 2014 e janeiro de 2015, os reservatórios do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul tiveram seus volumes reduzidos durante a estação chuvosa, em consequência do baixo volume das vazões naturais afluentes nesse período.

Porém, Fernandes et al. (2015) destacam que, no Estado do Rio de Janeiro, além de a disponibilidade de água ser heterogênea, também sofre interferências devido à diversidade climática e geomorfológica e às atividades antrópicas, que afetam a dinâmica natural dos cursos hídricos.

Para Santin & Goellner (2013), existem três planos de classificação do conflito de interesses sobre a água. O primeiro diz respeito ao desenvolvimento das atividades humanas, o segundo retrata o fato de haver vários tipos de usos da água e o terceiro aborda os riscos de dano que podem ser causados pelo mau uso da água.

A água não é para uso exclusivo do ser humano. Há outras formas de vida na Terra que necessitam desse recurso, como os animais e as plantas. Portanto, quando a água é utilizada em excesso pelo ser humano, as demais formas de vida e seus ecossistemas ficam comprometidos. A quantidade de água disponível para uso humano seria suficiente caso fosse melhor distribuída e usada (BARRETO et al., 2010).

De acordo com Mehran et al. (2017), as sociedades, em geral, devem estar preparadas para um maior conflito entre as populações em relação à água, devido ao aumento de demanda para uso humano.

As fontes de água doce no planeta renovam-se devido ao ciclo hidrológico. Portanto, as nascentes são consideradas importantes ecossistemas que contribuem com o ciclo hidrológico, sendo que a escassez de água e sua qualidade reduzida colocam em risco ecossistemas produtores de água, como as minas d'água (BARRETO et al. 2010).

Portanto, para Felipe (2009), as águas subterrâneas também são vistas como um elemento significativo para o sistema hidrológico, visto que viabilizam sua passagem para a superfície, marcando o início dos canais de drenagem. Assim também afirmam Davis et al. (2017). Para eles, as nascentes podem ser consideradas como áreas em que as águas subterrâneas são lançadas sobre a superfície da Terra. Dessa forma, diversas minas d'água são vistas como “ecossistemas importantes, raros e globalmente ameaçados”.

3.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As águas subterrâneas de boa qualidade são fundamentais para a saúde de uma população (MOHAMED & PALEOLOGOS, 2017). Segundo Bricker et al. (2017), a água subterrânea oferece diversos serviços, como o abastecimento de água, o que pode resultar na diluição e redução contaminantes. Levando em conta esse levantamento de informações e a

importância dos recursos hídricos, cabe aqui destacar o papel das nascentes como um recurso fornecedor de água.

Segundo Barreto et al. (2010), minas d'água podem ser consideradas como “pontos territoriais estratégicos para o atendimento de necessidades humanas básicas”. E Neves et al. (2014) afirmam que elas são comumente conhecidas como olho d'água, mina d'água, fio d'água, fonte e cabeceira.

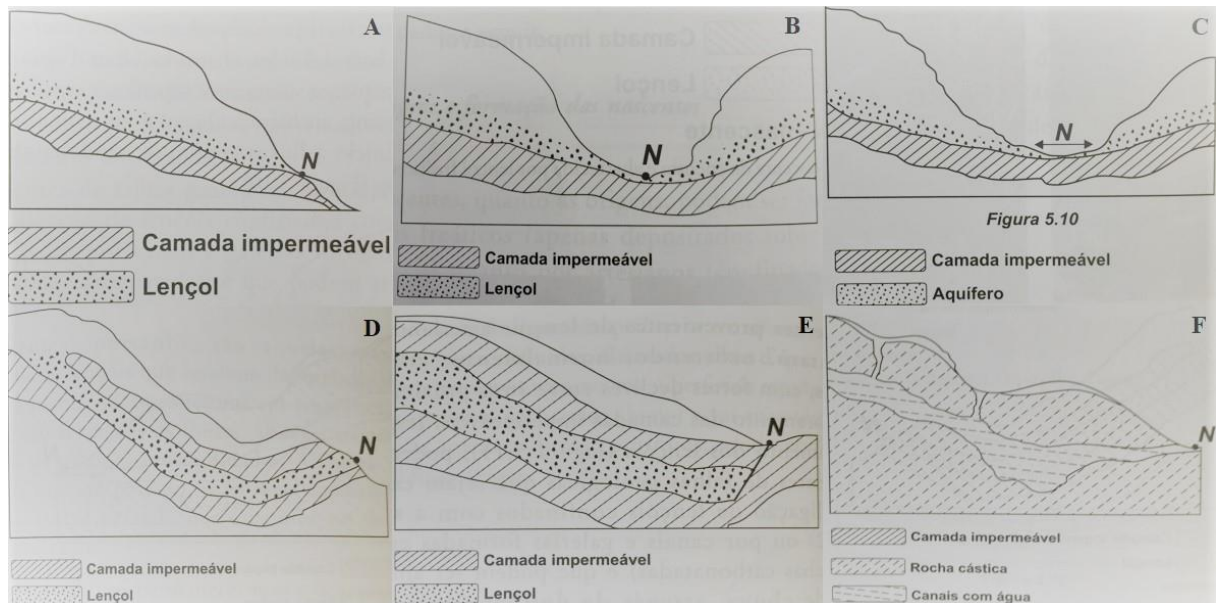
As nascentes são afloramentos naturais na superfície do solo, resultantes dos lençóis subterrâneos, necessitando do suporte da cobertura do solo e da precipitação para se manterem abastecidas e produtivas (DIAS et al., 2011). Segundo Palivoda & Povaluk (2015), elas constituem o início de um corpo hídrico.

As águas subterrâneas formam os rios e os lagos, irrigam florestas e todo tipo de vegetação, contribuem para a dessedentação do gado e de toda a fauna, além de fornecerem água limpa para o consumo humano (BARRETO et al. 2010).

Existem diversos tipos de origem e formação de nascentes (Figura 2). Para Valente & Gomes (2011), quanto às origens, elas podem ser formadas por lençóis freáticos, cuja formação ocorre quando a água é depositada apenas sobre as camadas impermeáveis, e por lençóis artesianos, quando a água fica confinada entre duas camadas impermeáveis. As nascentes também podem surgir em diferentes pontos do solo, sendo que as de contato geralmente afloram na encosta do morro, por isso são conhecidas como nascentes de encosta; já as de depressão surgem em pontos de eclosão definidos e são conhecidas como olhos d'água, ou podem surgir também em diversos pontos espalhados em um terreno, formando uma área encharcada. Essas minas d'água de contato e depressão são oriundas dos lençóis freáticos e são as de maior ocorrência no Brasil. Também existem as nascentes de contato, originárias de lençóis artesianos, que normalmente se localizam em áreas montanhosas, e ainda as resultantes de falhas geológicas ou por canais e geleiras de rochas cársticas¹.

¹ “As rochas cársticas, cuja quantidade de água é o principal fator climático para o seu desenvolvimento, são relacionadas, sobretudo, às rochas calcárias. Estas, por sua vez, são divididas em três domínios: o exocarste (relacionado à superfície), o epicarste (ligado à subsuperfície) e o endocarste (referente ao meio subterrâneo). Outros dois parâmetros que contribuem para a formação dessas rochas são a morfologia e os materiais constituintes (como as rochas, os solos e os depósitos)” (PILÓ, 2000).

Figura 2 - Tipos de nascentes



Fonte: Adaptado de Valente & Gomes, 2011.

Legenda: N-Nascente; A-Nascente de encosta; B-Nascente de depressão tipo olho d'água; C-Nascente de depressão tipo difusa; D-Nascente de contato de lençol artesianos; E-Nascente artesianas de falha geológica; F-Nascente artesianas de rochas cársticas.

De acordo Lozinski et al. (2010), em uma região, o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia e o uso e a ocupação do solo são algumas das condições que irão determinar o perfil de cada mina d'água.

Segundo Barreto et al. (2010), a vazão das nascentes é importante, pois quando o volume de água é mantido durante o ano todo, nos períodos mais secos, também haverá disponibilidade de água. Caso a vazão delas seja baixa, suas águas somente irão molhar o terreno; caso contrário, com alta vazão, haverá um acúmulo de água.

A vazão das minas d'água pode ser considerada como perene, quando o fluxo de água é contínuo durante todo o ano; intermitentes, quando a água aflora apenas na estação chuvosa, e temporárias (ou efêmeras), quando surgem durante uma precipitação. Essa é a menor vazão de nascente (VALENTE & GOMES, 2011).

Para Felipe & Magalhães Junior (2012), as intervenções urbanas afetam as vazões das nascentes, assim como também podem levar ao desaparecimento delas. E de acordo com Davis et al. (2017), mundialmente, o crescimento populacional aumenta o consumo de água subterrânea para consumo humano direto, além de ser utilizada para a produção de alimentos, fibras e energia.

Há diversos contaminantes que podem afetar as nascentes, interferindo na qualidade das águas subterrâneas devido às alterações físicas no meio ao seu redor (BRICKER et al., 2017). E para Hadžić et al. (2015), a contaminação dessas águas é um problema relacionado aos recursos hídricos que tem aumentado cada vez mais.

Como não é viável nem conveniente conduzir água por grandes distâncias para abastecimento humano, de grandes cidades para áreas rurais, por exemplo, as nascentes devem receber um cuidado especial também em fazendas, sítios e vilarejos, além da área urbana. Para garantir o fornecimento de água de boa qualidade e constante, é preciso que o bom estado dela seja preservado (BARRETO et al., 2010). Conforme Dias et al. (2011), para a proteção das minas d'água, as chuvas e a cobertura do solo são formas de se obter água de boa qualidade e em quantidade suficiente em propriedades rurais.

Segundo Valente & Gomes (2011), como os córregos e rios são formados através das nascentes, a redução delas resulta na redução de quantidade de cursos d'água; conseqüentemente, diminui a vazão total de uma bacia hidrográfica. O fluxo contínuo de um rio depende da perenidade de minas d'água para manter sua produção. Deve-se considerar, portanto, que elas também garantem o fluxo de água em bacias hidrográficas.

3.3 ANÁLISE AMBIENTAL MACROSCÓPICA DE NASCENTES

A análise ambiental macroscópica de nascentes é uma averiguação qualitativa e visual do grau de proteção em que as nascentes se encontram. O método do Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN), portanto, enquadra-se nesse tipo de análise, pois é considerado uma classificação didática e prática do grau de impacto ambiental de nascentes, fundamentado em uma avaliação macroscópica das suas características físicas e da sua qualidade (FELIPPE, 2009; FELIPPE & MAGALHÃES JR., 2012).

Essa metodologia foi elaborada para classificar o grau de preservação de nascentes, a partir de uma avaliação visual das condições ambientais da área de estudo, sendo que cada nascente deve ser avaliada individualmente e o grau de proteção delas dependerá da quantidade de parâmetros macroscópicos definidos em cada pesquisa.

Gomes et al. (2005) foram os primeiros pesquisadores a propor esse índice, que foi elaborado com base na Classificação do Grau de Impacto de Nascente do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos de Portugal e no Guia de Avaliação da Qualidade das Águas da Rede das Águas.

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas com base no IIAN, sendo que cada uma delas adaptou-o de acordo com seus objetivos e necessidades; conseqüentemente, houve um aperfeiçoamento do Índice. A maioria das pesquisas encontradas que utilizou esse método foi aplicada em áreas urbanas e o total de nascentes analisadas foi diferente e levou em conta as diversas características físicas e espaciais dos locais de estudo (Tabela 1).

Segundo o levantamento bibliográfico realizado, o IIAN foi utilizado e aprimorado por Felipe (2009), Paraguaçu et al. (2010), Felipe & Magalhães Jr. (2012), Oliveira et al. (2013), Leal et al. (2016), entre outros.

Tabela 1 - Pesquisas que utilizaram o método do IIAN

Autores	Cidade	Estado	Grau de preservação das nascentes					Total de nascentes analisadas
			A	B	C	D	E	
Gomes et al.	Uberlândia	MG	2	2	4	2	6	16
Felipe	Belo Horizonte	MG	33	19	19	5	4	79
Paraguassú et al.	Belo Horizonte	MG	0	0	6	7	0	13
Felipe & Magalhães Jr.	Belo Horizonte	MG	33	19	19	5	4	79
França Junior & Villa	Umuarama	PR	0	2	1	0	5	8
Oliveira et al.	Juiz de Fora	MG	0	3	12	11	1	27
Gobbo	Uberada	MG	0	0	1	2	7	10
Neres	Martins/Por talegre	RN	0	1	1	4	3	9
Soares	Garanhuns	PE	0	0	2	0	3	5
Torres	Ubá	MG	0	2	7	11	1	21
Cruz et al.	Santa Bárbara do Tugúrio	MG	2	11	13	27	7	60

3.4 BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO PARAÍBA DO SUL

A bacia hidrográfica usualmente é uma área composta por morros ou montanhas em seu entorno e é demarcada pela topografia natural do terreno. Essa porção de terra recebe a água da chuva que cai sobre o solo, e devido às características da topografia, a água escorre

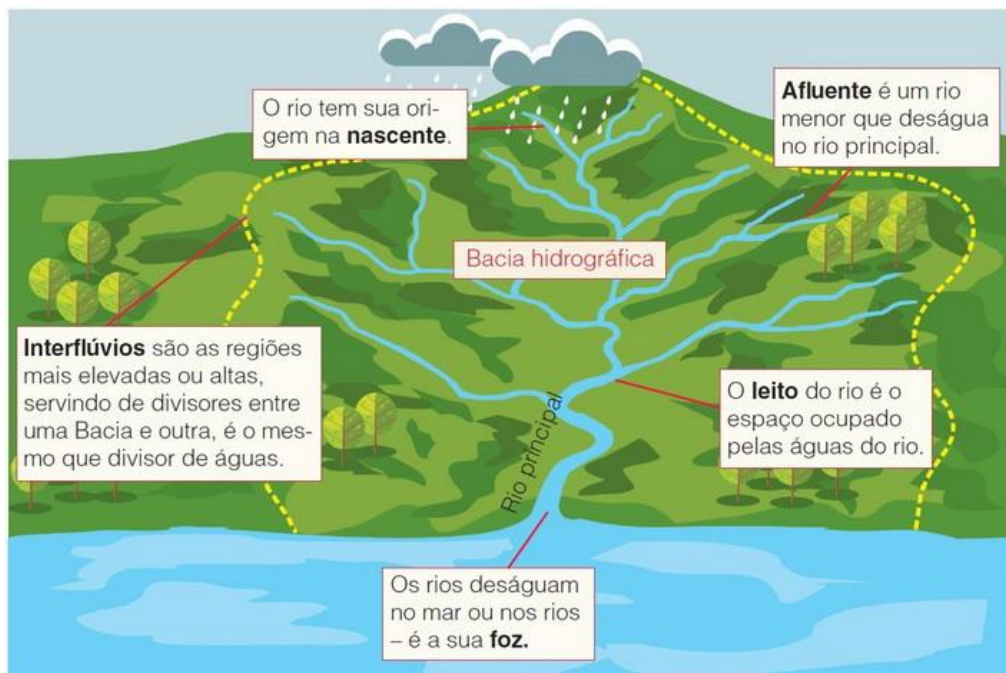
para um rio principal que posteriormente desemboca na foz do rio. Desse modo, as águas vão abastecendo as nascentes, os riachos e os córregos até se encontrarem no rio principal da bacia hidrográfica (OLIVEIRA et al., 2017).

Para Valente & Gomes (2011), a bacia hidrográfica é demarcada por um divisor de águas que repercute na direção das águas no sentido de um córrego ou rio quando a mesma chega ao solo, ou seja, é uma área drenada por um curso d'água específico (Figura 3). As bacias hidrográficas maiores são formadas por pequenas bacias (ou bacias de cabeceiras), sendo que essas são encontradas em áreas com maiores declives.

Os componentes de uma localidade, como a flora, a fauna, o relevo, o uso e ocupação do solo e os fenômenos meteorológicos podem determinar as características de uma bacia hidrográfica (ALVARENGA et al., 2012).

Os primeiros estudos sobre bacias hidrográficas e a influência de diversas situações de cobertura vegetal sobre os cursos d'água foram realizados na Suíça. Posteriormente, ocorreram estudos na Inglaterra, no Japão e nos Estados Unidos, entre os séculos XIX e XX. O Brasil possui poucas iniciativas sobre o manejo de bacias hidrográficas, mesmo sendo um país rico em recursos hídricos (VALENTE & GOMES, 2011).

Figura 3 - Representação de uma bacia hidrográfica



Fonte: AmigoPai, 2015.

Segundo Oliveira et al. (2017), cada bacia hidrográfica com curso d'água de primeira ou segunda ordem ou um grupo de bacias hidrográficas adjacentes possui um Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH). Conforme a Lei do Estado do Rio de Janeiro, Lei Nº 3.239/99 Art. 52, CBH's são "entidades colegiadas com atribuições normativa, deliberativa e consultiva". O Art. 53 diz que a função dos comitês é "coordenar as atividades dos agentes públicos e privados, relacionados aos recursos hídricos, e ambientais compatibilizando as metas e diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos, com as peculiaridades de sua área de atuação" (RIO DE JANEIRO, 1999).

De acordo com Santin & Goellner (2013), os CBH's são importantes para a gestão dos recursos hídricos e também são responsáveis pela aplicação da cobrança da água. A Resolução CNRH Nº 5/2000, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, determina as diretrizes para a formação e o funcionamento dos CBH's (BRASIL, 2000). Segundo os autores, essa Resolução é vista como um avanço da participação da sociedade civil nos comitês.

O Comitê da Bacia da Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (CBHMPS), que abrange o município de Barra Mansa (foco da área de estudo em questão), tem como propósito gerir de maneira descentralizada e participativa os recursos hídricos da região da bacia do Rio Preto e das bacias dos rios afluentes do curso médio superior do rio Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro (OLIVEIRA et al., 2017).

O Comitê de Integração da bacia do rio Paraíba do Sul – CEIVAP, em conjunto com a Associação Pró-gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP, é responsável por orientar o uso e a cobrança pelo uso da água da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (BHPS). Na região da BHMPS, os Sistemas CEIVAP/AGEVAP foram implantados e consolidados para garantir os cuidados com o Rio Paraíba do Sul e toda a sua bacia (MOREIRA, 2014).

De acordo com a Lei Federal Nº 9.433/1997 Art. 1º, a bacia hidrográfica também é a "unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos". O Art. 8º diz que os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País (BRASIL, 1997).

No Brasil, novas ideias para o gerenciamento dos recursos hídricos foram baseadas na gestão compartilhada por bacia hidrográfica e na inserção da cobrança pelo uso da água

(ASCELRAD et al., 2015). O instrumento de cobrança pelo uso da água no Brasil está instaurado nas bacias dos rios Doce, Paraíba do Sul, Piracicaba-Capivari-Jundiá e São Francisco, que são as quatro bacias de controle da União, e também nas bacias de domínio estadual do Rio de Janeiro, de São Paulo e de Minas Gerais (ANA, 2012).

A BHPS (Figura 4) possui uma área de 62.074 km², entre os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. O seu principal rio é o Paraíba do Sul, sendo que ao longo dele há muitas represas com o propósito de fornecer água e energia elétrica às populações do entorno da bacia, bem como à da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. As águas do rio principal também abastecem o setor industrial e contribuem para a preservação da flora e fauna, porém é um grande receptor de esgotos doméstico e industrial in natura (OLIVEIRA et al., 2017).

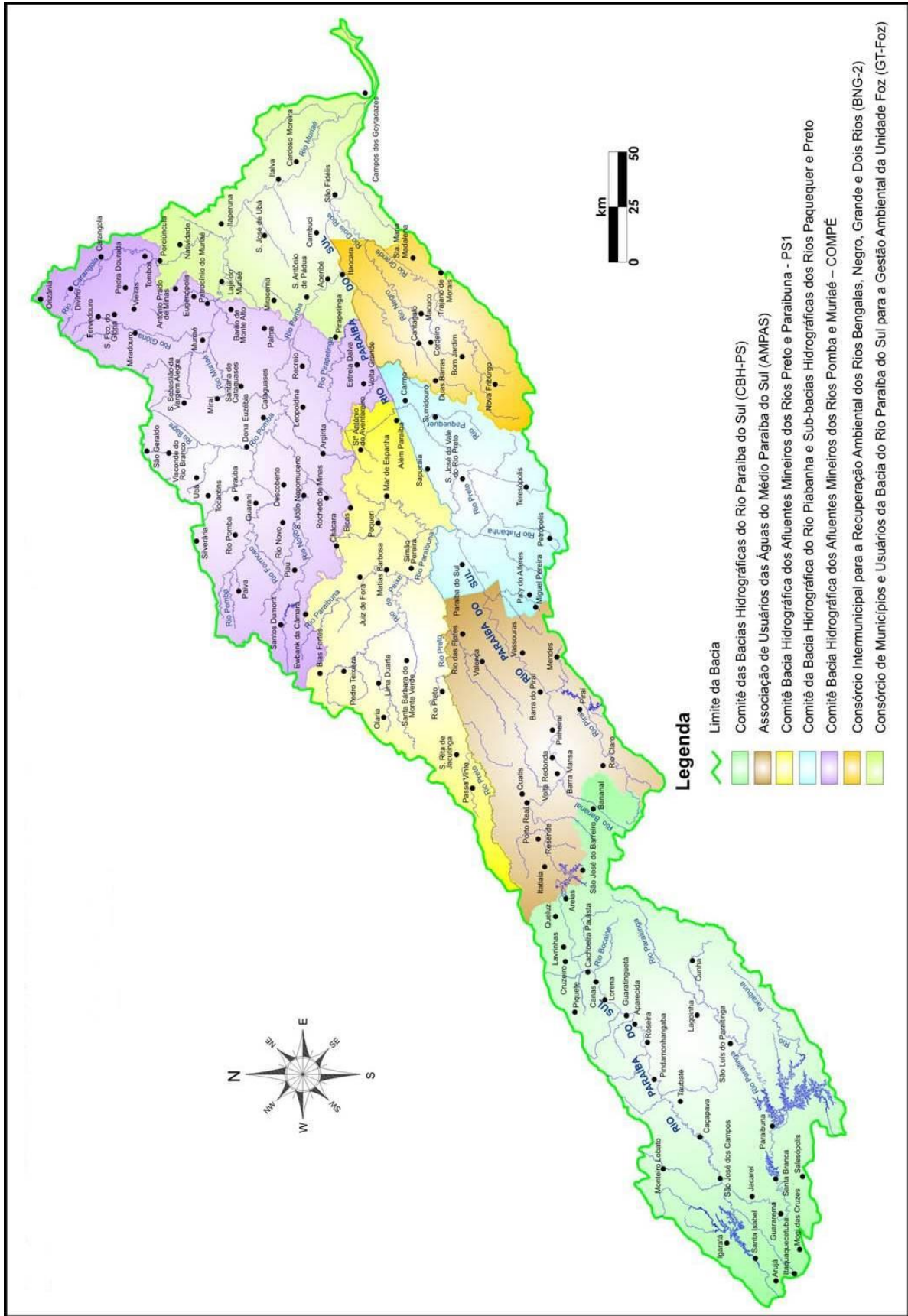
Além do rio Paraíba do Sul cortar os três estados brasileiros já mencionados, Moreira (2014) relata que os principais afluentes desse rio, pela extremidade esquerda, são os rios Jaguari, Paraibuna (MG/RJ), Pirapetininga, Pomba e Muriaé e, pelo lado direito, os rios Uma, Bananal, Piraí, Piabanha e Dois Rios.

A BHPS é considerada uma bacia estratégica por ser o maior manancial de abastecimento da população fluminense e é dividida em quatro unidades diferentes (Médio Paraíba do Sul, Piabanha, Dois Rios e Baixo Paraíba do Sul) (ASCELRAD et al., 2015).

O território dessa bacia é muito impactado pela degradação, seja pelo desmatamento, pela exploração agropecuária ou devido à urbanização. As principais atividades econômicas são as indústrias e o setor agropecuário (OLIVEIRA et al., 2017). E de acordo com Caldas et al. (2007), a situação ambiental da BHPS repercute o processo histórico de ocupação da região, que foi marcado por ciclos econômicos irregulares, por disparidades sociais, além da degradação ambiental.

Segundo Moreira (2014), o rio Paraíba do Sul e toda a sua bacia foram desmatados ao longo de suas encostas, nas várzeas e nas proximidades de seu leito. As matas ciliares eram consideradas como um empecilho para a ocupação territorial e também desnecessárias para a preservação da qualidade das águas desse rio e de seus afluentes.

Figura 4 - Mapa da região hidrográfica do Paraíba do Sul



Fonte: COPPETEC, 2007.

