



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Instituto de Geografia

Cintia de Andrade Corrêa

**Avaliação da qualidade ambiental de nascentes do Programa de
Desenvolvimento Rural Sustentável, o Rio Rural, na Microbacia
Hidrográfica do Rio Fagundes, Paraíba do Sul (RJ)**

Rio de Janeiro

2019

Cintia de Andrade Corrêa

Avaliação da qualidade ambiental de nascentes do Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável, o Rio Rural, na Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes, Paraíba do Sul (RJ)

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Gestão e Estruturação do Espaço Geográfico.

Orientadora: Prof.^a Dra. Nadja Maria Castilho da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe

Rio de Janeiro

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

C824 Corrêa, Cintia de Andrade.
Avaliação da qualidade ambiental de nascentes do Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável, o Rio Rural, na Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes, Paraíba do Sul (RJ) / Cintia de Andrade Corrêa – 2019.
283f.: il.

Orientadora: Nadja Maria Castilho da Costa.
Coorientador: Miguel Fernandes Felipe.
Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia.

1. Programa Rio Rural – Teses. 2. Bacias hidrográficas – Paraíba do Sul (RJ) – Teses. 3. Proteção ambiental – Fagundes, Rio, Microbacia (RJ) – Teses. 4. Impacto ambiental – Avaliação – Fagundes, Rio, Microbacia (RJ) – Teses. 5. Nascentes – Teses. I. Costa, Nadja Maria Castilho da. II. Felipe, Miguel Fernandes. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geografia. IV. Título.

CDU 556.51(815.3)

Bibliotecária responsável: Taciane Ferreira da Silva / CRB-7: 6337

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Cintia de Andrade Corrêa

Assinatura

Data

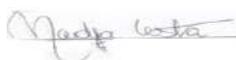
Cintia de Andrade Corrêa

Avaliação da qualidade ambiental de nascentes do Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável, o Rio Rural, na Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes, Paraíba do Sul (RJ)

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Gestão e Estruturação do Espaço Geográfico.

Aprovada em 10 de dezembro de 2019.

Banca Examinadora:



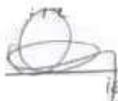
Prof.ª Dra. Nadja Maria Castilho da Costa (Orientadora)
Instituto de Geografia – UERJ



Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dra. Marta Foeppe Ribeiro
Instituto de Geografia – UERJ



Prof. Dr. Alexander Josef Sá Tobias da Costa
Instituto de Geografia – UERJ



Prof. Dr. André de Souza Avelar
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2019

DEDICATÓRIA

Dedico ao Marcos Costa Reis Dutra, o Formiguinha (*in memoriam*). Estimado professor, empenhou-se para que todos nós, seus alunos, fôssemos grandes. Para que todos nós fôssemos gente. Gente com uma formação acadêmica em uma universidade pública.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pelas oportunidades que me foram dadas na vida, na construção do conhecimento e pelo apoio incondicional da minha família, meus pais Milton e Izabel, minha irmã Carolina e meu amor, Jean Carlos. E, principalmente, a Deus, pelo crescimento intelectual, pessoal e profissional e pelo caminho que trilhei para chegar até aqui. Nada foi fácil e ao acaso. Foi duro, mas, hoje, concretiza-se um sonho!

À Professora Doutora Nadja Maria Castilho da Costa, que, como orientadora, foi a melhor e a mais brilhante; e, como professora e geógrafa, me ensinou e foi o meu exemplo. Como dizem, a palavra conforta, mas o exemplo arrasta. Foi uma honra e um orgulho. O meu muito obrigada!

Ao Professor Doutor Miguel Fernandes Felipe (UFJF-MG), meu coorientador, agradeço igualmente, por ter aceito o convite e pela generosidade nos conhecimentos compartilhados. Agradeço ao Simpósio Brasileiro de Geografia Física (SINAGEO) por ter me proporcionado encontrá-lo em Maringá-PR, em 2016.

Meus respeitosos agradecimentos à imensa contribuição do Professor Doutor Leandro Andrei Beser de Deus nas discussões que contribuíram para a construção dos cenários para o Fagundes e como membro da banca examinadora do exame de qualificação.

Agradeço ao Professor Doutor Antonio Soares da Silva por ter aberto as portas da Geografia/UERJ como orientador de mestrado, como professor, como mentor e, claro, pela importância que possui na minha trajetória acadêmica e pelas contribuições durante a realização da banca de defesa de qualificação.

À banca examinadora composta pelos membros externos, Professor Doutor André Avelar (UFRJ) e Professor Doutor Antonio Guerra (UFRJ) e, pelos membros internos, Professora Doutora Marta Ribeiro e Professor Doutor Alexander Costa, agradeço pelas contribuições.

Ao Professor Doutor Raul Amorim da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP-SP) e à Professora Doutora Carmem do Céu, da Universidade do Porto (UPORTO), Porto/Portugal, e ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense (PPG/UFF) Campos pelo deslumbre das nascentes do Rio Rural em Italva (RJ). Fui tão longe para descobrir as nascentes que se tornaram proposta deste estudo.

À Empresa Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) de Paraíba do Sul pela transparência e receptividade, e à Técnica Executora Andréa Faria Machado, pela assistência, pelos dados e pelas informações fornecidas sobre o Programa Rio Rural e sobre a Microbacia do Fagundes, essenciais à pesquisa, e pela gentileza desde o início. E, depois desse tempo todo, pela amizade que cultivamos.

Aos pequenos proprietários rurais do Fagundes atendidos pelo Rio Rural, Sr. Moacir, Dona Neuza, Angélica, mãe do Rodolfo, Dona Néia, mãe do Ricardo, Fabiano, Adriano, Sr. Paulo (que eu chamava de Pedro), secretário do Sr. Alcino, Dona Maria, esposa do Sr. Carlos Alexandre, Sr. José Antônio (o Zé), obrigada pela gentileza e paciência com a qual me receberam por tantas vezes e pelo café, pelo docinho e pelo copo d'água que me ofereceram com tanto carinho e bondade. Não existem palavras suficientes para agradecê-los.

Ao Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia Ambiental (Laqua), da Universidade Federal de Juiz de Fora, onde foram realizadas parte das análises físico-químicas, e à Professora Doutora Renata de Oliveira Pereira e ao Professor Doutor Celso Bandeira por terem viabilizado as mesmas. À Técnica do laboratório Laqua, Iramaia Moraes, que me auxiliou nas análises das amostras, pelo carinho e pela gentileza, o meu muito obrigada!

À Secretaria do Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC), que me concedeu o afastamento para estudos em 2019, viabilizando a finalização deste trabalho.

Manifesto aqui minha gratidão ao Programa de Pós-graduação em Geografia da UERJ e aos Professores Doutores Leandro Deus, Alexander Costa, Vivian Costa, Hugo Portocarrero, André Reyes e Gláucio Marafon pelo conhecimento compartilhado. A todos o meu muito obrigada.

Aos meus alunos, meus orientandos de monografia e às colegas mediadoras, Rosângela Ribeiro, pela troca de ideias sobre a Geografia, e Valdineia Silva, Jandira Mendes, Roseli Domingos do curso de Licenciatura em Geografia da UERJ/Consórcio CEDERJ – Polo Três Rios, que estiveram sempre na torcida, incentivando, e que, na esperança pela evolução do conhecimento geográfico, foram muito importantes para a minha experiência acadêmica e amadurecimento profissional. Obrigada.

Ao meu querido primo Vinícius Soares, que auxiliou nos campos. Aprendeu a coletar água no campo, a manusear GPS, sonda, faca, facão e foice... A subir e descer vertente. Meu faz-tudo. Gratidão!

Aos colegas de trabalho, agradeço pelo apoio e pela clareza da ideia da importância da formação do professor, do pesquisador para uma educação de qualidade neste país. Agradeço

pelas palavras de conforto, pelo carinho, pelo respeito e incentivo de vocês nesse processo. Ao diretor Luís Augusto Silva e à diretora Christiane Pureza, obrigada.

Aos amigos que fiz na academia, na Geografia, não só na UERJ, mas aos colegas que conheci nessa trajetória que acrescentaram generosamente com as trocas de experiências. À Denise Gonzalez, minha *geoamiga* desde o mestrado, companheira de Congressos...

À Mariana Minhava, que a lembrança do Campo de RAD, em Pinheiral, seja uma boa lembrança do doutorado. E à Vanessa Saraiva e Elaine Cristina, igualmente...

À Mariana Benicá, minha revisora de textos favorita, agradeço pela paciência, eficiência e amizade.

Mais uma etapa foi vencida. Que venham outras...

A todos o meu muito obrigada!

RESUMO

CORRÊA, Cintia de Andrade. *Avaliação da qualidade ambiental de nascentes do Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável, o Rio Rural, na Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes, Paraíba do Sul (RJ)*. 2019. 283 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

As nascentes são importantes e complexos sistemas hidrogeomorfológicos que mantêm uma forte interação geocológica na paisagem. O programa de desenvolvimento rural sustentável em microbacias hidrográficas do Rio de Janeiro, o Rio Rural, investiu na proteção e recuperação de nascentes e de Áreas de Preservação Permanente (APPs) envolvendo pequenos produtores. A área de estudo é a Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes, em Paraíba do Sul (RJ). Teve-se como objetivo avaliar a qualidade ambiental de nascentes e APPs protegidas e em recuperação pelo programa. A fundamentação metodológica, materiais e métodos, traz uma contribuição acerca da justificativa, conceituação, adaptação e avaliação dos métodos e apresenta cartesianamente as etapas das chamadas “fases” da tese (I, II, III, IV, V e VI) entre gabinete, campo, laboratório, avaliação e diagnóstico. A fase I – Gabinete se deu a partir do levantamento, identificação e cadastro das nascentes junto ao Programa e a espacialização; a fase II – Campo, realizada a validação dos mapeamentos, coleta e aplicação dos protocolos de avaliação rápida adaptados para nascentes e APPs para avaliar o nível de perturbação e a coleta de água para as análises em laboratório, Fase III, no ano hidrológico 2017/2018. A fase III - Laboratório, foi realizada a partir de análise das amostras de água por parâmetros físico-químicos e microbiológicos; a fase IV – Avaliação, realizada a avaliação da qualidade ambiental de nascentes a partir das fases II e III e, a fase V – Diagnóstico, realizadas a partir das demais fases. Os resultados das análises das nascentes cadastradas no programa e as experiências dos produtores rurais envolvidos com o processo de proteção/preservação indicaram que a qualidade das nascentes estudadas e o nível de perturbação e o grau de proteção. Recomenda-se o monitoramento da microbacia conjugado a mudanças na cobertura da terra e a ações de preservação de "Floresta", das nascentes e das APPs. Concluiu-se as avaliações realizadas a partir dos protocolos de avaliação rápidas e dos parâmetros de análise da água corresponderam a qualidade das nascentes do programa e podendo ser replicado em ambientes de nascentes e APPs, os métodos utilizados permitiram a produzir cenários para a Microbacia do Rio Fagundes com o intuito de subsidiar a tomada de decisões na proteção e recuperação de nascentes.

Palavras-chave: Avaliação ambiental. Área de Preservação Permanente. Protocolo de Avaliação Rápida. Rio Rural. Microbacia do Rio Fagundes.

ABSTRACT

CORRÊA, Cintia de Andrade. *Environmental quality assessment of springs from the Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável, the Rio Rural, in Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes, Paraíba do Sul (RJ)*. 2019. 283 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Springs are important and complex hydrogeomorphological systems that maintain a strong geocological interaction in the landscape. The sustainable rural development program in Rio de Janeiro invests in the protection and restoration of springs and Permanent Preservation Areas. It presents a spatial and current cut considered as a challenge of protection of springs in the rural space. More specifically, the challenge of protecting springs and permanent spring preservation areas involving small producers participating in the state Programa Rio Rural, in the Bacia Hidrográfica do Rio Fagundes in Paraíba do Sul (RJ). The objective was to evaluate the environmental quality of springs and Permanent Preservation Areas of springs protected by a sustainable rural development practice, the Programa Rio Rural, relating to this program, environmental scenarios that support the planning and management of spring APPs. and spring protection. The methodological procedures were in phases (I, II, III, IV, V e VI) between cabinet, field, laboratory, evaluation and diagnosis. Phase I - Cabinet was based on the survey, identification and registration of springs with the Program and spatialization; phase II - Field, carried out the validation of the mapping, collection and application of rapid assessment protocols adapted for springs and PPAs to assess the level of disturbance and water collection for laboratory analyzes, Phase III, in the hydrological year 2017/2018. Phase III - Laboratory, was performed from the analysis of water quality by physicochemical and microbiological parameters; phase IV – Assessment, carried out the environmental quality assessment of springs from phases II and III; and phase V - Diagnosis, carried out from the other phases. The results of the analysis of the sources registered in the program and the experiences of the rural producers involved with the protection/preservation process indicated that the quality of the studied sources and the level of disturbance and the degree of protection. Monitoring of the microbasin in conjunction with changes in land cover and preservation of "Forest", springs and PPAs is recommended. The assessments based on rapid assessment protocols and water analysis parameters were concluded. corresponded to the quality of the springs of the program and can be replicated in spring and APP environments, the methods used allowed to produce scenarios for the Microbacia do Rio Fagundes in order to support decision-making in the protection and recovery of springs.

Keywords: Environmental Assessment. Permanent Preservation Area. Rapid Evaluation Protocol. Rio Rural. Microbacia do Rio Fagundes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Exemplos de tipos morfológicos de nascentes na área de estudo.....	42
Figura 2 –	Exemplos da tipologia de nascentes na área de estudo.....	43
Figura 3 –	Fluxograma do processo de liberação de recursos do Rio Rural.....	56
Figura 4 –	Linha do tempo do Programa Rio Rural.....	58
Figura 5 –	Mapa de localização dos municípios do Rio Rural GEF.....	60
Figura 6 –	Mapa de localização dos Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural BIRD.....	62
Figura 7 –	Mapa de localização dos Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural BIRD FA.....	63
Figura 8 –	Metodologia de seleção e ação nas microbacias hidrográficas.....	65
Figura 9 –	Adesão do programa Rio Rural na Microbacia do Rio Fagundes, em Paraíba do Sul (RJ).....	66
Figura 10 –	Mapa de localização da Unidade Hidrográfica de Planejamento – Microbacia do Rio Fagundes.....	79
Figura 11 –	Mapa de localização da MBRF em Paraíba do Sul e das dez nascentes estudadas.....	80
Figura 12 –	Mapa de localização das ottobacias na MBRF.....	82
Figura 13 –	Localização das (9) nascentes estudadas por Ottobacias.....	84
Figura 14 –	Geologia e Estrutura Geológica da MBRF.....	86
Figura 15 –	Morfologia da MBRF.....	88
Figura 16 –	Mapa automático de declividade da MBRF.....	89
Figura 17 –	Mapa hipsométrico automático da MBRF.....	90
Figura 18 –	Mapa automático de precipitação média anual da MBRF.....	93
Figura 19 –	Localização das nascentes estudadas identificadas pelas 9 Microbacias da área de estudo.....	102
Figura 20 –	Paisagem e usos do solo e cobertura da terra na Microbacia do Rio Fagundes.....	104
Figura 21 –	Mapa de cobertura da terra da Microbacia do Rio Fagundes em 2016 e 2018.....	106

Figura 22 – Croqui da propriedade “Matungo”, de Adriano Santana da Silva Goulart.....	106
Figura 23 – Croqui da propriedade de Altino Rosa de Mello Filho.....	107
Figura 24 – Croqui da propriedade de Caíque José de Paula Leal.....	107
Figura 25 – Croqui da propriedade de Carlos Alexandre.....	108
Figura 26 – Croqui da propriedade de Flaviano José Rodrigues.....	109
Figura 27 – Croqui da propriedade de José Antonio Manso Lima.....	109
Figura 28 – Croqui da propriedade de Moacir José Lisboa.....	110
Figura 29 – Croqui da propriedade de Neuza Maria Gomes Carius.....	110
Figura 30 – Croqui da propriedade de Rodolfo Bahia Lima.....	111
Figura 31 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	136
Figura 32 – Mapa de localização da Microbacia 1 (da nascente N1).....	150
Figura 33 – Fotografias da nascente N1 e do sistema hidrogeomorfológico dos pontos N1.1, N1.2, N1.3.....	151
Figura 34 – Mapa de localização da Microbacia 2 (da nascente N2).....	152
Figura 35 – Fotografias da nascente N2 e do sistema hidrogeomorfológico.....	153
Figura 36 – Mapa de localização da Microbacia 3 (N3).....	154
Figura 37 – Fotografias da nascente N3 e do sistema hidrogeomorfológico.....	155
Figura 38 – Mapa de localização da Microbacia 4 (da nascente N4).....	156
Figura 39 – Fotografias da nascente N4 e do sistema hidrogeomorfológico.....	157
Figura 40 – Mapa de localização da Microbacia 5 (da nascente N5).....	159
Figura 41 – Fotografias da nascente N5 e do sistema hidrogeomorfológico.....	160
Figura 42 – Mapa de localização da Microbacia 6 (da nascente N6).....	161
Figura 43 – Fotografias da nascente N6 e do sistema hidrogeomorfológico.....	162
Figura 44 – Mapa de localização da Microbacia 7 (da nascente N7).....	164
Figura 45 – Fotografias da nascente N7 e do sistema hidrogeomorfológico.....	165
Figura 46 – Mapa de localização da Microbacia 8 (da nascente N8).....	166
Figura 47 – Fotografias da nascente N8 e do sistema hidrogeomorfológico.....	167
Figura 48 – Mapa de localização da Microbacia 9 (da nascente N9).....	169
Figura 49 – Fotografias da nascente N9 e do sistema hidrogeomorfológico.....	170
Figura 50 – Representação gráfica da localização da nascente N1 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP.....	179
Figura 51 – Representação gráfica da localização da nascente N2 e das propostas	

	“prevista” e “ideal” de APP.....	180
Figura 52 –	Representação gráfica da localização da nascente N3 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP.....	181
Figura 53 –	Representação gráfica da localização da nascente N4 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP.....	182
Figura 54 –	Representação gráfica da localização da nascente N5 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP.....	183
Figura 55 –	Representação gráfica da localização da nascente N6 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP.....	185
Figura 56 –	Representação gráfica da localização da nascente N7 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP.....	186
Figura 57 –	Representação gráfica da localização da nascente N8 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP.....	187
Figura 58 –	Representação gráfica da localização da nascente N9 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP.....	188
Figura 59 –	Exemplos de nascentes com nível de perturbação “degradada”, “perturbada” e “conservada”.....	214
Figura 60 –	Campo de reconhecimento da recuperação e proteção de nascentes do Rio Rural em Italva (RJ), Microbacia Valão do Rio Carqueja.....	267
Figura 61 –	Fotografias do primeiro campo na área de estudo, 2016.....	268

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Temperaturas Médias (°C) registradas na Estação Climatológica Convencional de Avelar (Paty do Alferes/RJ) – ECC Avelar nº 83.049	94
Gráfico 2 –	Precipitação média em milímetros (mm) de 1985 a 2015, Estação Climatológica Convencional de Avelar (Paty do Alferes/RJ) – ECC Avelar N° 02.243.255/83.049.....	95
Gráfico 3 –	Representação gráfica dos valores obtidos da cor da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	192
Gráfico 4 –	Representação gráfica dos valores obtidos da condutividade da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	193
Gráfico 5 –	Representação gráfica dos valores obtidos do ferro na água das nascentes estudadas em novembro de 2017, em fevereiro, em maio e em agosto de 2018, Microbacia do Rio Fagundes.....	195
Gráfico 6 –	Representação gráfica dos valores obtidos do nitrato na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	196
Gráfico 7 –	Representação gráfica dos valores obtidos do nitrito, representado em valor limite, da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	196
Gráfico 8 –	Representação gráfica dos valores obtidos do oxigênio dissolvido na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	197
Gráfico 9 –	Representação gráfica dos valores obtidos do pH na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	198
Gráfico 10 –	Representação gráfica dos valores obtidos do STD na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do	

	Rio Fagundes.....	199
Gráfico 11 –	Representação gráfica dos valores obtidos da temperatura da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	200
Gráfico 12 –	Representação gráfica dos valores obtidos da turbidez da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	201
Gráfico 13 –	Representação gráfica dos valores obtidos dos coliformes termotolerantes na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	202
Gráfico 14 –	Representação gráfica dos valores obtidos dos coliformes totais na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes.....	203
Gráfico 15 –	Resultado final PAR Fevereiro de 2017.....	206
Gráfico 16 –	Porcentagem por nível de perturbação das nascentes avaliadas por PAR em fevereiro de 2017.....	207
Gráfico 17 –	Resultado final PAR Agosto de 2017.....	209
Gráfico 18 –	Porcentagem por nível de perturbação das nascentes avaliadas por PAR em agosto de 2017.....	209
Gráfico 19 –	Resultado final PAR Fevereiro de 2018.....	211
Gráfico 20 –	Porcentagem por nível de perturbação das nascentes avaliadas por PAR em fevereiro de 2018.....	211
Gráfico 21 –	Resultado final PAR Agosto de 2018.....	213
Gráfico 22 –	Porcentagem por nível de perturbação das nascentes avaliadas por PAR em agosto de 2018.....	213
Gráfico 23 –	Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação em fevereiro de 2017.....	218
Gráfico 24 –	Distribuição do número de nascentes estudadas (10) por classe/grau de proteção em pontuação em fevereiro de 2017.....	218
Gráfico 25 –	Grau de Proteção das nascentes em 2017.1, em porcentagem.....	219
Gráfico 26 –	Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação em agosto de 2017.....	221
Gráfico 27 –	Distribuição do número de nascentes estudadas (10) por classe/grau	

	de proteção em pontuação em agosto de 2017.....	221
Gráfico 28 –	Grau de Proteção das nascentes em agosto de 2017, em porcentagem.....	222
Gráfico 29 –	Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação em fevereiro de 2018.....	225
Gráfico 30 –	Distribuição do número de nascentes estudadas (10) por classe/grau de proteção em pontuação em fevereiro de 2018.....	225
Gráfico 31 –	Grau de Proteção das nascentes em fevereiro de 2018, em porcentagem.....	225
Gráfico 32 –	Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação em agosto de 2017.....	228
Gráfico 33 –	Distribuição do número de nascentes estudadas (10) por classe/grau de proteção em pontuação em agosto de 2017.....	228
Gráfico 34 –	Grau de Proteção das nascentes em agosto de 2018, em porcentagem.....	228
Gráfico 35 –	Por que escolheu a boa prática de proteção de nascentes (dentre as outras boas práticas recomendadas)?.....	232
Gráfico 36 –	Número de nascentes na propriedade.....	233
Gráfico 37 –	Por que da escolha da nascente para a proteção na propriedade.....	233
Gráfico 38 –	Tempo de início da prática de proteção da nascente.....	234
Gráfico 39 –	Principais desafios hoje enfrentados com a proteção da nascente.....	234
Gráfico 40 –	Resultado(s) esperado(s) com a proteção da nascente.....	235

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Tipos de morfologia de nascentes e definição.....	41
Quadro 2 –	Tipologia de exfiltração de nascente e definição.....	43
Quadro 3 –	Síntese das informações a respeito da identificação da nascente: tipologia, sazonalidade e características hidrogeomorfológicas.....	48
Quadro 4 –	Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural GEF.....	59
Quadro 5 –	Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural BIRD.....	61
Quadro 6 –	Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural BIRD FA.....	63
Quadro 7 –	Incentivo de subprojetos produtivos sustentáveis e ambientais.....	64
Quadro 8 –	Síntese do cumprimento de metas relacionadas às atividades de planejamento territorial até 2018.....	68
Quadro 9 –	Identificação das Ottobacias por código e por nome.....	83
Quadro 10 –	Identificação e localização das nascentes estudadas na Microbacia do Rio do Fagundes.....	97
Quadro 11 –	Descrição de 14 parâmetros analisados no PAR das nascentes e APPs de nascente na Microbacia Rio Fagundes.....	117
Quadro 12 –	PAR das nascentes e APPs de nascente na Microbacia Rio Fagundes.....	119
Quadro 13 –	Parâmetros avaliados pelo IIAN na Microbacia Rio Fagundes como a descrição.....	123
Quadro 14 –	Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes.....	124
Quadro 15 –	Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos (somatória dos pontos obtidos).....	124
Quadro 16 –	Parâmetros físico-químicos.....	126
Quadro 17 –	Parâmetros Coliformes termotolerantes e totais.....	133
Quadro 18 –	Identificação da nascente: tipologia, sazonalidade e características hidrogeomorfológicas.....	141
Quadro 19 –	Síntese da morfologia das nascentes em fevereiro, em maio, em agosto e em novembro de 2017 na Microbacia do Rio Fagundes.....	170
Quadro 20 –	Nascentes estudadas e tipos de exfiltração em Fevereiro, em Maio, em	

	Agosto e em Novembro de 2017.....	170
Quadro 21 –	Identificação das nascentes estudadas com sazonalidade perene em fevereiro de 2017, em maio de 2017 e 2018, em agosto de 2017 e 2018 e em novembro de 2017, durante a segunda coleta na Fase III – Laboratório na MBRF.....	171
Quadro 22 –	Resumo das principais características das nascentes estudadas.....	172
Quadro 23 –	Síntese das implicações da Lei 12.651/2012 quanto às APPs das nascentes estudadas e as respectivas propostas “prevista” e “ideal”.....	176
Quadro 24 –	Quadro-síntese da cobertura da terra das APPs das nascentes estudadas.	189
Quadro 25 –	Características da cobertura da terra nas microbacias de contribuição.....	190
Quadro 26 –	Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Fevereiro de 2017....	205
Quadro 27 –	Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Agosto de 2017.....	207
Quadro 28 –	Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Fevereiro de 2018....	210
Quadro 29 –	Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Agosto de 2018.....	212
Quadro 30 –	Grau de perturbação das nascentes relacionado ao seu tipo em fevereiro e em agosto de 2017 e 2018.....	215
Quadro 31 –	Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação e seus respectivos graus de proteção em fevereiro de 2017....	217
Quadro 32 –	Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação e seus respectivos graus de proteção em agosto de 2017.....	220
Quadro 33 –	Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação e seus respectivos graus de proteção em fevereiro de 2018....	224
Quadro 34 –	Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação e seus respectivos graus de proteção em agosto de 2018.....	227
Quadro 35 –	Resultado das avaliações macroscópicas das nascentes estudadas.....	230
Quadro 36 –	Quadro de nascentes e APPs de entorno de nascentes.....	269
Quadro 37 –	Identificação da nascente: tipologia, sazonalidade e características hidrogeomorfológicas.....	274
Quadro 38 –	Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes – IIAN.....	276

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Microbacia do Rio Fagundes: Censos da População Residente e Crescimento Demográfico.....	101
Tabela 2 –	Paraíba do Sul: Censos da População Residente.....	101
Tabela 3 –	Cobertura da terra na MBRF em 2016.....	105
Tabela 4 –	Cobertura da terra na MBRF ano 2018.....	105
Tabela 5 –	Matriz de confusão aplicada à classificação da cobertura da terra da MBRF em 2016.....	147
Tabela 6 –	Matriz de confusão aplicada à classificação da cobertura da terra da MBRF em 2018.....	148
Tabela 7 –	Vazão das nascentes estudadas durante a Fase II – Campo e durante o ano hidrológico 2017/2018.....	173
Tabela 8 –	Características das nascentes relacionadas à vazão e à avaliação macroscópica em agosto e em novembro de 2017, em fevereiro e em maio de 2018.....	226
Tabela 9 –	Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração e foram realizadas em novembro de 2017.....	278
Tabela 10 –	Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração e foram realizadas em fevereiro de 2018.....	279
Tabela 11 –	Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração e foram realizadas em maio de 2018.....	280
Tabela 12 –	Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração e foram realizadas em agosto de 2018.....	281

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APHA	<i>American Public Health Association</i>
APP	Área de Preservação Permanente
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e o Desenvolvimento
CE	Condutividade Elétrica
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
COGEM	Comitê Gestor da Microbacia
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DRP	Diagnóstico Rural Participativo
EMATER-RIO	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do estado do Rio de Janeiro
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo
FA	Financiamento Adicional (Rio Rural FA)
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente
GPS	<i>Global System Position</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IIAN	Índice de Impacto Ambiental de Nascentes
INEA	Instituto do Estado do Ambiente
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IQM	Índice de Qualidade de Municípios
KTH	<i>Royal Institute of Technology</i>
LACEN	Laboratório Central de Saúde Pública
MBRF	Microbacia Rio do Fagundes
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital de Terreno

Min	Minuto
MT	Matriz de Transição
NMP/100ml	Números mais prováveis por cem milímetros
NTU	Unidade de Turbidez Nefelométrica
OD	Oxigênio Dissolvido
ONG	Organização Não Governamental
PAR	Protocolo de Avaliação Rápida
PESAGRO-RIO	Empresa de Pesquisa Agropecuária do estado do Rio de Janeiro
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIDS	Planos Individuais de Desenvolvimento
PNMH	Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica
PRONAF	Programa Nacional da Agricultura Familiar
PSA	Pagamentos por Serviços Ambientais
RL	Reserva Legal
SEAPEC	Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNIRH	Sistema Nacional de Recursos Hídricos
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UHP	Unidade Hidrográfica de Planejamento
USP	Universidade São Paulo
UTM	Universal Transversa de Mercator

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Grau Celsius
ha	Hectare
hab.	Habitantes
Km	Quilômetro
km ²	Quilômetro quadrado
L	Litro
L/ s	Litros por segundo
m	Metro
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mg/L	Miligrama por litro
T	Temperatura
uS/cm	MicroSiemens por centímetro