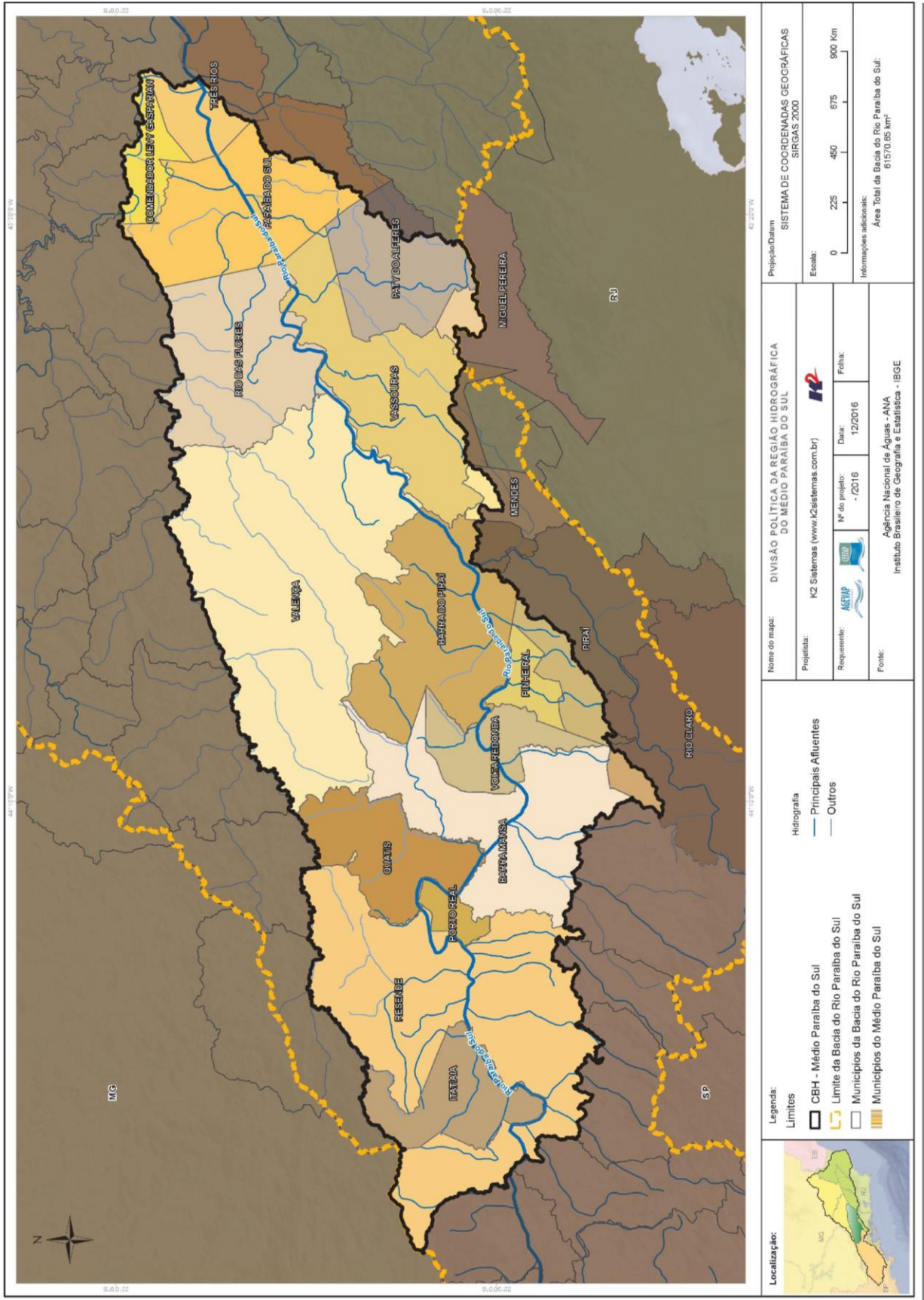
A Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (BHMPS) é uma das unidades da BHPS (ASCELRAD et al., 2015). E de acordo com Oliveira et al. (2017), a BHMPS (Figura 5) é composta por 42 principais microbacias e abrange 19 municípios e uma área de 6.517 km².

Segundo Menezes (2008), o histórico de ocupação antrópica de uma região e seus modos de uso determinam a degradação ambiental da área. Conhecer esse histórico pode facilitar o entendimento dos processos de degradação ocorridos e da recuperação do ambiente como um todo.

Para Toledo & Pereira (2004), os diversos ciclos de agricultura e suas práticas incorretas marcaram o histórico de ocupação da região da BHMPS e levaram ao atual cenário da região, que são pequenos fragmentos florestais entre grandes áreas de pastagem e, em uma escala menor, entre a agricultura de subsistência. Sendo que a agricultura extrativista foi o primeiro modo de uso dessas terras, que aos poucos foi sendo substituída pela cultura do café, que também foi substituída pela pecuária de corte, que foi a última atividade mais expressiva desenvolvida na região e responsável por ocupar grandes áreas de pastagens naturais. Pereira et al. (2017) relatam que o cultivo do café foi um dos principais elementos que contribuíram para a devastação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro.

Segundo Menezes (2008), os coletores, caçadores e agricultores foram os primeiros habitantes da região do Médio Vale do Paraíba do Sul, e seus modos de vida não degradaram tanto o ambiente quanto no período do ciclo do café e outras atividades posteriores a esse ciclo. Menezes afirma que essa transformação paisagística local resultou em grandes impactos negativos no ambiente como um todo.

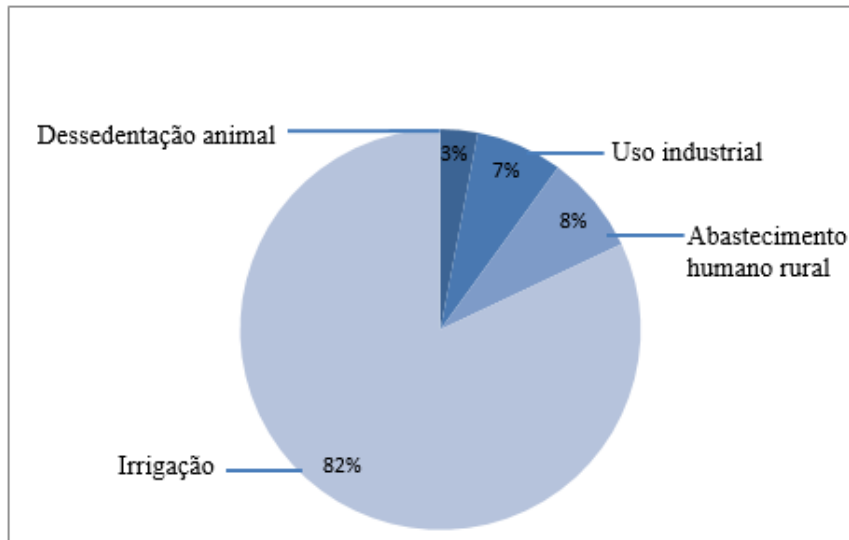
Figura 5 - Mapa da divisão política da região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul



Fonte: Oliveira et al., 2017.

De acordo com os dados da AGEVAP (2013), os principais usos de água da BHPS, em 2010, foram: dessedentação animal (3%), uso industrial (7%), abastecimento urbano e rural (8%) e irrigação (82%) (Figura 6).

Figura 6 - Consumo de água na Bacia do Paraíba do Sul em 2010 (m³/s)



Fonte: Adaptado de AGEVAP, 2013.

Segundo Santin & Goellner (2013), as políticas públicas voltadas para a gestão dos recursos hídricos consideram a bacia hidrográfica como o elemento ideal para se aplicar essa política no âmbito regional. Isso se deve ao fato de a bacia ser um sistema natural dos recursos hídricos. Em relação às políticas públicas, Soares (2015) também destaca que o Brasil possui uma ampla legislação relacionada ao meio ambiente, que é vista como uma das mais avançadas do mundo. Além disso, de acordo com Randhir (2012), a água é um recurso necessário para a vida e para a conservação do ecossistema, sendo também importante para as questões econômicas.

3.5 LEGISLAÇÃO HÍDRICA

De acordo com Miranda (2011), a conservação da vegetação no Brasil ocorreu inicialmente através do Código Florestal, em 1934, que foi atualizado pelo Código Florestal de 1965, fato que fortaleceu a capacidade de regulação ambiental, aproximando-se dos princípios ecológicos. Porém, o Código de 1965 passou por diversas mudanças devido aos novos decretos, portarias, resoluções, instruções normativas e artifícios políticos para atender os diversos atores envolvidos.

Sauer & França (2012) explicam que o primeiro Código Florestal brasileiro, de 1934, foi criado para normatizar o uso das florestas. Esse Código foi alterado pela Lei Nº 4.771, de 1965, que também foi revogada pela Lei Nº 12.651, de 2012, conhecida como o Novo Código Florestal.

Segundo Souza & Moraes (2016), a Conferência de Estocolmo, em 1972, foi a principal referência em relação à preocupação com a gestão sustentável dos recursos naturais. Essa Conferência também registrou o início da preocupação do sistema político com as questões ecológicas, além da preocupação com a gestão de águas.

A Constituição Federal (CF) de 1988 elevou o Meio Ambiente à qualidade de “bem de uso comum do povo”, incluindo a água como um dos seus elementos; por isso, a água é considerada de natureza jurídica (CARLI, 2015).

A Lei Nº 4.771/1965 definiu dois importantes métodos de proteção ambiental, a APP e a Reserva Legal (RL). A APP foi criada para proteger o solo e as águas e limitar seus usos, já a RL define a área de uma propriedade que deve conter vegetação natural e que pode ser explorada com manejo florestal sustentável (SAUER & FRANÇA, 2012).

Segundo Miranda (2011), o novo Código Florestal modificou os critérios de definição de APP's, garantindo os interesses produtivos. Esse Código reduziu as áreas de APP's de 30 metros para 15 metros, nos casos em que a área de preservação já esteja ocupada. Apenas as novas propriedades e as propriedades com área livre de ocupação devem manter a distância mínima de 30 metros de vegetação em relação às margens dos rios, definidas pelo código atual.

Portanto, Rodrigues-Filho et al. (2015) afirmam que o novo Código Florestal reduziu as áreas florestais para beneficiar as atividades agrícolas, o que gerou preocupações com a qualidade dos ecossistemas aquáticos. Para Sauer & França (2012), as mudanças propostas por esse Código mostram como a natureza é vista como um empecilho ao desenvolvimento. Essas alterações mostram a necessidade de aumentar a produção agrícola sobre a natureza; para tanto, reduzem-se as áreas de APP's e de RL, que são áreas importantes que garantem os serviços ecossistêmicos. Desse modo, o sistema produtivo pode ser visto como predatório e insustentável.

Também existe a Lei de Crimes Ambientais, Lei Nº 9.605 de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, sendo que o Art. Nº 38 determina que, para a destruição ou danificação de florestas

consideradas de preservação permanente, mesmo que em formação, ou infração às normas de proteção, a pena prevista é de detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente (BRASIL, 1998).

Os estudos de Cuppini et al. (2012) compararam áreas de APP's em relação ao Código Florestal Federal de 1965 e ao Novo Código Florestal de 2012, e concluíram que o Código de 1965 reduzia o uso de áreas agricultáveis por produtores rurais, porém, a Lei Nº 12.727/2012 aumenta a área legal para agricultura, contribuindo para a redução de áreas de APP's, além de desprezar a conservação da biodiversidade.

O estudo de Faria et al. (2014) vai ao encontro ao citado anteriormente, e confirma os mesmos problemas sobre o novo Código Florestal Brasileiro. Os autores concluíram que houve redução das APP's nas áreas estudadas, e que os elementos que mais contribuíram para esse resultado foram a diminuição na largura estabelecida para APP's de cursos de água em áreas consolidadas, a desobrigação de estabelecimento de APP em nascentes intermitentes e no entorno de lagos artificiais com superfície inferior a um hectare.

Segundo Carli & Vasconcellos (2017), a Organização das Nações Unidas (ONU), em 1922, instituiu o dia mundial da água, 22 de março, além de ter elaborado a Declaração Universal dos Direitos da Água. Além disso, o Decreto Nº 24.643/1934, conhecido como o Código/Lei da Águas de 1934, foi o marco legal do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, pois incentivou o uso industrial dos recursos hídricos e também definiu a água como bem de uso público, comum ou particular. Esse Código, para Souza & Moraes (2016), é visto mundialmente como uma das leis mais completas que existem.

Desde o Código das Águas, os recursos hídricos são protegidos por lei. Desde então, fala-se sobre as nascentes. O Art. Nº 95 diz “A nascente de uma água será determinada pelo ponto em que ela começa a correr sobre o solo e não pela veia subterrânea que a alimenta” e o Art. Nº 98 diz que “São expressamente proibidas construções capazes de poluir ou inutilizar para o uso ordinário a água do poço ou nascente alheia, a elas preexistentes” (BRASIL, 1934).

De acordo com Carli & Vasconcellos (2017), a Constituição de 1988, em seu Art. Nº 20, determina que os recursos hídricos são de responsabilidade da União e dos Estados. As obrigações dos Estados referentes aos bens de seu domínio são determinadas no Art. Nº 26.

A Lei Nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos. Essa legislação representou um progresso na valoração e na valorização da água; conseqüentemente, surgiram instrumentos básicos da

gestão dos recursos hídricos, como a outorga de direito de usos das águas, a cobrança pelo uso da água e o enquadramento dos corpos d'água (SANTIN & GOELLNER, 2013).

No Brasil, as novas ideias para o gerenciamento dos recursos hídricos foram baseadas na gestão compartilhada por bacia hidrográfica e na inserção da cobrança pelo uso da água. Essas mudanças ocorreram devido à Lei Federal das Águas (Lei Nº 9.433/97) e representaram um marco legal no gerenciamento desses recursos (ASCELRAD et al., 2015). Carli (2015) afirma que a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos é considerada um dos mais eficientes mecanismos de controle do uso das águas.

Souza & Moraes (2016) também afirmam que foi a partir da PNRH que a gestão sustentável da água ganhou importância, definindo padrões de qualidade satisfatórios para os diversos tipos de uso desse recurso. Segundo Carli (2015), o fundamento da PNRH é que a água é um recurso natural finito e indispensável à sobrevivência das pessoas, da fauna e da flora.

Segundo Santin & Goellner (2013), a cobrança pelo uso da água existe na legislação brasileira desde 1994 e estabelece os princípios do poluidor-pagador (o poluidor deve pagar pelo dano que provocou) e do usuário-pagador. Apesar de não ser um instrumento recente, essa cobrança é necessária, visto que pode sensibilizar e buscar um uso mais racional dos recursos hídricos.

A cobrança pelo uso de recursos hídricos é uma maneira de amenizar as perdas de água no setor de produção e distribuição de água tratada e, sobretudo, é uma forma de investir no tratamento de efluentes sanitários. Esse também é um desafio do instrumento de cobrança pelo uso da água (ASCELRAD et al., 2015).

É comum, em áreas rurais, as águas das nascentes serem utilizadas para consumo humano (PALIVODA & POVALUK, 2015). Na PNRH, o Art. 12 § 1º, incisos I, II e III indicam, respectivamente, que, independente de outorga pelo Poder Público, o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural, as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes e as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes são isentos de outorga (BRASIL, 1997). Ou seja, para o uso da água subterrânea no meio rural, não é necessária a autorização para utilização dessas águas pelo Governo Federal.

A Lei Nº 9.984 de 2000 dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal que foi criada com o intuito de ser responsável por disciplinar a

implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos de gestão criados pela PNRH. A ANA é uma instituição que regula os recursos hídricos a nível nacional, ou seja, a execução de políticas públicas referentes aos recursos hídricos de domínio da União é de responsabilidade da ANA (SOUZA & MORAES, 2016).

No Brasil, os padrões de potabilidade de água para consumo humano são definidos pela Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Essa Portaria estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

A Resolução CONAMA Nº 357/2005 classifica os corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além de estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005). Segundo Carli (2015), essa Resolução define a classificação das águas doces de acordo com usos. Por exemplo, a classe especial são as águas destinadas ao consumo humano; em sequência, são identificadas as classes 1, 2, 3 e 4.

Em 2006, foi publicada uma Resolução que contraria a ideia principal das APP's. A Resolução CONAMA Nº 369/2006, que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, em que pode haver intervenção ou supressão de vegetação em áreas APP (BRASIL, 2006). Sendo que o Art. 1º, §1º exprime:

“É vedada a intervenção ou supressão de vegetação em APP de nascentes, veredas, manguezais e dunas originalmente providas de vegetação [...] salvo nos casos de utilidade pública dispostos no inciso I do art. 2º desta Resolução, e para acesso de pessoas e animais para obtenção de água [...]” (BRASIL, 2006).

O estado do Rio de Janeiro instituiu a sua Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e criou seu sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos em 1999, através da Lei Nº 3.239/1999, publicada dois anos após a criação do PNRH. O Art. 18 dessa Política diz que as águas de domínio do Estado, superficiais ou subterrâneas, somente poderão ser objeto de uso após outorga pelo poder público (RIO DE JANEIRO, 1999).

Segundo Carli (2015), a PERH implementa a outorga de uso das águas como um dos seus principais mecanismos de gestão. De acordo com Santin & Goellner (2013), a aplicação da cobrança pelo uso da água no Estado do Rio de Janeiro, inicialmente, deu-se apenas nas águas fluminenses da Bacia do Paraíba do Sul, em 2004. Porém, com a Lei Estadual Nº 4.247/2004, essa cobrança foi ampliada para as demais bacias fluminenses.

Para Ascelrad et al. (2015), essa forma de cobrança ao setor de saneamento nesse Estado ocorreu similarmente à cobrança de uso da água na França, de modo que os custos por esse uso são repassados aos usuários dos serviços prestados.

O novo Código Florestal reduziu as APP's das nascentes, considerando importantes somente as nascentes intituladas como perenes. As denominadas intermitentes perderam proteção legal, ou seja, a proteção desse recurso ficou comprometida. Isso ficou definido mesmo as nascentes sendo responsáveis pela manutenção da vazão e por abastecer o fluxo dos cursos d'água (FARIA et al., 2014).

Segundo a Lei Nº 12.651/2012, o Art. 3º define APP, nascente e olho d'água, respectivamente, como:

“Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”; “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água”, e “afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente” (BRASIL, 2012).

Já o Art. 4º da mesma Lei considera como APP as “áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros”.

Mesmo já tendo sido citadas as nascentes no Código das Águas, Felipe (2009) afirma que o conceito de nascente oficial no Brasil foi definido pela Resolução CONAMA Nº 303/2002. Nessa Resolução, o Art. 2º, inciso II, diz que nascente é o “local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea” (BRASIL, 2002).

Segundo Carli (2015), o Relatório de Gestão 2003/2006 do Ministério do Meio Ambiente apontou o Brasil como o primeiro país da América do Sul a elaborar um plano que garante o uso sustentável das águas até 2020.

Resguardar o direito das águas é uma maneira de avançar em direção à preservação e ao respeito ao Meio Ambiente (CARLI, 2014). Desse modo, Pinto (2014) afirma que os elevados índices de desmatamento e degradação florestal demandam por reformas políticas de proteção e uso sustentável da biodiversidade, no Brasil e no mundo. Cabe então destacar o papel das matas ciliares, que, segundo Martins (2012), agem como protetoras dos corpos d'água no meio que envolve as bacias hidrográficas.

3.6 MATAS CILIARES

Dentre as principais funções de uma floresta, está a proteção do solo e dos recursos hídricos; porém, modificações diretas e indiretas podem prejudicar sua produtividade e qualidade (RAMOS et al., 2017). Lopes & Soares (2013) afirmam que, quando as florestas exercem funções de produção, podem contribuir com as funções regulatórias do clima, da hidrografia e do solo, e dão suporte, por exemplo, aos habitats de vida, às áreas de conservação e reservas naturais, além de servirem como informação científica, educacional, de lazer e espiritual.

Mello et al. (2017) afirmam que as florestas também são importantes nos ciclos biogeoquímicos em bacias hidrográficas. Segundo Martins (2012), dentre as funções exercidas pelas matas ciliares relacionadas ao ecossistema aquático, estão a estabilização de ribanceiras do rio, a redução do processo erosivo da água sobre as ribanceiras, a atuação como tampão e filtro entre os terrenos mais altos e os ecossistemas aquáticos. Desse modo, regulam o escoamento superficial e subsuperficial, também reciclam os nutrientes dentro do ecossistema através do ciclo biogeoquímico, regulam o processo de evapotranspiração, dificultam o carregamento de sedimentos para os cursos d'água e garantem a relação entre o meio aquático e o terrestre.

As matas ciliares ao redor das nascentes facilitam o abastecimento do lençol freático, visto que estas absorvem a maior parte das águas das chuvas e facilitam a infiltração de água no solo (DIAS et al., 2011). E segundo Barreto et al. (2010), a água que infiltra no solo é essencial para garantir o fluxo dos rios o ano todo; portanto, também é importante para as nascentes e fontes d'água. De acordo com Alvarenga et al. (2016), a presença de vegetação ao redor delas desempenha diversas funções ecológicas e serviços ecossistêmicos; desse modo, a restauração florestal é uma forma de recompor essas funções e serviços. Para Marmontel et al. (2018), a mata ciliar promove uma maior estabilidade das características físico-químicas das minas d'água; portanto, esse papel deve ser destacado e melhorado.

Ou et al. (2016) afirmam que grande parte da cobertura terrestre sofreu impactos negativos resultantes das demasiadas ações antrópicas, o que conseqüentemente também afetou a qualidade da águas.

Segundo Randhir (2012), a rápida exploração dos recursos naturais afeta a quantidade e a qualidade de água doce disponível, e isso pode resultar em trágicos riscos à

população. Para Mello et al. (2018), os modos de uso da terra e sua cobertura interferem na qualidade das água.

Outra pesquisa que também confirma as afirmações acima é a de Fierro et al. (2017), que afirmam que a significativa modificação dos parâmetros físico-químicos e das características biológicas da natureza são resultado das mudanças antropogênicas no uso da terra.

Segundo Palmer et al. (2009), a retirada de cobertura natural próxima aos rios para uso humano interfere e reduz as aptidões naturais de paisagens e ecossistemas próximos, que são componentes que auxiliam na absorção e filtração dos fluxos de água.

Para Barreto et al. (2010), manter a vegetação e as áreas preservadas no entorno de nascentes pode contribuir com a oferta de água de melhor qualidade. Porém, a vegetação que deveria proteger as nascentes brasileiras tem desaparecido em ritmo acelerado. Os principais problemas que afetam os mananciais e nascentes do Brasil, segundo os autores são:

“A salinização do solo em áreas de cultivo irrigado [...]; o rebaixamento do nível dos lençóis freáticos em regiões onde há superexploração de água subterrânea; a poluição dos corpos de água devido ao seu uso como receptor de esgotos [...]; o crescimento desordenado das cidades; e o desmatamento de nascentes, margens dos cursos d’água” (BARRETO et al. 2010).

As mudanças no uso da terra relacionadas à produção agrícola também causaram a degradação de ambientes aquáticos mundialmente (SHOEMAKER et al., 2017). Para Mello et al. (2018), os sedimentos, nutrientes e coliformes fecais estão relacionados aos usos agrícola e urbano e interferem negativamente na cobertura florestal.

As alterações da vegetação nativa por grandes áreas agrícolas e de pastagens causaram alterações no ciclo hidrológico, o que conseqüentemente afetou quanti e qualitativamente a disponibilidade de água. Portanto, pode-se dizer que os diversos impactos causados pelas ações humanas interferiram nos ciclos naturais, e isso incentivou os estudos relacionados à influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade dos recursos hídricos (PASTRO et al., 2018).

Souza & Marcon (2014) também defendem que a utilização indevida dos solos e/ou a ausência das matas ciliares interferem nas águas superficiais de rios, minas d’água e poços rasos, o que conseqüentemente contamina e reduz o afloramento espontâneo dessas águas.

Os diversos interesses e objetivos sobre uma floresta em uma bacia hidrográfica podem causar conflitos entre os interessados, ou seja, o destino dessa floresta envolve um problema complexo de manejo (VETTORAZZI & VALENTE, 2016).

Para garantir a subsistência e a produção de alimentos necessários a toda a população, no meio rural, o setor produtivo intensificou o uso de recursos naturais, desprezando-os. Essa pressão sobre os recursos naturais resultou na supressão da vegetação pelas atividades agrícolas e pastoris, além do uso excessivo de agrotóxicos. O que afetou também os solos e os recursos hídricos, causando a escassez e a contaminação das águas, alterações no ciclo hidrológico e a intensificação dos processos de erosão e impermeabilidade do solo (SOUZA & MARCON, 2014).

A cobertura do solo dentro de uma bacia hidrográfica é importante para regulação da qualidade da água corrente, e essa é uma informação conhecida e defendida em pesquisas científicas (CLÉMENT et al., 2017).

Além disso, Johansen et al. (2017) defendem que existem diversos ecossistemas terrestres que dependem de água subterrânea, inclusive ecossistemas de zonas úmidas, como os pântanos. Os autores também citam as plantas classificadas como briófitas² como um exemplo de vegetação que contribui para o armazenamento de água subterrânea no solo, ou seja, elas proporcionam condições estáveis de nível de água através da infiltração de água subterrânea. Por exemplo, em situações em que há quantidade limitada de dados sobre o nível de água e sua disponibilidade, o número relativo de briófitas pode ser um indicativo de condições do nível de água.

Diversas pesquisas são realizadas no exterior a fim de comprovar a importância das matas ciliares em garantir a qualidade dos recursos hídricos e dos ecossistemas. Mancheva (2017) avaliou a maneira que os proprietários individuais de florestas podem ser incluídos em um processo colaborativo de gestão de recursos naturais, contribuindo para o manejo conjunto de água, no norte da Suécia, na bacia de Krycklan, e concluiu que esses proprietários não estavam interessados em colaborar com o objetivo de melhorar a qualidade da água da

² De acordo com Costa & Luiz-Ponzo (2010) “As briófitas são plantas pequenas e avasculares, cujos estudos moleculares demonstram estarem representadas por três linhagens distintas de plantas terrestres: os antóceros, as hepáticas e os musgos [...] Podem viver sobre os mais variados tipos de substrato, como troncos e ramos de árvores (corticícolas), folhas (epífilas), troncos em decomposição (epíxilas), solo (terrícolas) ou rochas (rupícolas), geralmente em locais úmidos...”.

floresta, a não ser que compreendessem a questão da qualidade da água como importante o suficiente para investir recursos em colaboração.

Com o intuito de relacionar o grau de impacto do tipo de solo, vegetação ou alterações no uso da terra com a qualidade da água de mananciais, na área natural protegida Reserva da Biosfera Calakmul no estado de Campeche, no México, Ramos et al. (2017) identificaram um desmatamento crítico ao redor dos corpos d'água devido à transformação de florestas em terras agrícolas. Esses desmatamentos foram apontados como uma zona de transição climática que interfere no balanço hídrico e também gera erosão, que leva os nutrientes e materiais do solo para os corpos d'água.