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	26
1	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL E METODOLÓGICA.....	37
1.1	Nascentes.....	37
1.1.1	<u>Forma e processos (hidro)geomorfológicos relacionados a nascentes.....</u>	44
1.1.2	<u>Canais fluviais.....</u>	44
1.1.3	<u>Águas superficiais e subterrâneas.....</u>	45
1.1.4	<u>Mobilidade das nascentes e sua relação com a delimitação de APPs de nascente.....</u>	45
1.1.5	<u>Aspectos hidrogeomorfológicos das nascentes.....</u>	47
1.1.6	<u>Características hidrológicas.....</u>	48
1.2	Áreas de Preservação Permanente de nascentes.....	49
1.3	Desenvolvimento Rural Sustentável e os Programas de Microbacias Sustentáveis.....	52
1.3.1	<u>O Programa de Desenvolvimento Rural em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro – Programa Rio Rural.....</u>	54
1.3.2	<u>O Pagamento por Serviços Ambientais e o Desenvolvimento Rural Sustentável.....</u>	69
1.4	Microbacias Hidrográficas como unidade de pesquisa e planejamento	72
2	CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FAGUNDES.....	78
2.1	A Unidade Hidrográfica de Planejamento – Microbacia do Rio Fagundes.....	78
2.2	Características do meio físico.....	81
2.2.1	<u>Hidrografia e Ottobacias.....</u>	81
2.2.2	<u>Geologia.....</u>	85
2.2.3	<u>Geomorfologia.....</u>	87
2.2.4	<u>Solos.....</u>	90
2.2.5	<u>Clima.....</u>	91
2.2.6	<u>Fitofisionomia.....</u>	95
2.3	As 9 nascentes, as Áreas de Preservação Permanente e as Microbacias	

	da área de estudo.....	96
2.4	Caracterização do uso do solo e cobertura da terra.....	99
2.5	O Cenário (2016-2018) de cobertura da terra na MBRF.....	102
2.5.1	<u>Cobertura da terra na MBRF nas Cenas 2016 e 2018.....</u>	102
2.6	Características produtivas das propriedades da MBRF e os incentivos de desenvolvimento rural em contrapartida à proteção/recuperação das nascentes do Rio Rural.....	104
3	FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA, MATERIAIS E MÉTODOS.....	111
3.1	Fundamentação metodológica.....	111
3.1.1	<u>Método de avaliação ambiental quali-quantitativa de nascentes e APPs em microbacias de uso rural.....</u>	111
3.1.1.1	Métodos de avaliação da qualidade de nascentes e APPs de nascentes – Protocolos de Avaliação Rápida.....	113
3.1.1.2	Métodos de avaliação da qualidade da água de nascentes.....	124
3.2	Materiais e Métodos.....	134
3.2.1	<u>Fase I – Gabinete.....</u>	136
3.2.1.1	Levantamento teórico-conceitual, metodológico, cartográfico e elaboração do diagnóstico socioambiental.....	136
3.2.1.2	Identificação dos beneficiários de serviços ambientais como o cadastro das propriedades e da Microbacia do Rio Fagundes.....	137
3.2.1.3	Espacialização e caracterização da Microbacia do Rio Fagundes, seleção das microbacias de contribuição e mapeamento das nascentes.....	137
3.2.2	<u>Fase II – Campo.....</u>	138
3.2.2.1	Mapeamento das 9 nascentes e diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente de nascente da MBRF.....	139
3.2.2.2	Caracterização hidrogeomorfológica das nascentes.....	140
3.2.2.3	Avaliação macroscópica de nascentes e das APPs.....	141
3.2.2.4	Coleta das amostras de água das nascentes.....	142
3.2.2.5	Reconhecimento dos atores envolvidos: proprietários e técnicos.....	142
3.2.3	<u>Fase III – Laboratório.....</u>	142
3.2.3.1	Análise das águas das nascentes.....	143
3.2.4	<u>Fase IV – Avaliação.....</u>	144

3.2.4.1	Avaliação e análise da qualidade das nascentes estudadas.....	144
3.2.4.2	Análise da qualidade ambiental na MBRF, das nascentes e APPs a partir de procedimentos metodológicos em Planejamento Ambiental para a tomada de decisão.....	144
3.2.4.3	Recomendação de elaboração de avaliação da qualidade ambiental de nascentes.....	145
3.2.5	<u>Fase V – Diagnóstico</u>	145
3.2.5.1	Delimitação da Microbacia do Rio Fagundes/área de estudo.....	145
3.2.5.2	Processamento digital de imagens, classificação da cobertura da terra.....	145
3.2.5.3	Avaliação de comprometimento dos atores envolvidos na proteção das nascentes na Microbacia do Rio Fagundes.....	147
4	AS NASCENTES DO RIO RURAL NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FAGUNDES	148
4.1	As nascentes estudadas, a tipologia de exfiltração, os aspectos hidrogeomorfológicos e a sua sazonalidade nas microbacias de contribuição	148
4.2	A mobilidade das nascentes estudadas	170
4.3	A característica hidrológica	171
4.4	As Áreas de Preservação Permanente das nascentes estudadas: propostas previstas (50 metros) e ideal	174
4.5	A vegetação alterada na APP de nascente e na microbacia de contribuição	188
4.6	Vazão das nascentes	190
4.6.1	<u>Avaliação da qualidade da água através dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos</u>	190
4.7	Os processos (hidro)geomorfológicos nas nascentes e nas microbacias de contribuição	203
4.8	A avaliação da qualidade de APPs e das nascentes estudadas	203
4.8.1	<u>Resultados da avaliação da qualidade de APPs e das nascentes estudadas através do PAR</u>	204
4.8.1.1	PAR Fevereiro de 2017.....	205
4.8.1.2	PAR Agosto de 2017	206
4.8.1.3	PAR Fevereiro de 2018	208

4.8.1.4	PAR Agosto de 2018.....	210
4.8.1.5	Discussão os resultados do PAR Callisto.....	212
4.8.2	<u>A avaliação da qualidade ambiental de APPs e das nascentes estudadas através do IIAN.....</u>	214
4.8.2.1	IIAN Fevereiro de 2017.....	215
4.8.2.2	IIAN Agosto de 2017.....	218
4.8.2.3	IIAN Fevereiro de 2018.....	222
4.8.2.4	IIAN Agosto de 2018.....	225
4.9	Discussão dos resultados (fevereiro e agosto de 2017 e de 2018) da qualidade ambiental na Microbacia do Rio Fagundes por PAR e por IIAN.....	228
5	O COMPROMETIMENTO DOS ATORES NO PROCESSO DE PROTEÇÃO/RECUPERAÇÃO E RECUPERAÇÃO DAS NASCENTES ESTUDADAS.....	231
5.1	O comprometimento dos produtores rurais.....	231
5.2	O comprometimento da técnica executora do Programa Rio Rural.....	235
5.3	Discussão.....	236
	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	238
	REFERÊNCIAS.....	241
	APÊNDICE A – Questionários para as entrevistas com os responsáveis técnicos e executores do Rio Rural na Microbacia do Rio Fagundes.....	264
	APÊNDICE B – Fotografias de Pré-campo.....	266
	APÊNDICE C – Fotografias do primeiro campo em 2016.....	267
	APÊNDICE D – Formulário de Campo e o Protocolo de Avaliação Rápida – PAR Aplicado.....	268
	APÊNDICE E – Formulário de Campo o Quadro de identificação das tipologias das nascentes estudadas.....	273
	APÊNDICE F – Formulário de Campo e o Índice de Impacto Ambiental nas Nascentes Aplicado.....	275
	APÊNDICE G – Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração realizadas durante o ano hidrológico 2017/ 2018.....	277
	APÊNDICE H – Questionário respondido pela responsável técnica e	

executora na (da) Microbacia do Rio Fagundes, Andréa F. Machado..... 281

INTRODUÇÃO

A intervenção humana em áreas protegidas proporciona grandes impactos ambientais resultantes, em muitos casos, da retirada da cobertura vegetal original e da substituição por usos agropecuários (CASTRO; GOMES, 2001, p. 3). Segundo o Atlas *A geografia da agropecuária brasileira* (IMAFLOA, 2017, s/p), um estudo de pesquisadores do Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora), do *Royal Institute of Technology* (KTH) e da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (USP/ESALQ), publicado pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2017), disponibilizou, pela primeira vez, uma base de informações nacionais integradas que possibilitou a realização de cálculos mais precisos sobre os déficits de áreas de preservação permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs) sobre imóveis rurais. Estima-se que o Brasil possua um déficit de cerca de 43 milhões de hectares de APPs e de 42 milhões de hectares de RL. Em média, o déficit nacional é de 22% de APPs e de 7% para as RLs, sendo que os déficits mais alarmantes são na Mata Atlântica.

Esses números servem de embasamento para o desenvolvimento de ações e políticas que interagem e sustentam a implementação da Lei 12.651/2012 no país e de pesquisas para a recuperação destes déficits.

Para o jornal *Le Monde Diplomatique Brasil*, no artigo publicado em 3 de julho de 2017, *Os Devedores do Código Florestal* (<http://diplomatique.org.br/os-devedores-do-codigo-florestal/>), sobre o Atlas *A geografia da agropecuária brasileira*, a recuperação ambiental deve ser priorizada e acelerada, principalmente nas áreas de preservação permanente ligadas à conservação da água, atrelada a instrumentos como o crédito rural para os produtores rurais. Para os pequenos produtores, o crédito deve ser baseado em uma abordagem socioambiental, como instrumento de pagamentos por serviços ambientais (PSA), em assistência técnica e em associações como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf).

Ao encontro do que foi publicado no *Le Monde Diplomatique Brasil*, com destaque para instrumentos de desenvolvimento rural sustentável, os programas de desenvolvimento rural no Brasil são do fim dos anos 1980, quando a elaboração da Constituição Federal de 1988 proporcionou a criação de políticas públicas descentralizadoras em prol da reestruturação ambiental, da inserção dos pequenos produtores rurais, favorecendo maior participação dos municípios (CARMO; HESPANHOL, 2012, p. 2). As ações privilegiaram o

desenvolvimento agrícola, o combate à degradação ambiental e a inserção do pequeno produtor rural em um sistema de planejamento integrado.

O campo e o rural como espaços estruturados somente pela agricultura e a ela associados estão definitivamente em uma crise de paradigmas (TEIXEIRA; LAGER, 1997, p. 3). A discussão sobre sustentabilidade e a questão ambiental envolve o campo e o rural como as novas configurações espaciais e os avanços devem marcar os estudos da geografia.

O território rural, que viveu nas últimas três décadas intensas e profundas transformações, tem sido insubstituível como espaço para investigações, interessando à gestão ambiental, à compreensão global do social e às novas configurações espaciais. Assim, muitos geógrafos hoje têm investigado as inúmeras transformações ocorridas no rural. "O espaço rural não é mais o que era, as paisagens e as populações rurais se transformaram profundamente" (FIGUEIREDO *et al.*, 2011, p. 22). O meio rural se torna cada dia mais polifuncional, polissêmico.

A análise dos problemas que atualmente são enfrentados nos espaços rurais e também urbanos é uma reflexão sobre a crise do desenvolvimento contínuo, as fraturas sociais e suas consequências espaciais (TEIXEIRA; LAGER, 1997, p. 4).

Para Marques (2002, p. 96), no caso do Brasil, o despertar para a discussão de uma nova estratégia de desenvolvimento rural para o país, ou seja, a superação da extrema desigualdade social que marca a sociedade brasileira, passa pela definição de políticas de valorização do campo. Nas últimas décadas, tem-se observado, nos Estados Unidos e na França, dentre outros países, a revalorização de determinadas áreas rurais. Muitas vezes, este dinamismo está relacionado à presença crescente de pessoas ligadas a atividades não agrícolas residentes nestas áreas (MARQUES, 2002, p. 102).

O desenvolvimento rural deve visar à inclusão social a partir da melhoria geral das condições de vida e da realização de novas atividades no campo (MARQUES, 2002, p. 110). Deve-se pensar o espaço rural não apenas se baseando em sua funcionalidade econômica à sociedade urbana hoje estruturada, mas através de um esforço no sentido de identificar a contribuição que um "novo" rural possa dar para a transformação de nossa sociedade .

E essa transformação de nossa sociedade, no contexto do rural brasileiro, passa pelos pequenos produtores. A partir da multiplicidade espacial do rural, dos novos significados e da necessidade de um espaço sustentável, o rural e o campo têm de se redefinir. Pois "cada lugar é, ao mesmo tempo, objeto de uma razão global e de uma razão local, convivendo dialeticamente" (SANTOS, 2006, p. 231).

Assim, a questão ambiental, muito discutida na literatura e na legislação ambiental em diversas escalas, deve ser considerada sob a ótica do espaço rural. A degradação e contaminação dos solos e a contaminação e a escassez dos recursos hídricos, como o desmatamento e a retirada da cobertura vegetal e da mata ciliar em terras agrícolas, podem ser consideradas um dos mais importantes problemas ambientais dos nossos dias, tendo a escassez de água como reflexo (GUERRA *et al.*, 2014, p. 3). Desta maneira, deve-se pensar o espaço rural associado à conservação dos solos e da água.

As transformações do rural são um fenômeno que ocorre em múltiplas escalas. As múltiplas territorialidades e os múltiplos significados do rural ultrapassam a escala nacional. As ressignificações do espaço rural e do campo precisam atravessar o desenvolvimento territorial rural sustentável.

Diversos estudos, como os de Novaes (2014) e Jardim (2010), deixam claro que o produtor familiar tem uma consciência ambiental e é uma das vantagens da preservação do meio ambiente. Sabe da importância de suas atividades para os recursos naturais, mas dispõe de pouco para investir em manejos, práticas sustentáveis e conservacionistas e em recomposição florestal.

No entanto, devido à importância da água para as pequenas propriedades e à necessidade de conservação do solo e da água, a Agência Nacional de Águas (ANA) vem incentivando as práticas agrícolas, as chamadas boas práticas, como a recomposição florestal e preservação de matas nativas e os pagamentos por serviços ambientais no campo. Os produtores rurais se comprometem com essas boas práticas e, em contrapartida, são remunerados. Este procedimento se insere em uma tendência mundial (PEIXOTO, 2011; HASSAN; SCHOLLES, 2000): Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA).

O Pagamento por Serviços Ambientais, portanto, agrega valor monetário ao custo de conservar o solo, a água e os recursos hídricos aos produtores rurais. São incentivos diretos por meio de compensação financeira (SHIKI, 2007; PEIXOTO, 2011; PAGIOLA, 2013). Esta compensação é a principal crítica ao PSA. Para Ost (1997, p.161) “reduz simultaneamente o social e o ecológico aos fins restritos da troca mercantil”, a preservar o meio ambiente em resposta a retorno financeiro, subsídio e/ou isenções (FARIA, 2002, p. 187).

Segundo Pagiola (2008, p. 712/724), uma política pública de PSA pode ser ineficiente de três maneiras: pagamentos insuficientes induzindo comportamentos e usos indesejados da terra; indução de uso da terra a custo superior ao valor do serviço ambiental prestado; e, o pagamento por uma prática que seria adotada voluntariamente.

Há registros em países em desenvolvimento como Costa Rica, Equador e Vietnã (PEIXOTO, 2011, p. 31). A falta de uma conscientização ecológica associada às pressões econômicas e sociais, tendo em vista a produtividade e a retirada da cobertura florestal (das matas ciliares e da floresta nativa), acarreta sérios problemas ambientais em diversas escalas geográficas. Segundo Peixoto (2011, p. 30), “nunca se chegou a um nível de degradação ambiental tão significativo quanto nas últimas décadas”.

Os anos 1990 marcaram significativamente o debate internacional sobre as questões ambientais. Em 1992, na Eco 92, no Rio de Janeiro, foram lançadas as bases para uma concepção de desenvolvimento. Problemas tradicionais de desenvolvimento, como desigualdade e pobreza, juntaram-se a restrições ambientais para se alcançar um desenvolvimento sustentável (GARAY, 2006, p. 30). De acordo com a Organização das Nações Unidas - ONU, no Relatório *Brundtland* de 1987 (GARAY, 2006, p. 279), “desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas necessidades e aspirações”. Esse conceito recebe críticas, entre outras, por criar uma falsa noção de conciliação entre o capitalismo e a questão ecológica” (VIZEU *et al.*, 2012, p. 569)

Essas questões discutidas nas Conferências da ONU foram “rapidamente difundidas no discurso ambiental, governamental e empresarial” (BOFF, 2012, p.89) que debruçam-se sobre os desafios ambientais como a sustentabilidade. Desafio ambiental este que, entre outras frentes, é envolver meio ambiente e produtividade no campo e no rural. Silveira (2014, p. 270) enumera cinco pressupostos que devem ser seguidos:

1. as questões de proteção ao ambiente e aos recursos naturais;
2. o crescimento econômico e o aumento da renda no campo;
3. as conquistas sociais nas áreas rurais;
4. o respeito e o aprimoramento do saber do trabalhador rural passado de gerações em gerações;
5. a autonomia desses trabalhadores no processo de tomada de decisões;

E, ainda,

no novo rural, o desenvolvimento agrícola e rural deve ser realizado de maneira sustentável, onde o respeito ao meio ambiente, ao emprego, à manutenção dos trabalhadores no campo e ao equilíbrio econômico são fundamentais para fazer valer o conceito indicado pela ONU. Porém, muitos autores alertam sobre a concepção mais antiga do conceito que representa as características da agricultura familiar (SILVEIRA, 2014, p. 300-301).

A importância das áreas naturais presentes no espaço rural vai além da importância ambiental que estas áreas representam. É necessário refletir sobre a promoção do manejo adequado da agricultura, levando-se em conta o equilíbrio ambiental e social, permitindo que

grupos familiares possam obter renda por meio de uma produção agrícola sustentável e aliada à conservação das áreas naturais.

Campo é uma forma concreta, “materializam-se e compõem as paisagens produzidas pelo homem; e rural é uma representação social, conteúdos das práticas de cada sujeito, cada instituição, cada agente na sociedade” (HESPANHOL, 2013, p. 4). É uma possibilidade de desenvolvimento social. Essa realidade atual rompe com o velho mito de que as áreas naturais se constituíam como empecilho ao avanço da agricultura e ao desenvolvimento das populações rurais.

Durante o longo tempo que precedeu a reformulação do Código Florestal Brasileiro (CFB), as Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas protegidas (art. 4º, Lei 12.651/2012; BRASIL, 2012), tornaram-se o centro de um debate que colocou em lados opostos ruralistas e ambientalistas. Considerava-se o antigo código (Lei 4.771/1965) rígido e limitante às atividades agrícolas, especialmente por acreditarem ser extensa a área de proteção destinada às margens dos cursos d'água, às nascentes e aos locais de acentuada declividade (MACHADO, 2012, p. 102). Por isso o discurso de que o antigo código inviabilizava o uso agrícola das terras para os pequenos proprietários, embora quem mais tenha se dedicado às suas alterações tenham sido os grandes latifundiários.

Alguns entendiam que a flexibilização do CFB de 1965 era necessária, especialmente para favorecer a ocupação de áreas com declividades médias elevadas e onde as APPs se tornavam muito restritivas. Mas foi exatamente para disciplinar e limitar a ocupação dessas áreas que elas foram instituídas. Sua função, dentre outras, é resguardar não somente os recursos naturais, mas a própria sociedade, na medida em que tentam impedi-la de habitar locais de grande vulnerabilidade.

Segundo Garay e Becker (2006, p. 165), “as Áreas de Preservação Permanente e as Reservas Legais foram instituídas no Código Florestal de 1965, que representam uma clara tentativa de conter avanços sobre a floresta sobre a forma de grilagem de terras em um momento crucial do desenvolvimento do país”.

Ambientalistas e ruralistas protagonizaram um intenso debate referente à redução das APPs. Com toda a certeza, objetivava-se a diminuição destas áreas protegidas para o aumento das áreas cultiváveis. Entretanto, ambos têm de concordar com a importância das políticas públicas e das políticas ambientais para zonas rurais para a melhoria da qualidade de vida no campo, para o desenvolvimento rural e para a sustentabilidade ambiental.

Com base nesses princípios e na necessidade de proteção da água e da conservação dos solos, o Brasil recebeu influências da América Latina, dos Estados Unidos e do Canadá para o PSA e para integrar ações governamentais previstas na Lei 12.651/2012.

As APPs foram criadas com a função de preservar o solo, os recursos hídricos, assegurar a qualidade de vida das populações humanas e outras (BRASIL, 2012, s/p). As categorias de APP são colocadas pelo artigo 4º da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012) e previstas na Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC BRASIL, 2000, s/p.) como fundamentais à conservação do meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais e das práticas de conservação e recuperação de áreas degradadas, bem como à valorização econômica e social da diversidade biológica e das comunidades tradicionais e suas culturas e meios de subsistência.

Segundo Oliveira Junior (2010, p. 10), a legislação vigente no Brasil já dispôs em vários momentos sobre um indicativo para incentivar o produtor rural a preservar a vegetação nativa ou a recompô-la, em conformidade com as leis (ou, voluntariamente, a mais que o previsto na lei), a conservar o solo e a água, a zelar pelos recursos naturais e que são conscientes do seu papel na coletividade, optando por sistemas de produção mais sustentáveis. A saber (OLIVEIRA JUNIOR, 2010, p. 10):

- 1) Constituição da República Federativa do Brasil, art. 225º, que trata do Meio Ambiente; Lei nº 6.938/1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação;
- 2) Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC;
- 3) Lei nº 11.284/2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente – MMA, o Serviço Florestal Brasileiro – SFB e cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal – FNDF;
- 4) Lei nº 8.171/2001, que dispõe sobre a Política Agrícola;
- 5) Lei nº 12.188/2010, que institui a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária – PNATER e o Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária – PRONATER;
- 6) Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

A intervenção humana nos ambientes naturais ao longo dos anos tem proporcionado alterações significativas no equilíbrio dos ecossistemas. Neste sentido, o primeiro impacto resultante da retirada da cobertura vegetal original e sua substituição para usos agropecuários propiciam o aparecimento de processos de degradação ambiental, caso não haja o manejo adequado dessas áreas (CASTRO *et al.*, 2001, p. 25).

No vale do Rio Paraíba do Sul, as baixas colinas e baixas altitudes, marcadas pelas práticas do desmatamento, queimadas, uso do solo e pela ocupação do Vale do Café

fluminense, caracterizado pelo “plantio de café morro acima”, degradaram os solos e arrasaram a cobertura florestal nativa do Vale (FUSCO, 2005). Dadas as particularidades reservadas às APPs e sua importância ambiental, considerando a urgência de se recuperar as nascentes dos recursos hídricos e avaliar o uso da terra, utilizar-se-á uma microbacia hidrográfica com pequena produção agrícola, baseada na agricultura familiar e na determinação de áreas protegidas, como as APPs de nascentes e o PSA para a recuperação de áreas degradadas, e nas práticas de conservação do solo, na proteção de recursos hídricos e no desenvolvimento rural sustentável.

Para a ANA (2012), a melhoria, a recuperação e a proteção de recursos hídricos em bacias hidrográficas estratégicas têm como base ações executadas no meio rural voltadas à redução da erosão e do assoreamento de mananciais, de forma a proporcionar o aumento da qualidade e a tornar mais regular a oferta da água por meio de articulações e parcerias entre instituições das esferas municipal, estadual, federal e na propriedade privada, visando ao desenvolvimento da política de PSA como um instrumento de incentivo aos produtores rurais que adotarem, de forma voluntária, práticas sustentáveis e de recuperação.

A flexibilização das chamadas áreas protegidas e os limites de Áreas de Preservação Permanente, reserva legal e áreas de uso sustentável de uso restrito foram remarcadas. Para os grandes proprietários e latifundiários, a legislação ambiental brasileira foi flexibilizada. Para os pequenos agricultores familiares, ocorreu a exigência do novo Código, da regularização ambiental, através do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

No Brasil rural, as desigualdades de acesso à terra acompanham as demais discussões sociais, como o problema de acesso à terra, a concentração fundiária e a distribuição de renda. As questões ambientais são igualmente diferenciadas, como o acesso a financiamentos e o crédito rural.

Em conformidade com a Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012) que visa, entre outros, contribuir com a oferta de água, o programa de desenvolvimento rural em Microbacias Hidrográficas Fluminenses do Estado do Rio de Janeiro, “Rio Rural”, da Secretaria do Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento (SEAPEC/RJ), entre outras ações, além do “Rio Rural nascente protegida” (RIO DE JANEIRO, 2016), incentiva e investe na proteção das APPs e recuperação de nascentes em áreas estratégicas no estado fluminense. Especialmente áreas estratégicas das regiões Norte, Noroeste, Centro-sul e Serrana, que possuem economia voltada à produção agropecuária.

O conceito de microbacias hidrográficas foi proposto em 1987 (HESPANHOL, 2005; 2012; 2013; CARMO, 2011) e pela Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), e, recentemente, foi

reafirmada a proposta de PSA, de incentivar o produtor rural de pequena produção familiar a preservar (ou a recompor) a vegetação nativa, recuperar e proteger as APPs e contribuir com redução dos déficits de água.

Divulgados para a Mata Atlântica e para o estado do Rio de Janeiro, o programa fluminense de desenvolvimento rural sustentável em Microbacias Hidrográficas, o “Rio Rural nascente protegida” (SEAPEC/EMATER, 2016), incentiva e investe na proteção de nascentes e das APPs de nascentes como uma das ações que o programa define como “boas práticas”, entre outras propostas. As chamadas “boas práticas” compreendem a preservação a partir da proteção de nascentes e matas ciliares, a conservação da biodiversidade e o pastoreio rotacionado (SEAPEC, 2017).

As nascentes são importantes hidrossistemas ambientais e a complexidade das relações dos elementos geológico-geomorfológicos, hidrológicos e geoecológicos na paisagem deve ser abordada, principalmente, sob o prisma da inventariação e conhecimento que contribuam para a sua valorização, gestão e proteção adequada e os processos de decisão que subsidiam estudos mais precisos (PASSOS, 2003; FELIPPE, 2009; 2013; 2014; FELIPPE; MAGALHÃES, 2013).

Uma breve revisão sobre o estudo das nascentes, seja na literatura brasileira ou estrangeira, exige uma abordagem interdisciplinar, dada a complexidade destes ambientes e a raridade dos trabalhos que as abordam.

No Brasil, há importantes trabalhos relacionados aos estudos das nascentes, realizados por Valente e Borges (2005) e Pinto *et al.* (2012) por Felipe e Magalhães Jr. (2009; 2014), por Gomes (2014) e por Silva *et al.* (2015), unânimes ao mencionarem as nascentes em sua complexidade e as considerando sob aspectos referentes ao planejamento e sua relevância como produtoras de água. No entanto, não há ainda uma classificação aceita. Mas os trabalhos publicados, principalmente, pelo pesquisador Miguel Fernandes Felipe e outros, tem procurado preencher lacunas quanto ao esclarecimento e definição das nascentes.

Neste interim, considera-se, na presente pesquisa, “as nascentes como um sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial” (FELIPPE, 2009, p.99).

Neste sentido, relacionados à realidade das APPs de nascente, especialmente as de uso agropecuário e com a cobertura da terra, majoritariamente, “pastagem”/ não floresta, à sua preservação e à necessidade de proteção destas para a qualidade da água, tem-se como objetivo geral avaliar a qualidade ambiental de nascentes e de Áreas de Preservação Permanente protegidas por uma prática de desenvolvimento rural sustentável do programa de

microbacias hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, o Programa Rio Rural, na Unidade Hidrográfica de Planejamento Microbacia do Rio Fagundes, em Paraíba do Sul (RJ).

São os objetivos específicos:

- a) Definir conceito, técnicas e imprecisões relacionadas às nascentes e APPs para estudo de qualidade ambiental em microbacias de contribuição rurais;
- b) Relacionar uso do solo, cobertura da terra, qualidade da água, nível de perturbação e grau de proteção à qualidade ambiental das nascentes do Programa Rio Rural na Microbacia do Rio Fagundes;
- c) Identificar e avaliar o envolvimento dos atores no processo de proteção e recuperação das nascentes na Microbacia do Rio Fagundes;
- d) Apresentar os resultados da avaliação integrada da qualidade das nascentes e APPs como subsídio ao planejamento ambiental e suporte à decisão de recuperação de nascentes e APPs.

Foram aplicados métodos de identificação, de mapeamento e de avaliação, tanto da qualidade ambiental de nascentes quanto da avaliação macroscópica das APPs de nascentes. Estes foram aplicadas por Felipe (2009; 2014) e Callisto *et al.* (2001; 2002), como adaptações às metodologias aplicadas por Carreño (2012), Rangel e Botelho (2017), para diagnosticar as nascentes em propriedade de beneficiários envolvidos no Programa Rio Rural, contemplados com o subprojeto proteção e recuperação de nascentes, e para verificar a qualidade dessas águas e das APPs.

O desenvolvimento de cenários a médio e longo prazos são estratégicos para tomada de decisão ao apontar tendências futuras. O exercício de construir cenários ambientais contribui com o desenvolvimento de políticas e do planejamento ambiental e gestão de serviços ecossistêmicos (REGRA, 2013a; REGRA *et al.*, 2013b).

Destaca-se a hipótese de que a recuperação de nascentes e de Áreas de Preservação Permanente - prevista como prática de desenvolvimento rural sustentável através de proteção e viabilizada por incentivos como o crédito rural pelo Programa Rio Rural - reflete a recarga do nível freático e a vazão, a qualidade de nascentes e de microbacias de contribuição e os indicadores ambientais de qualidade

Consideram-se como justificativas as diferentes possibilidades de análise ambiental sobre o uso do solo e cobertura da terra no espaço rural, especialmente, as áreas protegidas pela legislação brasileira que envolvem água e solo, e sobre as relações no campo, a qualidade ambiental de nascentes e das APPs protegidas.

A partir de inúmeras discussões a respeito da importância das relações de complementaridade entre proteção e degradação ambiental, proteção do solo e da água e redução e monitoramento do desmatamento, o envolvimento das APPs de nascentes e, propriamente, das nascentes tem levado a uma revalorização do espaço rural, não apenas devido ao desenvolvimento das atividades agropecuárias, mas também revalorizados como espaços ambientais, de proteção ambiental e de produção de água.

As nascentes, portanto, são importantes sistemas hidrogeomorfológicos de trocas de energia e respostas em microbacias hidrográficas à recuperação de áreas degradadas e, sobretudo, na qualidade ambiental de microbacias em espaços rurais. Desta forma, a recuperação das nascentes e das chamadas APPs de nascentes, por meio de pesquisa de campo e de instrumentos de adequação e regularização ambiental, com base na Lei 12.651/2012, procura estabelecer métodos de avaliação e cenários ambientais futuros para a tomada de decisão na recuperação de nascentes em uma microbacia inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Para tal pesquisa, utilizar-se-á uma unidade hidrográfica de planejamento com pequena produção agrícola, baseada em agricultura familiar, a determinação de áreas protegidas, como as APPs de nascente, e o desenvolvimento rural sustentável para a proteção de nascentes e áreas de recarga, com práticas de conservação do solo e proteção de faixas marginais.

Para a Agência Nacional de Águas (ANA, 2012, p. 4), a melhoria, a recuperação e a proteção de recursos hídricos em bacias hidrográficas estratégicas devem ter como base ações executadas no meio rural voltadas à redução da erosão e do assoreamento de mananciais, de forma a proporcionar o aumento da qualidade e a tornar mais regular a oferta da água, por meio de articulações e parcerias entre instituições das esferas municipal, estadual, federal e privada, visando ao desenvolvimento da política de PSA como um instrumento de incentivo aos produtores rurais que adotarem, de forma voluntária, práticas sustentáveis e de recuperação (ANA, 2012, p. 4).

A tese está estruturada em sete capítulos. O primeiro, chamado de “FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL E METODOLÓGICA”, contém o arcabouço científico que norteia o desenvolvimento da tese.

O segundo capítulo, “CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FAGUNDES”, apresenta a caracterização da unidade de estudo, do seu meio físico e socioeconômico, bem como uma caracterização do uso do solo e

cobertura da terra e das propriedades com nascentes protegidas pelo Programa Rio Rural (9 propriedades).

O terceiro capítulo, “FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA, MATERIAIS E MÉTODOS”, traz uma contribuição acerca da justificativa, conceituação, adaptação e avaliação dos métodos e apresenta cartesianamente as etapas das chamadas “Fases” da tese (Fase I – Gabinete, Fase II – Campo, Fase III – Laboratório, Fase IV – Avaliação, Fase V – Diagnóstico e Fase VI – Prognóstico).

O quarto capítulo, “AS NASCENTES DO RIO RURAL NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO”, apresenta, como parte dos resultados, o diagnóstico das nascentes estudadas e os resultados da avaliação através dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

O quinto capítulo, “O COMPROMETIMENTO DOS ATORES NO PROCESSO DE PROTEÇÃO/RECUPERAÇÃO DAS NASCENTES ESTUDADAS”, apresenta uma análise das entrevistas e a contribuição e o envolvimento dos atores no processo de proteção das nascentes estudadas. Os principais resultados são apresentados, analisados e discutidos.

E, finalmente, são sintetizadas as principais conclusões, as considerações finais e as recomendações nas “CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES”, sendo sugeridas algumas propostas para a área de estudo, de modo a subsidiar as políticas ambientais e a recuperação das nascentes protegidas pelo Rio Rural na Microbacia do Rio Fagundes.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL E METODOLÓGICA

Com base na hipótese levantada e nos objetivos propostos, o presente capítulo foi organizado de forma a apresentar a fundamentação teórico-conceitual que norteou toda a pesquisa, com ênfase nas nascentes, áreas de preservação permanente de nascentes, desenvolvimento rural sustentável em microbacias hidrográficas, (micro)bacias hidrográficas como unidade de planejamento e cenários ambientais aplicados ao planejamento ambiental.

1.1 Nascentes

As nascentes são importantes hidrossistemas ambientais e as relações dos elementos geológico-geomorfológicos, hidrológicos e geocológicos na paisagem são complexas (DAVIS, 1966; VALENTE; GOMES, 2005; FELIPPE; MAGALHÃES JR., 2014; 2016). E toda essa complexidade envolve-se, principalmente, na gênese e dinâmica da nascente, de elementos que não podem ser simplificados como um ponto, uma área, um local, uma descarga ou uma feição (FELIPPE, 2014).

A simplificação e a generalização conceitual e metodológica é o principal problema que se posta envolvendo nascentes (FELIPPE; MAGALHÃES JR., 2013) e as pesquisas sobre o tema são pouco frequentes (MAGALHÃES JR.; FELIPPE, 2012; 2018; FELIPPE, 2013).

Desta forma, a adoção de um conceito claro sobre as nascentes é um pressuposto para os trabalhos de campo (FELIPPE, 2014; FELIPPE; MAGALHÃES JR.; 2014): a identificação do tipo de morfologia, o tipo de exfiltração da água, a forma da nascente, a existência e a posição dos afloramentos rochosos e a declividade do terreno são essenciais para a caracterização destes hidrossistemas (FELIPPE, 2009; 2014).

Soma-se a estas variáveis teóricas complexas “o estado ambiental” (PINTO *et al.*, 2004; GOMES *et al.*, 2005a; FELIPPE; MAGALHÃES JR., 2012; CARMO *et al.*; 2014), que envolve usos, existência de áreas degradadas, presença de resíduos ou efluentes, além de parâmetros de qualidade da água (FELIPPE, 2012; 2014; FELIPPE; MAGALHÃES JR., 2012, 2014; FELIPPE *et al.*, 2015).

As nascentes não possuem dimensão espacial rigorosa e determinável. Sua dinâmica espaçotemporal, controlada, sobretudo, pela variabilidade climática, promove uma imprecisão natural de sua espacialização (FELIPPE, 2009). Há alguns elementos que devem ser colocados como características essenciais para a definição de nascentes: i) a exfiltração da água subterrânea de modo perene ou não; ii) a formação de um canal de drenagem à jusante; iii) a origem natural das nascentes (DAVIS, 1966; TODD, 1959; FELIPPE *et al.*, 2013; FELIPPE, 2009; 2014; FELIPPE; MAGALHÃES JR., 2004).

Segundo Todd (1959, p. 29), uma nascente é uma descarga concentrada da água subterrânea que aflora à superfície do terreno como uma corrente ou um fluxo de água. Devem se distinguir das nascentes as áreas de percolação, o movimento da água através do terreno ou outros meios porosos em direção à superfície ou à massa de água, que indicam um movimento mais lento das águas subterrâneas para a superfície (DAVIS, 1966, FELIPPE, 2014; FELIPPE; MAGALHÃES JR., 2016).

As nascentes para Todd (1959, p. 29) são classificadas de acordo com sua causa, estrutura, rocha, vazão, temperatura e variabilidade, colocando-as como um sistema hidrogeomorfológico complexo. Essa complexidade está vista, principalmente, como “a passagem da água subterrânea para a superfície, a partir da rede de canais de drenagem, [que] é condicionada por uma série de fluxos subterrâneos que promovem a recarga dos aquíferos, depois a movimentação da água em subsuperfície e, finalmente, a descarga para a superfície” (FELIPPE; MAGALHÃES JR., 2016, p. 81).

Todd (1959, p. 15) resume estes processos: a água penetra nestas formações (aquíferos) através da superfície do terreno ou de corpos de água superficial, após o que caminham lentamente distâncias variáveis até o seu retorno à superfície por ação de fluxo natural, das plantas ou do homem.

Na hidrologia, os conceitos mais utilizados são baseados na proposição de Davis (1966, p. 63), que considera que “qualquer descarga superficial de água grande o suficiente para fluir em um pequeno arroio pode ser chamada de nascente”. Focando em sua espacialidade geomorfológica, Goudie (2004, p. 994) afirma que “nascentes são pontos onde a água subterrânea, recarregada nas mais altas elevações, emerge à superfície”. Por outro lado, oficialmente, o conceito de nascente no Brasil é apresentado pela Lei 12.651/2012, que considera o “afloramento natural do nível freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água” (BRASIL, 2012, Art. 3º; XVII). Contudo, todos esses conceitos recaem em problemas teórico-metodológicos que dificultam a sua aplicação (FELIPPE *et al.*, 2013, p. 281).

Felippe e Magalhães Jr. (2009) e Felippe (2009) a classificam como sistemas ambientais, evidenciando sua complexidade e enfocando os fluxos de matéria e energia entre os processos e formas que a constituem. Além disso, possui enfoque geomorfológico com nítida preocupação espacial, visando à identificação e localização das nascentes.

Entendidas em sua totalidade, fica claro que as nascentes não se limitam ao ponto ou área em que ocorre a exfiltração da água subterrânea. Englobam, conceitualmente, as características geomorfológicas que as especializa. Além disso, pertencente ao sistema hidrográfico, inicia o escoamento fluvial (FELIPPE, 2012, p. 100).

É unânime a imprescindível a manutenção das funções ambientais das nascentes para a dinâmica hidrológica das bacias (CHRISTOFOLETTI, 1981). Essa preocupação é refletida na legislação brasileira que, desde 1965, determina a obrigatoriedade de uma Área de Preservação Permanente nas imediações de nascentes (BRASIL, 2002; BRASIL, 2000; BRASIL, 2012). E a definição de nascente, no artigo 3º da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), incisos XVII e XVIII, diferencia nascente e olho d'água: nascente seria o afloramento natural do nível freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água; e olho d'água, o afloramento natural do nível freático, mesmo que intermitente.

Essa complexidade ambiental é que condiciona e caracteriza uma necessidade evidente de proteção desses sistemas para a manutenção do equilíbrio hidrológico e do meio (SPRINGER; STEVENS, 2009, p. 10). Sob o ponto de vista do ciclo hidrossocial, as nascentes são ambientes ímpares, seja pela transferência da água subterrânea para a superfície, seja pela necessidade de proteção, seja pela sua posição em relação ao sistema de gestão, seja pela lógica da oferta/demanda.

A recarga dos aquíferos depende da capacidade do meio de fornecer água para a subsuperfície, mas também das próprias características dos sistemas geológicos que possibilitam ou não o armazenamento e a transmissão de água. Ou seja, os componentes atmosféricos, superficiais e subterrâneos atuam em conjunto para efetivar a recarga. Assim, clima, solo, vegetação, morfologia do terreno, geologia e a ação humana influenciam e condicionam a recarga subterrânea (FELIPPE, 2007). Em relação aos processos, a infiltração e a percolação são os principais constituintes da recarga das águas subterrâneas, sendo que, se algum desses for interrompido, a recarga não ocorrerá (TODD, 1959; MAYS, 2005).

Os processos de recarga e descarga são controlados pelos fluxos subterrâneos. De uma forma geral, pode-se afirmar que estes se originam nos locais de maior potencial hidráulico e se destinam para os de menor (REBOUÇAS, 1999b). Ou seja, a água subterrânea flui dos ambientes de maior energia para os de menor energia.

Desse modo, enquanto as zonas de recarga são, teoricamente, os locais de maior potencial hidráulico, com maior energia potencial, as nascentes e demais áreas de descarga são os locais de menor potencial hidráulico – menor energia potencial. Esse balanço energético que origina e direciona os fluxos subterrâneos promove a exfiltração.

Para Santos (2015, p. 112), as nascentes se localizam em encostas, depressões do terreno ou, ainda, no nível de base representado pelo curso d'água local. Podem ser perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

As nascentes originárias de água perene, protegidas pela Lei 12.651 (BRASIL, 2012), são consideradas por Christopherson (2012, p. 261) como aquelas formadas quando o nível freático encontra a superfície. Estas podem ingressar no leito dos rios e fluir como água superficial.

Nascentes podem ser formadas tanto por níveis freáticos (camadas impermeáveis) quanto por artesianos (confinados por duas camadas impermeáveis), podendo surgir do contato com a superfície, por afloramento dos lençóis em depressões, por falhas ou por canais cársticos (MACHADO, 2012, p. 137; VALENTE; GOMES, 2015, p. 112).

Segundo Calheiros *et al.* (2004, p. 13), há dois tipos de nascentes, a concentrada ou olho d'água, e a espraiada ou difusa. Entende-se por nascente o afloramento do nível freático que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo (represa) ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios).

Para o estudo das nascentes, devem ser consideradas, no que se referem à sua vazão, as condições geológicas, as hidrológicas e as de qualidade e temperatura. Tanto no que se refere à carga quanto à descarga (PEREIRA *et al.*, 2011, p. 150), deve-se considerar as condições de recarga e infiltração da água da chuva e a vegetação original. Não garantir as condições da nascente implica o comprometimento da infiltração, o armazenamento e envolvimento da hidrologia e também a conservação do solo.

Duas características fisiográficas das nascentes se destacam: a morfologia e o tipo de exfiltração. Para a caracterização da morfologia, optou-se por considerar a metodologia desenvolvida e adaptada por Felipe (2009), baseada em trabalhos de Faria (1997) e Valente e Gomes (2005). O referido autor avança na metodologia de classificação da morfologia, criando a classificação de sete formas diferentes: concavidade, duto, afloramento, talvezue, olho, cavidade e antropogênica (esta última classificada e melhor esclarecida em FELIPPE, 2013, p. 157), vistas no Quadro 1 e na Figura 1.

Quadro 1 – Tipos de morfologia de nascentes e definição

Tipos de morfologia de nascentes	Conceituação	Figura
Concavidade	Ocorrem em trechos côncavos da vertente, mormente em rupturas de declive, formando canais apenas à jusante da exfiltração.	-
Duto	São caracterizadas pela exfiltração em canais erosivos subterrâneos horizontais que interceptam a superfície em algum ponto da vertente, formando pequenas cavidades com formas circulares.	1 (A, C)
Afloramento	São caracterizadas pela presença de afloramentos rochosos no local da exfiltração, seja em canais ou mesmo na vertente.	-
Talvegue	Ocorrem essencialmente em canais erosivos (ravinas ou sulcos) quando interceptam o nível freático.	1 (B)
Olho	São similares às em duto, porém, neste caso, os canais erosivos subterrâneos são verticais e, por isso, a água aflora verticalmente em áreas planas, constituindo verdadeiros “olhos d’água”.	-
Cavidade	Ocorrem em cavidades erosivas com formas que se assemelham a marmitas ou panelas, em que a profundidade é maior do que a largura, normalmente após uma ruptura de declive.	-
Antropogênica	São um tipo específico no qual não há forma aparente devido à magnitude das transformações no espaço, fazendo com que a água exfiltre a partir de canos ou drenos colocados pelo homem.	1 (D)

Fonte: FELIPPE, 2009.

Figura 1 – Exemplos de tipos morfológicos de nascentes na área de estudo



Legenda: (A) – nascente N3 com morfologia duto; (B) – nascente N7 com morfologia talvegue ; (C) – nascente N1 com morfologia duto; e (D) – nascente N4 com morfologia antropogênica.

Fonte: A autora, 2019.

Para deixar claro, no que tange ao tipo de exfiltração relacionado à concentração ou desconcentração do afloramento da água, as nascentes são classificadas como pontuais, difusas e múltiplas, conforme a conceituação no Quadro 2. A Figura 2 apresenta três exemplos.

Quadro 2 – Tipologia de exfiltração de nascente e definição

Tipologia de exfiltração	Conceituação	Figura
Pontuais	Caracterizam-se pela concentração da exfiltração em apenas um ponto, facilmente individualizado de seu entorno justamente pelo afloramento da água subterrânea.	2 (A)
Difusas	São aquelas em que a exfiltração ocorre ao longo de uma área em que não é possível afirmar com precisão o principal local de saída da água, formando terrenos de solo encharcado em que somente à jusante um canal é identificável, por exemplo, em brejos.	2 (B)
Múltiplas	Ocorrem nos casos intermediários entre as pontuais e as difusas. Podem ser constituídas por uma série de exfiltrações ou mesmo por várias áreas de exfiltração.	2 (C)

Fonte: FELIPPE, 2009.

Figura 2 – Exemplos da tipologia de nascentes na área de estudo



Legenda: (A) – nascente pontual; (B) – nascente difusa; e (C) – nascente múltipla.

Fonte: A autora, 2019.

1.1.1 Forma e processos (hidro)geomorfológicos relacionados a nascentes

A forma e os processos geomorfológicos relacionados a nascentes (morfologia e tipologias) estão relacionados à forma do relevo onde ocorre a exfiltração. As microbacias de contribuição são complexos sistemas (hidro)geomorfológicos que engendram processos fluviais, subsuperficiais e de encosta, em uma área diminuta, marcada por nascentes e canais temporários e perenes e ao modo como a água emerge do meio subterrâneo: no topo, na cabeceira, na média-vertente, na baixa-vertente ou na calha (FELIPPE, 2009, p. 114; 2013, p. 97).

Notadamente, a morfologia das microbacias de contribuição traduz uma interação entre os processos (hidro)geomorfológicos e “solos residuais, depósitos de movimentos de massa, blocos, finas camadas de alúvios e afloramentos da rocha matriz” (BENDA et al., 2005). Sua evolução geomorfológica, sobretudo em clima tropical, é associada a movimentos de massa e voçorocamentos à processos erosivos lineares (SHUMM, 1956; MONTGOMERY e DIETRICH, 1988; MONTGOMERY e DIETRICH, 1989), e a forma côncava e delineada pela rede de drenagem. Os trabalhos de Dunne (1980) indicam a importância dos processos subsuperficiais para a evolução da rede de drenagem e, conseqüentemente, das microbacias de contribuição.

Dada a sua função enquanto zonas de descarga, as microbacias de contribuição promovem interações entre as águas subsuperficiais, superficiais e meteóricas, formando surgências e nascentes (PALMER et al., 2001; HAIGH, 2006; LEVISON et al., 2013; FELIPPE e MAGALHÃES JR, 2014; 2016).

1.1.2 Canais fluviais

Segundo Valente e Gomes (2005, p. 40), as nascentes são zonas de contato do nível freático com a superfície topográfica, onde ocorre o surgimento da água, podendo originar um canal fluvial à jusante. Portanto, tendo como início uma exfiltração.

Exemplos do surgimento de canal fluvial por incisão vertical do talvegue são os que surgem através de ravinas ou sulcos erosivos. É o processo comumente associado à formação

de canais de primeira ordem e, conseqüentemente, associados ao surgimento de nascentes por erosão hídrica (escoamento superficial concentrado) (KNIGHTON, 1984; MONTGOMERY; DIETRICH, 1988; FELIPPE, 2009, p. 159-160).

Na Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), as nascentes, necessariamente, têm de originar um curso d'água. Portanto, considera-se que somente as nascentes de sazonalidade perene podem originá-los, ignorando a mobilidade das mesmas quando consideradas as características hidrológicas. Desta forma, consideram-se, para efeito desta lei, somente as nascentes perenes, que, por sua vez, possuem uma descarga perene.

1.1.3 Águas superficiais e subterrâneas

A exfiltração das nascentes ocorre no local onde o nível freático (água subterrânea) é interceptado pela superfície topográfica (FELIPPE, 2013, p. 159). A água subterrânea que emerge dos canais e das correntes superficiais auxilia na manutenção dos cursos d'água junto à água superficial, como a precipitação, os cursos d'água, os lagos e os reservatórios.

A descarga da água subterrânea como fluxo para a superfície aparece como nascente (TODD, 1959, p. 30). Os cursos d'água superficiais são abastecidos pelas águas subterrâneas. Os fluxos subterrâneos convergem para zonas de menor potencial hidrométrico que resulta na exfiltração da água subterrânea para a superfície (TODD, 1959; p. 6; VALENTE; GOMES, 2005, p. 56).

Para Valente e Gomes (2005, p. 31), nem toda a água subterrânea abastece as nascentes, tendo como exemplo os rios efluentes, situação na qual o nível freático, em contato com o talvegue, gera exfiltração da água diretamente na calha fluvial.

1.1.4 Mobilidade das nascentes e sua relação com a delimitação de APPs de nascente

Proteger pontualmente as áreas de nascentes (APPs de nascentes) em um raio de 50 metros não garante a manutenção do equilíbrio hidrológico delas. As nascentes são resultado de uma dinâmica complexa da água que envolve recarga e descarga, promovida por processos superficiais e subsuperficiais.

As nascentes não possuem dimensão espacial rigorosa e determinável. Sua dinâmica espaçotemporal, controlada sobretudo pela variabilidade climática, promove uma imprecisão natural de sua espacialização, fruto das migrações e intermitências (FELIPPE, 2009, p. 86; FARIA, 1997, p. 13)

Para Felipe (2013, p. 151), considerando a mobilidade, as nascentes são classificadas como fixas ou móveis, sendo fixas aquelas que mantêm sua posição na calha tanto no período chuvoso quanto na estiagem; e móveis aquelas que alteram sua posição na calha sazonalmente.

Faria (1997) também classifica a mobilidade das nascentes em fixas ou móveis. Completando a definição de Felipe (2013), “as primeiras possuem origem em um único ponto sem variação de posição ao longo do tempo, podendo ser formadas por ressurgências em fraturas ou contatos depósitos/rochas”. As nascentes móveis são controladas pela oscilação do nível hidrostático, migrando, por isso, na calha fluvial (FARIA, 1997, p. 13).

A mobilidade das nascentes está diretamente relacionada com as oscilações do nível freático ao longo do ano hidrológico (FARIA, 1997, p. 23; FARIA, 2000, p. 10; FELIPPE, 2009, p. 56; FELIPPE, 2013, p. 151). As alterações nos volumes de água subterrânea e nas modificações nas microbacias de contribuição são impactantes às nascentes, por exemplo, os usos do solo e a cobertura da terra acarretam impacto. Nesse sentido, a proteção das microbacias de contribuição, nas quais se inserem as nascentes em estudo, ganham importância na proteção de nascentes (FELIPPE; MAGALHÃES, 2012, p. 10), que acabam por considerar a sua mobilidade no ano/período hidrológico.

De acordo com Felipe (2013, p. 152-153), as nascentes se deslocam na vertente durante o período hidrológico. E no período seco, na Microbacia Rio do Fagundes, tem-se o início da mobilidade para as nascentes móveis (entre maio e agosto; ANA, 2017) até o início da acumulação hídrica (entre novembro e fevereiro). Nos casos de nascentes móveis e intermitentes, o período chuvoso marca o período de acumulação hídrica, invertendo o processo de mobilidade. Esta dinâmica é variável, podendo as nascentes móveis se manter durante o ano hidrológico e outras oscilarem mês a mês.

Valente e Gomes (2015, p. 183) reforçam as colocações de Felipe e Magalhães (2012) de que a nascente é fruto de um processo dinâmico de descarga de água subterrânea que garante sua vazão. Ela em si armazena pouca ou nenhuma água. Desta maneira, é a microbacia de contribuição ou a “área de contribuição dinâmica” (VALENTE e GOMES, 2015, p.184) que fornece água, mantendo-a como um hidrossistema dinâmico. Portanto, são a

nascente e a microbacia de contribuição que colaboram para a oferta e qualidade da água e da vazão.

As matas ciliares protegem as nascentes e faixas marginais, por exemplo, dos processos erosivos. Entretanto, não são suficientes. Novamente, os processos dinâmicos das microbacias de contribuição, que envolvem os usos e a cobertura fitofisionômica da terra, são igualmente importantes. No exemplo dado por Valente e Gomes (2015, p. 191), a “vegetação presente é a freatófita, do tipo taboa (*Tripha latifolia*)” e, como no caso da nascente N2, elas chegam a interferir negativamente na vazão da nascente por estarem em contato contínuo em baixa vertente, passando a transpirar em grande intensidade (VALENTE; GOMES, 2015, p. 189).

1.1.5 Aspectos hidrogeomorfológicos das nascentes

Adaptou-se, neste trabalho, a proposta de Felipe (2009, 2013) de variáveis hidrogeomorfológicas de caracterização das nascentes: os aspectos hidrogeomorfológicos foram priorizados na interpretação fisiográfica, bem como na amostragem das nascentes para o monitoramento. Dentre estes, três características sintéticas são preconizadas, de acordo com Felipe e Magalhães Jr. (2009, p. 7): a) a morfologia da nascente, que se relaciona diretamente à feição geomorfológica que realiza a passagem da água subterrânea para o meio superficial; b) o tipo de exfiltração, que representa o modo como a água aflora, denotando clara relação entre a energia dos fluxos subterrâneos e o material geológico no qual a nascente se situa; c) a posição da nascente na vertente, que indica sua localização no relevo local (FELIPPE, 2013, p. 105).

Quadro 3 – Síntese das informações a respeito da identificação da nascente: tipologia, sazonalidade e características hidrogeomorfológicas

Morfologia da nascente	() Concavidade	() Duto	() Afloramento	() Talvegue	() Olho	() Cavidade	() Antropogênica
Relevo	() Topo	() Cabeceira	() Média- vertente	() Baixa- vertente	() Calha		
Tipo de exfiltração	() Difusa		() Múltipla	() Pontual			
Mobilidade	() Fixa		() Móvel				
Afloramento rochoso	() Existente			() Ausente			
Sazonalidade	() Perene			() Intermitente			

Fonte: Adaptada de FELIPPE, 2009; 2013.

1.1.6 Características hidrológicas

As características hidrológicas das nascentes consideram basicamente a vazão. Esta é apenas um elemento para a caracterização e interpretação destes hidrossistemas. Não apenas em termos quantitativos, mas também na sua variabilidade no ano hidrológico, representando a dinâmica hidrológica (DAVIS, 1966; TODD, 1959, p. 192; CHARLTON, 2008; FELIPPE, 2013, p. 56). No caso das nascentes, o débito corresponde à parte do vetor longitudinal de troca de matéria e energia (BRIDGE, 2003), sendo responsável pela saída da água do meio subterrâneo, que contribui para o escoamento superficial concentrado ou difuso e é incorporado à rede de drenagem.

As características hidrológicas consideram a vazão das nascentes, tendo em vista a variabilidade temporal da exfiltração. As nascentes podem ser perenes, intermitentes ou efêmeras, de acordo com o período de escassez de água que apresentam (VALENTE; GOMES, 2005). No Brasil, essa classificação é utilizada por Pereira (2005); Pinto *et al.* (2004) e Faria (2000; 1997).

1.2 Áreas de Preservação Permanente de nascentes

As chamadas “Áreas de Preservação Permanente” surgiram no Código Florestal Brasileiro de 1965, pela Lei Federal 4.771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965, s/p), quando foram extintas quatro tipologias de áreas protegidas pelo Código de Águas (como era conhecido) de 1934 (Decreto 23.793 de 23 de janeiro de 1934, BRASIL, 1934): protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento. Essas tipologias foram substituídas por Parque Nacional, Floresta Nacional, Floresta de Preservação Permanente (alterado posteriormente para Área de Preservação Permanente) e Reserva Legal (RESENDE, 2006, p. 76; MEDEIROS, 2006, p. 46).

Segundo Ahrens (2003, p. 09) e Costa (2010, p. 44), tais mudanças ocorreram para garantir que os principais objetivos do Código de 1965 fossem atendidos: “proteção dos solos contra a erosão, prevenção das águas, cursos d’água e reservatórios contra o assoreamento (...)”. Para Garay e Becker (2006, p. 165), as Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram instituídas por representarem uma “clara tentativa de conter avanços sobre a floresta sobre a forma de grilagem de terras”, sendo o maior conflito destas áreas relacionado à sua ocupação e aos “ônus de proteção” dados aos proprietários de terras com mesmos critérios de localização, delimitação, função e categorias em áreas urbanas ou rurais e em todo o território nacional.

Com o objetivo geral de proteger tanto o ambiente quanto os recursos naturais existentes em propriedades urbanas e/ou rurais, as chamadas Áreas de Preservação Permanente (APPs) (Lei Federal nº 4.771 de 15/09/1965, BRASIL, 1965, s/p), foram instituídas com a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e de assegurar o bem-estar das populações humanas (texto incluído pelo artigo 1º, § 2º, II, 1 da Medida Provisória 2.166/1967, de 24/08/2012, BRASIL, 2001, s/p):

(...) são áreas de grande importância ecológica, cobertas ou não por vegetação nativa, que têm como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 1965, s/p).

Após 21 anos da promulgação da Lei 4.771/1965 ocorreu a sua primeira alteração, através da Lei Federal 7.511 de 7 de julho 1986 (BRASIL, 1986, s/p), que promoveu o

primeiro aumento das dimensões/metragens das Áreas de Preservação Permanente de curso d'água. Em seguida, veio a Lei Federal 7.803 de 18 de julho de 1989 (BRASIL, 1989, s/p).

Para Miranda (2011, p. 99), as mudanças feitas no Código Florestal de 1965 “emergem no contexto da busca pela ampliação da capacidade produtiva da economia brasileira, principalmente no tocante à produção agrícola”. Pontua ainda que as Reservas Legais e as Áreas de Preservação Permanente assumiram papel de destaque quanto à proteção ambiental, de maneira que a manutenção da água (recurso hídrico de qualidade e quantidade suficiente para o abastecimento humano) está relacionada, em parte, à proteção das nascentes dos cursos d'água e da vegetação a elas associadas, “as florestas e demais formas de vegetação natural situadas (...)”, o que remete às mesmas dimensões atuais do Código Florestal vigente (BRASIL, 2012, s/p). E a “vegetação” era destinada a, por exemplo, “atenuar a erosão” (art. 3º, alíneas a-h), ou seja, as APPs eram restritas à “vegetação”.

Em 2002, a Resolução CONAMA 303, de 20 de março de 2002, regulamenta a Lei 4.771/1965 estabelecendo um conceito para nascentes: a “nascente ou olho d'água é o local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea” (BRASIL, 2002, Art. 2º). Complementou-se a definição de APP presente na Lei 4.771/1965, conferindo-lhe uma dimensão espacial: “ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte” (BRASIL, 2002, Art. 2º). Contemplando, portanto, as bacias de contribuição das nascentes (Resolução CONAMA nº 303/2002; CARMO *et al.*, 2014)

A Resolução CONAMA nº 303/2002 definia nascente ou olho d'água como “local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea” (BRASIL, 2002, art. 2º, II):

Art. 2º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:
(...) II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte (BRASIL, 2002, art. 3º, II).

Em 2006, as APPs se tornaram o centro de um debate entre preservação ambiental e regularização fundiária. Desta vez, das ocupações em APPs. Na discussão da Resolução 369 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), de 28 de março de 2006, Britto (2014, p. 4) afirma que esta resolução:

flexibiliza as restrições da legislação, estabelecendo casos excepcionais em que o órgão ambiental poderá autorizar a intervenção ou a supressão de vegetação em APP de utilidade pública ou interesse social, ou para ações consideradas eventuais ou de baixo impacto ambiental (CONAMA, 2006, s/p).

Com a reformulação do Código Florestal Brasileiro, através da Lei 12.651/2012, as APPs se tornaram novamente o centro das discussões entre ruralistas e ambientalistas. Como citado por Machado (2012, p. 102), muitos consideram o Código de 1965 rígido e limitante às atividades agrícolas, especialmente por acreditarem ser muito extensa a área de proteção destinada às margens dos cursos d'água, às nascentes e aos locais de acentuada declividade. Por isso, o discurso era de que o mesmo inviabilizava o uso agrícola das terras para os pequenos proprietários, embora quem mais tenha se dedicado às suas alterações tenham sido os grandes latifundiários.

Dentre as alterações instituídas pela nova legislação (Lei 12.651/2012), destacam-se as mudanças relacionadas às APPs que protegem as matas ciliares e aquelas localizadas no terço final das elevações. Para a delimitação das APPs de nascentes, a principal mudança se refere à consideração de nascentes e olhos d'água perenes.

Segundo a Lei 12.651, de 25/5/2012, “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” (BRASIL, 2012; Art. 4º, IV) são áreas protegidas definidas nos incisos IV e V, redação dada pela Lei nº 12.727 de 2012 (BRASIL, 2012, s/p), que define as nascentes como “afloramento natural do nível freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água” (BRASIL, 2012, Art. 3º, XVII) e olho d'água como o “afloramento natural do nível freático, mesmo que intermitente” (BRASIL, 2012, Art. 3º, XVIII).

Manteve-se, com a Lei 12.651/2012, o raio de proteção previsto na Lei 4.771/1965, e alterou-se conceitualmente a definição de nascente, considerando apenas as perenes e excluindo “as nascentes efêmeras ou intermitentes”. No entanto, após uma decisão do Supremo Tribunal Federal – STF, em 26 de fevereiro de 2018, reestruturou-se o texto legal sob a “inconstitucionalidade de dispositivos relativos as nascentes e olhos d'água intermitentes, de forma que estas sejam, partir deste, consideradas de preservação permanente” (STF, 2018).

Nascentes intermitentes possuem uma maior dependência das águas meteóricas, porém, após um intervalo de estiagem, a sua exfiltração se torna relevante para a vazão dos cursos d'água (CARMO *et al.*, 2014, p. 282).

Diante da complexidade das nascentes, sistemas ambientais sujeitos a perturbações, considera-se a proteção da microbacia (hidrográfica) de contribuição muito relevante.

A partir desses desafios teóricos, conceituais e metodológicos, considera-se que o mapeamento das APPs de nascentes realizado, de um modo geral, gerando um *buffer* de 50 metros ao entorno do ponto de exfiltração, demarcado durante a verificação, desconsidera as

especificidades da dinâmica de nascentes no ano hidrológico, por exemplo. Considera-se que apenas as nascentes pontuais, perenes e fixas devem ser preservadas, e que as demais, com exfiltração difusa ou múltipla, intermitentes ou móveis, não necessitam de preservação.

Tendo em conta a reconhecida importância ambiental na legislação brasileira, há uma ausência de embasamento científico, critérios claros que dificultam as definições quanto à dinâmica das nascentes.