A pesquisa de Mattos et al. (2018) identificou que a cobertura vegetal contribui para a redução do impacto erosivo causado pela chuva; desse modo, restringe que os sedimentos cheguem aos corpos hídricos. Além disso, os autores afirmam que foram identificados níveis altos de produção de água na área floresta preservada, ou seja, há relação positiva entre quantidade e qualidade de água e paisagens preservadas de florestas tropicais, o que é uma importante ferramenta com potencial tanto ambiental quanto econômico.

Segundo Mancheva (2017) a falta de confiança, tanto entre proprietários quanto destes para com autoridades, prejudica o acesso a informações e a conhecimentos. Portanto, a falta de informações dessas pessoas que possuem áreas florestadas e a falta de conscientização de que as questões sobre a água precisam de ações coletivas, podem explicar a falta de interesse em colaborar e a falta de vontade de aceitar essa urgência. Porém, os proprietários rurais possuem o poder de decisão sobre suas próprias terras e, se não estiverem interessados em colaborar na gestão de recursos naturais, pouco pode ser feito para efetuar uma abordagem colaborativa.

Segundo Lopes & Soares (2013), a contribuição das florestas em disponibilizarem diversos produtos paralelamente aos serviços sociais, econômicos e ambientais em diversas escalas, seja local, regional, nacional ou mundial, é muito conhecida. Qualquer ação ou atividade de manejo florestal contribui para a geração de custos e benefícios, diretos e indiretos, no ambiente ecológico e socioeconômico. Porém, isso torna as análises econômicas de projetos de manejo florestal sustentável complexas.

Para amenizar os impactos da expansão urbana sobre a biodiversidade, não adianta apenas os governos planejarem o uso da terra. Em países com pouca administração, é preciso

que haja uma estratégia integrada entre a conservação ambiental e a melhoria da administração desses países (HUANG et al., 2018).

Além disso, para analisar as características físicas e socioambientais de um ecossistema, é preciso considerar as pessoas que o compõem porque elas são o principal fator de influência nessa relação (GUIMARÃES & DE PAULA, 2013).

3.7 A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS PRODUTORES RURAIS

Segundo Menezes (2010), compreender como se dá a interação entre o homem e o meio ambiente é importante para a preservação ambiental, pois o homem causa neste tanto impactos primários (captação de água, uso do solo, desmatamento, não preservação das nascentes) quanto secundários (deposição de resíduos sólidos, destino de resíduos líquidos, insumos químicos e medicamentos veterinários, e embalagens de agrotóxicos).

De acordo com Carvalho (2016), o principal objetivo de se estudar a percepção ambiental é compreender a importância dada ao meio ambiente pelas pessoas que fazem seu uso. Para isso, é preciso considerar as atitudes e as opiniões atribuídas sobre o ambiente pelas pessoas que vivem nele.

Analisar a percepção ambiental pode melhorar a relação entre o homem e o ambiente, desde que sejam consideradas suas expectativas, satisfações, insatisfações e condutas (GUIMARÃES & DE PAULA, 2013).

Gonçalves & Gomes (2014) afirmam que a percepção ambiental de um grupo social depende de suas sensações, do contexto histórico em que está inserido e de padrões determinados socialmente. Para analisar essa percepção entre diversos atores sociais, é necessário compreender um sistema como um todo. Além disso, para os autores, a percepção ambiental permite compreender melhor como se dá a relação do produtor rural com a terra, com o meio onde vive e trabalha, e com as ações de recuperação florestal.

A conscientização da população e dos produtores rurais é essencial para a realização de políticas ambientais que adotam mecanismos compulsórios, principalmente para aqueles que dependem da adesão voluntária (PAIVA & COELHO, 2015).

Para Tanner & Johnston (2017), as populações rurais tendem a ser mais pobres e marginalizadas do que as populações urbanas, além de dependerem dos recursos naturais locais para sobreviverem. Segundo Menezes (2010), as técnicas utilizadas na área rural

também podem refletir em problemas sanitários e ambientais futuros. As atividades agrícolas inadequadas podem estar relacionadas à falta de informações.

Rocha et al. (2006) analisaram e compararam a qualidade da água para consumo doméstico e agropecuário de propriedades rurais das sub-bacias dos ribeirões Água Limpa e Santa Cruz, em Lavras-MG, e também avaliaram a percepção que os proprietários têm a respeito da água que utilizam, além dos fatores de risco envolvidos na contaminação dessas águas. Nesse estudo, os autores observaram desconhecimento e despreparo da população estudada sobre as maneiras de destinar os resíduos sólidos, os efluentes domésticos, as embalagens de produtos e alimentos utilizadas na criação animal e nos cultivos, e também falta de preocupação com a qualidade da água consumida. Ressalta-se que, nessa pesquisa, o grau de escolaridade não interferiu no conhecimento dos proprietários sobre tratamento doméstico de água.

A forma como o homem está inserido na sociedade, seja na esfera cultural, social e econômica, e como se relaciona com o meio ambiente pode resultar, direta e indiretamente, em alterações na saúde humana e animal, além da alteração da fauna e flora local. Portanto, os impactos ambientais devem ser uma responsabilidade de todas as esferas da sociedade, de forma que todos contribuam para a preservação do meio ambiente (MENEZES, 2010).

Lucena & Freire (2015) defendem que, em qualquer ambiente, para o uso e ocupação da terra, deve-se realizar um levantamento sobre a área e como o ambiente responde às ações antrópicas e o quanto suporta essas pressões.

Para que os problemas relacionados aos recursos hídricos sejam solucionados, é preciso inserir no meio ações que possam contribuir para a recuperação e conservação desse recurso, tanto por parte do poder público quanto da sociedade (PAIVA & COELHO, 2015).

A ligação entre os sistemas rurais-urbanos é um conceito capaz de lidar com áreas tanto rurais quanto urbanas, motivando o desenvolvimento sustentável e a melhora de serviços ecossistêmicos relacionados aos sistemas agrícolas (SILVA et al., 2017).

De acordo com Kulcsar et al. (2016), a integração e a conexão entre o sistema rural-urbano mostra a importância da população urbana para o desenvolvimento socioeconômico em áreas rurais, porque incentiva a adoção de melhores práticas de gestão e diversificação de atividades para os agricultores.

Algumas atividades são importantes para essa interação, como as ações voluntárias de conservação ambiental, o turismo rural e o aumento do consumo de produtos alimentícios mais sustentáveis pela população urbana (SILVA et al., 2017).

De acordo com Kohler et al. (2015), para compreender as mudanças sociais e ambientais decorrentes dos resultados do uso da terra e a mudança de sua cobertura, é preciso que haja uma análise das pesquisas qualitativas sobre percepções ambientais e sociais, visto que as escolhas e as atitudes coletivas e individuais são influenciadas pela história local. Ou seja, a estabilidade populacional, o tempo de ocupação, o conhecimento histórico e a memória coletiva representam a relação do homem com a natureza; consequentemente, favorecem a conservação.

Além disso, Rocha et al. (2006) destacam que ainda há pouca informação sobre saneamento e incidência de doenças de veiculação hídrica nas comunidades rurais no Brasil. A qualidade sanitária rural e suas condições pode estar relacionada com a forma como que os produtores utilizam os produtos agrícolas e cuidam das matas ciliares e nascentes. Por isso, é necessário definir prioridades sanitárias também às populações rurais, visto que os componentes presentes na água podem ter origem do meio natural ou por meio da sua introdução devido às atividades antrópicas.

3.8 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

De acordo com Felipe (2009), as propriedades do clima, do solo, da vegetação, da geologia local e regional constituem alguns dos componentes que interferem na concentração de vários minerais presentes na água; portanto, os recursos hídricos possuem características químicas diversas.

Alguns elementos e compostos químicos presentes na água podem ser tóxicos, mesmo em baixas concentrações, o que a torna inadequada para o consumo. Essas substâncias são chamadas de micropoluentes, como os metais pesados cromo (Cr), cobre (Cu), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e zinco (Zn), que geralmente são encontradas em águas residuárias industriais. Eles também estão presentes em defensivos agrícolas utilizados na agricultura, em alguns detergentes e em vários outros produtos químicos produzidos artificialmente para uso industrial (BRASIL, 2006). Diversos produtos químicos como os fungicidas, os pesticidas e os herbicidas contêm cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) (HE et al., 2005).

O modo como um elemento químico se comporta no ambiente é influenciado pela sua forma física, seja ela sólida, líquida ou gasosa (WYKE et al., 2014). Cada metal pesado possui suas características e propriedades físico-químicas específicas, e cada um deles pode ser tóxico e carcinogênico, dependendo da sua concentração (TCHOUNWOU et al., 2014).

A decomposição de componentes químicos no ambiente pode interferir negativamente na saúde dos seres humanos, assim como em um ecossistema mais amplo (WYKE et al., 2014).

Algumas pesquisas têm abordado sobre alguns metais que são nutrientes essenciais, tanto para funções bioquímicas quanto para fisiológicas dos seres vivos, como o cobalto (Co), o cobre (Cu), o cromo (Cr), o ferro (Fe), o magnésio (Mg), o manganês (Mn), o molibdênio (Mo), o níquel (Ni), o selênio (Se) e o zinco (Zn). Além disso, a biodisponibilidade desses metais tem influência de diversos fatores físicos como a temperatura e a adsorção (TCHOUNWOU et al., 2014).

De acordo com Pinto et al. (2012), as comunidades de áreas rurais têm dificuldades de acesso a infraestruturas de abastecimento de água potável; portanto, essa população deve receber maior atenção em relação ao seu acesso à água, sendo que a água adequada para abastecimento público deve considerar os padrões de qualidade definidos na legislação e não conter substâncias prejudiciais aos organismos vivos como um todo.

No Brasil, a Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde contém os padrões de potabilidade da água. O Art. 5º, inciso I, define a água para consumo humano como água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem; já o inciso II define que água potável é aquela que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2011).

A Resolução N° 357/2005 do CONAMA dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

No Art. 4º dessa Resolução, são definidas as classes das águas doces. Enfatizando as características sobre a água para abastecimento humano, tem-se: a Classe especial, sendo que as águas destinadas ao abastecimento para consumo humano precisam passar pelo processo de desinfecção; na Classe 1, as águas podem ser destinadas para consumo humano somente depois de tratamento simplificado; na Classe 2, as águas precisam passar por tratamento

convencional para depois serem consumidas pelos seres humanos e para a Classe 3, as águas para consumo humano precisam de tratamento convencional ou avançado. As águas enquadradas na Classe 4 não podem ser consumidas por humanos (BRASIL, 2005). Essa última representa águas com qualidade muito ruim, não podendo ser consumida por humanos.

Já no Art. 2º dessa Resolução, inciso XXVII, fica definido que os parâmetros de qualidade da água são substâncias ou outros indicadores significativos de qualidade da água. E de acordo com o Art. 7º, há um limite para cada substância presente na água de acordo com sua classificação (BRASIL, 2005).

O Art.1º, da Resolução CONAMA Nº 396/2008, dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento, a prevenção e o controle da poluição das águas subterrâneas. No Art. 3º desta mesma Resolução, as águas subterrâneas são enquadradas em seis classes (Tabela 2) (BRASIL, 2008).

Porém, para enquadrar uma água subterrânea em uma dessas classes, é preciso atender a alguns requisitos definidos no Art. 29 e seus incisos. Por exemplo, para o enquadramento, é preciso considerar a caracterização hidrogeológica, a hidrogeoquímica, a vulnerabilidade e os riscos de poluição, o uso e a ocupação do solo e seu histórico, a localização das fontes potenciais de poluição, a qualidade natural e a condição de qualidade das águas subterrâneas (BRASIL, 2008). Portanto, percebe-se que existem vários fatores que interferem nas características de cada nascente, o que as torna, de acordo com Felipe (2009), sistemas com dinâmicas complexas.

Tabela 2 - Classificação das águas subterrâneas segundo a Resolução CONAMA Nº 396/2008

Classificação	Definição
Classe Especial	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção destes destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial.
Classe 1	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção destes, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.
Classe 2	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção destes, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.
Classe 3	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção destes, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.
Classe 4	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção destes, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo.
Classe 5	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção destes, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

Fonte: adaptado de Resolução CONAMA Nº 396/2008.

Os elementos e compostos químicos que podem ser tóxicos mesmo em baixas concentrações possuem como característica sua difícil biodegradabilidade, sendo que vários deles podem causar câncer, alterações nas células reprodutoras, assim como gerar fetos com

graves deficiências físicas, assim como podem se acumular no ambiente aquático; dessa forma, esses poluentes vão passando de um organismo para outro através da cadeia alimentar (BRASIL, 2006).

Portanto, Wyke et al. (2014) afirmam que, quando um elemento químico entra em contato com uma determinada área, é essencial realizar o monitoramento do poluente e avaliar seus riscos para a saúde humana, evitando que produtos químicos entrem na cadeia alimentar.

3.8.1 Parâmetros físicos

A avaliação da qualidade física da água é baseada em parâmetros que refletem, indiretamente, na concentração de sólidos presentes na água. Esses parâmetros físicos podem indicar a qualidade estética da água, e caso haja alta concentração desses sólidos, eles atrapalham o processo de desinfecção da água; sendo assim, nesse caso, podem ser associados à presença de microrganismos (BRASIL, 2006).

Alguns dos parâmetros físicos que representam as características das águas são temperatura, sabor e odor, cor, turbidez, sólidos (em suspensão, sedimentáveis e dissolvidos) e condutividade elétrica. Esses parâmetros encontram-se descritos abaixo.

A temperatura refere-se à energia cinética das moléculas de um corpo e sua medida é responsável pela transferência de calor em um meio. Porém, alterações na temperatura da água resultam tanto de fontes naturais (principalmente energia solar) quanto de antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas). Geralmente, no Brasil, os meios aquáticos apresentam temperaturas na faixa de 20 °C a 30 °C (BRASIL, 2006).

Geralmente, utiliza-se a expressão sabor e odor em conjunto, sendo que o sabor está associado à relação entre o gosto (salgado, doce, azedo e amargo) com o odor. O odor da água é relacionado tanto à presença de substâncias químicas ou gases dissolvidos quanto à atuação de alguns microrganismos, como as algas (BRASIL, 2006).

A cor da água é formada devido à reflexão da luz em partículas minúsculas de dimensões inferiores a 1 µm – denominadas coloides – finamente dispersas (BRASIL, 2006).

Já a turbidez refere-se ao grau de interferência da passagem da luz através de um líquido, ou seja, o quanto que a luminosidade consegue penetrar na água. E o que pode interferir na passagem de luz para o meio aquoso é a quantidade de sólidos em suspensão presentes (BRASIL, 2006).

Os sólidos presentes na água podem ser divididos em sólidos em suspensão, que são partículas com tamanho suficiente para serem retidas no processo de filtração; e em sólidos dissolvidos, que são partículas com tamanho inferior a $10^{-3}\mu\text{m}$ e que permanecem no meio aquoso, mesmo após este processo. Por sua vez, a presença desses sólidos na água pode suceder naturalmente através de processos erosivos, organismos e detritos orgânicos, ou de forma antropogênica, por meio do lançamento de resíduos e esgotos (BRASIL, 2006).

A condutividade elétrica (C.E.) da água está relacionada a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica devido à presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Por exemplo, quanto maior a concentração iônica na solução, maior será a capacidade em conduzir corrente elétrica (BRASIL, 2006).

De acordo com a CETESB (2011), a C.E. é associada às concentrações iônicas e à temperatura e indica a quantidade de sais presentes na água. Ou seja, a C.E. é uma maneira indireta de medir as concentrações de poluentes na água, podendo indicar alterações em suas características. Caso um ambiente aquático tenha concentrações de C.E. acima de $100\mu\text{S/cm}$ (micro Siemens/cm), pode indicar um ambiente impactado, e concentrações muito altas também indicam corrosividade na água.

3.8.2 Parâmetros químicos

A avaliação da qualidade química da água ocorre através da identificação de compostos presentes na água por meio de métodos laboratoriais específicos. Há um limite de concentração desses poluentes na água que podem ser ingeridos diariamente por um indivíduo para não prejudicar sua saúde. Alguns desses elementos são as substâncias químicas inorgânicas, como os metais pesados, e as orgânicas, como os solventes (BRASIL, 2006).

O potencial hidrogeniônico (pH) é a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido; nesse caso, mede-se a presença de íons hidrogênio (H^+) em uma amostra. O pH auxilia no maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e define o potencial de toxicidade de vários elementos. Além disso, mudanças nos valores de pH podem ocorrer de forma natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais) (BRASIL, 2006).

O valor do pH varia entre 0 e 14, sendo que a água com pH menor que 7 é considerada ácida, quando apresenta valor acima de 7 é considerada básica ou alcalina, já a água com valor igual a 7 é considerada neutra (CETESB, 2011).

O fósforo (P) é o nutriente mais importante para o crescimento de plantas aquáticas. Todavia, caso haja um excesso de crescimento de plantas, ocorre o fenômeno conhecido como eutrofização, que interfere nos usos da água (BRASIL, 2006).

O ferro (Fe) e o manganês (Mn) possuem comportamento químico semelhante, apesar de não interferirem diretamente na saúde humana, devido às quantidades que geralmente são encontradas na água, mas causam, por exemplo, manchas em roupas ou em vasos sanitários e interferem em alguns usos industriais da água (BRASIL, 2006).

O chumbo (Pb) é um metal cinza-azulado presente em pouca quantidade na crosta terrestre. Sua disponibilidade no ambiente pode ocorrer de forma natural ou através de atividades antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis e a mineração, que liberam altas concentrações desse poluente. Este metal é tóxico ao ser humano, afetando diversos órgãos do corpo humano, sendo que o sistema nervoso é o mais vulnerável (TCHOUNWOU et al., 2014).

Segundo Doria (2009), o Pb é um produto químico que, quando presente em água potável, pode ter efeitos neurotóxicos para os seres humanos. Ele pode ser oriundo de tubulações domésticas antigas, devido à presença de chumbo na água potável. Para reduzir essa concentração residual de Pb, é necessário que haja percepção dos riscos e apoio da população afetada. O ideal seria que antigas tubulações fossem substituídas por novas.

Elementos químicos como o Cu, Zn, Mn, Fe, Mo e o B são micronutrientes essenciais para o crescimento de plantas, porém, em altas concentrações, podem ser tóxicos para elas. Além disso, existem alguns elementos químicos, geralmente considerados como contaminantes, como o cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni), mercúrio (Hg) e arsênio (As), que são tóxicos para os organismos vivos. O cobalto (Co), por exemplo, é um dos elementos necessários aos animais e aos seres humanos, mas não é necessário para as plantas (HE et al., 2005).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia divide-se em três partes, que estão ligadas entre si e compreendem os objetivos definidos na pesquisa (Figura 7). Inicialmente, para essa pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico a partir de fontes secundárias em periódicos científicos, no Portal Capes e em livros, de modo que fossem realçadas as questões que envolvem os recursos hídricos, principalmente no que diz respeito às águas subterrâneas. Também foi destacada a importância da conservação da mata ciliar para garantir as funções das nascentes, assim como a maneira que a percepção ambiental de produtores pode contribuir para a qualidade ambiental dessas águas.

A segunda etapa consistiu nos procedimentos realizados em campo. Foram visitadas dez nascentes, que são as ferramentas dessa pesquisa, no distrito de Floriano, localizado em Barra Mansa-RJ. Também foram aplicados questionários para os quatro produtores envolvidos na pesquisa, sendo que cada um deles respondeu um questionário para cada nascente presente em suas propriedades.

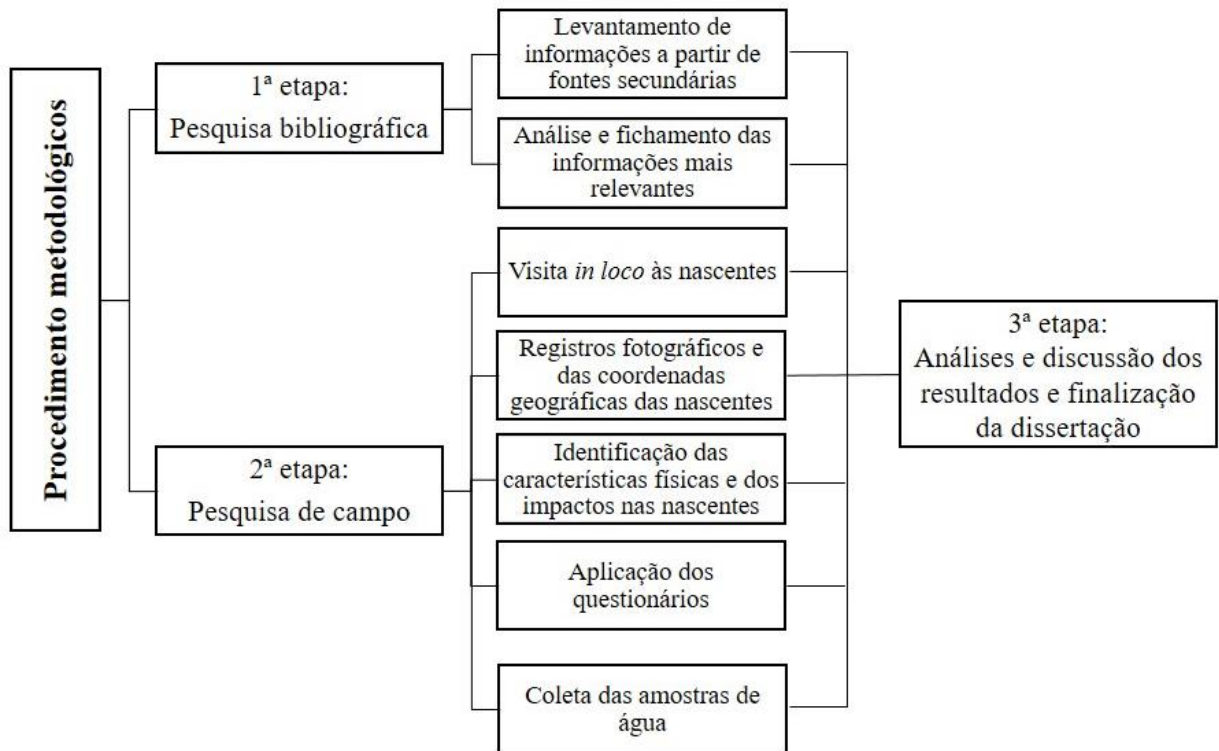
Para uma melhor precisão da localização dessas nascentes, foi utilizado o GPS móvel da marca Garmin (Étrex 20). Essa etapa de visitas a campo ocorreu entre os meses de dezembro de 2017 e junho de 2018. Para as visitas, foi utilizado um automóvel com tração 4x4 para se chegar às propriedades rurais.

As dez nascentes foram escolhidas aleatoriamente, de acordo com a aceitação voluntária de produtores para participarem da pesquisa. Além disso, esse distrito foi escolhido devido à parceria estabelecida com o Sindicato Rural de Barra Mansa, que facilitou o contato com os produtores dessa área. Considerando a quantidade de proprietários envolvidos e a quantidade de nascentes, considera-se que a área de estudo envolve uma escala geográfica parcialmente pequena.

As observações *in loco* foram registradas em uma planilha simples, elaborada para os registros de campo, além dos registros fotográficos com câmera GoPro Hero Black 5.

A terceira etapa, posterior às visitas de campo, foi baseada nos resultados obtidos, sendo ela o mapeamento e caracterização das nascentes, a organização dos dados, a análise e discussão dos resultados e a finalização da dissertação.

Figura 7 - Etapas e procedimentos metodológicos da dissertação



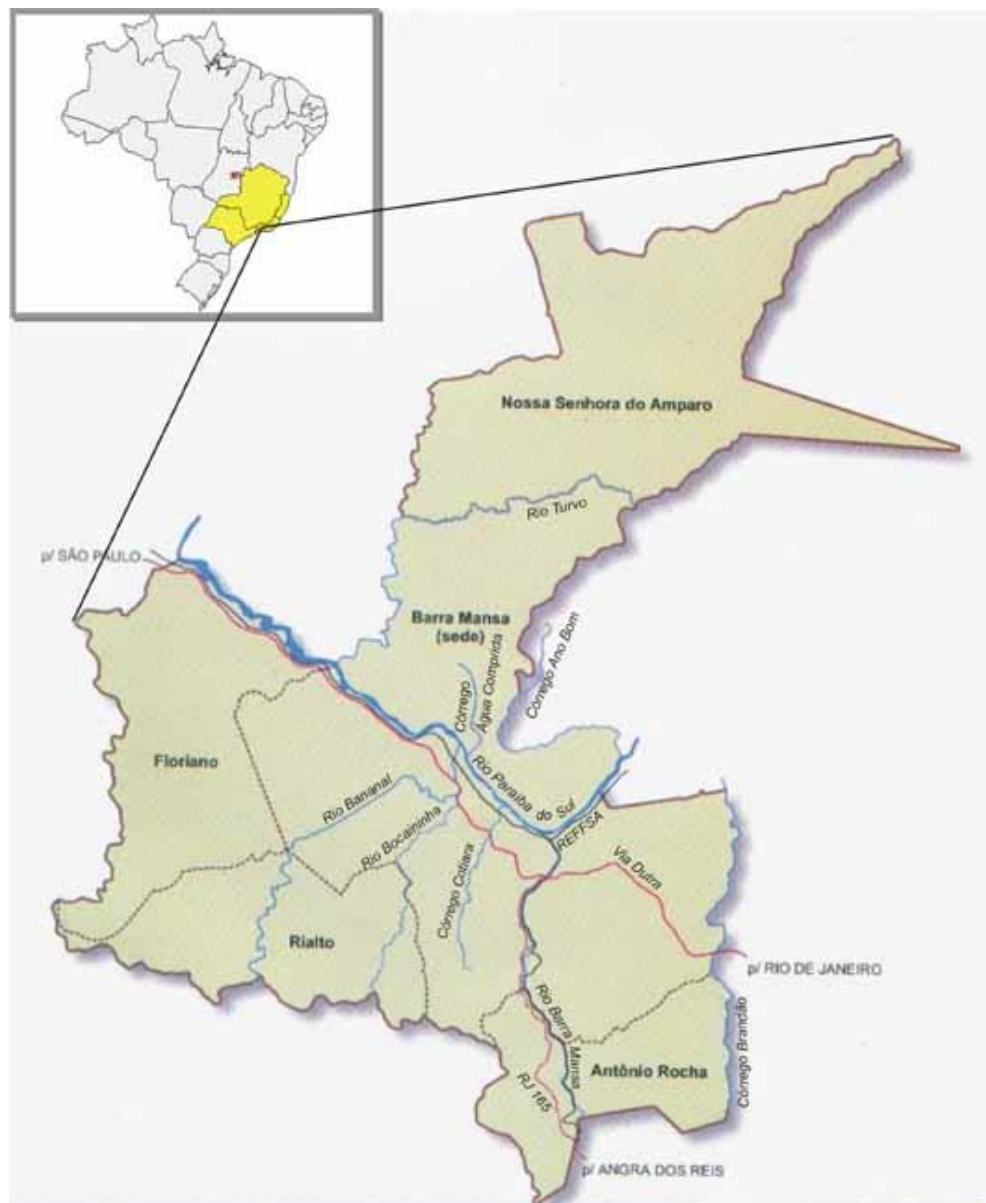
Fonte: elaborado pela autora.

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município Barra Mansa está localizado no estado do Rio de Janeiro (Figura 8), possui uma área de 547,194 km² e cerca de 177.813 habitantes, sendo que a população da área rural é de 1.620 habitantes. A sua extensão territorial é dividida entre o Município e seus quatro distritos: Floriano, Rialto, Nossa Senhora do Amparo e Antônio Rocha (IBGE, 2010).

De acordo com Oliveira et al. (2017), a cidade de Barra Mansa está localizada preponderantemente à margem direita do Rio Paraíba do Sul, pertencendo à região da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (BHMPs). Para Moreira (2014), dois afluentes do rio Paraíba do Sul, o rio Bananal e o Barra Mansa, possuem cursos d'água expressivos no município. No Plano Diretor de Barra Mansa, Lei Complementar N° 48/2006, a Lei de Desenvolvimento Urbano, considera-se o rio Paraíba do Sul como recurso hídrico e também como um componente da paisagem e das estratégias do Plano Diretor.

Figura 8 - Localização do município de Barra Mansa (RJ), seus distritos e os principais afluentes do rio Paraíba do Sul



Fonte: Castro & Peixoto, 2003.

Em 1857, Barra Mansa foi nomeada como cidade, desmembrando-se da cidade de Resende, e formou-se inicialmente ao longo da margem direita do rio Paraíba do Sul (BARRA MANSA, 2015).

A ocupação territorial de Barra Mansa foi impulsionada pela presença do Rio Paraíba do Sul, desde 1774. A cidade foi ocupada pela população devido à cultura cafeeira, cuja produção foi primordial para o desenvolvimento e a ocupação urbana do município e para o seu entorno, e à industrialização, durante os séculos XIX e XX, respectivamente. Com a

instalação da ferrovia em seu território, entre 1870 e 1880, a cidade, além de fortalecer sua economia cafeeira, passou a ser uma centralidade geográfica, comercial e cultural entre as cidades presentes ao longo do Rio Paraíba (MOREIRA, 2014).

Na década de 40, a população ocupou áreas mais distantes, formando os bairros residenciais. No século XIX, o café era o principal produto agrícola da cidade. Porém, com o fim da escravidão e com os solos desgastados pelo excesso de produção da cultura cafeeira, ocorreu o êxodo rural e a substituição dessa cultura de produção pela pecuária de corte extensiva, que subsequentemente progrediu para a produção leiteira. Na década de 30, o desenvolvimento industrial local começou a surgir através da implantação de indústrias alimentares (BARRA MANSA, 2015).

Segundo Moreira (2014), em 1930, iniciou-se o estabelecimento de indústrias em Barra Mansa, como a Nestlé, a Siderúrgica Barra Mansa, a Metalúrgica Barbará (atual Saint-Gobin), a Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, que hoje pertence ao território da cidade de Volta Redonda, antigo distrito de Barra Mansa.

A primeira usina da CSN foi instalada na década de 40, e esse foi considerado um grande marco da expansão industrial do Brasil. Na década de 50, ocorreram instalações da indústria metalúrgica e mecânica (BARRA MANSA, 2015).

De acordo com Moreira (2014), em 1970, as águas do Rio Paraíba do Sul e os seus principais afluentes no perímetro urbano de Barra Mansa começaram a ser poluídas pelo esgoto doméstico e industrial da cidade.

Segundo Castro et al. (2002), a cidade de Barra Mansa, nas últimas décadas, tem passado por um acentuado crescimento urbano que, juntamente com a falta de políticas públicas adequadas, tem levado a região a passar por problemas ambientais, como a erosão e o deslizamento de encostas, resultando no assoreamento de cursos fluviais e na acentuação de enchentes.

Hoje é considerado que tanto a cidade de Barra Mansa quanto a de Volta Redonda influenciam diretamente a maior parte da Região do Médio Paraíba, devido à extensa área urbana de ambas as cidades, sendo que o crescimento das duas é relacionado à inserção da siderúrgica CSN na região (BARRA MANSA, 2015).

Porém, apesar de o desenvolvimento da cidade de Barra Mansa ter sido ligado às atividades industriais e comerciais, sua centralidade é substituída pelo crescimento de cidades

próximas, como Volta Redonda e Resende, que, nas últimas décadas do século XX, ameaçaram-na (MOREIRA, 2014).

OLIVEIRA et al. (2017) afirmam que o serviço de saneamento básico do município de Barra Mansa é realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE-BM), que atende cerca 98% da população. Das águas residuais geradas no município, apenas 3% delas são tratadas, o que resulta no lançamento de aproximadamente 9.443,92 mil m³/ano de esgoto *in natura* nos rios.

Barra Mansa é considerada a cidade com maior densidade populacional junto ao Rio Paraíba e seus afluentes, além de apresentar problemas de infraestrutura, processos de erosão das encostas, assoreamentos dos leitos e alagamentos em época de chuvas e cheia do rio. O parâmetro comparativo foram as cidades de Resende, Volta Redonda e Barra do Piraí no Estado do Rio de Janeiro, que também margeiam o Rio Paraíba do Sul e são os trechos mais produtivos industrialmente da bacia e que tiveram seus territórios urbanos degradados, seja pelo desmatamento, pelas ocupações irregulares em encostas, pela remoção de mata ciliar e pela poluição hídrica (MOREIRA, 2014).

4.1.1 Clima

Segundo a AGEVAP (2017), o clima tropical subquente, da região da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (BHMPs), é marcado por dois períodos discrepantes, sendo que os meses de outubro a março possuem um clima quente e úmido; já entre os meses de junho a agosto, esse clima torna-se frio e seco.

De acordo com Devede (2013), nessa região, as chuvas marcam a estação do verão, sendo que dezembro, janeiro e fevereiro são os meses mais chuvosos, período em que ocorrem as inundações. E os invernos são secos. Portanto, nos meses de verão (dezembro a março), ocorre maior pluviosidade e o inverso ocorre nos meses de inverno (julho a setembro) (FERNANDES et al., 2015).

Os dados registrados na estação automática (A609), localizada no município de Resende, unidade de monitoramento meteorológico mais próxima do distrito de Floriano-RJ, durante o ano de 2018, no período quente e úmido, a temperatura mínima registrada foi de 18°C e a máxima, de 28°C. Já no período frio e seco, as temperaturas máximas e mínimas foram 22°C e 13°C, respectivamente (INMET, 2018).

4.1.2 Vegetação

A vegetação do município de Barra Mansa, cuja área compreende 5.398 hectares, pertence ao bioma Mata Atlântica, sendo que o percentual florestal, comparado com a área total do município, é de apenas 9,87 % (OLIVEIRA et al., 2017). Segundo Pastro et al. (2018), ao longo do processo histórico brasileiro, o bioma Mata Atlântica foi um dos mais degradados.

Apesar de a Mata Atlântica brasileira conter uma riqueza biológica e ser heterogênea em relação à variedade de fisionomias e composições florestais, ela possivelmente é uma das florestas tropicais mais ameaçadas, pois, além de ter grande número de fragmentos florestais, também existem várias espécies endêmicas ameaçadas de extinção. O processo de desmatamento da Mata Atlântica está ligado à exploração econômica de diferentes commodities (METZGER, 2009).

No estado do Rio de Janeiro, os remanescentes florestais foram modificados pelas ações antrópicas, através, por exemplo, do corte raso ou queimadas das florestas nativas, desde a migração europeia no século XVI. Portanto, quanto maior a fragmentação da floresta, maior a chance de existirem vegetação secundária e empobrecida, se comparada à composição e à estrutura das matas nativas (INEA, 2014a). Grande parte do Estado do Rio de Janeiro possui terras ocupadas por pastagens (INEA, 2014b).

O desmatamento na Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (BHPS), desde o início do ciclo do café, resultou na diminuição de 82% da floresta nativa para, aproximadamente, 5%. Sendo que houve desmatamento generalizado em todos os ciclos econômicos nessa região (DEVIDE, 2013).

De acordo com a COPPETEC (2007), essa área também é composta pela floresta estacional semidecidual, que é naturalmente presente em regiões mais próximas à Serra da Mantiqueira, principalmente nas sub-bacias dos rios Pomba e Muriaé, e também no terço inferior da bacia do Paraíba do Sul. Esse conjunto florestal apresenta dupla estacionalidade climática, sendo a tropical chuvosa no verão, sucedida por estiagens intensas durante as outras estações. Para o INEA (2014b), essa floresta é conhecida como floresta seca, pois perde parte da sua folhagem durante o período de estiagem. Esse tipo de vegetação foi muito devastada no território fluminense.

Segundo a COPPETEC (2007) outro tipo de vegetação presente na região é a floresta ombrófila, que possui vegetação com porte arbóreo entre 15 m e 30 m de altura e desenvolve-

se em regiões tropicais com elevada temperatura, cerca de 25°C, e com precipitações expressivas ao longo do ano. Destaca-se que a vegetação natural nessa área foi substituída por campos e pastagens, para uso na criação de gado leiteiro, sendo que parte dessa região encontra-se abandonada ou subproveitada para a pecuária. Os campos e pastagens constituem-se de cobertura graminóide rala, além de serem comuns os processos erosivos e as queimadas. De acordo com o INEA (2014b), a vegetação da floresta ombrófila tem como característica a umidade e sua aparência é de estar sempre com a coloração verde.

4.1.3 Relevo

Barra Mansa está inserida em uma região onde o relevo constitui-se de colinas (54%) e morros (26%) com extensas áreas desmatadas. Na região, é comum os processos erosivos intensos, que formam voçorocas e ravinas, o que resulta no assoreamento e na degradação da qualidade dos rios, além de reduzir as vazões em períodos de estiagem, diminuindo a infiltração de água nos solos (INEA, 2014a).

Fernandes et al. (2015) também afirmam que o relevo da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (BHMPS) é formado principalmente por morros, colinas e mares de morros. Suas áreas de pastagens são uma das maiores do Estado do Rio de Janeiro.

O município encontra-se a 381 metros de altitude e seu ponto culminante está localizado na Serra do Rio Bonito, no Distrito de Nossa Senhora do Amparo, a 1.305m (BARRA MANSA, 2018).

O relevo de Barra Mansa é classificado como planalto, descendo em direção ao Rio Paraíba do Sul e seus afluentes e elevando-se em sentido ao distrito de Nossa Senhora do Amparo (ALVES et al., 2015).

4.2 O ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL DE NASCENTES (IIAN)

No IIAN, primeiramente devem ser definidos os parâmetros que serão analisados *in loco*, de modo que fiquem claros os critérios utilizados na pesquisa. Para cada parâmetro, é atribuído um valor de acordo com seu estado de conservação.

Conforme Leal et al. (2016), os parâmetros são classificados em bom, médio e ruim e os valores atribuídos são, respectivamente, 3, 2 e 1. Dessa maneira, o somatório mínimo

representará um conjunto de parâmetros considerados ruins e o somatório máximo indicará que todos os parâmetros são bons (Tabela 3).

Cada parâmetro se encaixará em uma das três diferentes classes de análise; posteriormente, será realizado um somatório de cada variável para ser definido e classificado o grau de preservação da nascente, sendo a classe A: ótima, a classe B: boa, a classe C: razoável, a classe D: ruim e a classe E: péssima (Tabela 4).

Para Gomes et al. (2005), é esse método que dá origem à tabela de classificação do grau de preservação e do enquadramento de classes de cada uma das nascentes analisadas.

Tabela 3 - Metodologia do IIAN

ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL MACROSCÓPICO EM NASCENTES			
Parâmetros Macroscópicos	Qualificação		
	Ruim (1 ponto)	Médio (2 pontos)	Bom (3 pontos)
Cor da água	escura	clara	transparente
Odor da água	forte	com odor	ausente
Resíduo ao redor da nascente	muito	pouco	ausente
Materiais flutuantes (resíduo na água)	muito	pouco	ausente
Espumas	muito	pouco	ausente
Óleos	muito	pouco	ausente
Esgoto na nascente	visível	provável	ausente
Vegetação (degradação)	degradada ou ausente	alterada	bom estado
Regeneração	ausente	moderada	presente
Presença de erosão	acentuada	moderada	ausente
Uso por animais	constante	esporádico	ausente
Uso por humanos	constante	esporádico	ausente
Proteção do local	Sem proteção	Com proteção (com acesso)	Com proteção (sem acesso)
Acessibilidade ao local	fácil	difícil	sem acesso
Proximidade com residências (metros)	< 50	entre 50 e 100	> 100
Tipo de área de inserção	ausente (sem informação)	propriedade privada	parques ou áreas protegidas

Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2005), Paraguassú et al. (2010), Torres (2016) e Cruz et al. (2016).

Tabela 4 - Qualificação do grau de preservação das nascentes

CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES QUANTO AOS IMPACTOS MACROSCÓPICOS		
Classe	Grau de proteção	Pontuação*
A	Ótimo	46-48 pontos
B	Bom	43-45 pontos
C	Razoável	40-42 pontos
D	Ruim	37-39 pontos
E	Péssimo	abaixo de 37 pontos

*Somatório dos 16 parâmetros obtidos na Tabela 1.

Ademais, foi elaborada uma tabela com a descrição de critérios para a análise de todos os parâmetros avaliados *in loco*, de acordo com o IIAN, para orientar a atribuição de valores (Tabela 5).

Tabela 5 - Descrição dos parâmetros utilizados para o cálculo do IIAN

Parâmetros	Descrição
Cor da água	Uso de recipiente transparente para coleta e averiguação da cor (escura, clara ou transparente)
Odor da água	Uso do mesmo recipiente anterior para verificação do odor (forte, com odor ou ausente)
Resíduo ao redor da nascente	Presença de resíduos no entorno da nascente (muito, pouco-até 3 unidades- ou ausente)
Materiais flutuantes (resíduo na água)	Presença de objetos na superfície da água (muito, pouco-até 3 unidades- ou ausente)
Espumas	Presença de espuma na superfície da água (muito-bem visível, pouco-visível ou ausente)
Óleos	Presença de óleo na superfície da água (muito-bem visível, pouco-visível ou ausente)
Esgoto na nascente	Presença de algum emissário de água residual e sua distância da nascente (visível-a céu aberto, provável-probabilidade da nascente ser contaminada por efluentes domésticos, ou ausente)
Vegetação (degradação)	Caracterização do grau de preservação da vegetação no entorno da nascente (degradada ou ausente, alterada ou bom estado)
Regeneração	Presença de regeneração da vegetação no entorno da nascente (ausente, moderada ou presente)
Presença de erosão	Presença de erosão na área do entorno da nascente (acentuada, moderada ou ausente)
Uso por animais	Existência de evidências de uso por animais como pegadas, fezes, tocas e esqueletos (constante, esporádico ou ausente)
Uso por humanos	Existência de evidências de uso por humanos como a presença de trilhas ao redor, de bombas de sucção e irrigação (constante, esporádico ou ausente)
Proteção do local	Presença de algum tipo de proteção ao redor da nascente, seja por barreiras naturais ou artificiais (sem proteção, com proteção 'com acesso' ou com proteção 'sem acesso')
Acessibilidade	Condição do acesso à nascente em relação ao relevo e a vegetação (fácil-com trilhas e vegetação de pequeno porte, difícil-relevo acidentado e vegetação mais fechada ou sem acesso)
Proximidade com residências	Distância das nascentes até a residência ou outro estabelecimento em metros (a menos de 50, entre 50 e 100 ou a mais de 100)
Tipo de área de inserção	Localização da nascente em relação ao tipo de preservação local (sem informação, propriedade privada ou parques/áreas protegidas)

Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2005), Paraguassú et al. (2010) e Torres (2016).

4.2.1 Análise da percepção ambiental dos produtores rurais

Para avaliar a percepção ambiental dos produtores rurais, foi aplicado um questionário, embasado no Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN). Para tanto, o IIAN foi reexaminado e reformulado em forma de questionário para atender às necessidades e

aos objetivos da presente pesquisa. Foi utilizada uma linguagem fácil e simples, para que esses produtores pudessem compreender os questionamentos (Apêndice 1), que foram elaborados, cada um, de acordo com os parâmetros relacionados a uma característica física da nascente (*vide* Tabela 3). A aplicação dos questionários deu-se durante o mês de junho de 2018.

Foi solicitado aos produtores rurais da área de estudo que respondessem a um pequeno questionário sobre as nascentes presentes em suas propriedades. Aos que aceitaram a proposta, foram entregues questionários individuais em uma folha de papel A4. Além disso, o preenchimento do questionário foi devidamente explicado e acompanhado pelos pesquisadores. Os produtores receberam orientação para marcarem com “X” a resposta (apenas uma das três opções) mais adequada para cada uma das dezesseis perguntas.

Para compreender como os produtores rurais interpretam o grau de conservação das nascentes presentes em suas propriedades, toda resposta dada para cada parâmetro recebe pontuações, assim como no IIAN. Desse modo, o somatório de pontos também levará à classificação do grau de preservação da nascente sob o ponto de vista do proprietário rural (*vide* Tabela 4).

4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

A coleta das amostras de água das nascentes para análises físico-químicas laboratoriais tem a finalidade de avaliar e comparar a qualidade da água de quatro das dez nascentes estudadas, com diferentes estados de conservação de mata ciliar e de suas coberturas. Os diferentes modos de uso do solo locais foram os determinantes para essa escolha; portanto, as três metodologias utilizadas nesta pesquisa foram posteriormente comparadas. Assim, foram selecionadas duas delas com bom estado de conservação no seu entorno e outras duas consideradas degradadas. Essas quatro nascentes foram escolhidas pelo fato de terem sido quatro das sete primeiras a serem visitadas *in loco*, devido à dificuldade de se encontrar mais propriedades para participar da pesquisa. Portanto, entre essas sete nascentes, quatro delas foram escolhidas com base no estado de conservação e comparando as características físicas de cada área.

Para as análises dos parâmetros físico-químicos, as amostras foram coletadas nas quatro nascentes, em triplicata, para garantir a precisão da técnica. Foram utilizados frascos plásticos com volume de 300 ml, conforme orientado pelo laboratório do Instituto Brasileiro

de Análises (IBRA). Todo o procedimento para a coleta, a preservação e o transporte das análises seguiram as técnicas definidas pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2011).

Posteriormente, as amostras foram enviadas para o laboratório, especializado em análises, IBRA (Instituto Brasileiro de Análises), que aferiu doze parâmetros ao todo. O laboratório baseia-se na metodologia descrita no manual *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Esse método, utilizado pelo laboratório, atende às especificações das normas nacionais de análises de água. Apenas a temperatura foi medida *in loco*, com auxílio de um termômetro químico de laboratório (Tabela 6).

Tabela 6 - Parâmetros físico-químicos analisados nas águas das nascentes

Parâmetros	Símbolo	Metodologia
Temperatura	T (°C)	-
Nitrogênio Amoniacal	N-NH ₄ ⁺	Kjeldahl
Fósforo	P	Espectrofotométrico UV-V
Sódio	Na	Espectrométrico por Emis
Cobre	Cu	Espectrométrico por Abso
Ferro	Fe	Espectrométrico por Abso
Manganês	Mn	Espectrométrico por Abso
Zinco	Zn	Espectrométrico por Abso
Boro	B	Espectrofotométrico da A
Alumínio	Al	Espectrométrico por Abso
Cobalto	Co	Espectrométrico por Abso
Potencial Hidrogeniônico	pH	Potenciometria
Nitrogênio Total	N	-

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

5.1.1 Mapeamento das nascentes

As minas d'água analisadas encontram-se dentro de uma ou mais propriedades privadas onde há, mesmo que sem intensão, impactos ambientais antrópicos. Ademais, as formas de ocupação humana nessas áreas são semelhantes, visto que em todas é comum a atividade de pecuária, que pode interferir nos fragmentos florestais ao redor das nascentes.

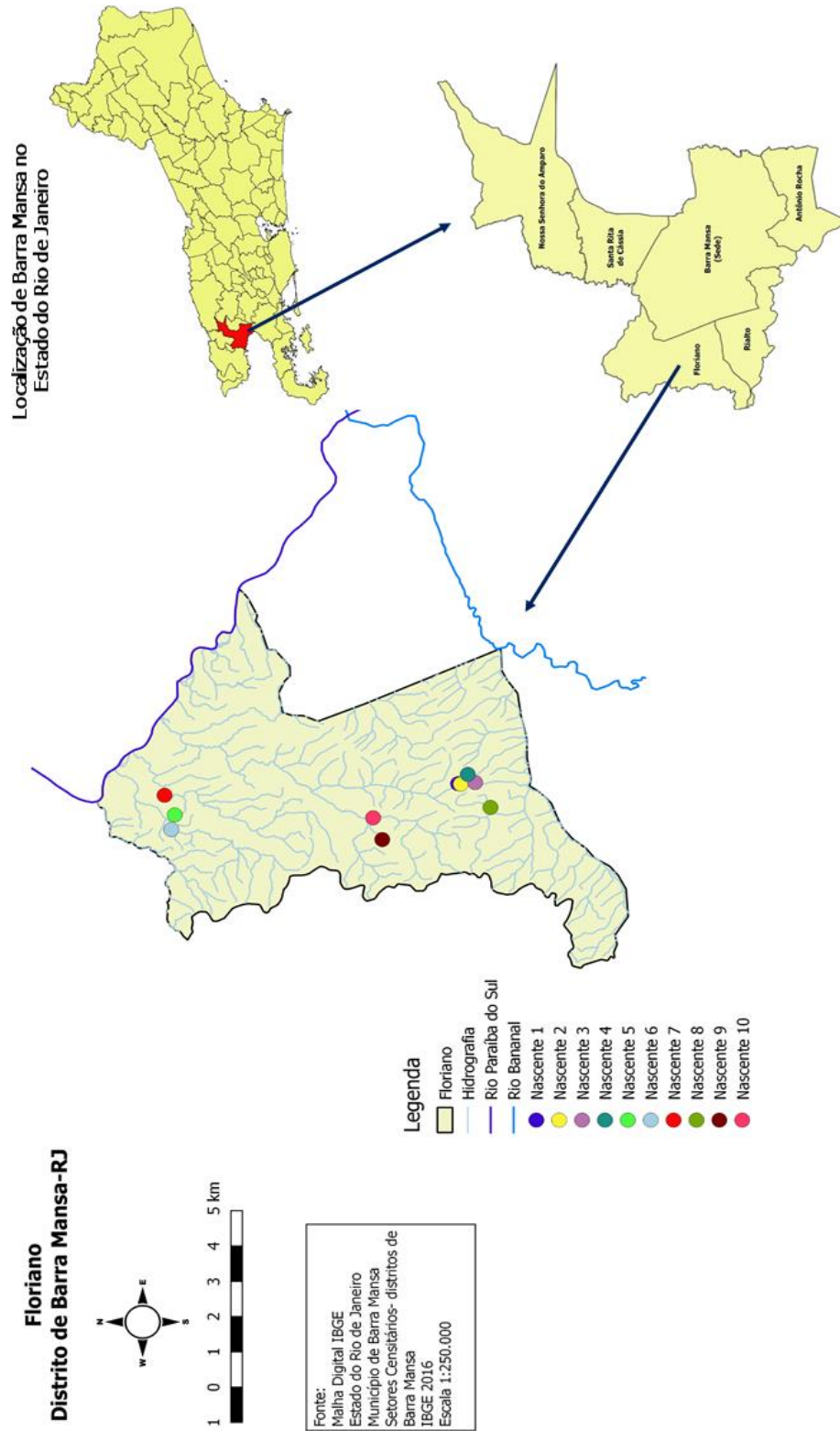
Desse modo, foi elaborada uma tabela (Tabela 7) e um mapa (Figura 9) contendo as posições georreferenciadas das nascentes em estudo, o que foi possível devido ao GPS levado a campo.

De acordo com Felipe (2009), como as nascentes são elementos de grande escala, cerca de 1:1, é difícil definir sua espacialização precisa em mapas de pequenas escalas. Portanto, faz-se necessário reproduzi-las como pontos, o que representará uma medida sem dimensão em termos cartográficos. Além disso, um mapa contendo a localização delas é fundamental para auxiliar planos de manejo de bacia hidrográfica, visto que sua posição é confiável.