A simplicidade e o pragmatismo das características das nascentes perenes, atribuindo uma equidistância de 50 metros de preservação a partir do local de exfiltração da água subterrânea, é irrelevante tendo em vista a “falta de proteção das áreas de recarga dos aquíferos” (VALENTE; GOMES, 2005) e das microbacias hidrográficas de contribuição.

Em trabalhos anteriormente publicados por Corrêa (2016), Corrêa e Silva (2016; 2015) e Corrêa e Costa (2016), diversos conflitos e a ausência de rigor científico foram observados para as APPs de faixas marginais de curso d’água. Concluiu-se que é importante ajustar os limites mínimos e solucionar as imprecisões relacionadas à autorização à supressão de vegetação e ao uso/ocupação dessas áreas. Também é importante ajustar a infraestrutura e as atividades para a preservação e manutenção da cobertura vegetal, realizando um ordenamento territorial que se refere ao uso do solo.

Para as APPs de nascentes que já são ocupadas, deve-se analisar o regime hídrico, a geologia-geomorfologia, o uso do solo e a cobertura da terra (CORRÊA, 2016, p. 106).

1.3 Desenvolvimento Rural Sustentável e os Programas de Microbacias Hidrográficas

Nos anos 1980, foram instituídos alguns programas de microbacias hidrográficas no sul do país com o intuito de combater os efeitos ambientais negativos provocados pela agropecuária moderna (HESPANHOL, 2005, p. 3). Os pioneiros no Brasil, implantados com sucesso, foram os programas de Microbacias Hidrográficas nos estados do Paraná, o “Paraná Rural”, e em Santa Catarina, o “Microbacias”. No ano 2000, foi implantado, em parceria com o Banco Mundial, o programa “Microbacias Hidrográficas” em São Paulo. Esses projetos de microbacias hidrográficas eram executados prioritariamente “em áreas mais pobres com predomínio de pequenas propriedades rurais” (HESPANHOL, 2005, p. 3).

A modernização da agropecuária se processou rapidamente, especialmente nas regiões sul e sudeste do país, por meio da conversão de latifúndios em modernas empresas rurais. O

crédito rural se restringiu aos médios e grandes produtores rurais, e a grande maioria dos agricultores, os pequenos proprietários, em condições precárias de acesso à terra, não foram atendidos pelo crédito rural oficial (HESPANHOL, 2005, p. 2).

A partir dos anos 1980, a crise fiscal provocou o esgotamento do padrão de financiamento da agricultura. Simultaneamente, a agropecuária em bases técnicas modernas se tornou alvo de movimentos ambientalistas (EHLERS, 1999).

As ações e os resultados positivos alcançados pelos projetos de microbacias hidrográficas, notadamente no estado do Paraná, e a ação política dos engenheiros agrônomos do sul do país levaram o governo federal a instituir, no ano de 1987, o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (PNMH). O PNMH sucedeu o Programa Nacional de Conservação de Solos, instituído no ano de 1975.

Embora o Programa Federal de Microbacias Hidrográficas não tenha sido levado adiante, alguns estados da federação foram contemplados com financiamentos do Banco Mundial para a implementação de programas de microbacias no final da década de 1980 e início dos anos 1990 (HESPANHOL, 2005, p. 9).

O estado do Paraná, que vinha implantando o programa de microbacias desde o início dos anos 1980 com recursos próprios, recebeu financiamento do Banco Mundial para a implantação do “Programa de Manejo das Águas, Conservação dos Solos e Controle Poluição em Microbacias Hidrográficas”. O programa foi executado entre os anos 1989 e 1996 e passou a ser popularmente conhecido como Paraná Rural.

O estado de Santa Catarina foi contemplado com recursos do Banco Mundial para a execução do “Projeto de Recuperação, Conservação e Manejo de Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas” entre 1991 e 1999, conhecido como projeto de microbacias.

No estado de Mato Grosso, o “Programa de Desenvolvimento Agroambiental de Mato Grosso”, também financiado pelo Banco Mundial e implementado entre 1992 e 1999, passou a executar ações no âmbito das microbacias hidrográficas, embora não tenha sido concebido para este fim.

Nos estados do Paraná e de Santa Catarina, o programa foi bem-sucedido, promoveu importantes mudanças no manejo do solo e da água. No estado de Mato Grosso, o programa teve menos êxito do que nos dois estados do sul do país, pois ele se tornou alvo de interesses políticos partidários e enfrentou o grave problema da falta de empenho do governo estadual na sua execução, conforme ressalta Navarro (2001).

No estado de São Paulo, as primeiras ações da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, tomando as

microbacias hidrográficas como recorte territorial para a ação, datam de 1992 e se restringem, basicamente, ao combate à erosão dos solos (CATI, 2000).

Constituem-se princípios gerais dos Programas de Microbacias Hidrográficas, de acordo com Bragagnolo e Pan (2001, p. 182), com base na experiência paranaense:

- adoção da microbacia hidrográfica como unidade geográfica de planejamento e execução das ações em manejo de conservação de solo e água; estímulo à participação dos produtores rurais e demais integrantes da comunidade na efetiva execução do programa, desde a identificação dos problemas críticos à execução e avaliação do plano preconizado;
- ênfase na descentralização, conferindo às organizações comunitárias formais e informais a possibilidade de desempenharem papéis relevantes na organização e execução dos trabalhos, observadas as orientações programáticas;
- flexibilização da estratégia de ação, adaptando-a às proposições apresentadas pelas comunidades de produtores em função das peculiaridades de cada microbacia e da característica socioeconômica dos beneficiários, procurando sempre a sustentabilidade dos investimentos;
- adoção de uma perspectiva gradualista para implementação do Programa, tendo sempre como meta atingir a área global da microbacia ou mesmo da bacia hidrográfica de uma escala maior;
- implantação de unidades-piloto como ponto referencial de difusão de tecnologia e treinamento de recursos humanos (BRAGAGNOLO; PAN, 2001, p. 182; HESPANHOL, 2005, p. 6).

Durante os anos 2000, as políticas públicas do Governo Federal, por meio da política territorial adotada pelo hoje extinto Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), foram intervenções que coordenavam ações que dialogavam com a estratégia de Desenvolvimento Territorial Participativo e Negociado (DTPN) proposta pela FAO e adaptada pelo projeto, integrando variáveis econômicas, ambientais e sociais peculiares a cada território no processo de discussão e decisão quanto ao planejamento do desenvolvimento.

1.3.1 O Programa de Desenvolvimento Rural em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro – Programa Rio Rural

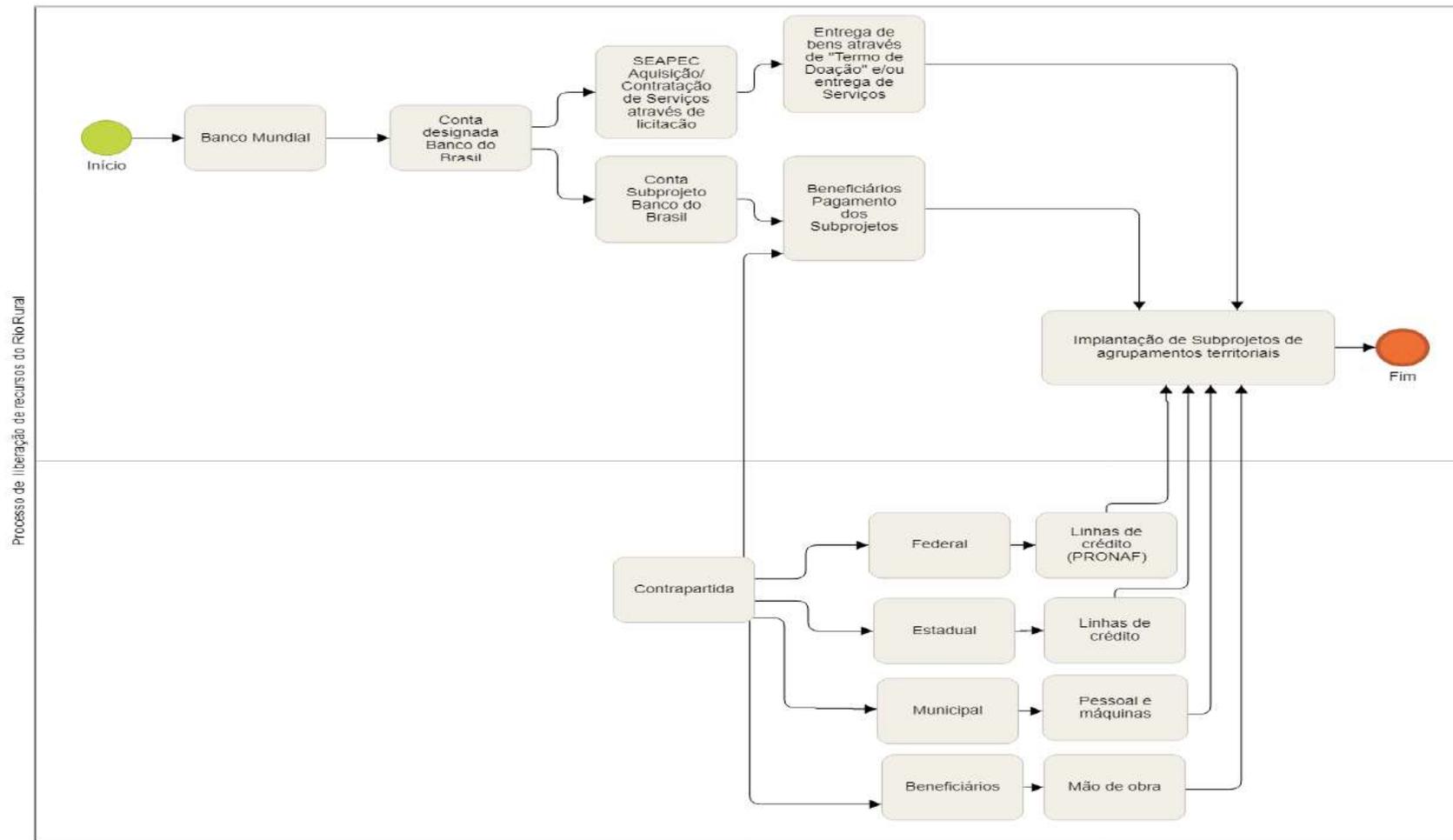
O Programa de Desenvolvimento Rural em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro, o Rio Rural, é o programa estruturante da Secretaria de Estado de Agricultura iniciado na década de 1990 e consolidado em meados dos anos 2000 (SEAPEC, 2014, p. 5).

Segundo SEAPEC (2013, p. 55), teve-se como meta aproveitar as experiências das microbacias de planejamento dos programas adotadas no país, experiências com o Programa “Paraná Rural” (1989-1997), Santa Catarina, com o Projeto “Microbacias” (1991-1999) (BRAGAGNOLO *et al.*, 1997; FLESHFRESSER, 1999; SABANÉS, 2002) e o Programa

Estadual de Microbacias Hidrográficas, instituído em São Paulo em 1997 e impulsionado a partir do ano 2000 (HESPANHOL, 2005; 2009; 2008; HESPANHOL e NEVES NETO, 2009; NEVES NETO, 2009), inserindo-as nas discussões das prioridades, ações e na aplicação dos recursos para o desenvolvimento sustentável do território fluminense (SEAPEC, 2014, p. 4).

Executado pela Secretaria de Agricultura e Pecuária do Estado do Rio de Janeiro (SEAPEC), através da Superintendência de Desenvolvimento Sustentável (SDS), o Rio Rural (SEAPEC, 2013; 2014; 2015; 2016) desenvolveu-se com o financiamento do Banco Mundial – Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), do governo do estado do Rio de Janeiro, que adotou como contrapartida práticas sustentáveis e técnicas produtivas mais eficientes e ambientalmente adequadas (SEAPEC, 2009; RANGEL *et al.*, 2016, p. 19), do governo federal, do governo municipal e dos próprios beneficiários do programa (Figura 3).

Figura 3 – Fluxograma do processo de liberação de recursos do Rio Rural



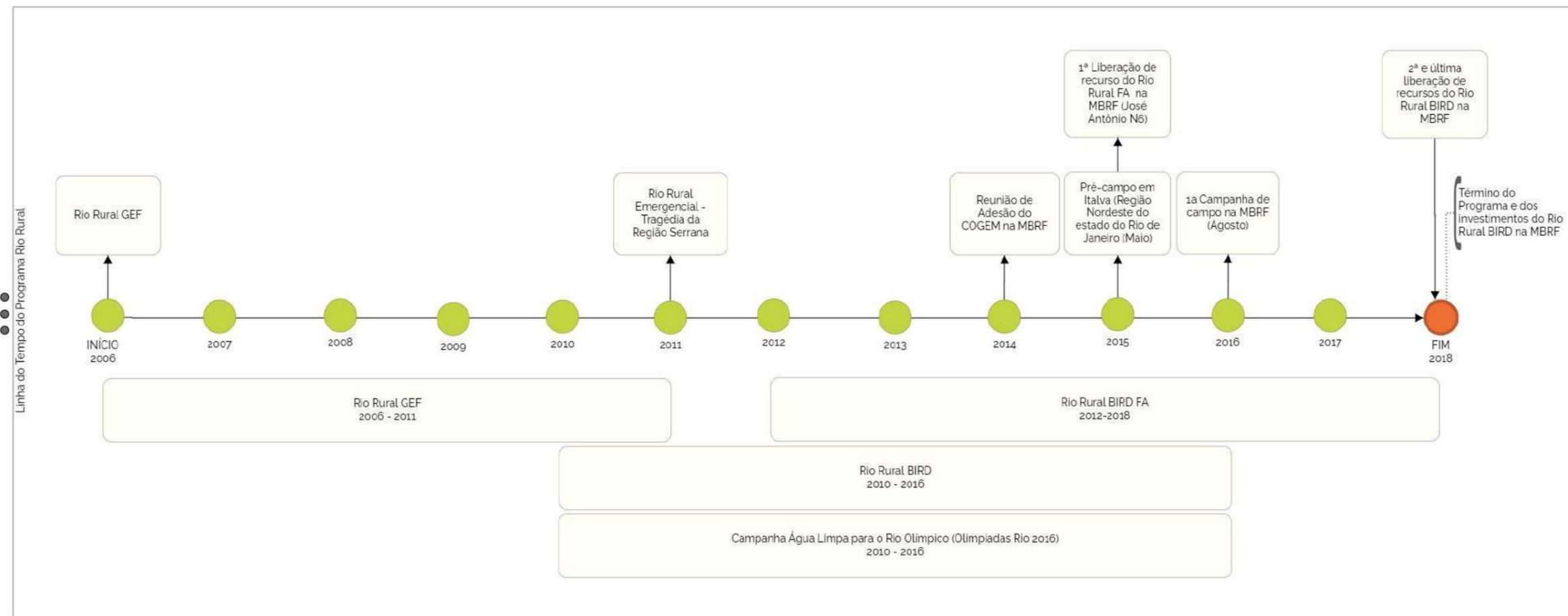
Legenda: A partir da liberação dos recursos do Banco Mundial reservados em conta designada no Banco do Brasil, onde a SEAPEC realiza a aquisição de serviços a partir de licitação. Os recursos são complementados com uma contrapartida do governo federal através do PRONAF, do estado, dos municípios e dos beneficiários. O repasse de recursos (o pagamento dos incentivos) esteve atrelado à assinatura do(s) beneficiário(s) do Termo de Compromisso da entrega da proposta.

Fonte: Adaptado de SEAPEC, 2014; 2015; 2016; 2018.

O programa seguiu um planejamento estratégico territorial e participativo em microbacias ajustadas às características e inovações do estado (SEAPEC, 2015; 2016; 2018) no processo de desenvolvimento territorial e conservação ambiental. Até 2018, pequenos produtores de todas as regiões do estado em 366 microbacias hidrográficas de 72 municípios foram beneficiados (SEAPEC, 2014; 2016; RANGEL *et al.*, 2016, p. 10).

A Figura 4 apresenta a linha do tempo de execução do Programa Rio Rural, desde 2006 até sua finalização, em 2018, contribuindo para a espacialização das etapas do programa em nível estadual até as etapas na área de estudo, a Microbacia do Rio Fagundes.

Figura 4 – Linha do Tempo do Programa Rio Rural



Fonte: A autora, 2019.



O Programa de Gerenciamento Integrado de Agroecossistemas em Microbacias Hidrográficas do Norte e Noroeste Fluminense, o Rio Rural GEF, realizado desde 2006 em 50 microbacias (SEAPEC, 2014, p. 16), através do primeiro aporte de recursos em 2006, contou com o apoio do Fundo Mundial para o Meio Ambiente, o *Global Environment Facility*, nas Regiões Norte e Noroeste do estado.

Até a conclusão do Rio Rural GEF em 2011, com recursos do Fundo Mundial para o Meio Ambiente (GEF), agenciados através do Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento (BIRD), ele foi considerado um marco para os programas de microbacias, pois, pela primeira vez, um programa coordenado pela Agricultura teve acesso a um fundo ambiental (SEAPEC, 2009) através de um investimento total de US\$ 14 milhões (SEAPEC, 2013, p. 4).

O programa Rio Rural GEF introduziu a preocupação com a sustentabilidade financeira das práticas de conservação, aprimorando os instrumentos de apoio financeiro, como o debate ambiental do crédito rural, o acesso aos recursos pela cobrança da água, o mercado de créditos de carbono, entre outros, no estado do Rio de Janeiro. Em outras palavras, o Programa de Microbacia funcionaram como elo entre a agricultura familiar e as questões globais como biodiversidade, água e carbono (SEAPEC, 2009), como já realizado no país, em outros estados.

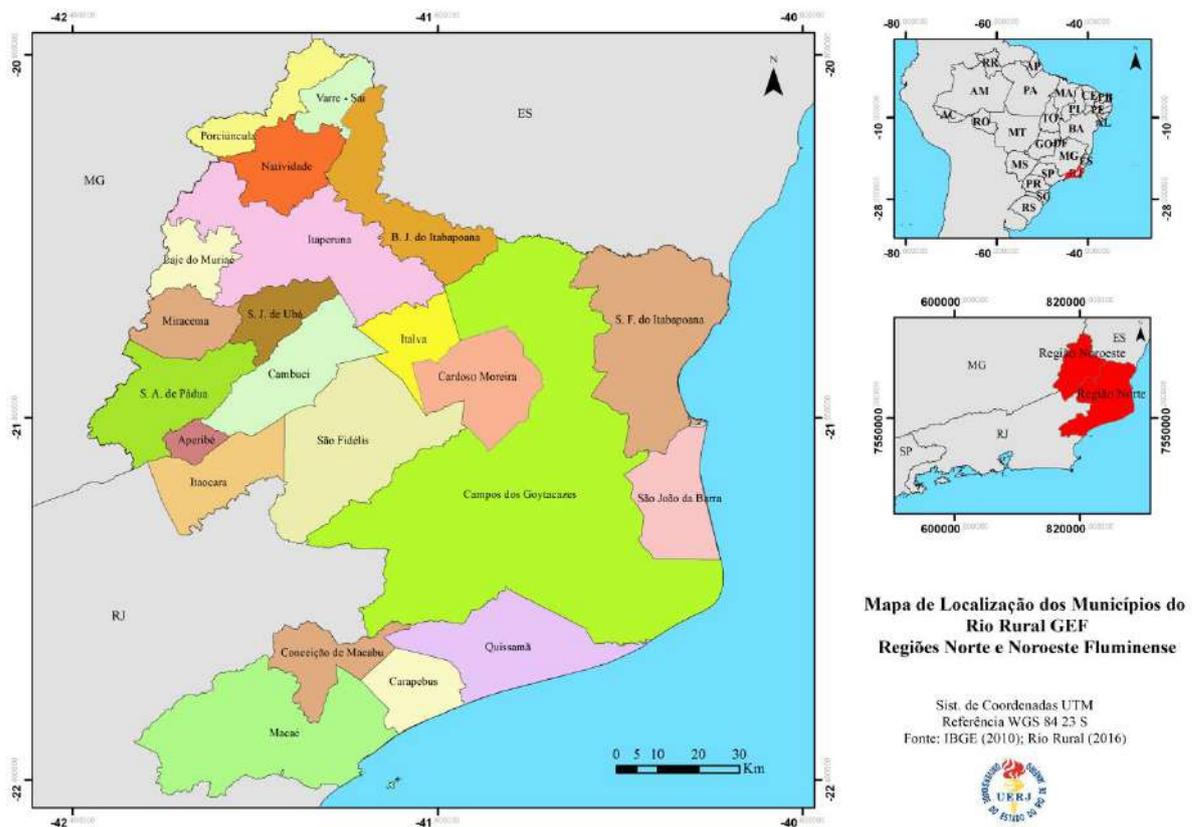
Os 22 municípios participantes do Rio Rural GEF nas Regiões Norte e Nordeste do estado são demonstrados no Quadro 4 e na Figura 5:

Quadro 4 – Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural GEF

Região Norte	Região Noroeste
Campos dos Goytacazes, Carapebus, Cardoso Moreira, Conceição de Macabu, Macaé, Quissamã, São Fidélis, São Francisco do Itabapoana, São João da Barra	Aperibé, Bom Jesus do Itabapoana, Cambuci, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Miracema, Natividade, Porciúncula, Santo Antônio de Pádua, São José de Ubá e Varre-Sai

Fonte: SEAPEC, 2013.

Figura 5 – Mapa de localização dos municípios do Rio Rural GEF



Fonte: IBGE (2010); Rio Rural (2016).

Paralelamente a este primeiro momento, o Banco Mundial aprovou, em 2009, uma proposta junto ao Governo do Estado do Rio de Janeiro para a execução do Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro, o Rio Rural BIRD.

O Rio Rural BIRD ampliou as ações do Programa Rio Rural para todas as regiões do estado. O seu objetivo foi promover o desenvolvimento sustentável rural e a redução das ameaças ao meio ambiente através da adequação dos sistemas produtivos e do apoio a atividades produtivas e à competitividade da agricultura familiar (RIO RURAL, 2009; 2012; 2013).

Até 2015, segundo dados do Rio Rural (SEAPEC, 2016, p. 12), o Rio Rural BIRD investiu US\$ 79 milhões em ações sustentáveis, expandindo para 347 microbacias hidrográficas de 59 municípios (SEAPEC, 2014, p. 20), sendo US\$ 39,5 milhões investidos pelo estado do Rio de Janeiro e a outra metade financiada pelo Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento (BIRD) (SEAPEC, 2016, p. 23), distribuído pelos

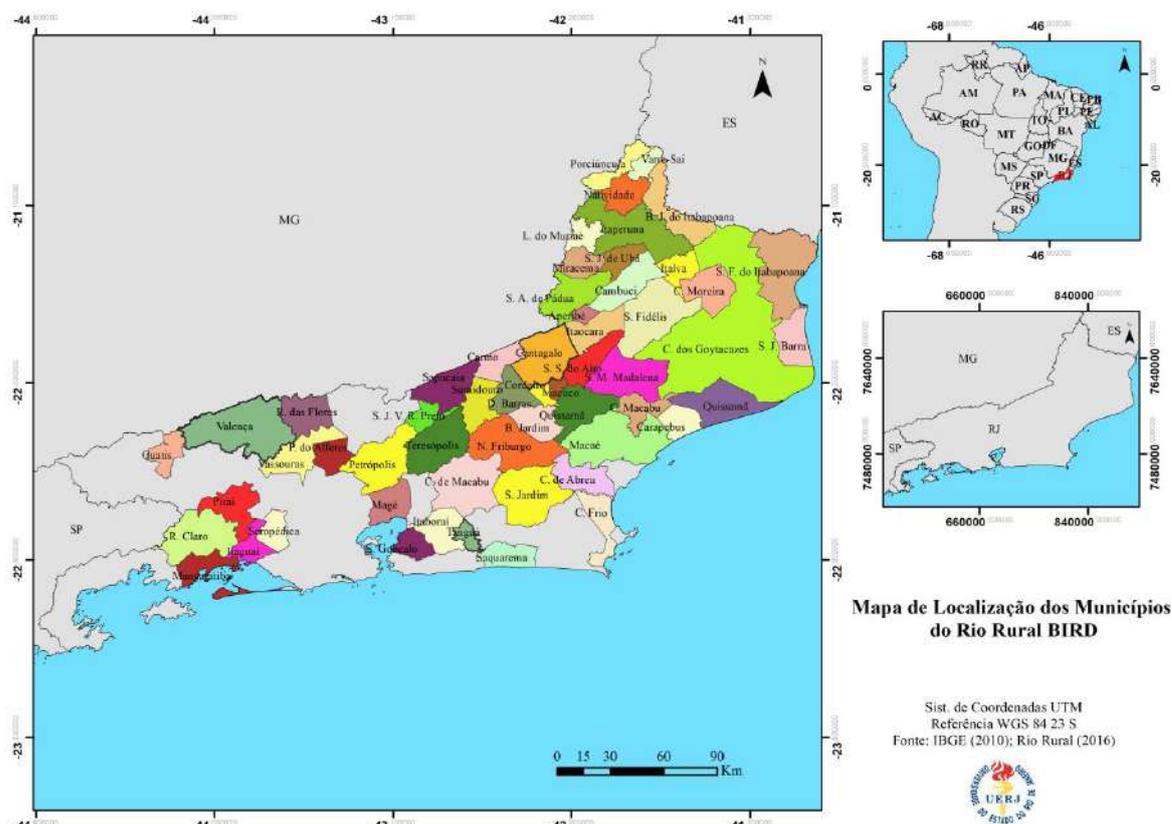
municípios apresentados no Quadro 5 e especializados na Figura 6, beneficiando cerca de 37.000 famílias rurais (SEAPEC, 2018, p. 4):

Quadro 5 – Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural BIRD

Relevância	Região	Municípios	Número de microbacias
Prioridade 1	Norte	1. Campos dos Goytacazes, 2. Carapebus, 3. Cardoso Moreira, 4. Conceição de Macabu, 5. Macaé, 6. Quissamã, 7. São Fidélis, 8. São Francisco de Itabapoana, 9. São João da Barra;	69
	Noroeste	10. Aperibé, 11. Bom Jesus do Itabapoana, 12. Cambuci, 13. Italva, 14. Itaocara, 15. Itaperuna, 16. Laje do Muriaé, 17. Miracema, 18. Natividade, 19. Porciúncula, 20. Santo Antônio de Pádua, 21. São José de Ubá, 22. Varre-Sai;	103
Prioridade 2	Serrana	23. Bom Jardim, 24. Cantagalo, 25. Carmo, 26. Cordeiro, 27. Duas Barras, 28. Macuco, 29. Nova Friburgo, 30. Petrópolis, 31. São José do Vale do Rio Preto, 32. São Sebastião do Alto, 33. Sumidouro, 34. Teresópolis, 35. Santa Maria Madalena, 36. Trajano de Moraes;	99
Replicabilidade	Centro-Sul	37. Paty dos Alferes, 38. Vassouras, 39. Sapucaia;	11
	Metropolitana	40. Itaboraí, 41. Magé, 42. Itaguaí, 43. Paracambi, 44. São Gonçalo, 45. Seropédica, 46. Tanguá;	17
	Médio Paraíba	47. Piraí, 48. Rio Claro, 49. Quatis, 50. Rio das Flores, 51. Valença;	18
	Sul	52. Mangaratiba;	3
	Litorânea	53. Araruama, 54. Cabo Frio, 55. Cachoeiras de Macacu, 56. Casimiro de Abreu, 57. Rio Bonito, 58. Saquarema, 59. Silva Jardim;	27

Fonte: SEAPEC, 2014.

Figura 6 – Mapa de localização dos Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural BIRD



Fonte: IBGE (2010); Rio Rural (2016).

Em janeiro de 2011, o programa foi reestruturado. Com o redimensionamento das ações e dos recursos do programa, o Rio Rural Emergencial passou a atender agricultores afetados pelo desastre da Região Serrana do estado (SEAPEC, 2013, p. 8). No processo de atendimento emergencial, foram investidos US\$ 18,7 milhões do BIRD para a retomada da atividade agropecuária em 10 municípios afetados, US\$ 10,5 milhões do governo do estado e US\$ 7 milhões do governo federal por meio do Programa Nacional da Agricultura Familiar emergencial (PRONAF) (SEAPEC, 2013, p. 17; 2016, p. 4).

Ao canalizar recursos do Rio Rural para as atividades emergenciais, o programa sofreu expressivos impactos. De um modo geral, houve uma redução aproximada de 32% das metas originais, uma diminuição de 270 para 200 no número de microbacias, de 37.000 para 28.000 beneficiados e de 24.400 para 17.000 subprojetos financiados (SEAPEC, 2018, p. 25).

A partir desta conjuntura, o Banco Mundial autorizou uma nova operação de crédito por meio de financiamento adicional (FA), o Rio Rural BIRD FA, que, além de restaurar as atividades originais, incluiu novas atividades e 13 novos municípios (Quadro 6 e Figura 7). Aprovado pelos diretores do Banco Mundial em 6 de novembro de 2012, houve o aporte

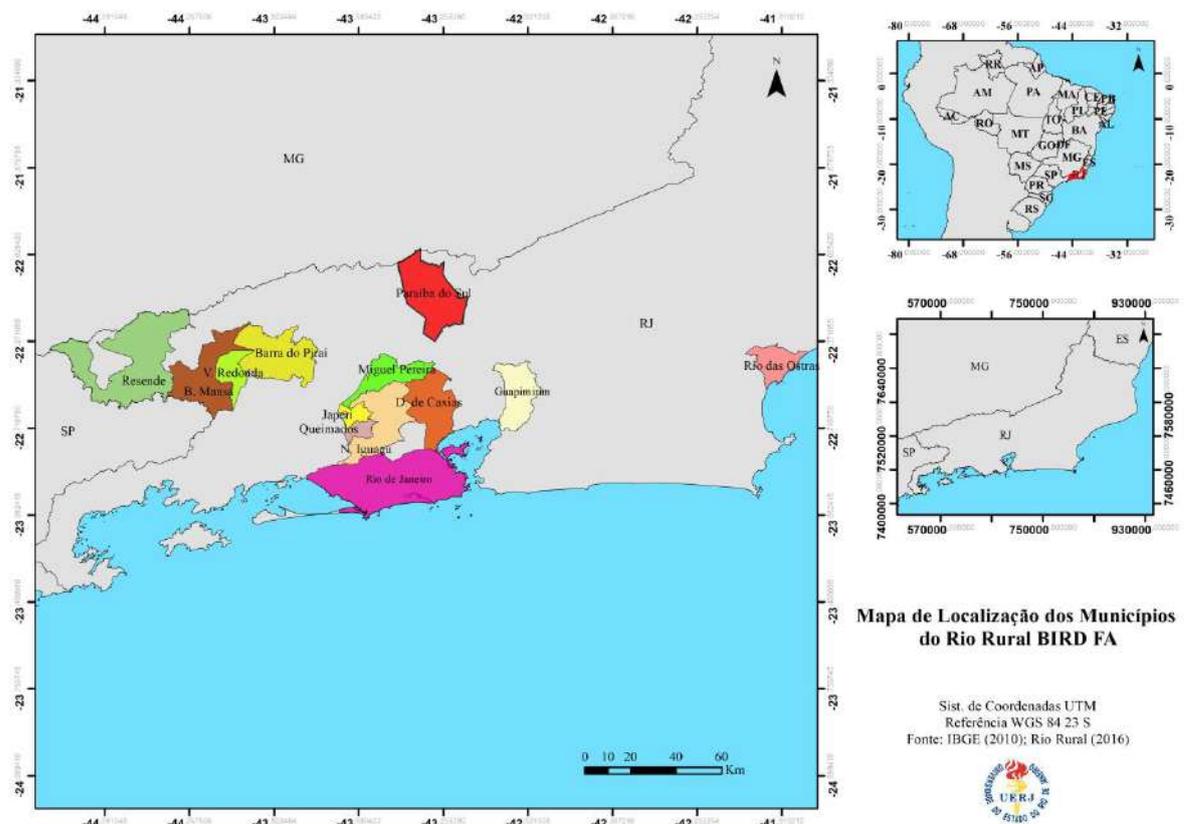
adicional de US\$ 100 milhões, US\$ 40 milhões de contrapartida do governo do Rio de Janeiro para retomar as propostas originais do programa e complementar investimentos na recuperação da região Serrana (SEAPEC; 2012, p. 18; 2013, p. 8-11; 2014, p. 18).

Quadro 6 – Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural BIRD FA

Relevância	Área Adicional	Número de Microbacias
Replicabilidade	Barra do Piraí, Barra Mansa, Duque de Caxias, Guapimirim, Japeri, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Paraíba do Sul, Queimados, Resende, Rio das Ostras, Rio de Janeiro e Volta Redonda	19

Fonte: SEAPEC, 2014.

Figura 7 – Mapa de localização dos Municípios com investimentos de recursos do Rio Rural BIRD FA



Fonte: IBGE (2010); Rio Rural (2016).

O programa destinou, de 2006 a 2018, apoio financeiro aos beneficiários investindo em linhas de incentivo de subprojetos produtivos sustentáveis e ambientais (incluindo saneamento) e subprojetos de estradas, estimulando a adoção de boas práticas agrícolas e de conservação dos recursos naturais vistos no Quadro 7.

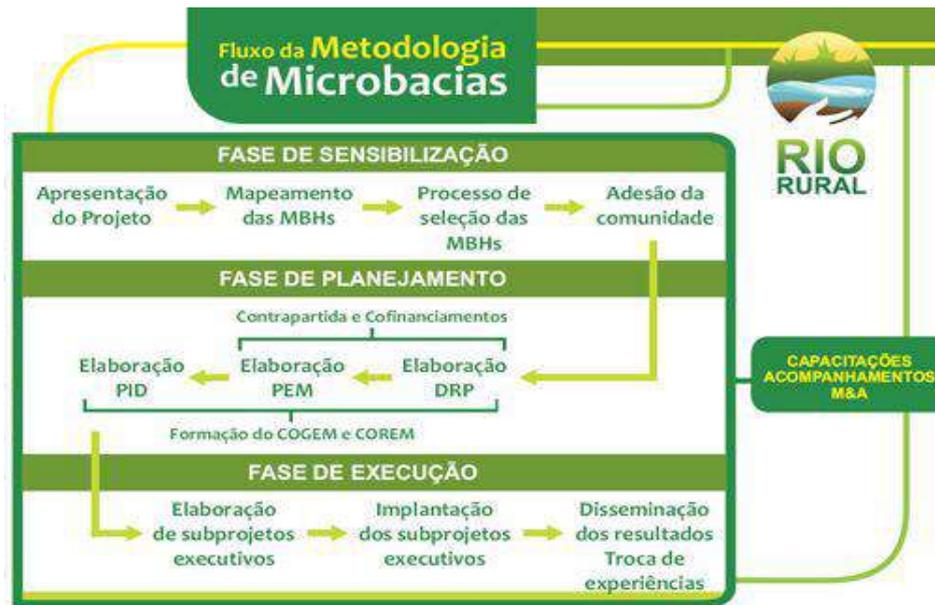
Quadro 7 – Incentivo de subprojetos produtivos sustentáveis e ambientais

<ul style="list-style-type: none"> • Proteção de nascentes – isolamento; • Implementos agrícolas, tração motorizada, indústria de fertilizantes orgânicos; • Proteção de área de recarga: isolamento; • Kit galinha caipira (aquisição); • Correção e adubação racional do solo; • Formação de pastagem; • Plantio de cana forrageira; • Implantação de nova atividade diversificada; • Motopicadeira; • Equipamento de irrigação (aquisição); • Sistemas agroflorestais e silvipastoris; • Mudas de qualidade (aquisição); • Adubação verde; • Saneamento individual/melhoria de instalações sanitárias; • Matrizes de bovinos • Material para pesca (aquisição); 	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenhadeira mecânica; • Aceiro; • Biofertilizantes; • Recuperação de área de recarga; • Pastoreio rotacionado; • Terreiro revestido para secagem de café; • Kit apicultura (aquisição); • Pulverizador manual p/ aplicação de insumos agroecológicos; • Animais de tração e apetrechos (aquisição); • Cultivos consorciados (implantação); • Instalação de estufas p/ produção de mudas e secagem de café; • Material complementar p/ irrigação (uso em culturas temporais); • Recuperação de mata ciliar nativa.
--	--

Fonte: SEAPEC, 2011; 2013; 2016; 2014.

A partir da metodologia de seleção e ação nas microbacias hidrográficas (Figura 8), o planejamento participativo do programa Rio Rural englobou as seguintes fases: Apresentação do Projeto nos municípios priorizados; Mapeamento, seleção e priorização das microbacias; Adesão das Microbacias, concordando com as etapas de trabalho; Diagnóstico Rural Participativo das Microbacias; Plano Executivo da Microbacia; Seleção e priorização de Beneficiários (sorteio), seguido da Elaboração e Implantação dos Subprojetos (SEAPEC, 2016, p. 6).

Figura 8 – Metodologia de seleção e ação nas microbacias hidrográficas



Fonte: SEAPEC, 2013; 2015; 2016; 2014; 2013.

A sensibilização dos atores locais se deu a partir da etapa de mapeamento das microbacias onde se inserem os núcleos rurais. Identificadas as microbacias, o Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável (CMDRS), estabelecido no âmbito do PRONAF, priorizava as mesmas com base em critérios socioeconômicos e ambientais definidos no Manual Operacional do Projeto (MOP) (SEAPEC, 2014, p. 75/80).

Com a adesão dos produtores (Figura 9), iniciava-se a fase de planejamento, estímulo, participação e engajamento dos atores sociais da microbacia, identificando os grupos de interesse. Esses grupos elencavam os principais problemas de ordem social, econômica e ambiental em um diagnóstico participativo (DRP) e as prioridades com vistas ao desenvolvimento sustentável na microbacia (SEAPEC, 2016, p. 6).

Figura 9 – Adesão do programa Rio Rural na Microbacia do Rio Fagundes, em Paraíba do Sul (RJ)



Fonte: EMATER (Paraíba do Sul). Data: 09/09/2014.

Essas prioridades se transformavam em ações consolidadas no Plano Executivo da Microbacia (PEM) pelos grupos de identidade que indicavam representantes e formalizavam o regimento do Comitê Gestor da Microbacia (COGEM), que conduzia as discussões e tomadas de decisão (SEAPEC, 2014, p. 70).

Para as ações do PEM, financiadas pelo Rio Rural, o COGEM identificou produtores a serem beneficiados. A partir de sorteio, a fase de execução consolidava as propostas no Plano Individual de Desenvolvimento (PID) (RANGEL, 2016, p. 21; RANGEL *et al.*, 2016, p. 309).

As práticas do PID, financiáveis pelo Rio Rural, eram transportadas pelo técnico executor para subprojeto de incentivo, cujos recursos de investimentos tinham em vista os limites financeiros e as ações ambientais do Plano de Gestão Ambiental que integrava o MOP (SEAPEC, 2014).

O Rio Rural (SEAPEC, 2008; 2012; 2013; 2014; 2016) priorizou a inclusão econômica e social de agricultores familiares e pequenos produtores de modo complementar os programas oficiais de crédito, integrando subprojetos produtivos e conservacionistas junto aos COGEM e a inserção de políticas públicas e econômicas.

Teve-se como exemplo a prática de proteção de nascentes, subprojeto que consistiu na liberação de recursos para cercamento e isolamento de nascentes pelos proprietários rurais, que, em contrapartida, comprometeram-se a executar o programa e por ele zelar por período estipulado em compromisso firmado com o programa (RANGEL *et al.*, 2016, p. 313).

Segundo Rio Rural (SEAPEC, 2015, p. 34), os agricultores contemplados tiveram financiamento de 80% do valor total dos projetos ambientais e os outros 20% eram a contrapartida em mão de obra.

Eram práticas incentivadas em subprojetos individuais classificadas como ambientais e consideradas como estruturantes pelo Rio Rural (RIO RURAL, 2012; 2013), orçadas em R\$ 3.500,00, dos quais R\$ 700,00 (SEAPEC, 2016, p. 22) eram contrapartida ao (à):

- a) Apoio à regularização ambiental da propriedade;
- b) Manutenção de restaurações florestais;
- c) Proteção de área de recarga – (Isolamento com cerca);
- d) Proteção de nascentes – (isolamento com cerca);
- e) Recuperação da mata ciliar c/ cercamento e plantio;
- f) Implantação de sistemas Agroflorestais;
- g) Sistemas Silvipastoris.

Estão disponíveis outras práticas de cunho ambiental e outras classificadas como produtivas sustentáveis (SEAPEC, 2016, p. 25), das quais pode-se citar:

- a) Animais de tração (aquisição) – Individual;
- b) Aquisição de matrizes caprinas – 03 p/beneficiário;
- c) Aquisição de volumosos para arraçoamento emergencial de rebanhos;
- d) Barragem subterrânea;
- e) Empreendedorismo do jovem rural;
- f) Equipamento de irrigação para culturas permanentes e pastagens;
- g) Empreendimentos artesanais de pequena escala; Equipamento para geração de energia;
- h) Estrutura para seleção/processamento/benef/secagem/armazenagem;
- i) Formação de pastagem (1,0 ha);
- j) Kit apicultura/meliponicultura;
- k) Kit galinha caipira;
- l) Ordenhadeira mecânica (conjunto com 2 ou 4 teteiras);
- m) Pastoreio rotacionado; entre outras;
- n) Construção de açude de pequeno porte;
- o) Cisterna p/ captação de água das chuvas;

Todos os subprojetos foram inseridos no contexto das prioridades e demandas verificadas nos Diagnósticos Rurais Participativos e constantes nos Planos Executivos da Microbacia (RANGEL *et al.*, 2016, p. 23; SEAPEC, 2014, p. 92).

No período 2008-2012, o Rio Rural protegeu mais de mil nascentes com apoio de agricultores familiares, extensionistas rurais, prefeituras, empresas privadas, Comitês de Bacias Hidrográficas e outros parceiros nacionais e internacionais (SEAPEC, 2016, p. 17), cuja “disponibilidade hídrica em corpos d’água e reservas de água potável do meio rural é fundamental para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, como também, para o abastecimento doméstico das propriedades e para o saneamento básico” (RAMOS *et al.*, 2004, p. 9).

Os subprojetos ambientais de investimentos em saneamento básico do Rio Rural foram associados às melhorias sanitárias e habitacionais visando à proteção da saúde e redução da poluição dos recursos hídricos. Até o final de dezembro de 2013, foram instaladas 3.755 fossas (SEAPEC, 2014).

Os subprojetos de estradas em parceria com o Programa Estradas da Produção da SEAPEC (2014, p. 90-95), beneficiaram até junho de 2015, 23 municípios, recuperando 2.078,5 km de estradas vicinais, beneficiando 28.787 pessoas, entre produtores e população de zonas rurais do estado do Rio de Janeiro (SEAPEC, 2016, p. 18).

O Rio Rural teve importantes contribuições sobre a minimização dos problemas e gerenciamento das potencialidades do setor agropecuário do estado envolvendo comunidades rurais com abordagens participativas para o desenvolvimento sustentável. Houve avanços na aplicação dos recursos no setor ambiental, na saúde e na educação no meio rural, bem como a inserção da SEAPEC e dos atores rurais.

O Quadro 8 a seguir apresenta uma síntese do cumprimento de metas relacionadas às atividades de planejamento territorial, com resultados até 2018.

Quadro 8 – Síntese do cumprimento de metas relacionadas às atividades de planejamento territorial até 2018 (continua)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 78.000 agricultores familiares beneficiados (85% do total do estado); • 47.000 com incentivos diretos para adoção de práticas sustentáveis; • 44.889 km de rios com ações conservacionistas, sendo 34.187 km de rios com redução de carga orgânica (infraestrutura de saneamento rural); • 6.000 km de estradas vicinais conservadas; • 2016 nascentes protegidas até 2016, com potencial para 14.600 em parceiras; • 87.200 beneficiários, técnicos, professores e gestores municipais engajados em educação, treinamento e conscientização; • 2.500.000 hectares (95% do total) de terras agrícolas com sistemas de produção sustentáveis em 366 microbacias situadas em 72 municípios (equivalente ao dobro da área sob unidades de conservação no estado) Redução da emissão de gases do efeito estufa; • Mitigação dos efeitos sociais, ambientais e econômicos das mudanças climáticas; • Adaptação e redução da vulnerabilidade (escassez hídrica); • Aumento dos estoques de carbono na paisagem agrícola através de práticas sustentáveis; |
|--|

Quadro 8 – Síntese do cumprimento de metas relacionadas às atividades de planejamento territorial até 2018 (conclusão)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Microbacias com monitoramento completo: Água, Solo e Biodiversidade Pastoreio rotacionado; • Aumento de 66,6% no teor de matéria orgânica no solo, 19 toneladas de carbono sequestrado para cada mil reais investidos (Armazenagem de Carbono de 80 t/ha no solo e de 5 t/ha na parte aérea); • Estudos de biodiversidade; • Estudos sobre importância de espécies polinizadoras para a agricultura; <p>Ampliação das unidades de conservação municipais e em áreas privadas;</p> |
|--|

Fonte: SEAPEC, 2016; 2018.

O Programa Rio Rural, em convênio de cooperação técnica entre SEAPEC e a EMBRAPA – Solos, mesmo que timidamente, em uma fase experimental, monitorou parâmetros de qualidade da água, clima e solos e estoque de carbono identificando alterações em indicadores ambientais nas microbacias de intervenção do projeto Rio Rural BIRD (SEAPEC, 2014, p.8; 2016, p. 11). Foram selecionadas para o monitoramento microbacias (MBH) “amostras por apresentarem características ambientais e da agropecuária representativas do estado do Rio de Janeiro” (SEAPEC, 2016, p. 34). Para o monitoramento de água, adicionalmente, foram selecionadas microbacias em Nova Friburgo, em Cachoeiras de Macacu e em Varre-sai.

Esta etapa amostral não foi concluída e também não houve continuidade das outras etapas de monitoramento, haja vista as medidas de recuperação fiscal, a cessão de investimentos, os desdobramentos do Programa Rio Rural no estado do Rio de Janeiro e seu encerramento em 2018 (SEAPEC, 2018, p. 21), como era previsto.

1.3.2 O Pagamento por Serviços Ambientais e o Desenvolvimento Rural Sustentável

O que mais se aproxima da proteção efetiva de áreas protegidas no espaço rural emerge dos Pagamentos por Serviços Ambientais e é dimensionado pela Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), Capítulo X, no que compete ao apoio e ao incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente.

Segundo o artigo 41 da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), é o poder público federal quem deve fomentar programas de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente, como boas práticas que conciliem a produtividade agropecuária e florestal, com redução dos impactos ambientais, como forma de promoção do desenvolvimento ecologicamente sustentável, observando e abrangendo as seguintes linhas de ação: pagamento ou incentivo a serviços ambientais (PSA) como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente, a conservação das águas e dos serviços hídricos; a conservação e o melhoramento do solo; a manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal (RL) (art. 41, BRASIL, 2012).

E ainda,

II - compensação pelas medidas de conservação ambiental necessária para o cumprimento dos objetivos desta Lei, utilizando-se dos seguintes instrumentos, dentre outros: a) obtenção de crédito agrícola, em todas as suas modalidades, com taxas de juros menores, b) dedução das APPs, de RL da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR; c) destinação de parte dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água, na forma da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para a manutenção, recuperação ou recomposição das APPs, de RL; d) linhas de financiamento para atender a iniciativas de preservação voluntária de vegetação nativa, proteção de espécies da flora nativa ameaçadas de extinção, manejo florestal e agroflorestal sustentável realizados na propriedade ou posse rural, ou recuperação de áreas degradadas; e) isenção de impostos para os principais insumos e equipamentos, tais como: fios de arame, postes de madeira tratada, bombas d'água, trado de perfuração de solo, dentre outros utilizados para os processos de recuperação e manutenção das APPs, de RL;

III - incentivos para comercialização, inovação e aceleração das ações de recuperação, conservação e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa, tais como: a) participação preferencial nos programas de apoio à comercialização da produção agrícola; b) destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionada à melhoria da qualidade ambiental.

§ 1º Para financiar as atividades necessárias à regularização ambiental das propriedades rurais, o programa poderá prever: I - destinação de recursos para a pesquisa científica e tecnológica e a extensão rural relacionada à melhoria da qualidade ambiental;

III - utilização de fundos públicos para concessão de créditos reembolsáveis e não reembolsáveis destinados à compensação, recuperação ou recomposição das Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito cujo desmatamento seja anterior a 22 de julho de 2008.

§ 7º O pagamento ou incentivo a serviços ambientais a que se refere o inciso I deste artigo serão prioritariamente destinados aos agricultores familiares, como definido no inciso V do art. 3º desta Lei (parágrafo acrescido pela Lei nº 12.727, de 17/10/2012).

A proposta prevista pela legislação visa medidas, financiamentos, instrumentos de proteção, recuperação e manutenção das APPs e de RL, como também incentivos para programas de apoio à comercialização da produção agrícola e recursos para a pesquisa científica e tecnológica. Prevê a extensão rural aliada à melhoria da qualidade ambiental,

utilizando fundos públicos para concessão de créditos destinados à compensação, recuperação e/ou recomposição de áreas protegidas.

Para Shiki (2007, p. 2) e Peixoto (2011, p. 6), Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é a conservação/recuperação de recursos naturais, com especial destaque à água, ao solo e à vegetação.

Segundo os mesmos autores, a premissa básica para o PSA é compensar os agentes econômicos que mantêm ou recuperam o meio ambiente e os recursos naturais, gerando serviços que beneficiam principalmente à sociedade.

Quando um proprietário rural recupera sua área de APP, que desempenha um importante papel na melhoria da infiltração da água no solo, na proteção do solo e na redução da sedimentação dos cursos d'água, esse proprietário rural é um fornecedor de Serviços Ambientais.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2012, p. 31), o PSA pode ser visto como uma fonte adicional de renda, sendo uma das formas de ressarcir os custos encarados pelas práticas conservacionistas do solo que permitem o fornecimento dos Serviços Ecosistêmicos. Esse modelo complementa o consagrado princípio do “usuário-pagador”, dando foco ao fornecimento do serviço: é o princípio do “provedor-recebedor”, em que os usuários pagam e os conservacionistas recebem. Além do caráter econômico, os sistemas de PSA contribuem com a educação (conscientização) ambiental, na medida em que inserem uma nova relação entre os fornecedores dos serviços e os beneficiários, e desses para com a natureza.

Por iniciativa própria, a Agência Nacional de Águas (ANA) desenvolveu o **Programa Produtor de Água**, uma ferramenta de articulação entre a Agência, os usuários e o setor rural sob a ótica principal de estímulo à adoção de práticas sustentáveis a partir do pagamento por serviços ambientais.

O Programa Produtor de Água é um instrumento pelo qual a União apoia a melhoria, a recuperação e a proteção de recursos hídricos em bacias hidrográficas estratégicas, tendo como base ações em áreas rurais voltadas à redução da erosão e do assoreamento de forma a regular a oferta da água.

O Programa se efetiva por meio de articulações e parcerias entre instituições, visando ao desenvolvimento da política de PSA como um instrumento de incentivo aos produtores rurais que adotarem práticas voltadas à conservação de água e solo (ANA, 2012, p. 4; JARDIM, 2010, p. 30).

O Produtor de Água tem como princípio o estímulo à PSA, com vistas à conservação de recursos hídricos no Brasil que visem à redução da erosão e do assoreamento no meio rural, propiciando a melhoria da qualidade e a regularização da água em bacias hidrográficas por arranjos organizacionais compostos por estados, municípios, comitês de bacia, companhias de abastecimento e de geração de energia, dentre outras instituições públicas ou privadas (ANA, 2012, p. 23).

O Programa prevê o PSA aos produtores que favoreçam os serviços ecossistêmicos e positivos à sociedade adotando boas práticas como a manutenção e a recomposição da vegetação natural e agropecuária sustentável, que contribuam para o abatimento efetivo da erosão e da sedimentação e aumento da infiltração de água (CHAVES *et al.*, 2004, p. 3; BERNARDES, 2016, p. 3).

Ao produtor de água, os pagamentos são feitos por entidades escolhidas pelo arranjo organizacional, durante ou após a implantação de cada projeto individual da propriedade (PIP). Os valores são definidos com base em estudos econômicos e com base na sua eficácia no abatimento da erosão.

1.4 Microbacias Hidrográficas como unidade de pesquisa e planejamento

Em trabalhos ambientais, a microbacia hidrográfica é uma unidade prática de escala determinada no intuito de qualificar os estudos geoambientais e o recorte espacial adequado em um sistema natural integrador da paisagem relacionado a um sistema de equilíbrio dinâmico entre geologia, geomorfologia, drenagem, pedologia, clima e uso e cobertura das terras. Entendida como unidade integradora para os estudos geoambientais, a bacia hidrográfica permite identificar e avaliar seus diversos elementos e fatores, compreendendo os atributos e as interações que ocorrem. Trata-se da adoção de uma unidade fundamental de estudo centrada na visão sistêmica do ambiente.

A princípio, definimos bacia hidrográfica como uma área fisiográfica drenada por um curso ou vários cursos d'água conectados, que convergem direta ou indiretamente para um leito ou espelho d'água. Ou, também, caracterizada como uma determinada área que drena água, partículas de solo e material dissolvido para um ponto de saída comum, situado ao longo de um córrego, rio, riacho ou ribeirão (DUNNE; LEOPOLD, 1978; MACHADO, 2012,

p. 23). Para Botelho e Silva (2010, p. 155), a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade territorial cujos limites são criados em função da drenagem no decorrer do tempo. Nesses termos, a bacia resulta da interação da ação das águas com a paisagem onde a drenagem recolhe e processa a precipitação nos limites dos interflúvios, direcionando o escoamento superficial diretamente para os cursos d'água e o escoamento subsuperficial para o nível freático.

Segundo Botelho e Silva (2010, p. 155), a bacia hidrográfica é reconhecida como unidade territorial na Geografia Física desde o fim dos anos de 1960. O seu uso veio possibilitar um conhecimento integrado dos aspectos físicos, considerando principalmente recursos hídricos. Botelho e Silva (2010, p. 154) enquadram a visão de que todos os processos físicos dentro de uma bacia interagem entre si, podendo justificar o diagnóstico e o estudo dos componentes de uma bacia como ferramenta para a avaliação da qualidade ambiental: “ (...) ao distinguirmos o estado dos elementos que compõem o sistema hidrológico e os processos a eles relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação, contaminação etc.), somos capazes de avaliar o equilíbrio do sistema [hídrico]”.

Além da conceituação da bacia hidrográfica, pode-se considerar também como definição bacia de drenagem, bacia de contribuição, bacia fluvial ou bacia de recepção. Para a definição de uma área de planejamento ambiental, a bacia hidrográfica, categoria de análise do planejamento, é uma unidade funcional, de aceitação universal e trabalha como um sistema (SANTOS, 2004, p. 40).

Como a região está conectada às feições da bacia, ao uso intenso de retirada de vegetação, o planejamento aplica-se ao ordenamento e à gestão de conflitos de uso em áreas de preservação ambiental, fundamentado na integração geossistêmica (SOCHAVA, 1978; TROPPEMAIR, 2000).

Na Geografia, é considerado comum que estudos considerem a bacia hidrográfica como unidade de pesquisa e planejamento. Tal definição considera a nomenclatura drenagem associada aos escoamentos, como também às infiltrações, convergindo para um ponto comum nas nascentes. Associado, portanto, à área de contribuição para a recarga de uma ou mais nascentes.

A bacia hidrográfica foi eleita como unidade territorial de gestão, com a criação, em 1978, do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), que tinha a incumbência de efetuar a classificação dos cursos d'água da União, bem como de realizar o estudo integrado e o acompanhamento da utilização dos recursos hídricos das bacias

hidrográficas dos rios federais, conforme Portaria Interministerial nº 90 dos Ministérios das Minas e Energia e Interior, de 29/03/1978 (MACHADO, 2012, p. 25).

Em 1987, ela se constituiu a célula básica para a execução de ações voltadas para o manejo e a conservação dos recursos naturais através do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas (BRASIL, 1987). Em abril de 1988, Brasil e França assinaram um acordo de cooperação técnica com o objetivo de estruturar o gerenciamento integrado de bacias, daí resultando sua adoção como unidade territorial de planejamento e gestão ambiental, mas com clara ênfase nos recursos hídricos, como no modelo francês (ROSS; DEL PRETTE, 1998), disseminando-se também conceitos e ideias como agências, comitês e consórcios de bacias (MAGALHÃES JR., 1997, p. 13).

Em dezembro de 1991 (portanto, anteriormente à legislação federal que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos), foi aprovada, no Estado de São Paulo, a Lei nº 7.663, instituindo a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que também tomou a bacia hidrográfica como unidade territorial de ação (ROSS; DEL PRETTE, 1998, p. 24). Por fim, a Lei Federal nº 9.433, de 08/01/1997 (BRASIL, 1997), estabeleceu, como um de seus principais fundamentos (título I, capítulo I, artigo 1º, inciso V), que “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. Com isso, foi dada uma nova dimensão ao conceito de bacia hidrográfica, que passou de unidade preferencial de estudos à unidade institucionalizada de intervenção e gestão.

A crescente demanda de estudos voltados à Hidrografia e à Geomorfologia Fluvial foi causa dos problemas gerados em que a humanidade, após um *boom* populacional e o aumento do consumismo, começou a ter que adaptar a sua qualidade de vida e conforto. O valor da bacia de drenagem cresceu, principalmente, após a década de 1990, com o aumento dos estudos sobre a qualidade ambiental (BOTELHO; SILVA, 2010, p. 155). Ao se utilizar a bacia hidrográfica como conceito de unidade territorial, pode-se considerar que a bacia de drenagem delimita uma porção da paisagem. Segundo Moreira (1990, p. 45), a paisagem seria a realidade material visível na qual há o fundamento do pensamento humano devido ao aprofundamento das abstrações mais complexas invisíveis, como os efeitos das relações sociais.

Para Moreira (1990, p. 46), a paisagem, com a inserção do homem, passa do sensível (percepção da visão) para o abstrato (consentimento da influência constante do homem). Mas, ao identificar as formas abstratas que Moreira considera como influência da sociedade, é visto

que a delimitação da paisagem pela bacia de drenagem não acompanha as diversas formas de apreensão socioespacial, pois é uma unidade territorial delimitada pela topografia, e as ações do homem não se restringem a estas delimitações. Os principais fluxos sociais que ultrapassam os limites de uma bacia de drenagem são, por exemplo, os fluxos econômicos, demográficos e os limites políticos de um município ou estado. Além dos fluxos sociais, podem ser consideradas as migrações de animais, assim como a população de determinada flora. Esses fluxos mostram alguns problemas ao delimitar paisagens pela bacia de drenagem.

No presente trabalho, foi usada a microbacia hidrográfica, pois o programa Rio Rural adota a microbacia hidrográfica como a menor unidade territorial e como eixo condutor estratégico para planejamento, implementação e monitoramento de atividades de proteção social, geração de renda e arranjos produtivos socioambientalmente adequados junto às comunidades rurais (RIO RURAL, 2012; 2013; 2016). Como delimitação da área de estudo e, para efeitos de caracterização das microbacias de contribuição, foram feitas algumas considerações.

As bacias hidrográficas são hierarquizadas de acordo com o seu tamanho ou subordinação. A sub-bacia é considerada uma rede de drenagem subordinada à outra rede de drenagem que, independentemente do tamanho, estabelece maior influência em uma área ou região. Já a microbacia é considerada quando comparadas duas bacias de tamanho diferentes. Desta forma, uma bacia hidrográfica pode conter várias sub-bacias como subordinadas dentro do limite estabelecido pela bacia de referência (CHRISTOFOLETTI, 1980; 1981). Esta pode ser subdividida em microbacias.

A exemplo do que ocorre em muitos outros países, o Brasil tem adotado, cada vez mais, a bacia hidrográfica como célula natural de análise. Principalmente a partir da segunda metade da década de 1990, sobretudo quando relacionadas a temas específicos como erosão, manejo e conservação dos solos e das águas, análise e planejamento ambiental, principalmente do Decreto-Lei nº 94.076, de 5 de março de 1987 – Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica (PNMH). Quer seja no âmbito federal, estadual ou municipal, o desenvolvimento de estudos e a criação de leis de regulamentação do uso dos recursos naturais fizeram crescer a importância da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambiental.

Para Lima (2008, p. 52), o conceito de microbacia é vago. Primeiro, porque não há um limite de tamanho para a sua caracterização e este possui duas abordagens. Uma é a hidrológica, na qual é levado em conta o funcionamento das bacias e elas são classificadas em grandes e pequenas, não apenas com base em sua superfície total, mas também nos efeitos de

certos fatores dominantes na geração do deflúvio. As microbacias pequenas são mais sensíveis às chuvas de alta intensidade e curta duração e ao fator uso do solo:

define-se "microbacia" como sendo aquela cuja área é tão pequena que a sensibilidade a chuvas de alta intensidade e às diferenças de uso do solo não seja suprimida pelas características da rede de drenagem. De acordo com tal definição, a área de uma microbacia pode variar de pouco menos de 1 ha a até 40 ou mais hectares, podendo mesmo atingir, em algumas situações, até 100 ha ou mais (LIMA, 2008, p. 52).

Nas grandes, não há essa sensibilidade, devido ao efeito de armazenamento ao longo dos canais. A outra abordagem é do ponto de vista de programas e políticas de uso do solo de recente estabelecimento no país, os programas de manejo de microbacias; os critérios de caracterização, neste caso, são eminentemente políticos e administrativos.

Na visão sistêmica, a microbacia é um sistema aberto que recebe a energia do clima e a perde continuamente através do deflúvio, funcionando como um organismo autônomo, mas, ao mesmo tempo, componente de um sistema maior.

Adotar a microbacia como escala de observação é adequado para a avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica e possibilita estabelecer um planejamento daquele território (RANZINI *et al.*, 2002, p. 4).