Tabela 7 - Coordenadas geográficas das nascentes em estudo

Nascentes	Latitude	Longitude
N1	22°32'36.3"	44°17'46.4"
N2	22°32'38.9"	44°17'46.8"
N3	22°32'52.4"	44°17'45.3"
N4	22°32'45.5"	44°17'37.2"
N5	22°28'9.94"	44°18'17.36"
N6	22°28'06.73"	44°18'32"
N7	22°28'00.44"	44°17'57.92"
N8	22°33'06.7"	44°18'10.0"
N9	22°31'25.0"	44°18'41.9"
N10	22°31'16.5"	44°18'20.3"

Figura 9 - Mapa de localização geográfica das nascentes em estudo, localizadas em propriedades rurais no distrito de Floriano, Barra Mansa, RJ



5.1.1 Caracterização das nascentes

Cada nascente possui suas características físicas e as atividades desenvolvidas nas propriedades rurais podem influenciar nessas características, assim como no estado de conservação delas. Todas as minas d'água caracterizadas nessa pesquisa estão localizadas no já mencionado distrito de Floriano.

As nascentes N1, N2 e N3 encontram-se dentro de uma propriedade rural particular (P1), que é objeto de estudo dessa pesquisa. A única atividade desenvolvida nessa propriedade é a pecuária.

A N1 não se encontra protegida por cerca; portanto, está em desacordo com a Lei Nº 12.651/2012. No decorrer da coleta de dados, foi possível perceber que a presença de bovinos é um dos fatores de degradação da área, visto que eles utilizam a água da nascente para dessedentação. Além disso, alimentam-se de possíveis espécies nativas em regeneração, além de pisoteá-las. Foram encontradas barreiras físicas na área, como a presença de manilhas e encanamentos. A N1 também está próxima (menos de 50 metros) das duas residências da propriedade (Figura 10).

Figura 10 - Nascente 1



Fonte: acervo pessoal, 2018.

A água da N1, no momento da coleta, apresentava coloração transparente, não possuía odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes em seu entorno. A vegetação é composta basicamente por *brachiaria*, embaúbas e outras espécies. Existem várias mudas de árvores na área, que foram plantadas em um projeto de restauração florestal. O fluxo de água dessa nascente é considerado como perene, segundo informação obtida com o proprietário.

A N2 está protegida por cerca e tanto os animais quanto os seres humanos não a utilizam. Na área, há uma manilha com tampa de madeira, representando um obstáculo físico. A água também se apresentava com coloração transparente no momento da coleta, não possuía odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes em seu entorno. A vegetação do seu entorno é composta basicamente por bambu, *brachiaria*, embaúbas e outras espécies e existem várias mudas de árvores em regeneração na área. As residências estão a mais de cem metros de distância dela. Além disso, a fluidez de água é considerada como perene, de acordo com o proprietário (Figura 11).

Figura 11 - Nascente 2



Fonte: acervo pessoal, 2018.

Já a N3, apesar de não estar protegida por cerca, estando em desacordo com a Lei N° 12.651/2012, os animais de produção e os seres humanos não fazem uso dela e a vegetação é mais densa do que nas outras duas minas d'água, o que dificulta o acesso. A água possuía coloração clara, não apresentava odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes ao seu redor. A vegetação presente é mais variada, mas a presença de bambu destaca-se; além disso, a área possui uma maior densidade de espécies em relação às outras nascentes citadas. As residências também estão a mais de cem metros de distância da N3. Pôde-se perceber, durante as visitas *in loco*, que nessa área há vários pontos de borbulhamento de água. O seu fluxo de água é considerado como intermitente, segundo o proprietário; logo, a água surge em um determinado período do ano, desaparecendo durante os períodos de estiagem (Figura 12).

Figura 12 - Nascente 3



Fonte: acervo pessoal, 2018.

As nascentes 4, 5 e 6 (N4, N5 e N6) estão localizadas em outra propriedade rural particular (P2), que também é objeto de estudo dessa pesquisa. O produtor rural que tem posse dessa propriedade desenvolve apenas atividades voltadas para a agricultura orgânica.

A água da N4 apresentou-se transparente e assim como nas outras minas d'água, não havia odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes ao seu redor. Apesar de ela ser cercada, o acesso é fácil, estando muito próxima à estrada que é caminho para os sítios nas proximidades. Há diferentes pontos de borbulhamento na área. A barreira física representada por uma manilha está presente em um dos pontos de afloramento da N4. A área no entorno é consideravelmente exposta, a vegetação constitui-se apenas de mudas de espécies vegetais que foram plantadas em um projeto de restauração florestal na área e estão se desenvolvendo. Segundo o proprietário, na N4, o fluxo de água é considerado como intermitente (Figura 13).

Figura 13 - Nascente 4



Fonte: acervo pessoal, 2018.

Já na N5, ainda que ela não esteja protegida por cerca, os animais de produção não fazem uso de sua água e a vegetação é bem densa em relação às outras minas d'água, o que dificulta o acesso. A vegetação presente é mais diversa, ou seja, há maior densidade de espécies, a água possuía coloração clara, não possuía odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes no seu entorno, é bombeada para ser utilizada pelo proprietário dessa terra. Os obstáculos físicos identificados no entorno da N5 foram uma caixa d'água, uma bomba d'água e encanamentos. As residências também estão a mais de cem metros de distância dessa nascente. De acordo com o proprietário, o escoamento de água da N5 é considerado como perene (Figura 14).

Figura 14 - Nascente 5



Fonte: acervo pessoal, 2018.

A N6 está protegida por cerca, e os animais de produção e os seres humanos não fazem uso dela. A vegetação é composta basicamente por *brachiaria*, além de várias mudas de árvores na área que foram plantadas pelo próprio proprietário; portanto, é uma área aberta e exposta. A água possuía coloração transparente no momento da coleta, mas não possuía odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes no seu entorno. O fluxo de água dessa nascente é considerado como perene, conforme informação obtida com o proprietário. Nela, as residências também estão a mais de cem metros de distância (Figura 15).

Figura 15 - Nascente 6



Fonte: acervo pessoal, 2018.

A N7, apesar de pertencer a outra propriedade rural (P3) próxima à anterior, é arrendada pelo proprietário rural do terreno onde se encontram as nascente 4, 5 e 6, para criação de gado. Apesar de a área não estar protegida por cerca, os seres humanos não fazem uso da água, apenas os animais de produção ingerem-na a aproximadamente dez metros do ponto de afloramento da nascente. A vegetação também é bem densa, assim como na N3 e N5, o que dificulta o acesso a ela. A vegetação presente é mais diversa. A água possuía coloração clara, não possuía odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes no seu entorno. Não há residências próximas dessa nascente. De acordo com o proprietário, o escoamento de água da N7 é considerado como perene (Figura 16).

Figura 16 - Nascente 7



Fonte: acervo pessoal, 2018.

A nascente 8 (N8) pertence a outra propriedade rural (P4), na qual o proprietário também desenvolve atividades voltadas para a pecuária. Ela está protegida parcialmente por cerca, pois apenas um lado encontra-se cercado. Mesmo que os animais e os seres humanos não façam uso da água, o proprietário dessa área permite que os animais fiquem muito próximos ao ponto de afloramento da água subterrânea. A vegetação é composta basicamente por *brachiaria*, não há mudas de árvores em regeneração na área; consequentemente, essa área é aberta e exposta. A água também possuía coloração transparente e não apresentava odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes no seu entorno. O fluxo de água da N8 é considerado como perene, segundo o proprietário. As residências distam entre cinquenta e cem metros dela (Figura 17).

Figura 17 - Nascente 8



Fonte: acervo pessoal, 2018.

As nascentes 9 e 10 (N9 e N10) estão localizadas em outra propriedade rural particular (P5), também objeto de estudo dessa pesquisa. Nas proximidades da N9, não há atividades rurais sendo desenvolvidas, e próximo à N10 há atividades voltadas para a pecuária.

Na N9, os animais de produção não fazem uso da água, porém parte do escoamento dela é canalizado pelo proprietário rural para uso pessoal. Ainda que a N9 não esteja protegida por cerca, a vegetação é a mais densa e também a mais diversa, comparando com as outras minas d'água, e o acesso a ela é difícil; além disso, há várias mudas de árvores em regeneração. A água dessa nascente apresentava coloração transparente e não possuía odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes ao seu redor. O fluxo de água dessa nascente também é considerado como perene e as residências também estão a mais de cem metros de distância dela. (Figura 18).

Figura 18 - Nascente 9



Fonte: acervo pessoal, 2018.

Por fim, a N10 não possuía cercamento, mas mesmo que os animais de produção não utilizem essa água, o proprietário rural às vezes faz uso dela. Para tanto, na área há uma manilha, que representa um obstáculo físico. A vegetação é composta basicamente por *brachiaria*, quase não existem mudas de árvores em regeneração na área. Foi observada apenas a presença de algumas mudas de embaúba; conseqüentemente, essa área é bem aberta e exposta, qualquer pessoa consegue ter acesso à água existente nela. Observou-se que a água da N10 também possuía coloração transparente e não apresentava odor, espuma, óleos, esgoto, nem resíduo e materiais flutuantes no seu entorno. O fluxo de água dessa nascente é considerado como perene, conforme dito pelo proprietário. As residências distanciam mais de cem metros dela (Figura 19).

Figura 19 - Nascente 10



Fonte: acervo pessoal, 2018.

Essa caracterização reflete as características ambientais e de conservação das nascentes analisadas na área rural do distrito de Florianópolis, o que pode indicar que outras áreas

pertencentes à Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (BHMPs) possuem os mesmos problemas e impactos ambientais em relação às nascentes.

Analisando a vegetação dessas dez nascentes, a maioria delas (60%), N1, N2, N4, N6, N8, N10, é pouco florestada e com baixa variedade de espécies: apenas quatro (40%) delas, N3, N5, N7 e N9 possuem vegetação mais desenvolvida e com maior diversidade de espécies. Porém, das dez nascentes analisadas, oito (80%), N1, N2, N5, N6, N7, N8, N9 e N10 possuem fluxo de água contínuo; portanto, há produção de água o ano todo.

Cabe destacar que metade (50%) dessas nascentes, N1, N2, N4, N5 e N10, apresentava alguma barreira física instalada por seres humanos, seja ela representada por manilhas com tampas ou caixas d'água.

Levando em conta a caracterização das nascentes analisadas, a conservação de pequenos fragmentos florestais da Mata Atlântica não deve ser uma opção e sim uma exigência para garantir a biodiversidade remanescente e altamente ameaçada do bioma (VIERIRA et al., 2009).

Em áreas onde é comum a presença de pequenas fazendas, torna-se difícil reflorestar toda a paisagem. Nesses casos, as restaurações são realizadas, geralmente, em locais específicos (LAMB et al., 2005), como é o caso das áreas no entorno das nascentes.

As áreas de estudos dessa pesquisa estavam marcadas pela presença de *Brachiaria*. Cheung et al. (2009) afirmam que a presença de cobertura vegetal formada por ervas, principalmente as exóticas (*Brachiaria decumbens*), interferem de maneira negativa na regeneração natural em áreas de floresta Ombrófila Densa. Os autores recomendam que remover espécies herbáceas exóticas ou controlar as herbáceas nativas pode ser crucial para agilizar a recuperação de pastagens nesse tipo de paisagem.

Ademais, o aumento sustentável da produtividade da pecuária, conciliando o uso de terras para pastagens com outros usos, como a restauração florestal, por exemplo, pode ser considerada uma solução para a preservação de terras para outros fins, assim como contribuir para uma melhor conservação da biodiversidade e para o provimento de serviços ecossistêmicos. A restauração, a apicultura e o turismo rural são atividades propícias para o desenvolvimento dessa sustentabilidade no meio rural (ALVES-PINTO et al., 2017). Sendo que, para Ramos et al. (2017), um manejo florestal sustentável e a redução do desmatamento contribuem para a qualidade da água em uma reserva natural, visto que o solo e a vegetação são fundamentais para essa qualidade.

As florestas nativas do Brasil são bens comuns de todos e um importante patrimônio que a natureza oferece aos seres humanos. Portanto, o manejo florestal sustentável pode contribuir para a conservação de suas funções, assim como viabilizar benefícios econômicos e sociais (LOPES & SOARES, 2013).

Segundo Devede (2013), na Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, as cidades que cresceram nessa região investiram em agricultura e pecuária, antes da chegada do cultivo de café, ou seja, empreendimentos agropecuários estão consolidados há centenas de anos nessa Bacia. Portanto, Menezes (2010) afirma que os produtores rurais precisam de maiores esclarecimentos sobre o manejo no setor agropecuário, pois transmitir corretamente essas informações contribui para a redução de impactos ambientais. Além disso, preserva a saúde humana e animal, que é função de toda a sociedade.

É importante destacar que a ausência de vegetação em uma área interfere na captação de água para abastecimento público, sendo que grande parte dessa captação é realizada em rios e outros corpos hídricos superficiais, que geralmente possuem seu entorno composto por pastagens e áreas urbanas (INEA, 2014a).

Além disso, reduzir florestas em bacias hidrográficas resulta na diminuição de disponibilidade hídrica e facilita os processos de erosão e de degradação dos solos, o que gera frequentes deslizamentos e inundações em cidades e zonas rurais (FERNANDES et al., 2015).

Todos os territórios possuem diversas associações entre os tipos de solo e histórico de perturbação, como a história geológica e a distribuição de diferentes grupos de plantas e animais (CLARK, 2002). E segundo Metzger et al. (2009), para que as ações de conservação sejam eficientes, é preciso levar em conta a estrutura e a dinâmica da paisagem histórica.

Conforme Fernandes et al. (2015), as variações no relevo do Estado do Rio de Janeiro resultam em uma grande diversidade de ambientes, cada um com suas características, diferentes hidrografias, tipos de cobertura vegetal, graus de ocupação e usos dos solos, o que conseqüentemente leva cada região do Estado a possuir diferentes potenciais econômicos e densidades demográficas. Segundo Devede (2013), o território da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (BHMPS) tornou-se vulnerável à erosão devido à ocupação predatória ocorrida na região.

De acordo com Pereira et al. (2017), compreender a atual distribuição da cobertura florestal é importante para a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade. Portanto,

conservar os recursos naturais na região vale do rio Paraíba do Sul irá depender dos modos de uso do solo.

5.2 GRAU DE CONSERVAÇÃO DAS MINAS D'ÁGUA PELO MÉTODO DO ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL DE NASCENTES

As visitas de campo nas dez nascentes em estudo tiveram o intuito de avaliar visualmente suas características ambientais, aplicando o IIAN, através das observações da autora e com base nas descrições da Tabela 4, o que resultou no somatório de pontos de cada parâmetro definido no IIAN. Desse modo, pôde-se definir o grau de conservação das minas d'água de acordo com as classes em que cada uma delas foram enquadradas (Tabela 8).

Tabela 8 - Quantificação e qualificação do grau de preservação das nascentes

Parâmetros Macroscópicos	NASCENTES									
	P1			P2			P3	P4	P5	
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Cor da água	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3
Odor da água	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Resíduo ao redor da nascente	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Materiais flutuantes (resíduo na água)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Espumas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Óleos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Esgoto na nascente	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
Vegetação (degradação)	2	2	3	2	3	1	3	1	3	1
Regeneração	3	3	3	2	3	3	3	1	3	2
Presença de erosão	2	3	3	1	3	3	3	3	3	3
Uso por animais	1	3	3	3	3	3	1	2	3	3
Uso por humanos	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2
Proteção do local	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1
Acessibilidade ao local	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1
Proximidade com residências (metros)	1	3	3	2	3	3	3	2	3	3
Tipo de área de inserção	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Total	36	42	42	38	42	41	41	36	43	39
Classe	E	C	C	D	C	C	C	E	B	D

A investigação das características físicas das nascentes e do seu entorno, baseados na observação *in situ*, indicam que, das dez nascentes, uma delas (10%), a N9, foi enquadrada

com bom estado de conservação (classe B); cinco (50%), a N2, N3, N5, N6 e N7, foram enquadradas no grau de preservação razoável (classe C); duas (20%), N4 e N10, com condição ambiental ruim (classe D) e duas (20%), N1 e N8, como péssima (classe E). Ou seja, a maioria dessas nascentes analisadas apresenta condições ambientais razoáveis.

Os parâmetros utilizados na pesquisa, que podem ser apontados com menores pontuações, foram aqueles que podem ser modificadas pelo homem, a saber: o próprio uso por humanos, a proteção local e a facilidade de acesso à área. Já os parâmetros com maiores pontuações foram a cor da água, o odor, a ausência tanto de resíduos, como de materiais flutuantes, de espumas, de óleo e de esgoto.

A principal atividade desenvolvida nessas propriedades é a pecuária; em apenas uma delas, o proprietário está desenvolvendo atividades voltadas para a agricultura orgânica. Conseqüentemente, essas atividades podem estar interferindo na qualidade ambiental das nascentes.

Foi possível perceber, durante as visitas e as conversas com os proprietários, que a maior parte deles possui a consciência e a preocupação com a recuperação das nascentes presentes em suas propriedades.

Segundo Botelho & David (2002), a criação de gado e as queimadas são os problemas mais frequentes que causam comprometimentos de áreas florestadas. Além disso, de acordo com Pinto et al. (2012), os dejetos domésticos são fontes de transmissão de doenças e um problema para a saúde de comunidades rurais. Estes estão relacionados principalmente às fezes e à urina, que possuem elevada quantidade de agentes patogênicos, sendo que estes permanecem no ambiente devido à falta de sistemas de esgotos sanitários.

A prática de cercamento e reflorestamento ao redor da área de uma nascente é extremamente importante para garantir a qualidade da água desses recursos hídricos. Para Botelho & David (2002), quando a execução de projetos de reflorestamento, em áreas degradadas ou não, é bem conduzida, resulta na formação de matas que cumprem sua função protetora, e conseqüentemente inicia-se um processo de recuperação do ecossistema. A regeneração por plantio de mudas é considerada o método mais comum de reflorestamento no Brasil.

Nos resultados encontrados no IIAN, nas nascentes (N1, N2, N4, N5 e N6), que contêm cercamento, o parâmetro “Proteção local” teve melhores pontuações, porém não interferiu para que tivessem melhores resultados em relação às outras nascentes, visto que o

manejo e uso do solo em uma bacia hidrográfica também refletem na qualidade da água de uma nascente.

A restauração da vegetação é importante para prover melhoras na qualidade da água em bacias tropicais, onde predominam o uso da terra para atividade agrícola. Vale ressaltar que essa restauração não substitui o manejo de conservação florestal em toda bacia hidrográfica (MELLO et al., 2017).

Como a maioria das pesquisas encontradas que utilizou o método do IIAN foi aplicada em áreas urbanas, uma leitura aprofundada delas possibilitou adaptar o IIAN para ser aplicado em áreas rurais (*vide* Tabela 3).

Um exemplo é a pesquisa de França Junior & Villa (2013) que, ao analisarem oito nascentes e seus respectivos canais de drenagem, identificaram seu elevado grau de degradação ambiental, devido principalmente à presença de resíduos sólidos, esgoto doméstico e efluente industrial. Segundo os autores, esse resultado reflete um alerta preocupante relacionado à qualidade hídrica do município, à falta de cobertura vegetal da área de estudo, às ocupações irregulares, à falta de fiscalização e investimentos públicos. Conforme afirmam Silva et al. (2014), as interferências provocadas em águas subterrâneas podem ser resultado da falta de saneamento básico em uma região.

Torres (2016) ao analisar o impacto ambiental de vinte e uma nascentes, também identificou, assim como nesta pesquisa, que nenhuma das nascentes apresentou problemas com odor, óleos, esgoto, espumas e presença de materiais flutuantes; porém destacou que a falta de proteção facilitou o acesso de humanos e animais, aumentou a disposição irregular de lixo e, conseqüentemente, degradou e dificultou a regeneração da vegetação. Portanto, percebe-se que os fatores que causam a degradação das nascentes são similares e retornam sempre para as conseqüências das atividades humanas.

As irregularidades causadas pela urbanização e pela falta de governança apontam para a necessidade de mais coordenação e/ou compreensão dos governantes e da sociedade, para que sejam alcançados os objetivos de conservação ambiental (HUANG et al., 2018).

Segundo Silva et al. (2014), os modos de uso das águas subterrâneas no Brasil são empíricos, improvisados e não controlados, o que causa a redução do fluxo de água de fontes e nascentes, entre outros problemas frequentes.

Do mesmo modo, a pesquisa de Gobbo (2014) utilizou o IIAN como um de seus objetivos para avaliar os impactos ambientais macroscópicos das nascentes do município de

Uberaba-MG. Sendo que nove das dez nascentes analisadas foram enquadradas no grau de preservação ruim ou péssimo. Portanto, foi verificado pela autora que as nascentes estão em péssimo grau de preservação, visto que a maioria delas foi identificada na classe E e localizam-se em áreas urbanas; conseqüentemente, sofrem com as interferências antrópicas, o que pode afetar tanto a potabilidade das águas quanto a preservação do ambiente.

A pesquisa realizada por Neres (2014) caracterizou quatro nascentes através do IIAN. Das nove nascentes analisadas, sete delas foram classificadas como ruim ou péssima, assim como a pesquisa Gobbo, sendo que, segundo a autora, os piores parâmetros responsáveis por essa degradação nas nascentes dessas cidades, por importância de degradação, foram acessibilidade fácil, equipamentos de infraestrutura a menos de 50 metros, sem proteção local, muito lixo ao redor e vegetação degradada ou ausente.

Resultado semelhante foi obtido por Soares (2015), que analisou cinco nascentes do entorno do município de Garanhuns-PE. Ao todo, as cinco nascentes analisadas foram classificadas com grau de preservação razoável ou péssimo. De acordo com o autor, todas as minas d'água apresentaram problemáticas ambientais, por exemplo, aquelas que foram classificadas como razoável possuem predisposições de piorar seu grau de preservação devido à ocupação por habitações, à facilidade de acesso, a proximidades a equipamentos de infraestrutura urbana e a lançamento de esgoto.

As alterações na quantidade de água disponível podem ser relacionadas às condições do ecossistema e da economia de uma região (RANDHIR, 2012). Ademais, o uso desordenado, descompromissado e irresponsável dos recursos hídricos contribui negativamente para o bem-estar de todos os seres vivos e para o desenvolvimento econômico. Devido a isso, vale destacar a necessidade de instrumentos efetivos para a gestão das águas (CARLI, 2015).

Leal et al. (2017) pesquisaram sobre as características de quinze nascentes utilizando o método IIAN, sendo que duas foram classificadas como classe A (ótima), doze como classe B (boa) e uma como classe C (razoável); portanto, estão em bom estado de conservação, posto que nenhuma das minas d'água foi classificada como ruim (D) ou péssima (E). Desse modo, os resultados dessa pesquisa sobre a qualidade ambiental das nascentes foram melhores em relação às pesquisas citadas anteriormente.

Mesmo que as áreas das pesquisas citadas apresentem características físicas e espaciais diferentes das áreas de estudo, os parâmetros mais citados, de modo geral, como

pontos positivos e como pontos negativos para a condição ambiental das nascentes, são semelhantes aos citados nessa pesquisa. Portanto, Felipe (2009) afirma que o método do IIAN mostra como as nascentes, apesar de serem heterogêneas entre si, possuem características comuns que deveriam ser interpretadas para melhor compreendermos os processos que as envolvem. Desse modo, o autor destaca a importância de se pesquisar o meio físico e o comportamento humano em conjunto, dentro de um mesmo sistema geográfico.

Como as características físicas e espaciais de cada área de estudo citada são diferentes, além da quantidade de nascentes analisadas, os resultados não podem ser comparados estatisticamente, por isso destacam-se os impactos negativos que têm sido causados sobre elas e levado à degradação ambiental dessas áreas.

Silva et al. (2014) enumeraram vários fatores que podem interferir na qualidade da água subterrânea, seja através de contaminação por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas; como a destinação final do esgoto doméstico e industrial, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, os postos de combustíveis e a modernização da agricultura. Todos esses fatores mencionados pelos autores são atividades antrópicas que também foram citadas nas pesquisas, mencionadas anteriormente, que utilizaram o IIAN e que apontaram essas atividades como pontos negativos para a qualidade ambiental das minas d'água.

A maioria da população rural, assim como a das respectivas propriedades em análise, possui propensão em confiar nas águas de nascentes e consumi-las sem tratamento ou análise química, visto que existe uma ilusão de que as águas advindas de mananciais são limpas (RANGEL et al., 2006). Conforme afirma Amaral et al. (2003), os poços rasos e nascentes são as principais fontes de abastecimento no meio rural e são fontes propensas à contaminação. Segundo Oliveira et al. (2004), apesar de a maioria da água subterrânea em seu estado natural ter qualidade sanitária adequada e oferecer segurança para o consumo doméstico, diversas fontes são contaminadas devido aos impactos das atividades humanas.

Além disso, a ausência de todos os elementos e instrumentos de proteção às águas subterrâneas apontam que é preciso que a população, que faz uso dessa água, seja melhor instruída sobre a importância da preservação das nascentes para garantir a qualidade de suas águas (AMARAL et al., 2003).

De acordo com Lamb et al. (2005), o desenvolvimento de políticas institucionais, legais e políticas apropriadas podem tornar o reflorestamento mais atrativo para os

proprietários de terras. Alguns exemplos são o fornecimento de empréstimos ou incentivos financeiros para tornar o reflorestamento atrativo, além de mais informações e assistência técnica aos proprietários de terras em relação ao tipo de espécie mais adequada ao plantio e seus valores.

As áreas no entorno de nascentes são protegidas legalmente; conseqüentemente, o uso dessas regiões deve ser destinado apenas para a conservação ambiental. Desse modo, além das Áreas de Preservação Permanente ligadas aos corpos d'água, a proteção de áreas de recarga precisa de atenção, visto que essas áreas contribuem para o aumento de infiltração de água no solo, o que resulta no maior abastecimento de água pelos lençóis subterrâneos (NERES, 2014). Sendo assim, é necessária a preservação e a gestão efetiva, descentralizada e participativa da água, de modo que toda a sociedade contribua com a administração sustentável (CARLI, 2015).

5.3 A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS PRODUTORES RURAIS

O questionário de avaliação de percepção ambiental foi respondido *in loco* pelos quatro produtores rurais. A partir desse questionário, foi possível definir a classe em que cada nascente enquadra-se, conforme a visão desses proprietários (Tabela 9), sendo que um proprietário respondeu sobre as três nascentes (N1, N2 e N3) presentes em sua propriedade (P1), o outro respondeu sobre as quatro minas d'água (N4, N5, N6 e N7) referentes às propriedades P2 e P3, o terceiro contribuinte analisou a única nascente (N8) presente em suas terras (P4) e, por fim, o quarto participante da pesquisa respondeu o questionário para duas minas d'água (N9 e N10) localizadas na P5.

Tabela 9 - Quantificação e qualificação do grau de preservação das nascentes baseada na percepção ambiental de produtores rurais

Parâmetros Macroscópicos	NASCENTES									
	P1			P2			P3	P4	P5	
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Cor da água	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2
Odor da água	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Resíduo ao redor da nascente	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Materiais flutuantes (resíduo na água)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Espumas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Óleos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Esgoto na nascente	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Vegetação (degradação)	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2
Regeneração	2	3	2	3	3	3	3	1	3	1
Presença de erosão	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Uso por animais	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Uso por humanos	3	3	3	1	1	3	3	3	1	1
Proteção do local	3	3	3	2	3	2	2	2	3	1
Acessibilidade ao local	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Proximidade com residências (metros)	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3
Tipo de área de inserção	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Total	41	43	42	40	44	43	44	40	42	37
Classe	C	B	C	C	B	B	B	C	C	D

A análise da percepção ambiental dos produtores rurais fundamentada na observação *in situ* das características físicas das nascentes presentes em suas propriedades apontaram, no geral, cinco nascentes (50%), N1, N3, N4, N8 e N9, com grau de preservação razoável (Classe C); quatro nascentes (40%), N2, N5, N6 e N7, com bom estado de conservação (Classe B) e apenas uma delas (10%), N10, foi enquadrada no grau de preservação ruim, (classe D). Ou seja, a maioria dessas nascentes analisadas apresentam condições ambientais razoáveis, segundo a percepção ambiental dos proprietários rurais.

Confrontando os resultados do IIAN com os obtidos no questionário de percepção ambiental, percebeu-se que não houve grandes diferenças no enquadramento do estado de conservação das nascentes (Tabela 10). As maiores diferenças encontradas foram na N1 e na

N8, onde o resultado do IIAN indicou que ambas as nascentes se enquadram na classe de preservação péssima (classe E); porém, na visão dos produtores, enquadraram-se na classe de preservação razoável (classe C).

Tabela 10 - IIAN x Percepção Ambiental

IIAN x PA*		
Nascentes	IIAN	PA
N1	E	C
N2	C	B
N3	C	C
N4	D	C
N5	C	B
N6	C	B
N7	C	B
N8	E	C
N9	B	C
N10	D	D

*PA= Percepção Ambiental.

Dentre os parâmetros utilizados no questionário, que são os mesmos utilizados no IIAN, os que receberam menores pontuações pelos produtores foram a proteção do local e a facilidade de acesso à área. Já os que foram apontados com as maiores pontuações foram a cor da água, o odor, a ausência de resíduos, de materiais flutuantes, de espumas, de óleo e de esgoto.

Comparando as metodologias, observou-se que os mesmos parâmetros que apresentaram maiores e menores pontuações no IIAN foram semelhantes aos resultados da análise de percepção ambiental (Tabela 11). Portanto, a percepção ambiental do ponto de vista dos proprietários rurais não difere das observações científicas realizadas em campo.

Tabela 11 - Parâmetros do IIAN x Parâmetros do questionário

Parâmetros com menores pontuações		Parâmetros com maiores pontuações	
IIAN	Produtores rurais	IIAN	Produtores rurais
Proteção local	Proteção do local	Cor da água	Cor da água
Facilidade de acesso à área	Facilidade de acesso à área	Odor	Odor
Uso por humanos		Ausência de resíduos	Ausência de resíduos
		Ausência de materiais flutuantes	Ausência de materiais flutuantes
		Ausência de espumas	Ausência de espumas
		Ausência de óleo e esgoto	Ausência de óleo e esgoto

Gao et al. (2018) destacam que a conscientização pública e o senso de responsabilidade em relação aos recursos hídricos e a sua qualidade são alguns dos fatores que podem interferir nas atitudes comportamentais das pessoas. Para Alam (2011), compreender as diversas formas de vínculos com um local e as atitudes de residentes em relação à melhoria ambiental pode ser um passo útil para compreender essas atitudes, além de contribuir com informações para os processos de tomada de decisão.

Através do contato com os proprietários rurais que contribuíram para essa pesquisa, pôde-se perceber como eles se preocupam com as nascentes presentes em suas propriedades e também reconhecem a importância desse recurso hídrico. Portanto, já existe uma consciência ambiental entre esses proprietários. Porém, alguns problemas em relação à conservação e à manutenção das nascentes são amenizados pelos produtores, como o estado da vegetação ao redor das nascentes, a presença de erosão, o uso por animais, o uso por humanos e a proteção local.

O comportamento ambiental de agricultores também pode ter interferência de fatores como a renda familiar e diferenças culturais (WANG et al., 2018). Segundo Kummer (2007), para compreender a realidade de áreas rurais, é preciso que o processo de comunicação envolva tanto a interação quanto o diálogo, com o intuito de que haja uma troca de saberes entre um intermediário e a população do campo.

Duas das cinco propriedades visitadas durante essa pesquisa, que possuem sete das dez nascentes que foram os objetos da pesquisa (N1, N2, N3, N4, N5, N6 e N7), já sediaram o Curso de Reflorestamento (com ênfase em proteção de nascentes) oferecido pelo Sindicato Rural de Barra Mansa. Nesse curso, tanto a parte teórica quanto a prática foram realizadas nas

propriedades. O Sindicato também distribuiu aos participantes material educativo sobre o tema (DIAS et al., 2011), com orientações didáticas e práticas, além de alguns elementos da legislação. Durante a parte prática, pelo menos uma das nascentes de cada propriedade é utilizada como modelo de aplicação do reflorestamento.

Os proprietários rurais que recebem auxílio e orientações do Sindicato demonstraram maior compreensão aos assuntos que envolvem as nascentes, seja em relação à definição desse recurso, seja sobre a importância da vegetação para a produção de água em nascentes ou até mesmo sobre a legislação ambiental voltada para minas d'água.

O Curso de Reflorestamento oferecido pelo Sindicato Rural de Barra Mansa também é uma ferramenta que une os proprietários rurais e leva conhecimento à população rural, contribuindo, assim, para mudanças de atitudes dessa população em relação à conservação ambiental. A transmissão de saberes e conhecimento entre as partes interessadas é fundamental para a melhoria da qualidade ambiental nessa região. A partir do momento que um proprietário modifica suas atitudes, ele pode influenciar os demais proprietários a terem atitudes mais conscientes e benéficas para sua propriedade. Isso pode contribuir positivamente tanto para o meio ambiente quanto para a qualidade de vida nessas áreas rurais. Ademais, Wang et al. (2018) apontam que seminários de tecnologia de produção agrícola mais eficientes e seguros também devem ser oferecidos em áreas rurais.

Além disso, valorizar e reconhecer as relações sociais, econômicas e culturais no meio rural é, segundo Chiodi et al. (2013), importante para a gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas. E para Oliveira (2016), aplicar entrevistas semiestruturadas para analisar a percepção ambiental de pequenos e médios produtores rurais em sua pesquisa também foi importante para compreender o modo de vida do campo e as condições ambientais do meio em que esses produtores vivem.

Carvalho (2016) também identificou que os questionários aplicados em sua pesquisa para verificar a percepção ambiental de produtores rurais, em relação às práticas de recuperação de nascentes, mostrou que esses produtores reconhecem a importância da preservação ambiental e da recuperação de nascentes; os produtores apontaram essa conservação como benéfica para as atividades econômicas, para o meio ambiente e também para suas vidas.

Essa percepção ambiental pré-existente de produtores rurais também foi pontuada na presente pesquisa, e os produtores que participaram da pesquisa de Carvalho (2016) também

já possuem uma consciência ambiental, o que igualmente pode contribuir para expandir essa ideia para outros setores da população.

Outro estudo ligado à percepção ambiental de produtores relacionado a nascentes foi o de Gonçalves & Gomes (2014), que analisaram a percepção ambiental de produtores rurais participantes do Programa Preservando Nascentes e Municípios na sub-bacia hidrográfica do rio Poxim-Açú, em Sergipe. Foram observadas pelos autores diferentes percepções dos produtores rurais sobre o meio ambiente, que estavam baseadas nos sentidos, identidades e aspectos culturais. Estes produtores demonstraram um vínculo com a natureza, principalmente aqueles que moram no mesmo local em que trabalham e estão próximos ao rio, demonstrando maior preocupação em relação à água. Gonçalves & Gomes destacaram a preocupação dos produtores com a redução de suas áreas de cultivo para a recuperação florestal, pois eles questionam se as áreas reflorestadas não podem ter espécies que gerem um retorno econômico ou de subsistência. Nesse estudo, o conhecimento e/ou interesse pela legislação ambiental apresentou-se limitado.

A ausência de conhecimento sobre a legislação ambiental que envolve as nascentes, os recursos hídricos e a questão florestal também foi percebida entre os proprietários que contribuíram para essa pesquisa. Durante as visitas *in loco* e através da interação com os proprietários, pôde-se perceber que apenas dois dos quatro proprietários possuem um conhecimento maior sobre essas legislações, sendo que demonstraram interesse pelo conhecimento das questões que envolvem a área ambiental de suas propriedades. Os outros dois proprietários, apesar de reconhecerem a importância das nascentes, estavam menos cientes dos procedimentos necessários à proteção das nascentes e também não estavam muito interessados nas questões legais. Gonçalves & Gomes (2014) destacam a importância de maiores esclarecimentos sobre o assunto através de palestras e cursos de Educação Ambiental.

É importante que os agricultores tenham a capacidade de se dedicarem à proteção ambiental (WANG et al., 2018). E a reflexão relacionada ao apego de um indivíduo a um lugar tem sido cada vez mais frequente em pesquisas sobre o manejo de ecossistemas (ALAM (2011).

Carvalho (2016) também apontou que há uma necessidade de se desenvolver programas de Educação Ambiental para os produtores rurais, englobando assuntos de seu interesse e que mostrem as relações de causa e efeito das questões ambientais. Além disso, o comportamento e a percepção ambiental de produtores rurais podem ser influenciados pelas

suas formas de contato com a natureza, ou seja, pela maneira como vivem no ambiente e de como utilizam os recursos fornecidos pela natureza. Os modos de uso dos recursos naturais refletem a maneira como os produtores enxergam o meio ambiente.

Outro estudo que também analisou a percepção ambiental de produtores rurais foi realizado por Paiva & Coelho (2015), que discutiram o perfil socioeconômico, a percepção quanto à sustentabilidade ambiental e serviços ecossistêmicos, além da consciência ambiental dos produtores inseridos no Programa Produtor de Água e Floresta (PAF) da cidade de Rio Claro/RJ. Os autores dessa pesquisa observaram que grande parte dos produtores já era praticante de conservação ambiental e aderiu ao PAF devido à consciência ambiental que já possuía, ou seja, a preservação e a recuperação ambiental são aliadas à qualidade de vida, e com essa visão, esses produtores veem e consideram essas práticas importantes. Paiva & Coelho afirmam que o PAF foi importante para a alteração de atitude de alguns produtores em relação às ações de conservação ambiental, visto que essas práticas já eram adotadas pela maioria deles.

Assim como observado nessa pesquisa, em outros estudos, como alguns mencionados anteriormente (Guimarães & De Paula, 2013; Paiva & Coelho, 2015; Carvalho, 2016), os pesquisadores observaram que, independente da metodologia utilizada para avaliar a percepção ambiental e da região geográfica estudada, é possível identificar que os moradores das áreas de estudo já possuem alguma percepção ambiental em relação à qualidade da água. Doria (2009) afirma que se pode obter informações sobre a água através de diversas fontes impessoais e interpessoais; ademais, o grau de importância de algumas fontes de informação irá variar geograficamente, dependendo da influência de alguns fatores, como os demográficos.

Ao analisarem a percepção ambiental de produtores rurais do assentamento Amaralina, na bacia hidrográfica do rio Verruga, na Bahia, Guimarães & De Paula (2013) observaram que o estado crítico em que esse rio encontra-se também é resultado da não conscientização da população para a preservação dos recursos hídricos, e grande parte dos problemas identificados estão ligados às condições de degradação das águas. Os problemas relacionados à saúde tiveram origem por meio do contato com a água contaminada, de acordo com os produtores.

A BHMPs, onde estão inseridas as nascentes que são o foco dessa pesquisa, também apresenta um estado de deterioração preocupante, principalmente no que diz respeito ao seu

rio principal, o rio Paraíba do Sul. Essa situação também pode ser resultado da ausência de conscientização e de atitudes da população sobre os atuais desafios de conservação dos recursos hídricos, além dos já mencionados impactos negativos causados pela intensificação da industrialização e da urbanização na região (TOLEDO & PEREIRA, 2004; MOREIRA, 2014; OLIVEIRA et al., 2017).

De acordo com Menezes (2008), a situação ambiental da região do Médio Vale do Paraíba do Sul é preocupante, também em relação à cobertura vegetal, que desempenha diversas funções ambientais e papéis paisagísticos, além de ser fundamental para compreender os instrumentos de conservação e renovação desses fragmentos, assim como facilitar as propostas metodológicas de conservação e recuperação dessas áreas.

A análise de como a qualidade da água é percebida pela população é um tema muito diverso e difícil de sintetizar como uma teoria global (DORIA, 2009). As pesquisas mencionadas acima (Rocha et al., 2006; Menezes, 2010; Alam, 2011; Chiodi et al., 2013; Guimarães & De Paula, 2013; Paiva & Coelho, 2015; Lucena & Freire, 2015; Carvalho, 2016; Wang et al., 2018) abordaram diferentes metodologias para mostrar a percepção ambiental sobre recursos hídricos de populações com diferentes hábitos, adquiridos de acordo com as características dos locais onde residem. Nessa pesquisa, a percepção ambiental dos moradores foi discutida de acordo com a visão deles sobre cada item do questionário, ou seja, eles próprios analisaram as condições ambientais das nascentes.

Ao discutir sobre as variáveis que envolvem a percepção pública sobre a qualidade da água potável, Doria (2009) afirma que essa percepção é resultado da interação de diversos fatores, como a percepção de risco em relação à qualidade da água, as atitudes sobre o uso de produtos químicos na água, os problemas relacionados a experiências passadas, como as migrações e urbanização crescente, as informações fornecidas pelos meios de comunicação e fontes interpessoais, entre outros.

Além disso, Lamb et al. (2005) acreditam que o envolvimento de muitos proprietários individuais ou gestores de terras em reflorestamentos pode contribuir com a atual escala de degradação da ambiental. Visto que, segundo Miranda et al. (2015), os históricos de uso do solo foram responsáveis pela supressão das florestas nativas e esgotamento dos solos, contribuindo para que eles fiquem pobres em nutrientes. Cabral & Fiszon (2004) também afirmam que a maneira que o ser humano utiliza o solo e os recursos ambientais é resultado dos diferentes processos históricos de ocupação de terras.

Para adequar as boas práticas agrícolas à proteção ambiental, é necessário melhorar o acesso ao crédito, à expansão de informações técnicas e à escassez de mão-de-obra, além do maior monitoramento e fiscalização dessas práticas, para que as normas ambientais sejam cumpridas (LATAWIEC et al., 2017).

A aplicação de diferentes métodos e através de um questionário mais aprofundado também pode contribuir para melhorar a compreensão da percepção ambiental dos produtores rurais, assim como detalhar suas atitudes de conservação, seu envolvimento e apego ao local em que residem. Isso se deve ao fato de que, segundo Doria (2009), os fatores que são utilizados para análise das percepções da qualidade da água potável variam em cada estudo, ou seja, diversos estudos consideram variáveis diferentes dos métodos originais. Acredita-se que isso ocorra para que a metodologia utilizada atenda aos objetivos de cada pesquisa.

Para Latawiec et al. (2017), as condições socioeconômicas e as perspectivas dos agricultores devem receber maior atenção durante a elaboração de políticas agrícolas e meios de incentivo à conservação. Isso porque a falta de compreensão dos problemas que os agricultores enfrentam impede que boas práticas agrícolas sejam aplicadas localmente.

Os dados obtidos em pesquisas que levam em consideração as percepções e opiniões dos residentes locais podem ser primordiais para direcionar programas de educação e conscientização, além de serem definidas prioridades e formulações de políticas (ALAM, 2011). E de acordo com Doria (2009), as pesquisas e métodos qualitativos podem melhorar os serviços prestados e também informar sobre políticas específicas.

5.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Das dez nascentes analisadas, em quatro delas (N1, N3, N5 e N6) foi realizada a análise físico-química das águas, sendo que a N1 e a N3 pertencem à propriedade 1 (P1) e a N5 e N6 à P2. Essa análise teve o intuito de avaliar a qualidade da água em áreas com diferentes usos do solo no distrito de Floriano, localizado na área rural de Barra Mansa-RJ. A N1 representa uma área degradada e com pastagem; a N3, uma área florestada com residências no seu entorno (as residências encontram-se a mais de cem metros de distância); a N5 é outra área florestada, porém sem residências nos seus arredores (as residências estão localizadas a uma distância de mais de cem metros) e a N6 representa uma nascente com área degradada em sua volta.

A nascente N1 foi classificada com grau de preservação Ruim (Classe E) e as N3, N5 e N6 foram enquadradas no estado de conservação Razoável (Classe C), de acordo com o IIAN.

Nas nascentes N1 e N6, foi observado que a vegetação é composta basicamente por *brachiaria*, mesmo havendo várias mudas de árvores plantadas em ambas as áreas. Já na N3 e na N5, a vegetação é mais densa e variada que nas outras duas nascentes.

Os resultados das análises da água das nascentes, que utilizou unidades de medidas em mg/l, disponibilizados pelo Laboratório IBRA, foram comparados com os valores máximos permitidos (VMP), para cada parâmetro, definidos pela Portaria Nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005) (Tabela 12).

Tabela 12 - Características físicas e químicas da água de quatro nascentes da área rural de Barra Mansa-RJ

Parâmetros	VMP	VMP	AMOSTRA	NASCENTES			
	CONAMA Nº 357 (mg/L)	PORTARIA Nº 2.914 (mg/L)		N1	N3	N5	N6
Temperatura °C	-	-	1	21	19	20	18
N-NH ₄ ⁺	3,7	-	1	6,73	0	28,62	0
			2	0	27,68	0	18,17
			3	0	6,88	0	0
P	0,03	-	1	0,13	0,1	0,17	0,11
			2	0,11	0,12	0,19	0,13
			3	0,09	0,1	0,29	0,11
Na	-	200	1	1,39	0,84	2,2	2,28
			2	1,32	1,06	2,34	2,72
			3	1,45	0,91	2,29	2,11
Cu	-	2,00	1	0	0,01	0,01	0,01
			2	0	0,01	0,01	0,01
			3	0	0,01	0,01	0,01
Fe	0,30	0,30	1	1,26	0,1	0,1	0,1
			2	0,1	0,1	0,1	0,1
			3	0,1	0,1	2	0,1
Mn	0,10	0,10	1	0,04	0,06	0,38	0,1
			2	0,04	0,06	0,38	0,08
			3	0,05	0,06	0,43	0,07
Zn	0,18	5,00	1	0	0,01	0,01	0,01
			2	0	0,01	0,01	0,01
			3	0	0,01	0,01	0,01
B	0,5	-	1	0	0,01	0,01	0,00
			2	0,01	0,01	0,07	0,01
			3	0	0,01	0,08	0,01
Al	0,1	0,2	1	1,09	1,13	1,36	1,14
			2	0,65	1,04	0,22	0,3
			3	1,27	0,13	0,9	0,79
Co	0,05	-	1	0,01	0,01	0,01	0,01
			2	0,01	0,01	0,01	0,01
			3	0,01	0,01	0,01	0,01
pH	6 à 9	6 à 9,5	1	5,7	5,5	6,2	7,2
			2	5,8	5,6	6,2	7,2
			3	5,8	5,5	6,3	7,1
N	1,27	-	1	2,52	0	0	0
			2	0,56	0,28	0	0
			3	0	1,68	0,84	0,28

Através dessa comparação, pôde-se perceber que alguns dos parâmetros analisados encontram-se em desconformidade com a Resolução CONAMA Nº 357/2005 e/ou com a Portaria Nº 2.914/2011. Ao todo, sete (N-NH_4^+ , P, Fe, Mn, Al, pH e N) dos treze parâmetros analisados, 53,85%, apresentaram valores de concentração acima do permitido pela legislação, o que comprova a qualidade sanitária insatisfatória dessas águas. Embora os parâmetros químicos analisados não tenham apresentado concentrações muito elevadas, pode haver riscos associados ao consumo dessas águas.

É importante salientar que os produtores rurais em questão, conforme afirmam Amaral et al. (2003), ficam expostas ao risco de enfermidades de veiculação hídrica quando utilizam água em condições inadequadas para consumo. Por exemplo, os metais presentes na água são absorvidos pelo organismo humano através do tubo digestivo e podem ter efeitos tóxicos agudos ou crônicos (FREITAS et al., 2001).

Cinco dos parâmetros, 38,47%, continham valores aceitáveis pela legislação (Cu, Zn, B, Co e pH). Apenas o parâmetro Temperatura (7,69%) não possuía valor de referência de concentração máxima permitida legalmente.

Quando são definidos padrões de potabilidade para certas substâncias químicas e físicas, quer dizer que em determinadas concentrações essas substâncias representam um risco à saúde humana ou animal. Segundo Doria (2009), na água potável há diversas substâncias, porém poucas delas recebem atenção devida da população.

Grande parte das águas subterrâneas em seu estado natural apresenta características como a boa qualidade sanitária; portanto, o consumo doméstico dessas águas proporciona uma maior seguridade. Porém, as águas subterrâneas podem apresentar problemas em sua qualidade, o que impediria seu uso para diversas finalidades, mesmo sendo considerado que essas águas são mais protegidas de contaminantes externos. Além disso, a contaminação de algumas dessas águas é proveniente das atividades antrópicas (OLIVEIRA et al. 2004).

Cabe destacar que todos os proprietários que participaram dessa pesquisa, através de declarações informais, consideram a água das nascentes de boa qualidade; desse modo, não utilizam nenhum tipo de tratamento ao consumi-la.

Considerando os onze dos doze parâmetros analisados que possuem valores de referência legalmente (N-NH_4^+ , P, Cu, Fe, Mn, Zn, B, Al, Co, pH e N), os resultados dessas análises indicam que as nascentes florestadas não apresentaram melhores resultados de qualidade da água do que as nascentes degradadas. Além disso, o resultado do IIAN

apresentou-se diferente apenas para a nascente degradada N1, com grau de preservação péssimo, classe E. As nascentes N3 e N5, florestadas, e a N6, degradada, apresentaram o mesmo grau de preservação: razoável, classe C. Os resultados do IIAN relacionados aos resultados da percepção ambiental dos produtores rurais e das análises de água podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13 - Resultados do IIAN x PA x análises de água

	N1	N3	N5	N6
Classe do IIAN	E	C	C	C
PA*	C	C	B	B
Parâmetros de acordo com VMP	B	B	B	B
	Co	Co	Co	Co
	Cu	Cu	Cu	Cu
	Zn	Zn	pH	pH
			Zn	Zn
Total	4	4	5	5
Parâmetros em desacordo com o VMP	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺	N-NH ₄ ⁺
	Al	Al	Al	Al
	Fe	N	Fe	P
	N	P	Mn	
	P	pH	P	
Total	6	5	5	3

*PA: Percepção Ambiental dos produtores rurais.

Comparando as quatro nascentes, a N1 e a N3, que são locais degradados e preservados, respectivamente, e que se localizam na mesma propriedade (P1), tiveram comportamento semelhante durante as análises químicas e físicas. E a N5 e a N6 tiveram resultados semelhantes em relação aos parâmetros de acordo com VMP pelas leis brasileiras.

A nascente degradada N1 apresentou seis parâmetros (N-NH₄⁺, P, Fe, Al, pH e N) fora do padrão de potabilidade e apenas quatro (Cu, Zn, B e Co) dentro do limite permitido pela legislação. Já a N6, também degradada, apresentou apenas três parâmetros em desacordo com o permitido por lei (N-NH₄⁺, P e Al) e cinco de acordo com a legislação (Cu, Zn, B, Co e pH).

As nascentes florestadas (N3 e N5) apresentaram o mesmo número (cinco) de parâmetros com concentrações fora do permitido pela lei para consumo humano, sendo que,

para a N3, esses parâmetros foram o N-NH_4^+ , P, Al, pH e o N; já para a N5, os parâmetros com valores acima do permitido foram o N-NH_4^+ , P, Fe, Mn e Al. Já em relação aos parâmetros que estão dentro do permitido pela legislação para as N3 e N5, foram quatro (Cu, Zn, B e Co) e cinco (Cu, Zn, B, Co e pH), respectivamente.