Em hidrologia florestal, são consideradas microbacias aquelas de até 4ª ordem, ou seja, aquelas que, no sentido da bacia, vão desde os canais primários (nascentes) de 1ª ordem, que se juntam e formam os seguintes até os de 4ª ordem.

De acordo com Botelho e Silva (2010, p. 183), pela necessidade de realização de estudos detalhados, nos quais a maior escala evidencia mais precisamente as relações socioambientais dessa célula natural de análise, as bacias hidrográficas têm sido compartimentadas em unidades menores. A chamada microbacia hidrográfica surge como unidade natural de investigação, notadamente entre os estudos de análise e planejamento ambiental.

O termo microbacia hidrográfica encontra resistência não só em trabalhos acadêmicos, mas também na legislação relativa à proteção dos recursos hídricos; além disso, encontra ainda forte resistência no meio científico. Prefere-se utilizar o termo sub-bacia hidrográfica em vez de microbacia, configurando, algumas vezes, falhas, já que a menção à sub-bacia, independentemente de suas dimensões, pressupõe a inserção em outra bacia de tamanho maior e vínculo com ela (BOTELHO; SILVA, 2010, p. 155).

Os profissionais da ciência agrônômica têm sido os que mais utilizam a denominação microbacia hidrográfica, tanto nos relatórios técnicos como nos trabalhos acadêmicos. Por

outro lado, os geógrafos físicos continuam utilizando mais o termo bacia hidrográfica e sub-bacia, como já o faziam, sobretudo, a partir da década de 1970, sob a influência dos estudos de Chorley (1962).

Tem sido divulgado, no meio científico, o uso de critérios quantitativos para a diferenciação entre bacia e microbacia hidrográfica, apesar de ainda não existir um consenso para definir a dimensão espacial ideal para cada um dos termos. Acredita-se que a diferenciação dos termos através de delimitações de área não seja um critério suficientemente capaz de dirimir os problemas advindos dessa questão. Por conseguinte, pode-se admitir, para a delimitação da microbacia, uma área suficiente para as interconexões, possibilitando a análise integrada da dinâmica sistêmica. Por outro lado, espera-se que a área delimitada seja suficiente para viabilizar estudos mais detalhados, utilizando escalas de maior dimensão, nos quais a necessidade de aporte logístico, material humano e tempo disponível estejam de acordo com as reais possibilidades do pesquisador.

No presente estudo, adotou-se a microbacia hidrográfica e microbacia de contribuição como escalas de análise, buscando o entendimento da correlação entre o uso do solo, promovido pelos produtores rurais, e a cobertura da terra em APPs de nascentes, já que alterações nos volumes de água subterrânea e modificações nas áreas de contribuição são potencialmente impactantes às nascentes.

Outra definição que sustenta a escolha das microbacias de contribuição como base teórica e metodológica para a pesquisa de tese e utilizada também por Felipe (2009, p. 21) é que estas [as microbacias de contribuição] correspondem a formas côncavas semelhantes a anfiteatros erosivos que concentram fluxos pluviais e sedimentos. Apresentam morfologia suavizada na superfície. Originam-se de processos erosivos e do uso do solo e ausência da cobertura da terra, funcionando como bacias de captação de água e sedimentos.

A proteção das cabeceiras e dos topos de morros e a cobertura vegetal são, sem sombra de dúvidas, indispensáveis à proteção, conservação e qualidade da água das nascentes estudadas.

Segundo Felipe e Magalhães Júnior (2012, p. 10), “proteger pontualmente as áreas de nascentes não garante a manutenção do equilíbrio hidrológico, já que elas são o resultado de uma dinâmica complexa que envolve desde a recarga até a descarga, promovida por processos superficiais e subsuperficiais”. Nesse sentido, a microbacia de contribuição ganha importância como unidade de proteção de nascentes da Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes como unidade hidrográfica de planejamento, de ação e de gestão.

2 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FAGUNDES

Neste capítulo, apresenta a caracterização geográfica da área de estudo dividida em características gerais; características do meio físico; características do uso do solo e cobertura da terra; características produtivas das propriedades e os incentivos de desenvolvimento rural em contrapartida à proteção/recuperação das nascentes do Rio Rural da unidade hidrográfica de planejamento que se propõe a estudar: a Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes.

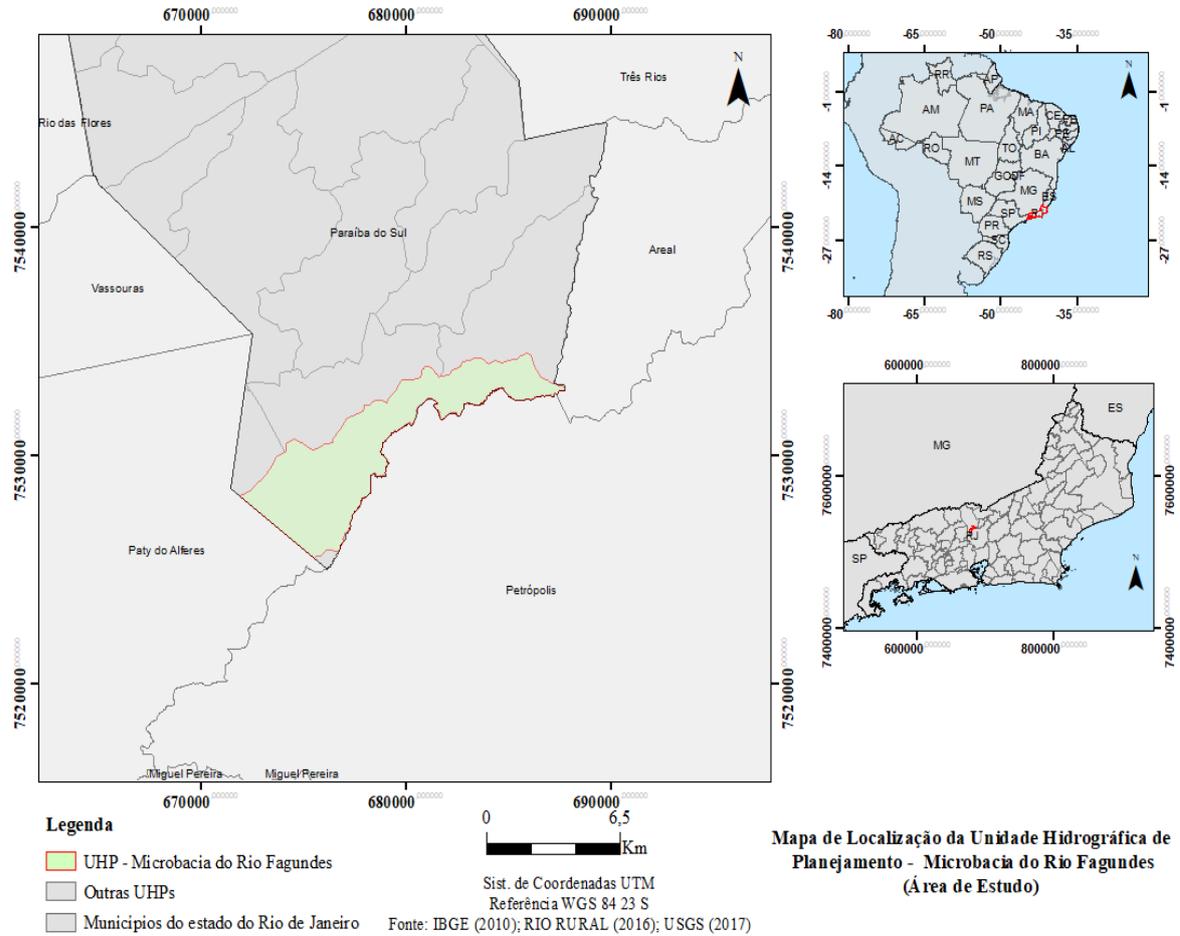
2.1 A Unidade Hidrográfica de Planejamento – Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes

A Unidade Hidrográfica de Planejamento Rio do Fagundes – Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes (MBRF) é uma proposta de planejamento, ordenamento e gestão territorial considerada como área de estudo na presente tese (Figura 10).

Para a Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (SEAPEC/RJ) e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (Emater) e, portanto, para o escritório de administração local de Paraíba do Sul/RJ, esta área é considerada como unidade de atuação e gestão do programa de desenvolvimento rural em microbacias hidrográficas fluminenses, pertencente ao Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro – Rio Rural, e é chamada Microbacia Hidrográfica Rio do Fagundes.

A comunidade possuía em 2014, aproximadamente, 24 propriedades familiares e foram elaborados 20 PIDs e liberados aproximadamente R\$ 80.000,00 em recursos, com incentivo de subprojetos, dentre eles, a proteção de nascentes, 10 beneficiários optaram por este subprojeto na MBRF (EMATER, 2018).

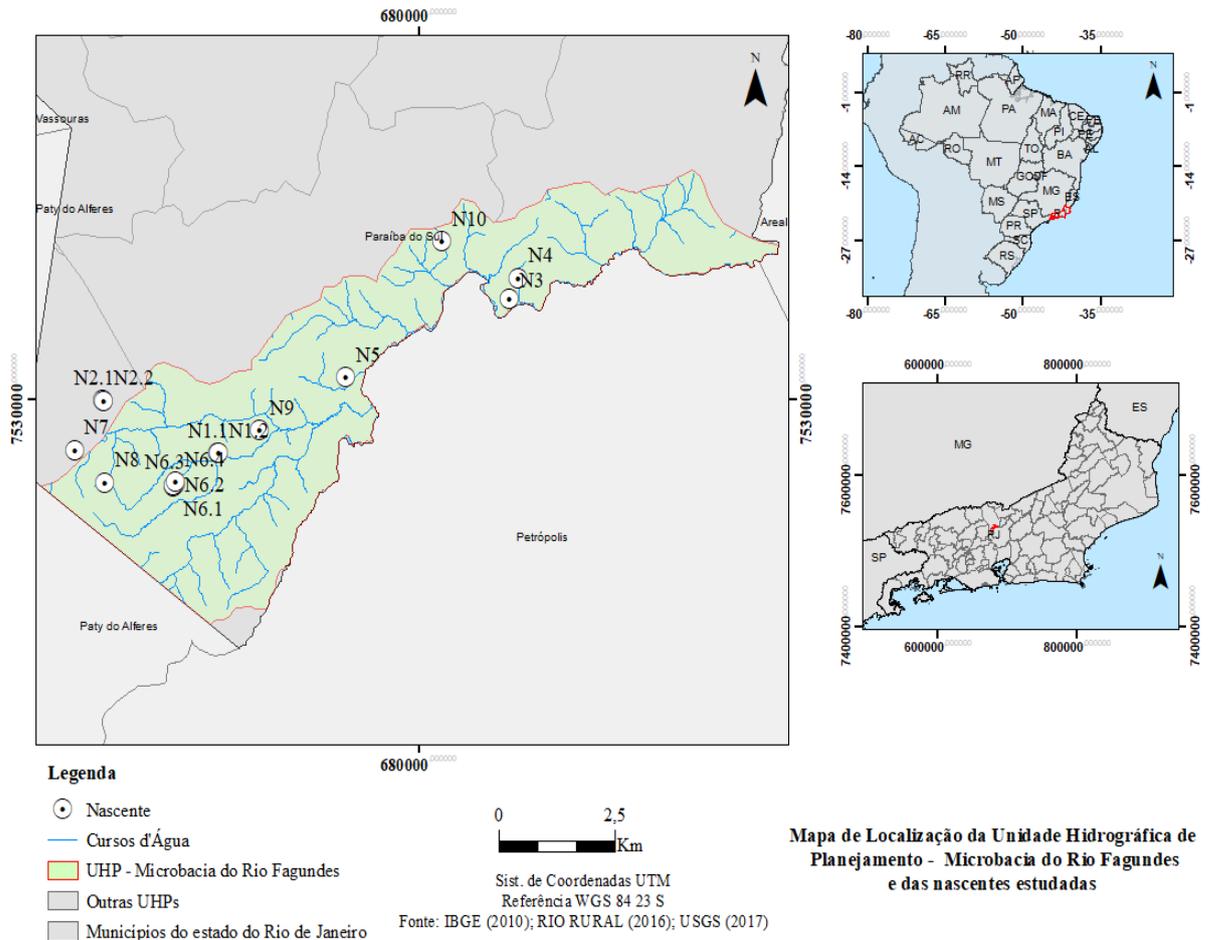
Figura 10 – Mapa de localização da Unidade Hidrográfica de Planejamento – Microbacia do Rio Fagundes



A MBRF possui uma extensão territorial de 4.941 hectares (ha) e se localiza na bacia hidrográfica do Rio do Fagundes, na Região Hidrográfica do Rio Piabanha (SEA/INEA, 2017), ao sul do município de Paraíba do Sul, região centro-sul do estado do Rio de Janeiro/Brasil. As coordenadas geográficas são -22,272010 e -22,371323 latitude sul; -43,325111 e -43,201549 longitude oeste.

A disposição das nascentes estudadas na MBRF pode ser vista na Figura 11.

Figura 11 – Mapa de localização da MBRF em Paraíba do Sul e das dez nascentes estudadas



O marco inicial do programa foi a reunião de apresentação e adesão da microbacia realizada em 7 e 9 de setembro de 2014, com a presença de 45 pessoas e 34 pessoas. A partir daí, foi feito o Diagnóstico Rural Participativo – Censo e eleição do COGEM em 7, 9 e 23 de outubro de 2014.

Em 2014, foi feita a apresentação do Plano Executivo da Microbacia elaborado. Seguiram-se oito reuniões do COGEM para priorização dos nomes e confecção da primeira lista para sorteio, a qual foi validada pela comunidade em 23 de outubro de 2014. Em novembro de 2014, os produtores constantes na primeira lista fizeram sua opção prévia por subprojetos e o sorteio para atendimento também ocorreu em 2014. A partir de então, os PIDs foram feitos por visitas aos agricultores familiares seguindo rigorosamente a ordem de sorteio. O COGEM reuniu-se periodicamente, estando no segundo mandato, e o acompanhamento é feito junto aos agricultores já contemplados por meio de reuniões, visitas e conversas. Até a vigência do Rio Rural nesta microbacia, foram liberados, aproximadamente, 62 mil reais em recursos para os 10 beneficiários do subprojeto de proteção de nascentes.

2.2 Características do meio físico

São consideradas como “características do meio físico” a hidrografia, a geologia, a geomorfologia, os solos, o clima e a fitofisionomia (da vegetação) da área de estudo.

2.2.1 Hidrografia e Ottobacias

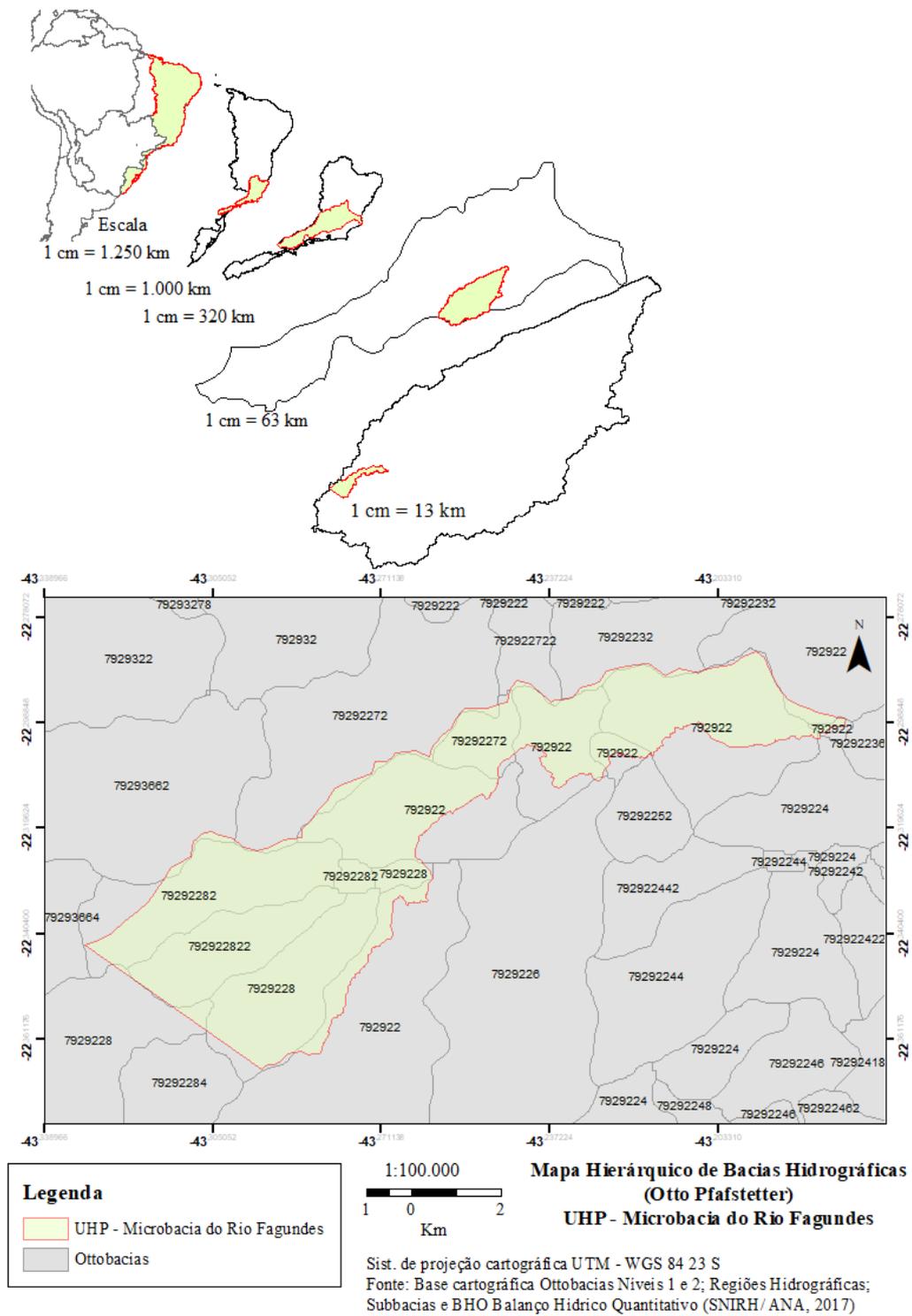
Segundo dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), o Rio Fagundes, de jurisdição estadual, nasce na Serra do Mar, no município de Petrópolis, região serrana do Rio de Janeiro. Da nascente até o exutório, suas águas drenam terras dos municípios de Areal, Paraíba do Sul, Paty do Alferes e Petrópolis e deságuam na margem esquerda do Rio Piabanha, afluente do Rio Paraíba do Sul (deságua na margem direita).

O principal afluente pela margem esquerda é o Rio Pardo e os principais afluentes pela margem direita são o Rio Pequeno e o Rio da Maria Comprida. A altitude máxima do curso d'água é de 1.020 metros. A altitude mínima aproximada do curso d'água é de 436 metros. O comprimento do rio, de sua nascente até a foz, é de 42,1 quilômetros (ANA, 2017, s/p.).

A partir da metodologia de hierarquização utilizada, a metodologia Otto Pfafstetter, pela Agência Nacional de Águas (ANA) e disponibilizada pela base de dados do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNIRH), a unidade de planejamento reconhecida é subdividida em ottobacias de nível 6.

Na Figura 12, espacializa-se a inserção da Microbacia do Rio Fagundes na hierarquia de bacias da metodologia Otto Pfafstetter (ANA, 2002, p. 15; 2007, s/p.), de modo a melhor enquadrar a área de estudo. A MBRF é composta por 13 ottobacias. Estas são melhor demonstradas pela Figuras 15 e 16: 792922723; 792922722; 79292251; 79292253; 79292271; 792922721; 79292273; 792922823; 792922822; 79292281; 792922821; 79292283; 79292291. E, para facilitar, cada uma dessas ottobacias e a(s) nascente(s) são identificadas no Quadro 9.

Figura 12 – Mapa de localização das ottobacias na MBRF



Fonte: Elaborado pela autora (2019) com bases cartográficas disponibilizadas pelo INEA, 2017 e ANA/SNIRH, 2017.

Quadro 9 – Identificação das Ottobacias por código e por nome

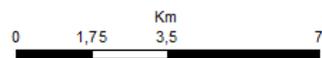
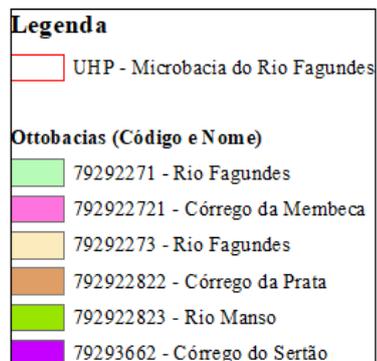
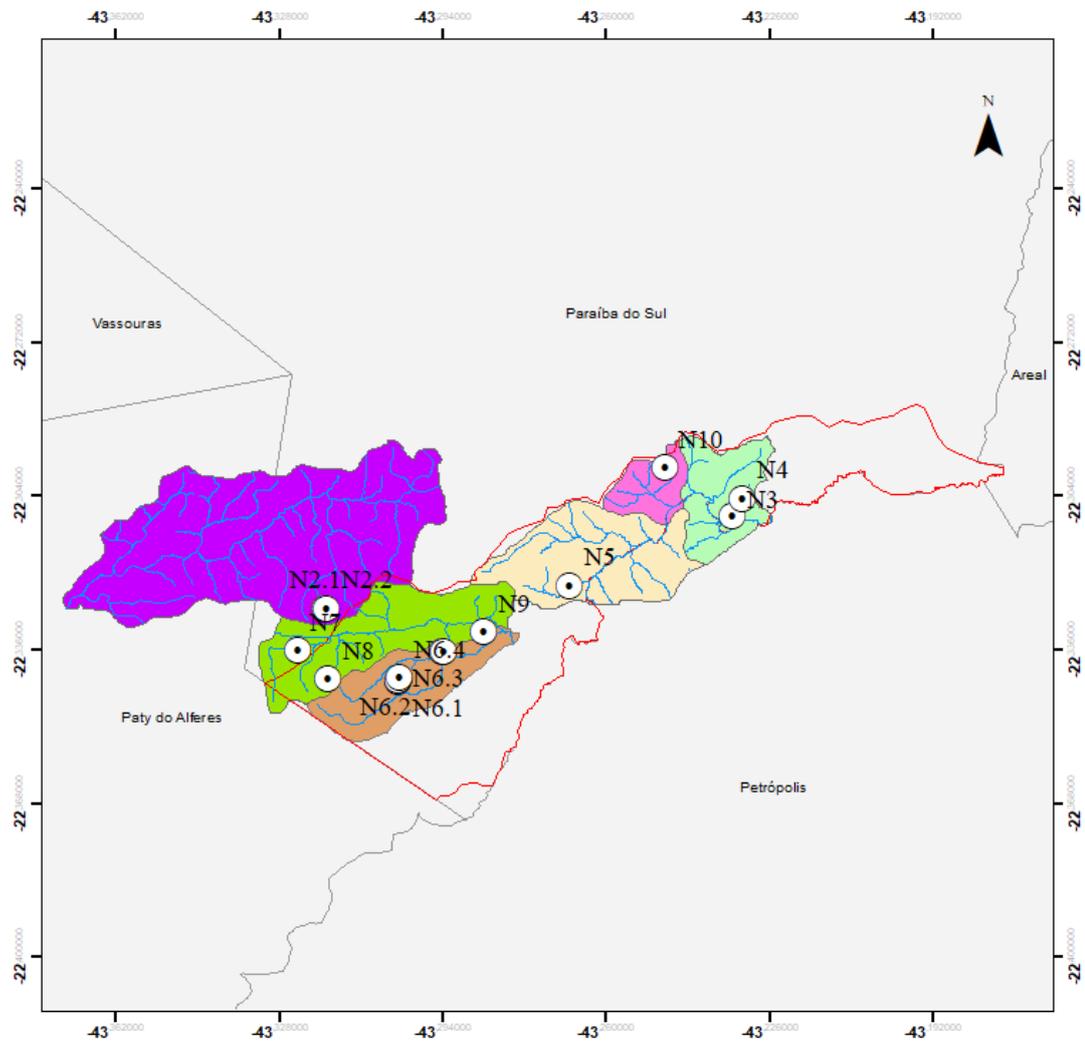
Número	Código da Ottobacia	ID	Nome de identificação
1	792922723	M1	Córrego Cantagalo
2	792922722	M2	Córrego da Membeca
3	79292251	M3	Rio Fagundes
4	79292253	M4	Rio Fagundes
5	79292271	M5	Rio Fagundes
6	792922721	M6	Córrego da Membeca
7	79292273	M7	Rio Fagundes
8	792922823	M8	Rio Manso
9	792922822	M9	Córrego da Prata
10	79292281	M10	Rio Pardo
11	792922821	M11	Rio Manso
12	79292283	M12	Rio Pardo
13	79292291	M13	Rio Fagundes

Fonte: SNIRH/ANA, 2017.

Em seis das 13 ottobacias estão as 9 nascentes e as Áreas de Preservação Permanente de nascentes em estudo, autodeclaradas e disponibilizadas pelos proprietários, a serem protegidas integralmente pelo Programa Rio Rural.

Como pode ser visto, a Figura 13 apresenta a localização das nascentes por ottobacias (Quadro 9). A nascente N2 se localiza na Ottobacia Córrego Sertão (79293662), que não se insere na área de planejamento MBRF, mas possui uma nascente em estudo. As nascentes N7 e N8, na Ottobacia Rio Manso (792922823); a nascente N1.1, N1.2, N1.3, a nascente N6.1, N6.2, N6.3, N6.4 e a nascente N9, na Ottobacia Córrego da Prata (792922822); a nascente N5, na Ottobacia Rio Fagundes (79292273), as nascentes N3 e N4, na Ottobacia Rio Fagundes (79292271).

Figura 13 – Localização das (9) nascentes estudadas por Ottobacias



Mapa de localização das nascentes estudadas a partir da hierarquia de bacias - Ottobacias (Otto Pfafstetter)
Microbacia do Rio Fagundes

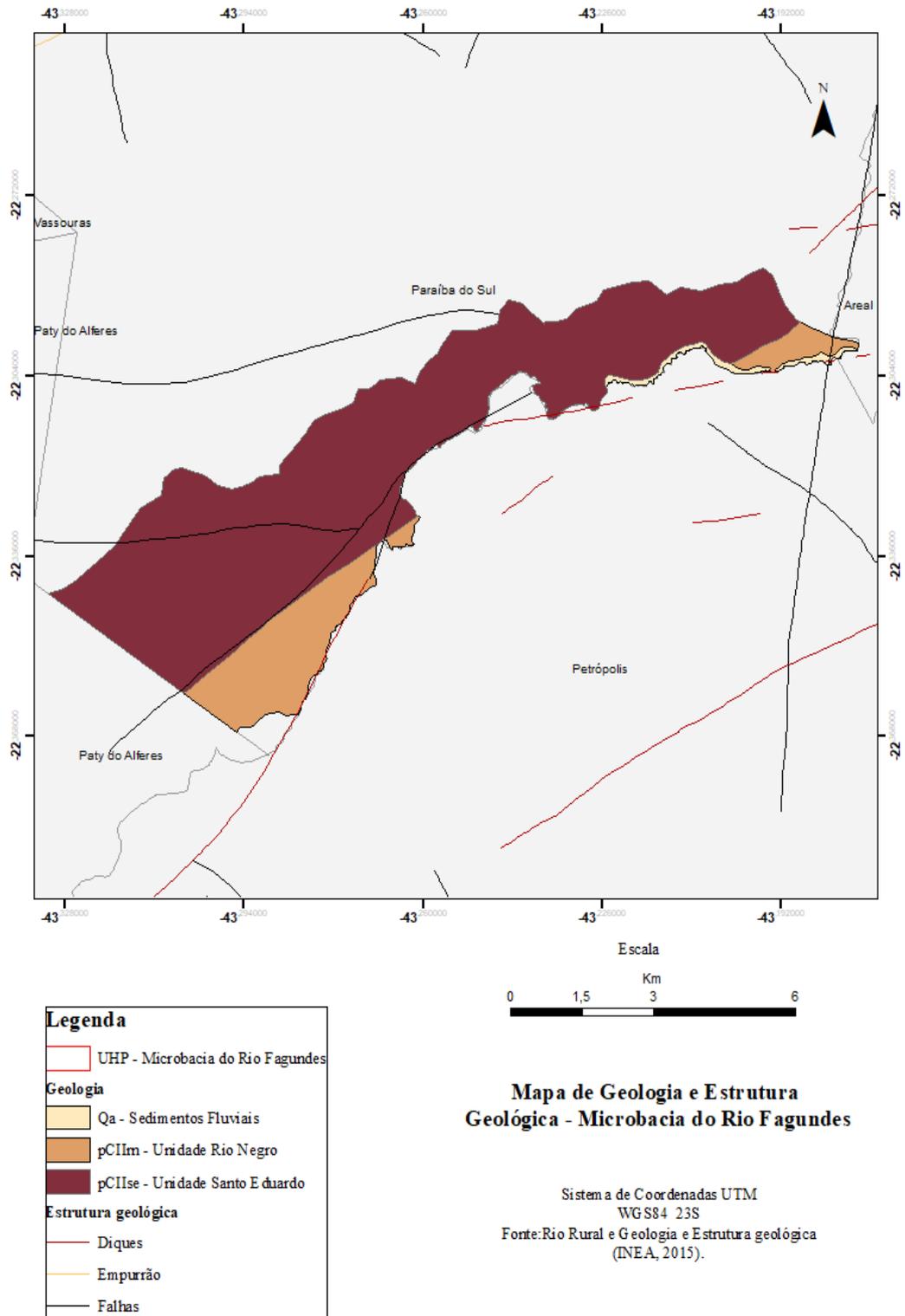
Sistema de Projeção Cartográfica UTM
 WGS84 23S
 Fonte: Base cartográfica BHO Balanço
 Hídrico Quantitativo (SNIRH/ ANA, 2017);
 Rio Rural (INEA, 2015);

2.2.2 Geologia

Toda a região se assenta sobre terrenos muito antigos, como ocorre na totalidade da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, que está inserida, majoritariamente, em uma região representada por sequências de rochas metamórficas e ígneas de idades Proterozoica até a Siluriana, relacionadas ao orógeno colisional Ribeira e que foram fortemente deformadas, resultando em diversas estruturas de diferentes estilos (EPE/SONDOTENCICA, 2007, p. 204). “As rochas metamórficas e a maior parte das rochas ígneas da bacia do Paraíba do Sul foram geradas entre cerca de 620 Ma e 450 Ma, por processos tectônicos complexos.” (EPE/SONDOTECNICA, 2007, p. 206).

A partir do mapeamento do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2001) e da base cartográfica disponibilizada gratuitamente pelo INEA (2017), tornou-se possível construir o mapa automático de geologia e estrutura geológica da Microbacia do Rio do Fagundes, como visto pela Figura 9. De acordo com o mapa, é possível observar que a área de estudo se assenta na Unidade Santo Eduardo (pCIIse) e na Unidade Rio Negro (pCIIrn). Migmatitos predominantemente estromáticos com paleossomas de biotita (anfíbólio), gnaisses e neossoma granitoide da Unidade Rio Negro (pCIIrn) e as rochas paraderivadas, nessa região, são representadas por milonitos gnaisses e blastomilonito com intercalações de anfibólitos característicos da Unidade Santo Eduardo (pCIIse) e sedimentos quaternários de origem fluvial (Qa) (INEA, p. 27) (Figura 14).