Dos parâmetros que se apresentaram em desconformidade com a legislação, o N-NH_4^+ , nas quatro nascentes analisadas, apresentou valores acima do permitido pela Resolução CONAMA N° 357/2005, o que, segundo Silva et al. (2014), pode representar uma recente contaminação por esgotos domésticos, fossas sépticas, excrementos/fezes de animais, ou até por fertilizantes nitrogenados. Para os autores, comparando as duas formas dissolvidas do N-NH_4^+ , a amônia não ionizada (NH_3) e o íon amônio (NH_4^+), o NH_3 é mais tóxico, porém as concentrações do NH_4^+ podem se elevar sem que sua toxicidade seja crítica. Para isso, o pH e a temperatura precisam se manter em determinados limites.

Algumas substâncias químicas que além de causarem risco à saúde humana e animal, também resultam em riscos ao meio ambiente, visto que pode ocorrer contaminação ambiental, porque substâncias persistentes permanecem por muito tempo nos solos, águas, vegetais e animais, ou seja, são passíveis de serem consumidos (PINTO et al., 2012).

O parâmetro pH apresentou valores tanto conforme o permitido pela legislação quanto em desconformidade. Isso ocorreu devido às nascentes N1 e N3 terem apresentado valores abaixo do recomendado por essas duas legislações. As N5 e N6 apresentarem valores de pH dentro do permitido. De acordo com Oliveira et al. (2004), o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade são os principais fatores que determinam o pH da água.

Na pesquisa de Pinto et al. (2012), para avaliar as características da água de cinco nascentes com diferentes usos do solo (nascente perturbada, nascente com pastagem, nascente com cultivo de café, nascente com casas e nascente com policultivo), foi observado que o parâmetro pH estava de acordo com os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA N° 357/2005. Já na pesquisa de Pastro et al. (2018), ao avaliar a qualidade da água em microbacias sob diferentes usos do solo (pastagem, reflorestamento de floresta primária, floresta e plantação de café), detectou-se que o pH variou durante o ano em relação ao período seco e chuvoso, sendo que, na estação de chuva, o pH variou entre 5,5 e 6,9 e, na estação seca, o pH variou de 5,9 a 7,1. Essa variação do pH em diferentes estações do ano pode explicar o pH abaixo do recomendado ($\text{pH} < 6$) como foi observado na N1 e N3.

O pH também pode ter variação devido à biodegradação do material arbóreo, seja pelas raízes das árvores que produzem resíduos ou pela produção de ácidos orgânicos que alteram o pH e outros compostos (RAMOS et al., 2017). Os íons de hidrogênio resultantes da lixiviação de matéria orgânica em decomposição podem refletir nessa variação do pH (SILVA et al., 2014).

O P também apresentou valores acima do permitido pela Resolução CONAMA N° 357 para as quatro nascentes. De acordo com Mello et al. (2018), o tipo de uso e ocupação da terra em uma microbacia interfere nos teores de P presente na água.

Conforme Silva et al. (2014), a identificação do P em um meio aquático ocorre de diversas maneiras, podendo ser encontrado na sua forma orgânica através da matéria orgânica dissolvida e particulada na biomassa; na inorgânica, considerando a fração solúvel que é representada pelos sais de fósforo dissolvidos e na forma insolúvel, através presença de minerais de difícil solubilização.

Conforme as duas legislações mencionadas para avaliar o VMP de concentração de determinados parâmetros, o Fe apresentou-se fora dos padrões de potabilidade para as nascentes N1 e N5. Sendo que a N1 é uma nascente degradada e a N5 não. Um dos problemas mais frequente em relação à presença de Fe dissolvido e em teores elevados na água para uso doméstico é a limitação de seu uso (OLIVEIRA et al., 2004). Na pesquisa de Pinheiro et al. (2014), o Fe apresentou uma conduta específica em áreas com uso agrícola e urbanização.

Oliveira et al. (2004) explicam que, em águas subterrâneas, o Fe misturado nessas águas passa um tempo prolongado distante do contato com o ar, e quando a água alcança a superfície, o oxigênio dissolve-se nelas. Desse modo, o nível de Fe^{+2} solúvel é transformado em Fe^{+3} insolúvel e isto resulta um depósito marrom-alaranjado de $Fe(OH)_3$. Essa é uma reação comum em águas subterrâneas.

O Mn apresentou valores elevados somente na nascente N5, que já possui uma vegetação formada, de acordo com a Resolução CONAMA N° 357/2005 e Portaria N° 2.914/2011 em discussão. Segundo Oliveira et al. (2004), normalmente o Mn apresenta teores abaixo de 0,2 mg/L em águas subterrâneas como foi visto na N1, N3 e N6. Ademais, os autores reiteram que o Mn é considerado um elemento que acompanha o Fe devido ao seu comportamento geoquímico; portanto, são elementos químicos frequentemente associados.

O Al também apresentou valores em desconformidade com as leis mencionadas nas quatro nascentes. Um dos problemas causados pelo Al está relacionado a doenças

neuroológicas. Por isso, Freitas et al. (2001) afirmam que o Al é considerado um composto neurotóxico que pode causar encefalopatia grave em pacientes que sofrem diálise renal; portanto, podem causar distúrbios neurológicos, a longo prazo.

Conforme ressaltam Freitas et al. (2001), o Al, Fe e Mn podem ter tanto origens naturais como antrópicas. Isso se deve à presença de lixões, valas negras e ao grande número de fossas em uma região. Esses tipos de poluições podem causar a contaminação do lençol freático, devido ao líquido que percola através do solo, ao chorume, proveniente da decomposição de resíduos e do esgoto *in natura*. Esse líquido pode interferir no pH do solo, mobilizando metais, que passaram para sua forma dissolvida na água.

O N total ultrapassou o VPM na N1 e N3, segundo a Resolução CONAMA N° 357/2005. Segundo o estudo de Pastro et al. (2018), as microbacias com pastagem e floresta apresentaram elevados valores de nitrogênio total, e, para os autores, isso ocorre, também, devido à presença de bovinos na primeira área e a animais silvestres na segunda. Essas são características identificadas nas N1 e N3. De acordo com Mello et al. (2017), o desenvolvimento urbano e agrícola constantemente eleva as concentrações de nitrogênio na água.

Os componentes químicos presentes nas águas subterrâneas podem ter origem através de diversos fatores, modificando quali-quantitativamente essas águas, como as deposições atmosféricas, a infiltração de esgoto (FREITAS et al., 2001), a disposição inadequada de resíduos sólidos e a modernização da agricultura. Portanto, esses fatores contaminam essas águas com bactérias e vírus patogênicos, parasitas, além das substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA et al., 2014).

Os valores de temperatura da água das quatro nascentes não tiveram grandes variações, ficando entre 18°C e 21 °C. Portanto, as menores temperaturas não foram registradas nas nascentes florestadas. Por exemplo, na N5, que possui seu entorno florestado, com as copas das árvores já fechadas, a temperatura da água foi de 20°C, temperatura mais elevada do que na nascente N6 (18°C), que possui seu entorno composto basicamente por *brachiaria*, ou seja, é uma área aberta e exposta; portanto, a tendência seria de a temperatura ser mais elevada.

Essas diferenças de temperatura podem ser explicadas devido às águas subterrâneas possuírem pequena amplitude térmica, ou seja, sua temperatura não recebe influência das mudanças da temperatura atmosférica (OLIVEIRA et al., 2004).

Ademais, Gandolfi (2000) também explica que nos diferentes ambientes dentro de uma comunidade florestal, há diversos regimes de luz. Por exemplo, em florestas tropicais úmidas, a distribuição das espécies depende da adaptação de cada uma delas aos regimes de luz existentes; já em florestas estacionais semidecíduais, a maior diversidade de regimes de luz leva as espécies de uma área a apresentarem comportamentos um pouco diferente do que nas florestas tropicais. E de acordo com Bonan (2002), as principais causas relacionadas à distribuição biogeográfica da vegetação no planeta são a temperatura e a precipitação. Portanto, o tipo de vegetação irá interferir nas trocas de energia e umidade com a atmosfera.

A associação de fatores externos e internos que envolvem uma floresta determinam as condições de luz disponíveis às plantas no seu interior. Por exemplo, a latitude, o relevo e a nebulosidade são fatores que também determinam a chegada e os regimes de luz sobre uma área e dentro dela. A luminosidade também varia de acordo com a duração do movimento aparente entre o nascimento e o pôr do Sol, sendo que sua duração é maior no verão do que no inverno (GANDOLFI, 2000). Todos esses fatores mencionados e a associação entre a luminosidade e a vegetação podem ter interferido nos valores de temperatura obtidos nessa análise.

Os valores registrados de temperatura da água de nascentes são diferentes dos resultados encontrados na pesquisa de Pastro et al. (2018), na qual as nascentes com diferentes usos de solo apresentaram uma variação de temperatura no período chuvoso de 25,7 °C a 28,7 °C e no período seco de 22,4 °C a 25,8 °C. De acordo com Mello et al. (2018), a variação espacial e as mudanças de estação interferem na qualidade da água, tanto em relação ao seu fluxo quanto a sua temperatura.

Na pesquisa de Fierro et al. (2017), os rios que escoam por bacias hidrográficas agrícolas apresentam valores de temperatura mais altos do que em áreas com outros usos de terra, e isso pode ser explicado devido à ausência de cobertura vegetal, porém essas temperaturas não foram extremamente maiores do que em outras áreas. Além disso, foi identificada elevada concentração de condutividade, o que também pode estar relacionado a terras agrícolas e plantações florestais exóticas; portanto, os autores apontam que esses dois tipos de uso do solo podem interferir negativamente na qualidade físico-química da água.

As avaliações físicas e químicas dos parâmetros Cu, Zn, B, Co e pH (das nascentes N5 e N6) evidenciaram que os mesmos estão em conformidade com a resolução CONAMA nº 357/2005 e/ou com a Portaria Nº 2.914/2011.

A pesquisa de Fierro et al. (2017), sobre a qualidade da água de córregos com diferentes usos do solo (florestas virgens, florestas nativas, plantações de florestas exóticas e terras agrícolas), no Chile, apontou que a qualidade de ecossistemas aquáticos apresentou melhores resultados em áreas com florestas primitivas.

Na pesquisa de Mello et al. (2017), também foi identificado que bacias hidrográficas agrícolas e em áreas residenciais apresentaram maiores valores de sedimentos e nutrientes do que em áreas de florestas e de pastagens, principalmente no período chuvoso. Portanto, nessa pesquisa, a qualidade da água também apresentou melhores resultados em bacias hidrográficas florestadas, seguidas pelas cobertas por pastagens, do que em bacias com áreas agrícolas e residenciais.

A pesquisa de Clément et al. (2017), assim como as outras pesquisas, apontou efeitos negativos na qualidade da água em áreas com diversidade de paisagens e efeitos positivos em áreas com densidades florestais. De acordo com os dados obtidos por esses autores, em áreas com agricultura intensiva, a água apresentou uma melhor qualidade apenas quando a área florestal na região cobria pelo menos 47% da bacia hidrográfica.

Pinheiro et al. (2014) também identificaram que o uso e a ocupação do solo interferiram na qualidade da água em uma bacia hidrográfica em Santa Catarina-SC. Da mesma forma, Pastro et al. (2018) encontraram VMP de parâmetros químicos em desconformidade com padrões legais nas águas de quatro microbacias com diferentes tipos de cobertura vegetal.

O estudo recente de Mello et al. (2018) apresentou resultados diferentes dos já mencionados em relação aos impactos causados na água em áreas de pastagem. Para os autores, a maioria dos parâmetros de qualidade da água analisados não apontaram interferência negativa em áreas de pastagens.

Todas as quatro nascentes analisadas (N1, N3, N5 e N6) apresentaram algum tipo de inconformidade com os padrões de consumo humano. Portanto, os resultados obtidos nessa análise físico-química e a sua relação com o uso e a ocupação do solo demonstram que as atividades desenvolvidas nessas propriedades rurais interferem na qualidade da água dessas nascentes, ou seja, a água das nascentes utilizada para consumo pelos produtores rurais pode representar risco à saúde.

Igualmente identificado na pesquisa de Amaral et al. (2003), a contaminação de águas nas propriedades rurais é preocupante, visto que há grande risco de ocorrência de

enfermidades de veiculação hídrica. Porém, Silva et al. (2014) defendem que garantir que a população tenha acesso à água potável pode reduzir grande parte dessas doenças.

As águas subterrâneas são consideradas fontes de água essenciais para o consumo humano globalmente, principalmente para a população sem acesso à rede pública de abastecimento ou para os que enfrentam problemas com o fornecimento irregular de água potável, além de serem vistas como um bem econômico (FREITAS et al., 2001).

Porém, no Brasil, o uso de águas subterrâneas dá-se de maneira improvisada e não controlada, resultando, por exemplo, na redução dos fluxos dos rios e de nascentes (SILVA et al., 2014).

Segundo Ou et al. (2016) grande parte da cobertura terrestre próximas aos rios removida devido aos intensos impactos antrópicos são responsáveis pela deterioração da qualidade da água.

De acordo com Ramos et al. (2017) os diferentes modos de uso da terra resultantes das atividades humanas interferem na capacidade de resiliência dos ecossistemas, visto que os diversos graus de mudança na terra afetam os recursos naturais (solo, vegetação e água). As substâncias químicas (como os metais, os pesticidas e as toxinas orgânicas) resultantes dessas atividades quando em alta concentração prejudicam à saúde humana e o ecossistema. Por exemplo, o tipo de substância e sua concentração indicará se é um contaminante ou não da água. Segundo os autores pode-se associar a qualidade da água a uma consequência direta das atividades humanas. É importante destacar que a degradação físico-química da água gerada pelo ser humano é progressiva e que solo e a vegetação são recursos fundamentais para definir essa qualidade.

Amaral et al. (2003) cita algumas propostas de intervenção para reduzir o risco que a população residente no meio rural corre ao consumir água contaminada. Algumas delas são desenvolver trabalhos de educação sanitária, adoção de medidas preventivas para a preservação de nascentes e o tratamento de águas já contaminadas, seguido de técnicas de tratamento de dejetos.

Hadžić et al. (2015) destacam que para proteger efetivamente as nascentes, deve ser levado em conta todos os poluentes e atividades que representem um risco potencial para elas. Sendo que a forma que mais garante essa proteção é evitar a poluição, diferenciando as fontes, os tipos de poluentes e todo tipo de intervenções que devem ser aplicados na área de captação,

visto que os processos de remediação demandam um elevado custo financeiro. Ou seja, para a proteção das águas subterrâneas, é necessário definir a zona de risco de poluição.

Além disso, Amaral et al. (2003) destacam que a responsabilidade de controlar a qualidade da água não deve ser atribuída ao próprio consumidor, visto que o conhecimento sobre os riscos à saúde referente ao consumo de uma água com qualidade ruim pode ser praticamente inexistente.

Ramos et al. (2017) ressaltam que as metas de curto prazo para solucionar os problemas relacionados à água não serão suficientes para a sua conservação, para o uso sustentável da biodiversidade e para os serviços ecossistêmicos.

6 CONCLUSÃO

Determinados usos da terra e do solo causam impactos ambientais negativos em áreas rurais, como o desmatamento, a poluição de rios, córregos e nascentes. As nascentes são a única fonte de obtenção de água para muitas propriedades rurais, como nas áreas de estudo dessa pesquisa, nas quais os proprietários utilizam a água para consumo doméstico, assim como para a irrigação e a dessedentação animal.

A presente pesquisa teve um enfoque ambiental e se concentrou em procedimentos metodológicos qualitativos em relação às características físicas das nascentes estudadas, visando compreender seu estado de conservação ambiental e como se dá a relação do produtor rural com essas áreas. Essa análise abordou diferentes fatores e métodos, como o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN), o questionário de percepção ambiental e a análise físico-química das águas. Dessa forma, a região da pesquisa localizada na Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (BHMPS) foi analisada por meio tanto de parâmetros físicos quanto através da relação da população rural com o meio em que vive.

O IIAN permitiu caracterizar detalhadamente os aspectos físicos do entorno das nascentes, o questionário aplicado demonstrou a visão dos produtores rurais sobre as nascentes presentes em suas propriedades e as análises físico-químicas permitiram avaliar a qualidade da água.

Assim sendo, cabe destacar os resultados obtidos nessa dissertação, que são componentes importantes para a compreensão dos objetivos definidos. Como foi observado, as formas de uso do solo próximo às nascentes interferem tanto na qualidade da água quanto na qualidade ambiental das nascentes, isto é, seu estado de conservação ambiental.

No IIAN, de acordo com as observações *in situ*, as nascentes apresentaram os seguintes estados de conservação: uma delas (10%) apresentou bom estado de conservação; cinco (50%) foram enquadradas no grau de preservação razoável; duas (20%) apresentaram condição ambiental ruim e duas (20%), péssima.

Já segundo as respostas do questionário aplicados aos produtores rurais sobre a preservação das nascentes presentes em suas propriedades, tem-se: cinco nascentes (50%) com grau de preservação razoável, quatro nascentes (40%) com bom estado de conservação e apenas uma delas (10%) foi enquadrada no grau de preservação ruim.

A percepção ambiental dos produtores rurais em relação à qualidade ambiental das nascentes presentes em suas propriedades variou de acordo com o seu envolvimento com atividades voltadas para a recuperação de nascentes, como foi o caso de dois dos quatro proprietários entrevistados, que tiveram apoio do Sindicato Rural de Barra Mansa. Mesmo assim, a visão dos proprietários em geral não se diferenciou muito da interpretação obtida através do IIAN.

Os proprietários rurais que têm respaldo do Sindicato apresentaram uma melhor compreensão sobre o que é uma nascente, do que ela precisa para garantir seu afloramento e sobre as questões legais que envolvem a área em seu entorno.

As avaliações dos parâmetros físico-químicos evidenciaram que há mais parâmetros (53,85%) em desconformidade com Resolução CONAMA nº 357/2005 e/ou com a Portaria Nº 2.914/2011 do que em conformidade (38,47%), o que verifica o impacto das ações antrópicas referentes aos modos de uso do solo na região de estudo.

Esses resultados são preocupantes e refletem a qualidade hídrica dessa área rural pertencente à BHMPs, que não recebe devida atenção, nem de órgãos públicos nem de pesquisadores. A área estudada poderia estar contribuindo para o aumento do fluxo de água no rio principal da bacia, o rio Paraíba do Sul, visto que, quanto mais nascentes conservadas, maior será a infiltração de água no solo, o que beneficiaria tal rio, mesmo que a longo prazo, como discutido ao longo dessa pesquisa.

Compreender os padrões locais de conservação de nascentes e da percepção ambiental dos produtores rurais pode direcionar melhor as estratégias para o manejo, medidas e práticas a serem aplicadas durante uma restauração ambiental.

Portanto, estudos como o apresentado aqui são importantes fontes de informação e diagnóstico ambiental de uma área, pois levam em consideração a conservação ambiental, a visão do produtor rural e a situação da água consumida por parte dos habitantes de uma região.

Essa estratégia para obter dados locais pode ser utilizada como exemplo para elaboração de políticas públicas, produção de material didático apropriado, educação ambiental e recuperação de áreas degradadas, visando coletar informações geográficas, fazendo um levantamento das condições ambientais de uma localidade e levando informação à população.

Os resultados apresentados apontaram falta de fornecimento de informação por parte de órgãos públicos ou negligência pessoal. Esses dados mostram que deveria haver mais atenção e ações dos administradores públicos, visto que, conforme relatado pelos próprios proprietários, a grande maioria da população residente em áreas rurais não recebe atenção devida. Assim como na área de estudo discutida, outras áreas das redondezas podem apresentar os mesmos problemas. Além disso, as problemáticas que envolvem áreas rurais também é uma questão de saúde pública.

Considerando que este estudo pode ser objeto de uma pesquisa continuada, recomenda-se o uso de mais variáveis (incluindo as demográficas) nos questionários, mais amostras de análise físico-químicas, tanto no período de chuva quanto na seca, além de ser necessário coletar amostras de outras áreas rurais da BHMP para ressaltar as características da região, garantindo a validade e abrangência dos resultados. Ressalta-se que quando as informações não chegam e não envolvem as populações rurais, pode haver um prejuízo durante a aplicação de medidas de preservação.

Globalmente, existe um grande desafio de gestão que é reduzir os impactos sobre os recursos hídricos. Portanto, vale ressaltar novamente a importância de um gerenciamento mais abrangente ao longo do território da BHMP e que englobe o manejo de nascentes, principalmente em áreas rurais, visto que, nesta região, foram encontradas oito, das dez nascentes analisadas, com fluxo de água contínuo, ou seja, há produção de água o ano todo. O uso da água das nascentes pelas populações rurais aponta para a necessidade de maiores estudos, a fim de garantir que tenham qualidade de vida e saúde. Para isso, deve ser levado em conta as características físicas, biológicas e sociais que envolvem as nascentes.

7 REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, M. V.; AZEVEDO, J. P. S.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M. Cobrança pelo uso da água no Estado do Rio de Janeiro, Brasil (2004–2013): histórico e desafios atuais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, RJ, v.20, n.2, p. 199-208, 2015.
- AGEVAP. Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul. *Plano de Trabalho do Projeto de PSA Sub-Bacia do Rio Bananal*. 2017. Disponível em: http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_093-2015-Azevedo.pdf. Acesso: 25 fev. 2019.
- ALAM, K. Public attitudes toward restoration of impaired river ecosystems: Does residents' attachment to place matter? *Urban Ecosystems*, v.14, n.4, p. 635–653, 2011.
- ALVARENGA, A. P.; PEREIRA, I. M.; BOTELHO, S. A. et al. Regeneração natural em nascentes degradadas. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, GO, v.13, n.23, p. 1130-1145, 2016.
- ALVARENGA, L. A.; MARTINS, M. P. P.; CUARTAS, L. A. et al. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul – São Paulo, após ações de preservação ambiental. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, SP, v.7, n.3, p. 228-240, 2012.
- ALVES, A. M. C.; FARIA, N. T. A. *Barra Mansa...do início aos nossos dias*. 1. ed. Barra Mansa, RJ: Kapa Editora, 2015. 77p.
- ALVES-PINTO, H. N.; LATAWIEC, A. E.; STRASSBURG, B. B. N. et al. Reconciling rural development and ecological restoration: Strategies and policy recommendations for the Brazilian Atlantic Forest. *Land Use Policy*, v.60, p. 419-426, 2017.
- AMARAL, L. A. do et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, SP, v.37, n.4, p. 510-514, 2003.
- AMIGOPAI. *Bacias hidrográficas*. 19 outubro de 2015. Disponível em: <http://amigopai.wordpress.com/2015/10/19/bacias-hidrograficas/>. Acesso em: 15 jan. 2019.
- ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2012*. 215 p. Ed. Especial. Brasília, DF: ANA, 2012.
- _____. *Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016*. 95 p. Brasília, DF: ANA, 2016.
- BARRA MANSA. *A cidade – aspectos geográficos*. Prefeitura de Barra Mansa. 2018. Disponível em: <http://www.barramansa.rj.gov.br/index.php/a-cidade/aspectos-geograficos>. Acesso em: 5 fev. 2018.
- _____. *História da cidade*. Câmara Municipal de Barra Mansa. 2015. Disponível em: <http://www.camarabarramansa.rj.gov.br/registro-historico/historia-da-cidade>. Acesso em: 8 jul. 2017.
- BARRAGÁN-OCAÑA, A.; DEL-VALLE-RIVERA, M. C. Rural development and environmental protection through the use of biofertilizers in agriculture: An alternative for underdeveloped countries? *Technology in Society*, v.46, p. 90-99, 2016.

BARRETO, S. R.; RIBEIRO, S. A.; PILZ, M. *Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas*. São Paulo: WWF - Brasil: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010. 140 p.

BONAN, G. B. *Ecological climatology: concepts and applications*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2002, 550 p.

BONTON, A.; ROULEAU, A.; BOUCHARD, C.; RODRIGUEZ, M. J. Assessment of groundwater quality and its variations in the capture zone of a pumping well in an agricultural area. *Agricultural Water Management*, v.97, p. 824–834, 2010.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: Água e Biodiversidade, 5., 2002, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. p. 123-145.

BRASIL. Decreto nº 24643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código das Águas. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 jul. 1934. Seção 1, p. 14738.

_____. Do meio ambiente: artigo 225. In: _____. Constituição Feral de 1988. *Supremo Tribunal Federal*, Brasília, DF, 1988. Cap. 6, p. 170 .

_____. Lei de Crimes Ambientais. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Seção 1, p.1

_____. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política nacional de recursos hídricos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 470.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código florestal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n.239, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

_____. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n.90, 13 maio 2002. Seção 1, p. 68.

_____. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n.53, 18 março 2005, p. 58-63.

_____. Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n.61, 29 março 2006. Seção 1, p. 150–151.

_____. RESOLUÇÃO nº 5, de 10 de ABRIL de 2000. Estabelece diretrizes para formação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 11 abril 2000. Seção 1, p. 50.

BRICKER, S.H.; BANKS, V.J.; GALIK, G.; TAPETE, D.; JONES, R. Accounting for groundwater in future city visions. *Land Use Policy*, v.69, p. 618–630, 2017.

CABRAL, D. C.; FISZON, J. T. Padrões sócio-espaciais de desflorestamento e suas implicações para a fragmentação florestal: estudo de caso na Bacia do Rio Macacu, RJ. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, SP, n.66, p. 13-24, 2004.

CALDAS, A. J. S.; MELO, A. L.; BARBOZA, R. S.; VALCARCEL, R. Análise da evolução e tendências legais relacionadas a gestão dos recursos hídrico da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. *Série Técnica Floresta e Ambiente*, Seropédica, RJ, v.1, n.1, p. 01-14, 2007.

CARLI, A. A. A política nacional das águas e seus instrumentos em prol do potencial hídrico brasileiro: uma reflexão. *Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, Curitiba, PR, v.6, n.2, p. 184-208, 2015.