Figura 14 – Geologia e Estrutura Geológica da MBRF



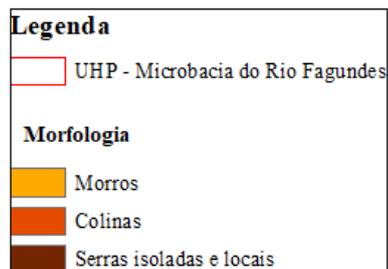
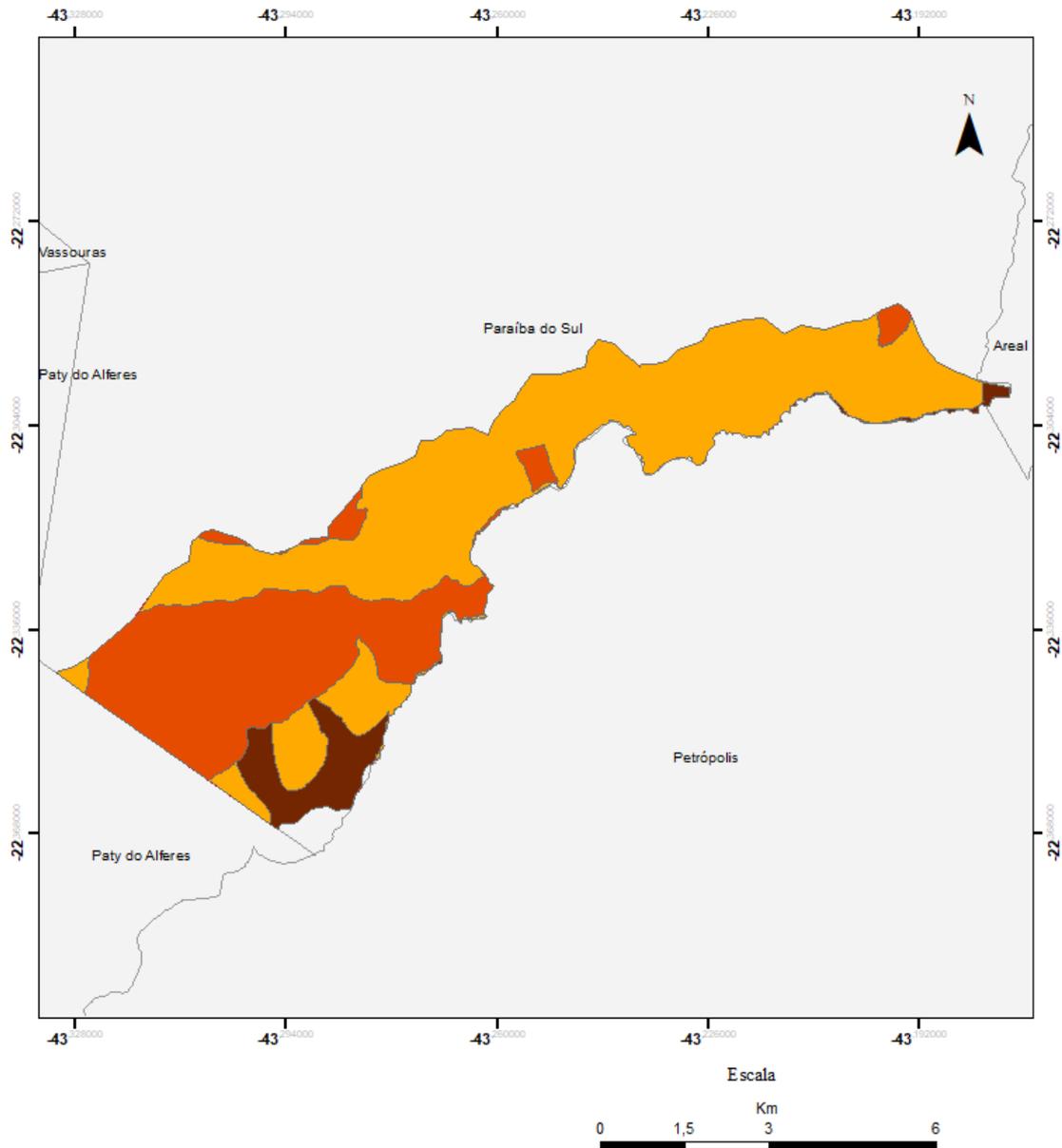
2.2.3 Geomorfologia

Quanto à Geomorfologia da Microbacia Rio do Fagundes (Figura 10), a delimitação das unidades geomorfológicas se baseia na homogeneidade das formas de relevo e na sua gênese comum em relação aos fatores litoestruturais e climáticos, procurando-se retratar as paisagens da região. Quanto às Unidades Geomorfológicas, localizam-se na borda da serra do mar (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007, p. 218).

Apresenta-se, nas duas áreas, uma zona geomorfológica caracterizada por colinas, morros e serras isoladas locais, de domínio colinoso, sobre o embasamento pré-cambriano (SILVA *et al.*, 1993, p. 4). São pertencentes ao domínio morfoclimático dos mares de morros (AB'SABER, 2005, p. 29), desenvolvidos sobre rochas cristalinas pré-cambrianas (morros cristalinos de natureza essencialmente granito-gnáissica), e constituídas principalmente por morros paralelos, mar de morros e morrotes alongados paralelos. Possuem colinas amplas e colinas com espigões locais.

É caracterizada por colinas e morros alinhados, com desnivelamentos não inferiores a 500 metros (sempre na direção WSW-ENE), ladeados por colinas mais elevadas e morros (DANTAS *et al.*, 2001, p. 16). As características geológicas/geomorfológicas proporcionam uma suscetibilidade a erosões e deslizamentos amplificados ao uso e cobertura da terra, como visto na Figura 15.

Figura 15 – Morfologia da MBRF

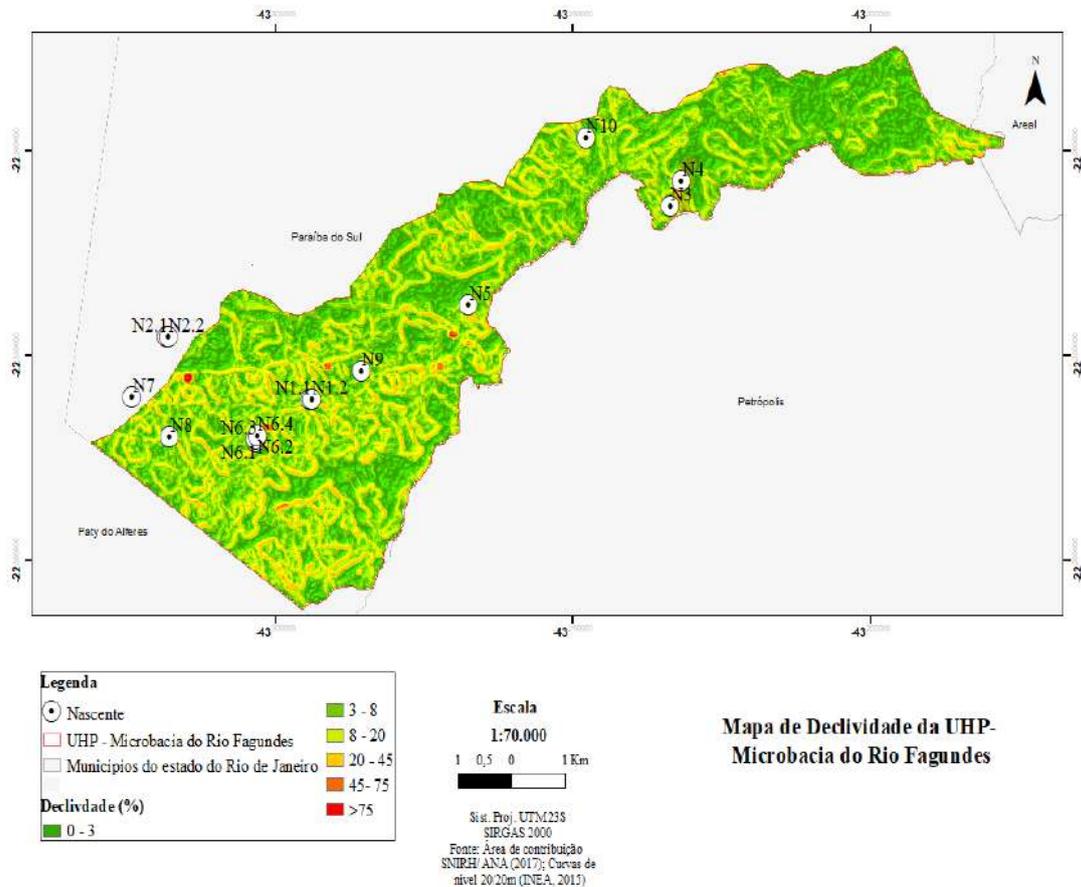


Mapa da Morfologia da Microbacia do Rio Fagundes

Sistema de Coordenadas UTM
WGS84 23S
Fonte: Rio Rural e Geologia e Estrutura geológica
(INEA, 2015).

De acordo com a classificação de tipos de relevo da Embrapa (2006)¹, realizada de forma automática, a espacialização do relevo e da declividade em porcentagem da Microbacia do Rio Fagundes é demonstrada pela Figura 16.

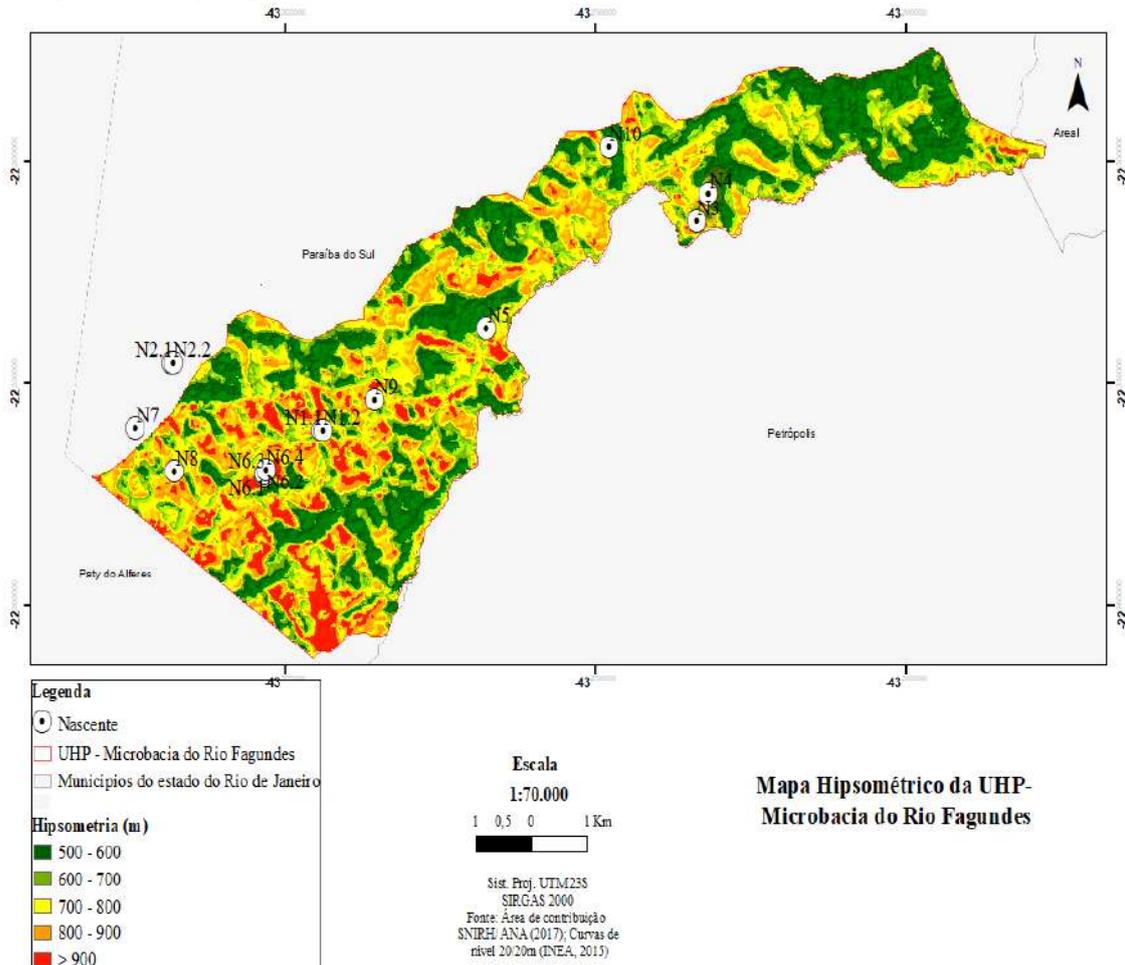
Figura 16 – Mapa automático de declividade da MBRF



¹ Plano: superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%; Suave Ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives suaves, variando de 3% a 8%; Ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives moderados, variando de 8% a 20%; Forte Ondulado: superfície de topografia movimentada, constituída por morros e raramente colinas com declives fortes, variando de 20% a 45%; Montanhoso: superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos com desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, variando de 45 a 75%; Escarpado: superfícies muito íngremes e escarpamentos, tais como aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes, usualmente ultrapassando 75%.

O mapa hipsométrico, gerado também de forma automática, com base cartográfica do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRMT/NASA), espacializa a Microbacia do Rio Fagundes às altimetrias (em metros) na Figura 17. As altimetrias variam de 500 a 600 metros, em áreas mais planas e adjacentes ao rio principal, e de 900 a 1.000 metros, onde estão os topos e as maiores rugosidades na área de estudo.

Figura 17 – Mapa hipsométrico automático da MBRF



2.2.4 Solos

No que diz respeito aos solos, com base no “Mapa de Solos” COPPETEC/UFRJ (2006) e na base cartográfica, disponibilizada pela Embrapa (2015), da classificação de solos para o estado do Rio de Janeiro a partir do mapeamento automático de classes, tipos e

descrição de solos, a Microbacia do Rio Fagundes apresenta latossolo, desenvolvido a partir de produtos de decomposição de gnaisses ou magmáticos (SILVA *et al.*, 1993) e cambissolo.

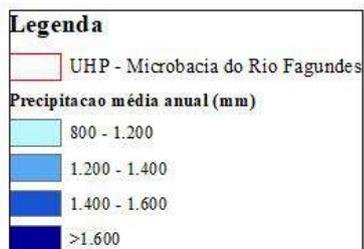
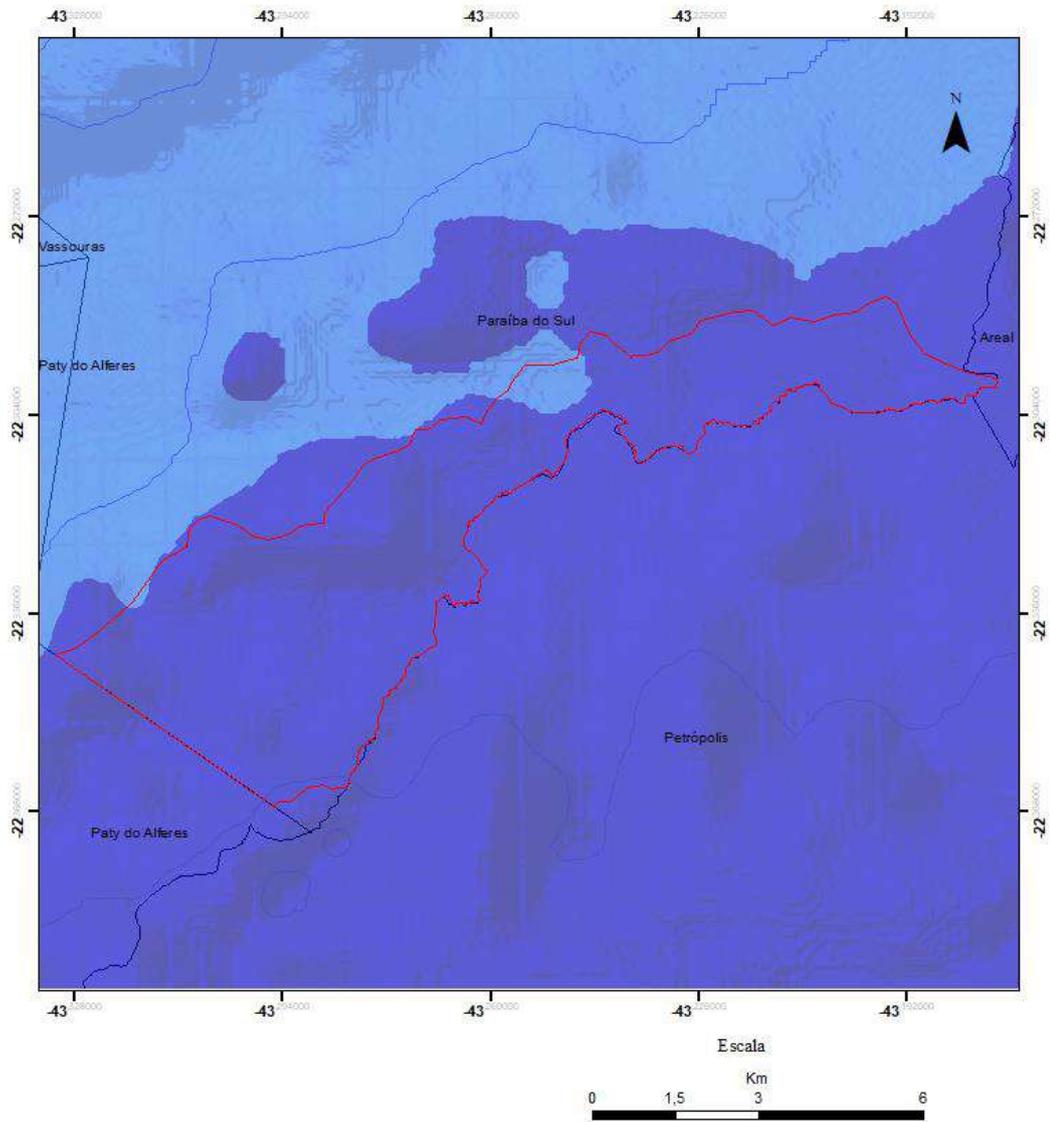
2.2.5 Clima

A inexistência de dados climatológicos específicos para a área de estudo se dá por não ser considerada uma unidade de planejamento e pela ausência de trabalhos nesta escala; apresenta-se como uma dificuldade ao detalhamento das condições climáticas específicas, o que, contudo, não impede a sua compreensão e caracterização geral, o que foi realizado a partir dos dados disponibilizados pela EPE/Sondotécnica (2007), pela ANA (HIDROWEB/ANA, 2017) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017).

O clima é fortemente influenciado pelo relevo. A área fica na escarpa da serra do mar, vertente do interior, e é direcionada pelo vale do Rio Paraíba do Sul, que influencia a passagem de um clima quente e entre as planícies e colinas, com um clima mesotérmico nas áreas mais altas e um clima subquente mais seco no sopé da serra (COPPETEC, p. 20).

A partir das bordas das escarpas, as chuvas começam a diminuir, chegando ao vale do Paraíba do Sul com médias anuais em torno de 1.100 a 1.200 mm/ano. Na Microbacia do Rio Fagundes, de acordo com a Figura 18, as precipitações médias anuais são de 1.630 a 1.730 mm/ano.

Figura 18 – Mapa automático de precipitação média anual da MBRF



**Mapa de Precipitação Média Anual -
Microbacia do Rio Fagundes**

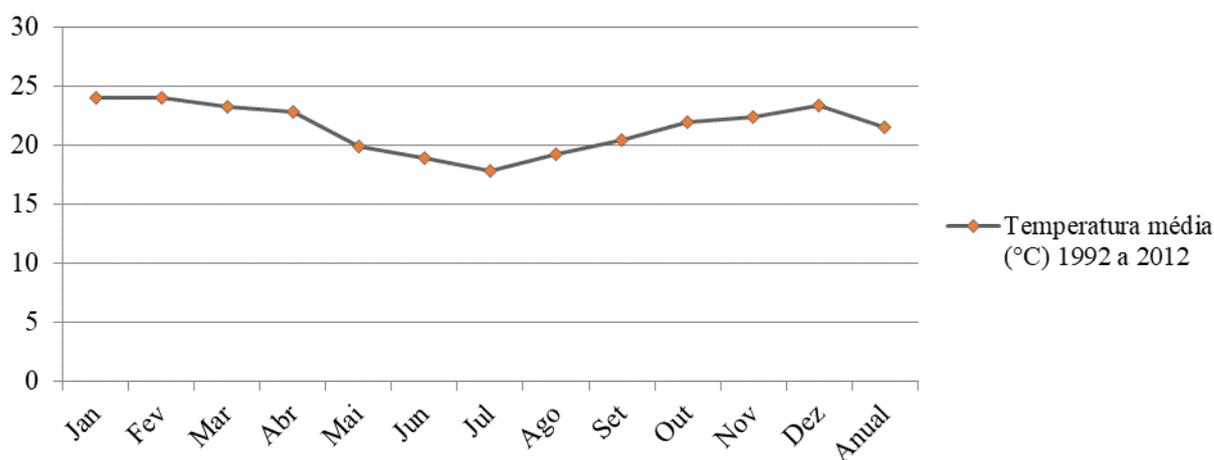
Sistema de Coordenadas UTM
WG84 23S
Fonte: Rio Rural e Geologia e Precipitação
(INEA, 2015).

Quanto à precipitação e às temperaturas, na Microbacia do Rio Fagundes, elas são maiores nos meses de verão (dezembro a março) e menores nos meses de inverno (julho a setembro). Os Gráficos 1 e 2 evidenciam estas médias.

Para a caracterização térmica da área de estudo, utilizaram-se dados referentes às temperaturas médias e à precipitação registrada na Estação Climatológica mais próxima. Os dados são disponibilizados gratuitamente pelo portal eletrônico do INMET, dados de temperatura e precipitação médias, da Estação Convencional de Avelar – Paty do Alferes/RJ – N° 8.304/Latitude 22°35'00" e Longitude -43°42'00" (INMET, 2017), com dados disponíveis de temperatura média mensal e anual (em °C) do ano de 1992 a 2015 (Gráfico 1) e de precipitação média mensal (em mm) de 1985 a 2015 (Gráfico 2).

As maiores médias de temperatura são registradas de dezembro a março, e as menores, de junho a agosto.

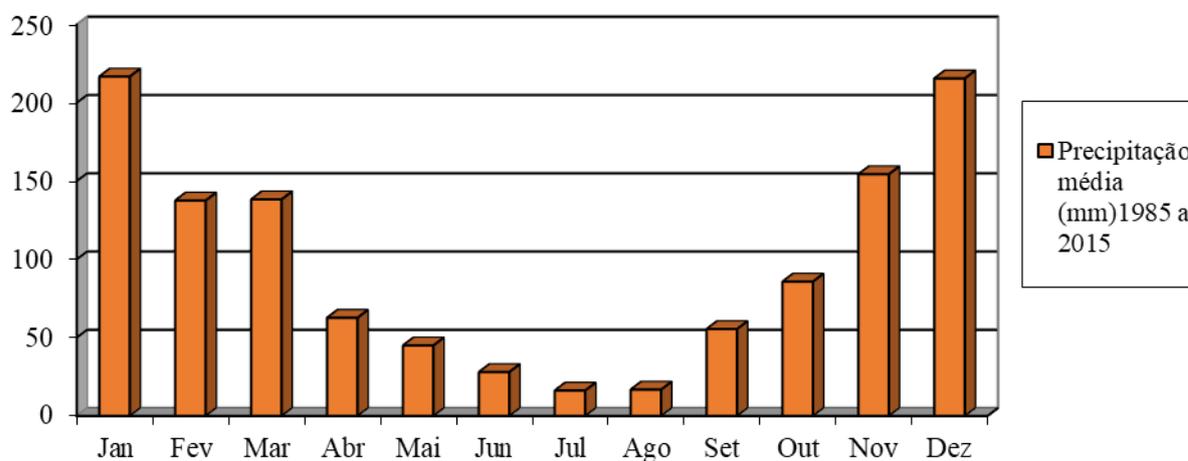
Gráfico 1 – Temperaturas Médias (°C) registradas na Estação Climatológica Convencional de Avelar (Paty do Alferes/RJ) – ECC Avelar n° 83.049



Fonte: INMET, 2017.

A partir dos dados de precipitação mensais disponibilizados pelo INMET (de 1985 a 2015) para a ECC Avelar, realizou-se a tabulação dos dados, como mostrado pelo Gráfico 2. Verifica-se que as maiores médias de precipitação são registradas nos meses de novembro a janeiro e as menores médias, nos meses de junho a agosto (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Precipitação média em milímetros (mm) de 1985 a 2015, Estação Climatológica Convencional de Avelar (Paty do Alferes/RJ) – ECC Avelar N° 02.243.255/83.049



Fonte: ANA/HIDROWEB, 2017.

De acordo com as informações de temperatura e precipitação, há um excesso de água no ambiente, condicionado pelo período chuvoso que se inicia em novembro e se estende até o final de março. No período de abril a outubro, a evapotranspiração potencial supera a precipitação, o que caracteriza, até junho, uma fase de retirada de água do solo e, de julho a setembro, uma típica deficiência hídrica. Com o aumento das chuvas, em outubro e novembro, o balanço hídrico é positivo.

Pode-se observar que, no inverno, a temperatura diminui bastante e há baixa taxa de pluviosidade, tornando a área seca nessa época do ano (INEA, 2011, p. 36).

O clima, baseado na classificação de Koppen, é o subtropical úmido a semiúmido (INEA, 2011, p. 38), com déficit hídrico máximo de 80, precipitação mínima de 1.200 mm e máxima de 1.450 mm, e temperatura mínima de 17 °C e máxima de 22 °C.

A temperatura mantém-se alta onde está localizado o Rio Paraíba do Sul. Já no verão, a temperatura aumenta em toda a região do Piabanha, à exceção dos topos de montanha. Assim, a região apresenta taxa de pluviosidade alta, porém mal distribuída, concentrando-se mais no verão. Vale dizer que essa região tem a maior concentração de precipitação do estado, marcada por chuvas orográficas, em virtude do seu relevo acidentado, formado, principalmente, por serras escarpadas acima de 400 metros. Por mais que a taxa de precipitação seja alta, a evapotranspiração é baixa, aumentando apenas a nordeste, em direção ao Médio Paraíba do Sul. Isso se dá devido à alta retenção de água no solo, pois essa região

possui extensa área de cobertura vegetal íntegra (protegida por unidades de conservação) capaz de reter toda a água que entra, direcionando-a para as principais bacias hidrográficas. As temperaturas são baixas, o que contribui ainda mais para que a taxa de evapotranspiração seja, também, em sua maioria, baixa.

2.2.6 Fitofisionomia

A MBRF, a bacia hidrográfica do Rio Fagundes e toda a região hidrográfica estão, segundo a classificação de Ab'Saber (2005), no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros.

O INEA (2011; 2017) classifica a fitofisionomia do estado do Rio de Janeiro e da Região do Piabanha, na qual se insere a MBRF e disponibiliza uma base cartográfica (INEA, 2017).

Com as devidas limitações de análise pertinentes à escala regional e o mapeamento automático realizado com base cartográfica disponibilizada (INEA, 2017), a principal classe de vegetação para a área de estudo é a floresta ombrófila densa. No entanto, esta é remanescente, concentrada nas áreas de relevo mais acidentado e tendendo a ser mais fragmentada.

Esta formação [a floresta ombrófila densa] é correspondente às áreas que se situam de 500 a 1.500 m, onde a estrutura é mantida até próximo ao cume dos relevos dissecados, quando solos delgados ou litólicos influenciam no tamanho dos fanerófitos, que se apresentam menores. A estrutura de dossel uniforme (mais ou menos 20 m) é representada por ecótipos relativamente finos com cascas grossas e rugosas (INEA, 2011, p. 41).

A região do Piabanha assim se caracteriza para o INEA (2011, p. 26), com formações acima de 500 m de altitude, devido à sua morfologia. Há a presença da floresta ombrófila densa montana e, também, da floresta estacional semidecidual montana, seguida pela floresta estacional semidecidual submontana.

Na área de estudo, há fragmentos somente nos topos de morros e nas formações com altitude superior a 500 metros. Sobressaem-se as pastagens, os solos expostos, característicos de uma área desmatada e sem cobertura florestal.

2.3 As 9 nascentes, as Áreas de Preservação Permanente e as Microbacias da área de estudo

As 9 nascentes foram indicadas e autodeclaradas pelos proprietários como prática de recuperação e proteção de nascentes pelo Rio Rural na Microbacia do Rio Fagundes. Como uma das prerrogativas, foram mapeados todos os pontos que foram protegidos pelo programa de proteção de nascentes. São identificadas como N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, por ordem alfabética dos proprietários participantes.

As mesmas são identificadas, no Quadro 10, por coordenadas geográficas (latitude e longitude) e por coordenadas UTM, espacializadas em um panorama na Figura 19. Apenas as nascentes protegidas, com aval e contrapartida dos proprietários, são identificadas, caracterizadas e estudadas de acordo com a proposta de tese.

Quadro 10 – Identificação e localização das nascentes estudadas na Microbacia do Rio do Fagundes (continua)

Identificação das nascentes	Coordenadas geográficas*		Coordenadas UTM		Nome do proprietário**
	Latitude	Longitude	x	y	
N1.1	22°20'11,1"S	43°17'39,3"W	-22,33638	-43,29416	Adriano Santana da Silva Goulart
N1.2	22°20'10,7"S	43°17'38,4"W	-22,33638	-43,29388	
N2.1	22°19'38,6"S	43°19'05,4W	-22,32722	-43,31833	Altino Rosa de Melo Filho
N2.2	22°19'38,7"S	43°19'05,7"W	-22,32722	-43,31805	
N3	22°18'29,4"S	43°14'00,9"W	-22,30805	-43,23361	Caique José de Paula Leal
N4	22°18'16,2S	43°13'54,5"W	-22,30444	-43,23166	Carlos Alexandre Leal dos Santos
N5	22°19'21,0"S	43°16'0,3"W	-22,3225	-43,2675	Flaviano José Rodrigues
N6.1	22°20'33,5" S	43°18'12,5" W	-22,3425	-43,30333	José Antonio Manso Lima
N6.2	22°20'31,7"S	43°18'11,8"W	-22,34194	-43,30305	
N6.3	22°20'32,2"S	43°18'12,5"W	-22,34222	-43,30333	
N6.4	22°20'30,8"S	43°18'11,7"W	-22,34166	-43,30305	

Quadro 10 – Identificação e localização das nascentes estudadas na Microbacia do Rio do Fagundes (conclusão)

N7	22°20'10,5"S	43°19'26,8"W	-22,33611	-43,32416	Moacir José Lisboa
N8	22°20'30,5"S	43°19'04,0"W	-22,34194	-43,31777	Neuza Maria Gomes Carius
N9	22°19'56"S	43°17'04,8W	-22,33222	-43,28555	Rodolfo Bahia Lima

Legenda: *coordenadas geográficas coletadas em campo.