CARLI, A. A. Água, um Líquido Vital em Busca de Reconhecimento como Sujeito de Direitos e Titular de Dignidade. *Revista Jurídica da Procuradoria-Geral do Distrito Federal*, Brasília, DF, v.39, n.2, p. 73-92, 2014.

CARLI, A. A.; VASCONCELLOS, T. F. A necessária vinculação entre água potável e saneamento básico. *Revista Eletrônica OAB*, Rio de Janeiro, RJ, v.1, p. 114-131, 2017.

CARVALHO, A. A. *Percepção ambiental de produtores rurais do entorno do Parque Estadual do Rio Doce (MG): subsídios para a educação ambiental*. Belo Horizonte, 2016, 74f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, 2016. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-AAZGH6>. Acesso em: 24 abril 2017.

CASTRO, C. M.; MELLO, E. V.; PEIXOTO, M. N. O. Tipologia de Processos Erosivos Canalizados e Escorregamentos – Proposta Para Avaliação de Riscos Geomorfológicos Urbanos em Barra Mansa (RJ). *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, Rio de Janeiro, RJ, v.25, p. 11-24, 2002.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O. Suscetibilidade e risco à erosão e escorregamentos em cabeceiras de drenagem em anfiteatro, Barra Mansa (RJ). In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 10., 2003, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Geo UERJ, 2003. p. 1417-1429. Disponível em: <http://www.cibergeo.org/XSBGFA/eixo3/3.3/346/346.htm>. Acesso em: 22 outubro 2018.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.

CHEUNG, K. C.; MARQUES, M. C. M.; LIEBSCH, D. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas

na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, Belo Horizonte, MG, v.23, n.4, p. 1048-1056, 2009.

CHIODI, R. E.; SARCINELLE, O.; UEZU, A. Gestão dos recursos hídricos na área do Sistema Produtor de Água Cantareira: um olhar para o contexto rural. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, SP, v.8, n.3, p. 151-165, 2013.

CLARK, D.B. Los factores edáficos y la distribución de las plantas. In: GUARIGUATTA, M.R.; KATTAN, G.H. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Cartago: Ediciones LUR, 2002. 691 p. , p.192-221.

CLÉMENT, F.; RUIZ, J.; RODRÍGUEZ, M. A. et al. Landscape diversity and forest edge density regulate stream water quality in agricultural catchments. *Ecological Indicators*, v.72, p. 627-639, 2017.

COPPETEC. Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos. *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo*. 2007. 147 p. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-RE-012-R1.pdf>. Acesso em: 22 out. 2018.

COSTA, D.P.; LUIZI-PONZO, A.P. 2010. As briófitas do Brasil. In: Forzza *et al.* (Organizadores). *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v.1, p. 61-68. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/z3529/pdf/forzza-9788560035083-07.pdf>. Acesso em: 26 out. 2018.

COSTA, L. F.; JÚNIOR, J. E. F. F.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M. et al. Crise hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul: enfrentando a pior estiagem dos últimos 85 anos. *Revista INEANA*, v.3, n.1 p.26-47, 2015.

CRUZ, M. L. C.; CUSATI, G. G.; CAUNETO, A.P.P. et al. Diagnóstico das nascentes do rio pomba em Santa Bárbara do Tugúrio – MG. In: Congresso Amazônico de meio ambiente e energias renováveis-CAMAER, 2., 2016, Belém. *Anais...* Belém: Even3, UFRA, 2016. p. 1-10. Disponível em: <https://even3.azureedge.net/anais/31444.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2017.

CUPPINI, D. M; DECIAN, V.; ROVANI, I. L. et al. Análise das Áreas de Preservação Permanente em uma propriedade rural sob o enfoque do Código Florestal Federal (Brasil 1965) e Lei 12.727/2012. *PERSPECTIVA, Erechim*, RS, v.36, n.135, p. 41-51, 2012.

DAVIS, J.A.; KEREZSY, A.; NICOL, S. Springs: Conserving perennial water is critical in arid landscapes. *Biological Conservation*, v.211, Part B, p. 30-35, 2017.

DEVIDE, A. C. P. *História Ambiental do Vale do Paraíba*. Revisão de literatura para qualificação de Doutorado (Pós-Graduação em Fitotecnia) Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ. 2013. Disponível: http://orgprints.org/24815/1/HISTORIA_AMBIENTAL_VALE_DO_PARAIBA.pdf. Acesso: 25 fev. 2019.

DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M.; RIBEIRO, R. L. D. et al. História Ambiental do Vale do Paraíba Paulista, Brasil. *Revista Biociências*, Porto Alegre, RS, v.20, n.1, p. 14-15, 2014.

DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; TONELLO, K. C. et al. *Proteção de nascentes*. 3 ed. Brasília, DF: SENAR, 2011. 110p.

DORIA, M. F. Factors influencing public perception of drinking water quality. *Water Policy*, v.12, n.1, p. 1-19, 2009.

FARIA, L. C.; JÚNIOR, F. C. A.; TONELLO, K. C. et al. Reflexos das alterações no Código Florestal Brasileiro em Áreas de Preservação Permanentes de duas propriedades rurais em Itu e Sarapuí, SP. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, SP, v.9, n.3, p. 559-568, 2014.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte- MG. *Geografias Artigos Científicos*, Belo Horizonte, MG, v.8, p. 08-23, 2012.

FELIPPE, M., F. *Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais*. Belo Horizonte, 2009. 275 f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-83CPWN>. Acesso em: 28 de jul. de 2017.

FERNANDES, L. S.; SILVA, S. M. C.; JUNIOR, L. C. S. et al. Águas do Rio: um panorama geral da disponibilidade hídrica no Estado fluminense. *Revista INEANA*, v.3, n.1 p.6-25, 2015.

FIERRO, P.; BERTRÁN, C.; TAPIA, J. et al. Effects of local land-use on riparian vegetation, water quality, and the functional organization of macroinvertebrate assemblages. *Science of the Total Environment*, v.609, p. 724–734, 2017.

FRANÇA JR., P; VILLA, M. E. C. D. Análise macroscópica nas cabeceiras de drenagem da área urbana de Umarama, região noroeste - Paraná/Brasil. *Revista Geografia Ensino & Pesquisa*, Santa Maria, RS, v.17, n.1, p. 107-117, 2013.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Caderno Saúde Pública*, Rio de Janeiro, RJ, v.17. n.3, p. 651-660, 2001.

GANDOLFI, S. *História natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (SP, Brasil)*. Campinas, 2000. 520 f. Tese (Doutorado em Ciências – Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/314916>. Acesso em: 5 nov. 2018.

GAO, Y.; CHURCH, S. P.; PEEL, S. et al. Public perception towards river and water conservation practices: Opportunities for implementing urban stormwater management practices. *Journal of Environmental Management*, v.223, p. 478–488, 2018.

GOBBO, C. G. R. *Avaliação da potabilidade das águas e dos impactos ambientais macroscópicos das nascentes em Uberaba, Minas Gerais*. Uberaba, 2014. 112 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) - Instituto de Ciências Tecnológicas e Exatas, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2014. Disponível em: <http://bdtd.uftm.edu.br/handle/tede/271>. Acesso em: 28 de nov. de 2017.

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

GONÇALVES, B. V.; GOMES, L. J. Percepção ambiental de produtores rurais na recuperação florestal da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim – Sergipe. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, PR, v.29, p. 127-138, 2014.

GUIMARÃES, S. O.; DE PAULA, A. Análise da percepção ambiental de produtores rurais do assentamento Amaralina, Vitória da Conquista–BA. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, GO, v.9, n.16; p. 1662-1680, 2013.

HADŽIĆ, E.; LAZOVIĆ, N.; MULAOMEROVIĆ-ŠETA, A. The importance of groundwater vulnerability maps in the protection of groundwater sources. Key study: Sarajevsko Polje. *Procedia Environmental Sciences*, v.25, p. 104–111, 2015.

HE, Z. L.; YANG, E. X.; STOFFELLA, P. J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Review. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, v.19, p. 125–140, 2005.

HUANG, C. W.; MCDONALD, R.I.; SETO, K. C. The importance of land governance for biodiversity conservation in an era of global urban expansion. *Landscape and Urban Planning*, v.173, p. 44–50, 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330040>. Acesso em: 04 jul. 2017.

INEA (a). Instituto Estadual do Ambiente. *Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro*. R2–F Caracterização Ambiental. 2014. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdyy/~edisp/inea0062133.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2019.

INEA (b). Instituto Estadual do Ambiente. *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro*. Relatório Síntese. 2014. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdcx/~edisp/inea0071539.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. *Estações Automáticas*. 2018. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf. Acesso em: 25 fev. 2019.

JOHANSEN, O. M.; ANDERSEN, D. K.; EJRNÆS, R. et al. Relations between vegetation and water level in groundwaterdependent terrestrial ecosystems (GWDTEs). *Limnologia*, v.68, p. 130-141, 2018.

KOHLER, F. F.; MARCHAND, G.; NEGRÃO, M. Local history and landscape dynamics: A comparative study in rural Brazil and rural France. *Land Use Policy*, n.43, p. 149–160, 2015.

KULCSAR, L. J.; SELFA, T.; BAIN, C. M. Privileged access and rural vulnerabilities: Examining social and environmental exploitation in bioenergy development in the American Midwest. *Journal of Rural Studies*, v.47, p. 291-299, 2016.

- KUMMER, L. *Metodologia participativa no meio rural: uma visão interdisciplinar- Conceitos, ferramentas e vivências*. Salvador: GTZ, 2007. 155 p.
- KUMMU, M.; GUILLAUME, J. H. A.; MOEL, H. et al. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific Reports*, v.6, n.38495, p. 1-16, 2016.
- LAMB, D.; ERSKINE, P.D.; PARROTA, J.A. Restoration of degraded tropical Forest landscapes. *Science*, v.310, p. 1628-1630, 2005.
- LATAWIEC, A. E.; STRASSBURG, B. B. N.; SILVA, D. et al. Improving land management in Brazil: A perspective from producers. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.240, p. 276–286, 2017.
- LEAL, M. S.; TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; MINGOTI, R. Caracterização hidroambiental de nascentes. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, SP, v.12, n.1, p. 146-155, 2017.
- LOPES, S. A.; SOARES, C. P. B. *Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo*. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. 322 p.
- LOZINSKI, M. A.; BALBINOT, R.; VENÂNCIO, D. et al. Diagnóstico das áreas de preservação permanente de nascentes na área urbana do município de Irati-PR. *Floresta*, Curitiba, PR, v.40, n.1, p. 63-70, 2010.
- LUCENA, M.A.; FREIRE, E.M.X. Environmental perception of rural communities and analysis of landscape: subsidies for priority area for conservation proposition in the Rio Grande do Norte semiarid, Brazil. *Revista Ra'e Ga*, Curitiba, PR, v.34, p. 69-97, 2015.
- MANCHEVA, I. Which factors spur forest owners' collaboration over forest waters? *Forest Policy and Economics*, v.91, p. 54-63, 2018.
- MARMONTEL, C. V. F.; LUCAS-BORJA, M. E.; RODRIGUES, V.A. et al. Effects of land use and sampling distance on water quality in tropical headwater springs (Pimenta creek, São Paulo State, Brazil). *Science of the Total Environment*, v.622–623, p. 690-70, 2018.
- MARQUES, M.; AGUIAR, C. R. C.; SILVA, J. L. S. Desafios Técnicos e Barreiras Sociais, Econômicas e Regulatórias na Fitorremediação de Solos Contaminados. Revisão de literatura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.35, n.1, p. 1-11, 2011.
- MARTINS, S. V. *Ecologia de florestas tropicas do Brasil*. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2 ed., 2012. 371 p.
- MATTOS, J. B.; SANTOS, D. A.; FILHO, C. A. T. F. et al. Water production in a Brazilian montane rainforest: Implications for water resources management. *Environmental Science & Policy*, v.84, p. 52-59, 2018.
- MEHRAN, A.; AGHAKOUCHAK, A.; NAKHJIRI, N. et al. Compounding Impacts of Human-Induced Water Stress and Climate Change on Water Availability. *Scientific Reports*, v.7, n.6282, p. 1-9, 2017.

MELLO, K.; RANDHIR, T. O.; VALENTE, R. A. et al. Riparian restoration for protecting water quality in tropical agricultural watersheds. *Ecological Engineering*, v.108, Part B, p. 514-524, 2017.

MELLO, K.; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O. et al. Effects of land use and land cover on water quality of low-order streams in Southeastern Brazil: Watershed versus riparian zone. *Catena*, v.167, p. 130-138, 2018.

MENEZES, C. E. G. *Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral-RJ*. Seropédica, 2008. 164 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008. Disponível: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/tede/326>. Acesso: 23 setembro 2018.

MENEZES, F. L. *Percepção dos produtores rurais da região de Sete Lagoas, MG, sobre o meio ambiente, 2008-2009*. Belo Horizonte, 2010, 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/SMOC-9HDJWH/disserta_o_fernanda_menezes.pdf?sequence=1. Acesso em: 28 abril 2017.

METZGER, J. P. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. *Biological Conservation*, v.142, p. 1138-1140, 2009.

MIRANDA, C. C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P. H. A. et al. caracterização de núcleos espontâneos de *Clidemia urceolata* DC. em áreas perturbadas da mata atlântica. *Ciência Florestal*, Santa Maria, RS, v.25, n.1, p. 199-209, 2015.

MIRANDA, L. C. O “novo” Código Florestal: tensões e estratégias de interpelações discursivas. *Revista Geografias*, Belo Horizonte, MG, v.7, n.2, p. 98-105, 2011.

MOHAMED, A. M. O.; PALEOLOGOS, E. K. Chapter 5 – Groundwater. In: *Fundamentals of Geoenvironmental Engineering - Understanding Soil, Water, and Pollutant Interaction and Transport*. Oxford, Reino Unido: Butterworth-Heinemann, 2018. cap.5, p. 129–159.

MOREIRA, A. A. *Paraíba do Sul: um rio, quatro cidades, um patrimônio socioambiental em questão*. Rio de Janeiro, 2014. 423 f. Tese (Doutorado em Urbanismo) - Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

NERES, S. C. T. *Nascentes da região serrana de Martins e Portalegre, Rio Grande do Norte: aspectos hidrodinâmicos e macroscópicos como subsídio à conservação*. Mossoró, 2014. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Faculdade de Ciências Exatas e Naturais, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2014. Disponível em: http://www.uern.br/controladepaginas/mestrado-dissertacoes/defendidas/arquivos/2212dis_suellen.pdf. Acesso em: 28 de nov. de 2017.

NEVES, L. S.; SOUZA-LEAL, T.; BORIN, L. et al. Nascentes, áreas de preservação permanentes e restauração florestal: histórico da degradação e conservação no Brasil. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, Maringá, PR, v.7, n.3, p. 747-760, 2014.

OLIVEIRA, D. A.; SCHMIDT, G.; FREITAS, D. M. Avaliação de teor de ferro em águas subterrâneas de alguns poços tubulares, no plano diretor do Palmas. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental-AIDIS, 29., 2004, San Juan, Porto Rico.

Anais... San Juan: Aidis, 2004 p. 1-15. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/gilda.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2018.

OLIVEIRA, J. A.; TEIXEIRA, V. L.; ALVES, S. et al. *Atlas da Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul*. 2017. Comitê Médio Paraíba do Sul. Disponível em: <http://www.cbhmedioparaiba.org.br/conteudo/atlas-CBH-MPS.pdf>. Acesso em: 30 março 2017.

OLIVEIRA, M.C.; OLIVEIRA, B.T.Á.; DIAS, J.S. et al. Avaliação macroscópica da qualidade das nascentes do campus da Universidade Federal de Juiz de Fora. *Revista de Geografia*, Juiz de Fora, MG, v.3, n.1, p. 1-7, 2013.

OLIVEIRA, S. A. *Percepção de pequenos e médios produtores rurais sobre a tecnologia Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) no município de Ipameri – GO*. São Paulo, 2016, 204 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-16052016-150556/pt-br.php>. Acesso em: 30 abril 2017.

OU, Y.; WANG, X.; WANG, L. et al. Landscape influences on water quality in riparian buffer zone of drinking water source area, Northern China. *Environmental Earth Sciences*, v.75, n.2, p. 1-13, 2016.

PAIVA, R. F. P. S.; COELHO, R. C. O Programa Produtor de Água e Floresta de Rio Claro/RJ enquanto ferramenta de gestão ambiental: o perfil e a percepção ambiental dos produtores inscritos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, PR, v.33, p. 51-62, 2015.

PALIVODA, A. P.; POVALUK, M. Avaliação do estado de conservação de nascentes localizadas em áreas rurais do município de Itaiópolis, SC. *Saúde & Meio Ambiente*, Mafra, SC, v.4, n.1, p. 17-31, 2015.

PALMER, M. A.; LETTENMAIER, D. P.; POFF, N. L. et al. Climate Change and River Ecosystems: Protection and Adaptation Options. *Environmental Management*, v.44, n.6, p. 1053–1068, 2009.

PARAGUAÇU, L.; MIRANDA, V.; FELIPPE, M.; MAGALHÃES JR, A. Influência da urbanização na qualidade das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 8., 2010, Recife. *Anais...* Recife, 2010.

PASTRO, M. S.; CECÍLIO, R.; ZANETTI, S. et al. Water Quality in Micro-watersheds Under Different Land Uses in the Municipality of Alegre, Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, RJ, v.25, n.3, p. 1-10, 2018.

PEREIRA, M. P. S.; FRANCELINO, M. R.; QUEIROZ, J. M. A Cobertura Florestal em Paisagens do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, RJ, v.24, p. 1-11, 2017.

PILÓ, L. B. Geomorfologia Cárstica. Revisão de Literatura. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Brasília, v.1, n.1, p. 88-102, 2000.

PINHEIRO, A.; SCHOEN, C.; SHULTZ, J. et al. Relação Entre o Uso do Solo e a Qualidade da Água em Bacia Hidrográfica Rural no Bioma Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, RS, v.19, n.3, p. 127-139, 2014.

PINTO, L. P. Status e os novos desafios das unidades de conservação na Amazônia e Mata Atlântica. In: LIMA, G. S.; ALMEIDA, M. P.; RIBEIRO, G. A. (Organizadores). *Manejo e Conservação de Áreas Protegidas*. Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 2014. 160 p. p. 41-58.

PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N.; BALIEIRO, K. R. C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. *CERNE*, Lavras, MG, v.18, n.3, p. 495-505, 2012.

RAMOS, J.; GARCIA, J.; ORTIZ, S. et al. Water quality in aguadas within a protected karstic rain forest: The role of the vegetation-soil-water interactions. *Ecological Engineering*. In Press (Corrected Proof), 2017.

RANDHIR, T. O. Water for Life and Ecosystem Sustainability. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, v.3, n.1, p. 107, 2012.

RANGEL, A.R.M.; OLIVEIRA, V.P.S.; MOREIRA, M.A.C. O programa rio rural no estado do rio de janeiro: a experiência na microbacia canal Jurumirim, município de Macaé. *Revista Monografias Ambientais-REMOA/UFES*, Santa Maria, RS, v. 15, n.1, p. 302-322, 2006.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999. Política Estadual de Recursos Hídricos - PEHR. *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 03 ago. 1999.

ROCHA, C. M. B. M.; RODRIGUES, L. S.; COSTA, C. C. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, RJ, v.22, n.9, p. 1967-1978, 2006.

RODRIGUES-FILHO, J. L.; DEGANI, R. M.; SOARES, F. S. et al. Alterations in land uses based on amendments to the Brazilian Forest law and their influences on water quality of a watershed. *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, SP, v.75, n.1, p. 125-134, 2015.

SANTIN, J. R.; GOELLNER, E. A gestão dos recursos hídricos e a cobrança pelo seu uso. *Seqüência*, Florianópolis, SC, n.67, p. 199-221, 2013.

SAUER, S.; FRANÇA, F. C. Código Florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar. *Caderno CRH*, Salvador, BA, v.25, n.65, p. 285-307, 2012.

SHOEMAKER, C. M.; ERVIN, G. N.; DIORIO, E. W. Interplay of water quality and vegetation in restored wetland plant assemblages from an agricultural landscape. *Ecological Engineering*, v.108, p. 255-262, 2017.

SILVA, C. H. *Análise do processo de restauração de ecossistema florestal aos quatro anos*. Lavras, 2014. 110 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Disponível: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFLA_95177c4267c4224fd717a2a4aff817b5. Acesso em: 27 jun. 2017.

SILVA, D.D.; MIGLIORINI, R.B.; SILVA, E.C. et al. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa. Cuiabá (MT). *Engenharia Sanitária Ambiental*, Rio de Janeiro, RJ, v.19, n.1, p. 43-52, 2014.

SILVA, R. F. B.; RODRIGUES, M. D. A.; VIEIRA, S. A. Perspectives for environmental conservation and ecosystem services on coupled rural–urban systems. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v.15, p. 74–81, 2017.

SOARES, A. B. *Análise da problemática socioambiental de nascentes urbanas no município de Garanhuns-PE*. Natal, 2015. f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/19780>. Acesso em: 28 de nov. de 2017.

SOUZA, I.; MARCON, G. Sistemas de proteção de fontes de água superficial e captação de água da chuva em propriedades rurais da microbacia do Rio do Peixe. *Maiêutica - Gestão Ambiental*, Indaial, SC, v.1, n.1, p. 21-28, 2014.

SOUZA, J. S.; MORAES, B. S. Análise das Políticas Públicas Implementadas para a Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. *Ciência e Natura*, Santa Maria, RS, v.38 n.2, p. 913–919, 2016.

TANNER, A. M.; JOHNSTON, A. L. The Impact of Rural Electric Access on Deforestation Rates. *World Development*, v.94, p. 174-185, 2017.

TCHOUNWOU, P. B.; YEDJOU, C. G.; PATLOLLA, A. K.; SUTTON, D. J. Heavy Metals Toxicity and the Environment. *EXS.*, v.101, p. 133-164, 2012.

TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G. Dinâmica da deposição de serrapilheira em florestas secundárias do município de Pinheiral, RJ. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, RJ, v.11, n.1, p. 39-46, 2004.

TORRES, F. T. P. Mapeamento e análise de impactos ambientais das nascentes do córrego Alfenas, Ubá (MG). *Revista de Ciências Agroambientais*, Alta Floresta, MT, v.14, n.1, p. 45-52, 2016.

UNESCO. *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - Água para um mundo sustentável*. 2015. Disponível em: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Executiv eSummary_POR_web.pdf. Acesso em: 3 jul. 2017.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. *Conservação de nascentes-Produção de água em pequenas bacias hidrográficas*. 2 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2011. 267 p.

VETTORAZZI, C. A.; VALENTE, R. A. Priority areas for forest restoration aiming at the conservation of water resources. *Ecological Engineering*, v.94, p. 255-267, 2016.

VIEIRA, M.V.; OLIFIERS, N.; DELCIELLOS, A.C. et al. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic forest remnants. *Biological Conservation*, v.142, p. 1191–1200, 2009.

WANG, Y., YANG, J., LIANG, J. et al. Analysis of the environmental behavior of farmers for non-point source pollution control and management in a water source protection area in China. *Science of The Total Environment*, v.633, p. 1126–1135, 2018.

WEN, Y.; SCHOUPS, G.; GIESEN, N. V. Organic pollution of rivers: Combined threats of urbanization, livestock farming and global climate change. *Scientific Report*, v.7, n.43289, p. 1-9, 2017.

WWAP. United Nations World Water Assessment Programme. 2003. The United Nations World Water Development Report. *Water for people, water for life*. UNESCO, 2003. Disponível em: http://www.un.org/esa/sustdev/publications/WWDR_english_129556e.pdf. Acesso em: 3 ago. 2017.

_____. 2017. The United Nations World Water Development Report 2017. *Wastewater: The Untapped Resource*. Paris, UNESCO. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2017.

WYKE, S.; PEÑA-FERNÁNDEZ A.; BROOKE, N. et al. The importance of evaluating the physicochemical and toxicological properties of a contaminant for remediating environments affected by chemical incidents. *Environment International*. v.72, p. 109-118, 2014.

APÊNDICE

Apêndice 1 - Questionário aplicado

Parâmetros de conservação das nascentes	Marque com X o que você acha		
Como está a cor da água?	escura	clara	transparente
A água tem cheiro?	cheiro forte	com cheiro	sem cheiro
Tem lixo ao redor da nascente?	mais de 3 (embalagens/plásticos /garrafas/potes)	até 3 (embalagens/plásticos /garrafas/potes)	não
Tem lixo na água?	muito (mais de 3)	pouco (até 3)	não
Tem espumas na água?	muita	pouca	não
Tem óleo na água?	muito	pouco	não
Tem esgoto perto da nascente?	sim (quando a nascente está perto da casa)	talvez (quando a casa está no terreno acima e na direção da nascente)	não (quando a casa está muito longe da nascente)
Como estão as árvores e a vegetação perto da nascente?	não tem (só tem capim)	tem pouca	tem muita
Tem mudas de plantas/árvores surgindo perto da nascente?	não	tem pouca	sim
Como está a situação do solo/terreno perto da nascente?	ruim (com muitas rachaduras e buracos)	média (com poucas rachaduras e buracos)	normal (sem alterações)
Os animais usam essa água?	sim	às vezes	não
Algum ser humano usa essa água?	sim	às vezes	não
A nascente está protegida?	Sem proteção (não tem cerca)	Com proteção (tem cerca e é fácil de chegar)	Com proteção (tem cerca e é difícil de chegar)
É fácil chegar perto da nascente?	sim	é difícil	não, muito difícil
Qual a proximidade da nascente com as residências?	menos de 50 metros	entre 50 e 100 metros	mais 100 metros
Onde a propriedade está localizada?	não sei	propriedade particular	área pública ou de conservação