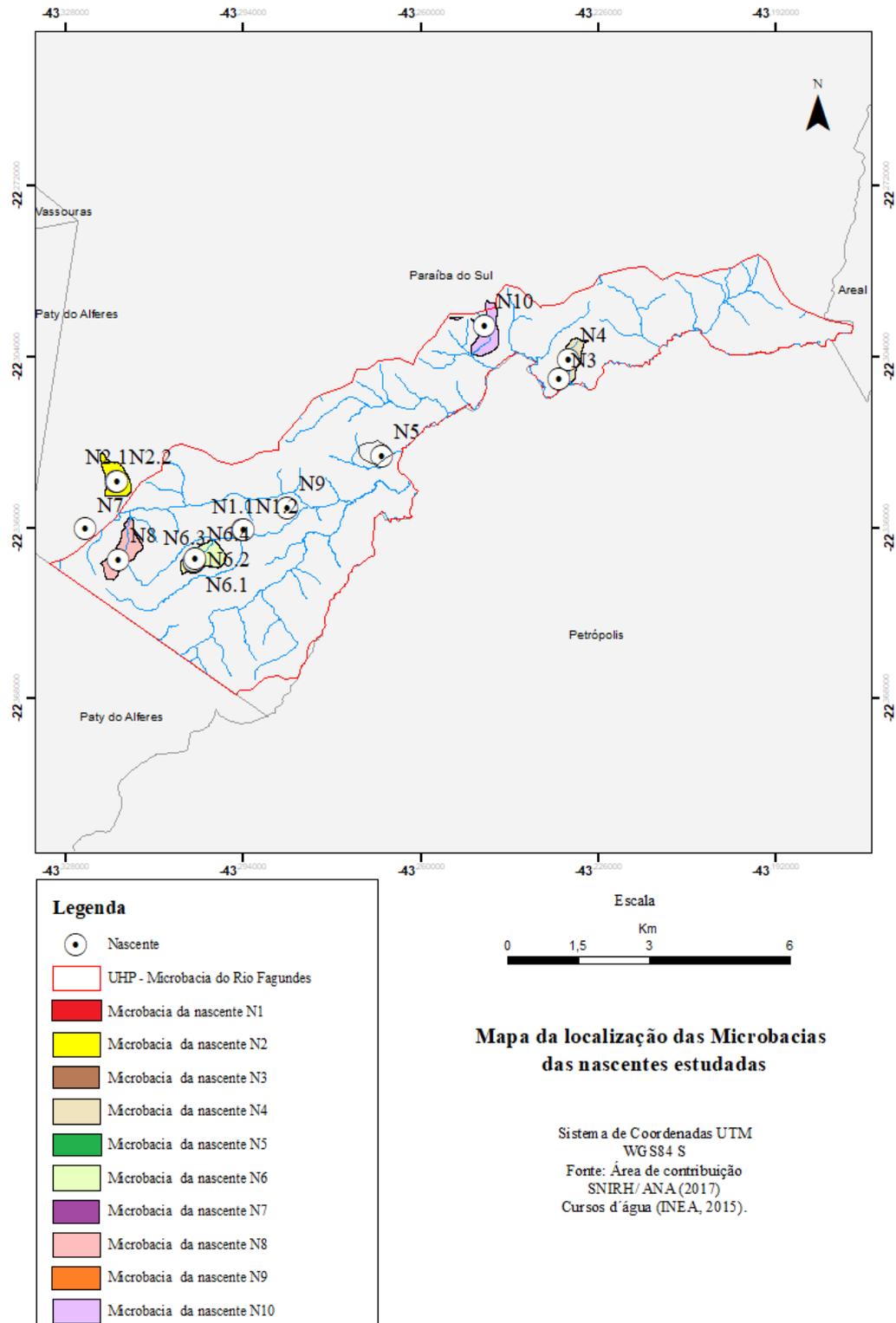
**cadastro dos proprietários da Microbacia Rio Fagundes disponibilizado pela SEAPEC/EMATER (2017).

Fonte: EMATER, 2015 e coordenadas validadas em campo (2016; 2017).

Desta forma, são 9 propriedades e proprietários envolvidos com 9 nascentes na abrangência do programa na unidade de planejamento. Destas, uma, apenas a nascente N2, por identificação do próprio proprietário, Altino Rosa de Melo Filho, com a proposta do Rio Rural, localiza-se fora da extensão territorial da Microbacia do Rio Fagundes.

Ainda na Figura 19, é possível visualizar as 9 microbacias de contribuição e a localização das nascentes estudadas nas mesmas: Microbacia 1 da nascente N1 (na propriedade de Adriano), área territorial de 2,10 hectare; Microbacia 2 da nascente N2 (na propriedade de Altino), área de 33,45 hectare; Microbacia 3 da nascente N3 (na propriedade de Caique), com área de 2,67 hectare; Microbacia 4 da nascente N4 (na propriedade de Carlos Alexandre), com área de 26,46 hectare; Microbacia 5 da nascente N5 (na propriedade de Flaviano), com área de 3,04 hectare; Microbacia 6 da nascente N6 (na propriedade de José Antonio), com área de 37,58 hectare; Microbacia 7 da nascente N7 (na propriedade de Moacir), com área de 1,07 hectare; Microbacia 8 da nascente N8 (na propriedade de Neuza), com área de 42,67 hectare; Microbacia 9 da nascente N9 (na propriedade de Rodolfo), com área de 8,90 hectare.

Figura 19 – Localização das nascentes estudadas identificadas pelas 9 Microbacias da área de estudo



2.4 Caracterização do uso do solo e cobertura da terra

Caracteristicamente, os processos erosivos são um dos maiores problemas da região chamada Vale do Paraíba do Sul. Com os processos de usos e ocupação que vêm ocorrendo há centenas de anos e com o predomínio de pastagens (mais de 80%) degradadas e de baixa produtividade, os desmatamentos e as queimadas descontroladas, o uso agropecuário sem o devido manejo e conservação dos solos e a falta de manutenção de estradas vicinais são o atual cenário (EPE/SONDOTÉCNICA, 2007, p. 31).

No município de Paraíba do Sul, a Microbacia do Rio do Fagundes é uma área de interesse agropecuário e com intensa degradação devido aos diversos ciclos econômicos pelos quais passaram a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. O vale do Paraíba foi uma extensa área de produção cafeeira, conhecida historicamente como Vale do Café, um dos principais e mais importantes sustentáculos da economia brasileira, atingindo o seu auge em 1830 (FUSCO, 2005, p. 5.620; MUNIZ, 2003, p. 24).

O vale, portanto, possui solos degradados que, após a cultura cafeeira, transformaram-se nos municípios de Vassouras, Paraíba do Sul e Paty do Alferes, entre outros, os mais prósperos produtores de café da região centro-sul fluminense, e que se tornaram áreas desmatadas. Da ocupação e de usos históricos relacionados a este importante eixo de ocupação e desenvolvimento, a princípio, pelo cultivo do café e, posteriormente, pelas riquezas e investimentos centralizados e acumulados, criaram condições para o desenvolvimento da pecuária leiteira e pecuária de corte (COPPETEC, 2006, p. 13), onde se situava uma das mais belas e exuberantes florestas tropicais, a floresta ombrófila de influência de clima úmido.

Atualmente, quase dois séculos após o auge de prosperidade econômica do Vale, Paraíba do Sul e os municípios vizinhos apresentam uma economia voltada às atividades econômicas ditas rurais, onde há pequenas concentrações da população em propriedades de criação de gado leiteiro e outra parte que se concentra em pequenas povoações e distritos, que funcionam como núcleos da população rural.

A Microbacia do Rio Fagundes, uma “microbacia” selecionada pelo Programa Rio Rural e que guarda heranças do (mau) uso do solo e retirada da cobertura florestal para o desenvolvimento econômico da região, é uma importante área para recuperação e ampliação

da geração de água, sustentabilidade e redução de assoreamento por produção de sedimentos (proteção do solo) por processos erosivos.

Esta microbacia (MBRF), segundo o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010; Tabela 1), possuía uma população aproximada de 1.017 habitantes, tendo sofrido uma queda de 34,09% em relação ao Censo 2000, que registrou uma população de 1.543 habitantes (Tabela 1).

Tabela 1 – Microbacia do Rio Fagundes: Censos da População Residente e Crescimento Demográfico

Setores censitários na MBRF	População – Censos Demográficos		Crescimento 2000/2010 (%)*
	2000	2010	
330370810000002	298	181	-39,26
330370810000003	504	520	3,07
330370810000004	741	316	-57,35
Total	1.543	1.017	-34,09

Fonte: IBGE. Sinopse por setores. Censo 2010. Setores Censitários. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/>> Acesso em out./2017.

Paraíba do Sul, segundo os últimos censos demográficos (1991, 2000 e 2010), registrou uma população total de 41.084 habitantes; a população rural, que era de 4.722 habitantes em 2000, cresceu 9,8%, passando a 4.930 habitantes em 2010 (IBGE, 2015) (Tabela 2).

Tabela 2 – Paraíba do Sul: Censos da População Residente

Município	População – Censos Demográficos			Crescimento 2000/2010 (%)
	1991*	2000	2010	
Paraíba do Sul	33.922	37.410	41.084	9,8
Urbana	-	32.688	36.154	10,6
Rural	-	4.722	4.930	4,4

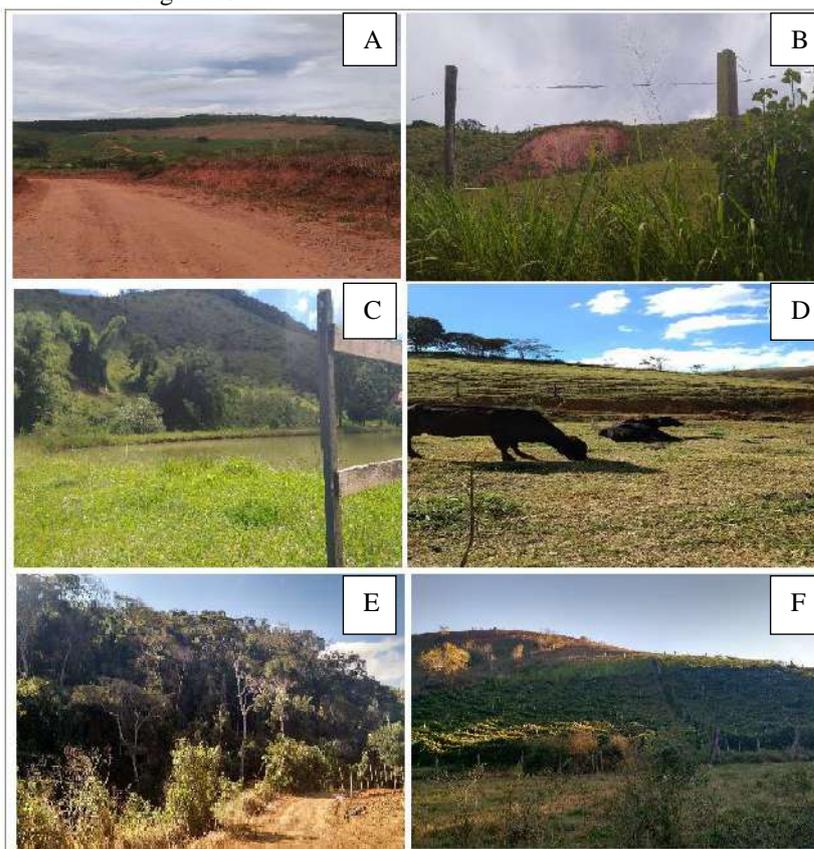
Legenda – *Alguns dados estão indisponíveis neste Censo Demográfico, como população urbana e rural.
Fonte: IBGE, 2015.

Tendo em vista as dificuldades de pesquisas e trabalhos desta escala na literatura da área, algumas informações são geradas a partir de campanhas de campo e dados do Programa Rio Rural, da Emater/Paraíba do Sul (EMATER, 2015) e dados automáticos do Instituto Estadual do Ambiente (INEA, 2017).

A criação extensiva de gado de corte e de gado leiteiro, como o cultivo de hortaliças e maracujá, são os principais usos do solo na MBRF. Economicamente, movimenta uma cultura de subsistência e pequenas feiras na região. Há pequenas casas de veraneio e pousadas.

O uso do solo é, majoritariamente, da classe “pastagem”/ não floresta, com corredores e fragmentos da classe de cobertura da terra “floresta”. A Figura 20 possui fotografias registradas em campo de imagens do uso do solo e cobertura da terra na MBRF.

Figura 20 – Paisagem e usos do solo e cobertura da terra na Microbacia do Rio Fagundes



Legenda: (A) Estrada de acesso à MBRF e processos erosivos às margens da estrada e o uso das terras (cultivo de maracujá no topo de morro, APP de topo de morro); (B) Pastagem (Não floresta) e cicatriz de escorregamento em latossolo e ausência da cobertura vegetal de topo de morro; (C) Cobertura da terra degradada e um dos açudes construídos em propriedades; (D) Criação de animais de grande porte em pasto; (E) Efeito de borda e avanço do desmatamento sobre os fragmentos da cobertura da terra classe “floresta” (INEA, 2017); (F) Cultivo de tomate “morro acima” na área de APP, propriedade de José Antônio, próximo à N6.

Fonte: A autora, fevereiro de 2017.

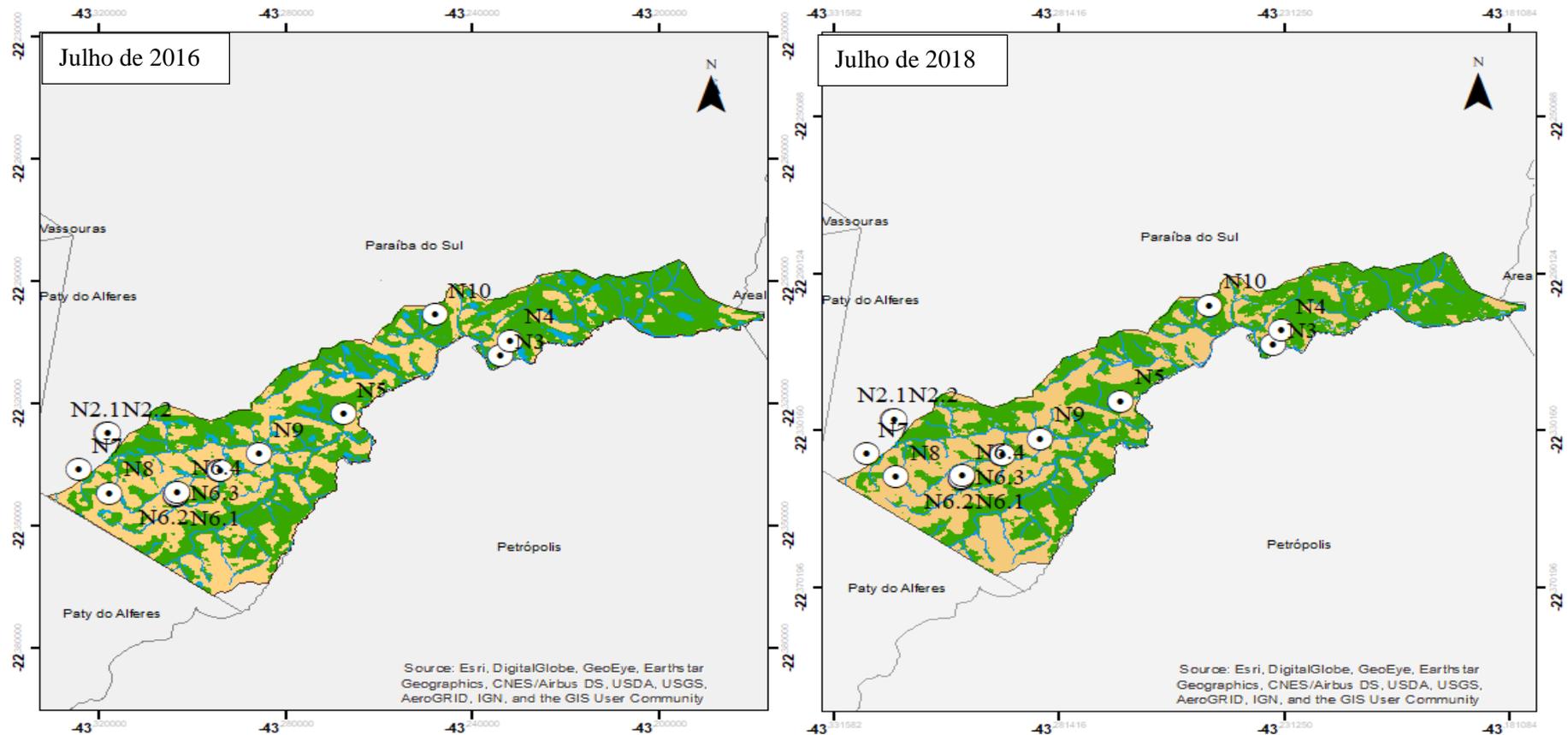
2.5 O Cenário (2016-2018) de cobertura da terra na MBRF

O Cenário ambiental considerado presente e o Cenário ambiental considerado passado 2016 - 2018 são apresentados a seguir como parte do resultado inicial na Microbacia do Rio Fagundes para a cobertura da terra.

2.5.1 Cobertura da terra na MBRF nas Cenas 2016 e 2018

Após as análises elaboradas, observou-se a cobertura da terra, na cena 2016, na Microbacia do Rio Fagundes (Figura 21). A Figura 21 e a Tabela 3 mostram a classe, a área ocupada em hectare e o percentual de cobertura da terra. A classe de cobertura da terra “Floresta” cobria 55,24%, 2.124,55 hectares, e a classe “Não Floresta” 40,67%, 1.564,11 hectares (Tabela 3). A “Floresta” é 14,57% maior que a “Não Floresta”. Nesta cena, a cobertura “Floresta”, em termos de extensão e quantidade, cobria a maior parte da MBRF.

Figura 21 – Mapa de cobertura da terra da Microbacia do Rio Fagundes em 2016 e 2018



Legenda

- Nascentes
- Cursos d'Água
- Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes
- Classes de Cobertura da Terra**
- Floresta
- Não Floresta
- Água

Escala
1:130.000
 2 1 0 2
 Km

Sist. Proj. UTM 23S
 Datum WGS 84
 Fonte: Sentinel23KPR (USGS, 2019)
 e INEA (2016).

Mapa de Cobertura da Terra
Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes
2016 e 2018

Tabela 3 – Cobertura da terra na MBRF em 2016

Classe	Área (ha)	Área (Km²)	Percentual (%)
Floresta	2.124,55	21,24	55,24
Não Floresta	1.564,11	15,64	40,67
Água	157,81	1,57	4,09
Total	3.846,47	38,46	100,00

Fonte: A autora, 2019.

De maneira similar à 2016, foi realizada a análise da cobertura da terra na cena “t+1” 2018. A Figura 21 e a Tabela 4 mostram a classe, a área ocupada em hectare e o percentual de cobertura da terra. A classe de cobertura da terra “Floresta” cobria 54,69%, 2.103,10 hectares, e a classe “Não Floresta” cobria 44,70%, 1.719,44 hectares (Tabela 4), o que evidencia uma cobertura “Floresta” maior que “Não Floresta” em 9,99%. Portanto, em 2018, a cobertura “Floresta”, em termos de extensão e quantidade, cobria a maior parte da MBRF.

Tabela 4 – Cobertura da terra na MBRF ano 2018

Classe	Área (ha)	Área (Km²)	Percentual (%)
Floresta	2.103,10	21,03	54,69
Não Floresta	1.719,44	17,19	44,70
Água	23,93	0,23	0,61
Total	3.846,47	38,46	100,00

Fonte: A autora, 2019.

2.6 Características produtivas das propriedades da MBRF e os incentivos de desenvolvimento rural em contrapartida à proteção/recuperação das nascentes do Rio Rural

Devido à insuficiência de dados e referências bibliográficas para a unidade de pesquisa, a caracterização socioeconômica das propriedades rurais realizada se dá a partir das observações realizadas em campo, dos dados dos setores censitários do Censo 2010 (IBGE, 2010) e dos dados da Emater e dos PIDs para o financiamento e/ou crédito rural em contrapartida à proteção de nascente, como “boa prática” de incentivo para o chamado

desenvolvimento rural sustentável. O objetivo deste item é caracterizar os usos e a cultura desenvolvida, como também o incentivo a ser investido na propriedade em contrapartida à proteção e recuperação das nascentes estudadas cadastradas no Programa Rio Rural.

A Figura 22 apresenta um croqui da propriedade “Matungo”, de Adriano Santana da Silva Goulart, que se propôs a proteger e a recuperar a Nascente N1, além de apresentar a localização da nascente; possui um projeto cuja contrapartida foi, a pedido do mesmo, equipamentos de irrigação em lavoura de pimentão. O Plantio direto foi para horticultura, com plantio de hortaliças diversas, principalmente, de brócolis e couve-flor.

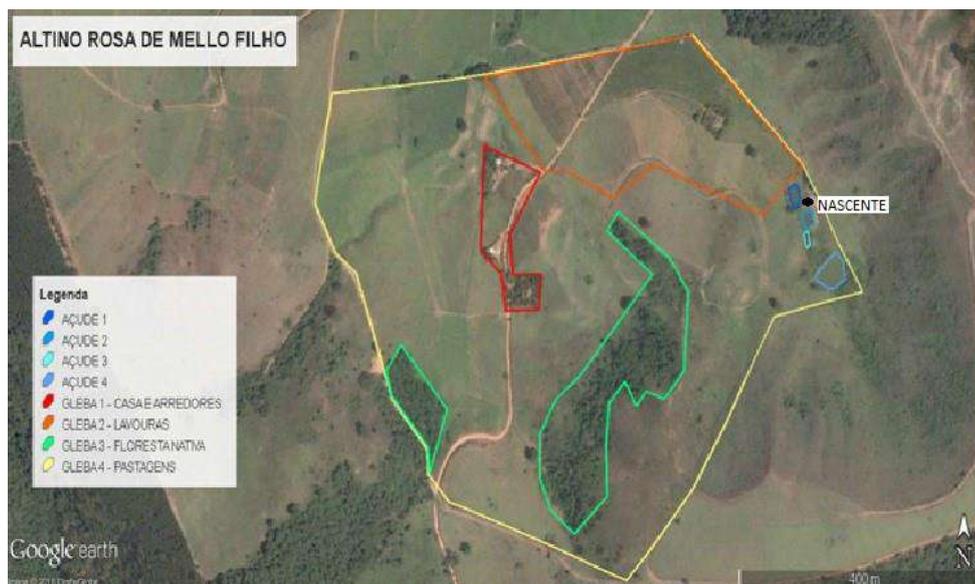
Figura 22 – Croqui da propriedade “Matungo”, de Adriano Santana da Silva Goulart



Fonte: Emater Paraíba do Sul. PIDs, 2015.

A propriedade vista no croqui (Figura 23) é de Altino Rosa de Melo Filho, que se propôs a proteger e a recuperar a nascente N2 e possui como incentivo um gerador às atividades de produção familiar para a sede e equipamentos das lavouras de maracujá, pois é muito frequente a falta de energia elétrica na região.

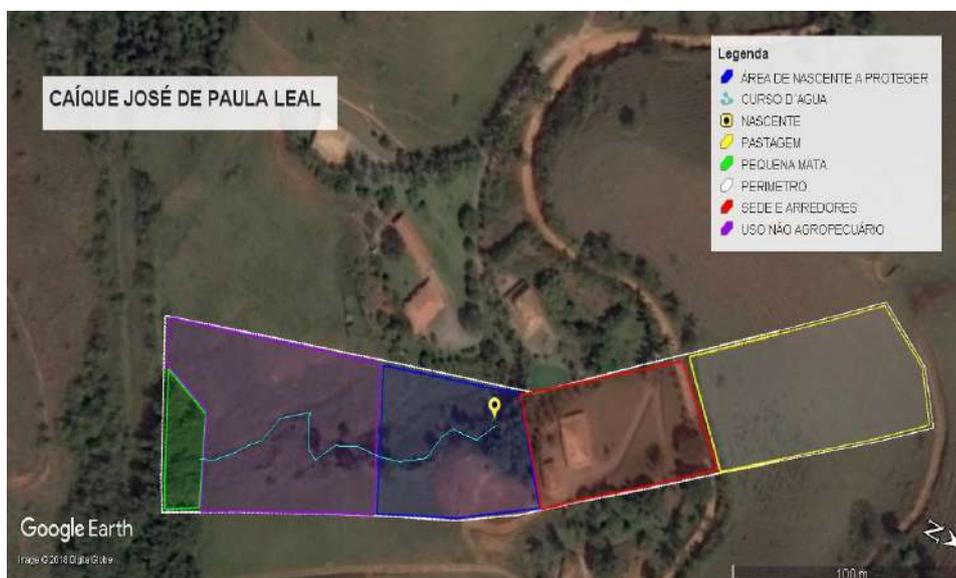
Figura 23 – Croqui da propriedade de Altino Rosa de Mello Filho



Fonte: Emater Paraíba do Sul. PIDs, 2015.

A propriedade de Caique José de Paula Leal pode ser vista no croqui (Figura 24). O proprietário se dispõe a proteger e a recuperar a nascente N3 e solicitou como incentivo uma grade aradora, pois o produtor não tem mão de obra contratada (apenas eventualmente). Ela o ajudou otimizando o tempo e facilitando o preparo do solo, fazendo isso de forma mais eficiente e eficaz, e também para ser usada na área de plantio de maracujá e em outra parte da propriedade, onde ele fez o plantio de olerícolas, como jiló e pimentão.

Figura 24 – Croqui da propriedade de Caique José de Paula Leal



Fonte: Emater Paraíba do Sul. PIDs, 2015.

A propriedade vista no croqui (Figura 25) é de Carlos Alexandre Leal dos Santos, que protege e a recupera a nascente N4 e adquiriu a bomba para realizar a aplicação de insumos agroecológicos.

Figura 25 – Croqui da propriedade de Carlos Alexandre



Fonte: Emater Paraíba do Sul. PIDs, 2015.

A propriedade de Flaviano José Rodrigues, como pode ser vista no croqui (Figura 26), se propôs a proteger e a recuperar a nascente 5. O proprietário produz oleícolas nas áreas indicadas em cultura anual, como pimentão, repolho, abóbora e outras. Como incentivo, foi beneficiado com o uso do pulverizador para aplicação de insumos agroecológicos; as mudas produzidas na estufa foram utilizadas também nessa área. A área da nascente possui proteção de vegetação e foi cercada para impedir o acesso de animais.

Figura 26 – Croqui da propriedade de Flaviano José Rodrigues



Fonte: Emater Paraíba do Sul. PIDs, 2015.

A propriedade de José Antonio Manso Lima pode ser vista no croqui (Figura 27). Ele se propôs a proteger e a recuperar a nascente N6 e buscou, como incentivo de desenvolvimento rural e proteção de nascente, um equipamento para geração de energia. Possui na propriedade gado de corte e mantém áreas com a plantação do tomateiro.

Figura 27 – Croqui da propriedade de José Antonio Manso Lima



Fonte: Emater Paraíba do Sul. PIDs, 2015.

A propriedade de Moacir José Lisboa é vista no croqui (Figura 28). Ele se propôs a proteger e a recuperar a nascente N7 e, como incentivo, visou uma roçadeira para a diminuição na aplicação dos herbicidas. Com a roçada, a palhada fica sobre o solo, auxiliando seu enriquecimento e sua proteção.

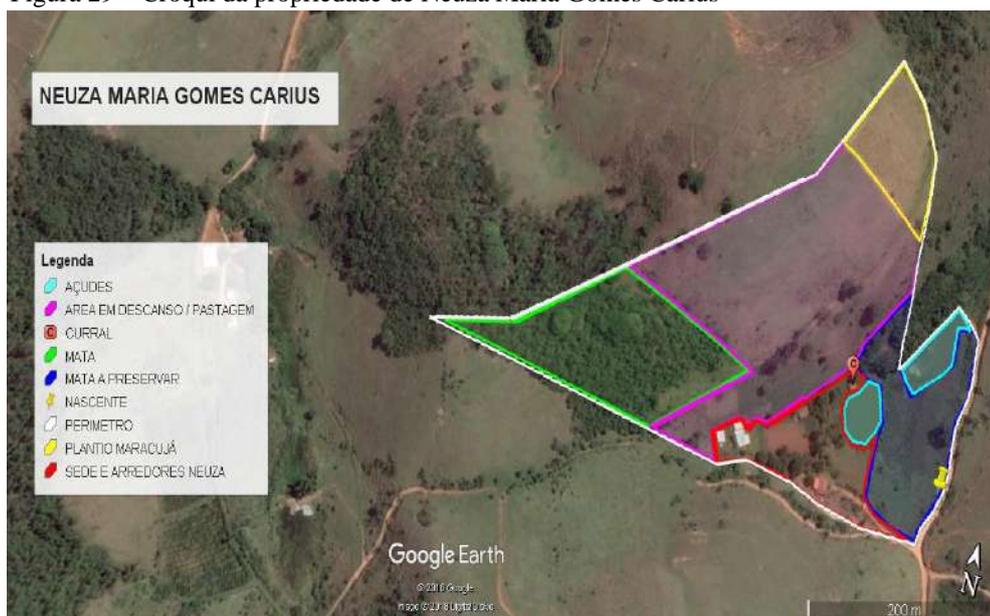
Figura 28 – Croqui da propriedade de Moacir José Lisboa



Fonte: Emater Paraíba do Sul. PIDs, 2015.

A propriedade vista no croqui (Figura 29) é de Neuza Maria Gomes Carius, que se propôs a proteger e a recuperar a nascente N8. Possui produção familiar de, em média, 5,8 toneladas de maracujá por ano. Os proprietários exercem outras atividades remuneradas fora da propriedade. A pequena criação de bovinos utiliza como pastagem a área em descanso e é apenas para consumo próprio.

Figura 29 – Croqui da propriedade de Neuza Maria Gomes Carius



Fonte: Emater Paraíba do Sul. PIDs, 2015.

A propriedade de Rodolfo Bahia Lima, que se propôs a proteger e a recuperar a nascente N9 e visou, com a instalação do sistema de irrigação, minimizar as perdas de água e melhorar a eficiência do sistema e quantidade de água adequada, evitando assim o desperdício e a erosão do solo, pode ser vista no croqui (Figura 30).

Figura 30 – Croqui da propriedade de Rodolfo Bahia Lima



Fonte: Emater Paraíba do Sul. PIDs, 2015.

3 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA, MATERIAIS E MÉTODOS

Com base nos objetivos, este capítulo está organizado em duas partes, a primeira, a “Fundamentação Metodológica” e, a segunda, os “Materiais e Métodos” que envolveram o desenvolvimento da pesquisa na Unidade Hidrográfica de Planejamento, a Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes.

3.1 Fundamentação metodológica

A fundamentação metodológica representa a construção do método de avaliação da qualidade ambiental de nascentes e APPs em microbacias de usos rural com uso de técnicas de Protocolos de Avaliação Rápida e parâmetros físico-químicos e microbiológicos de análise de amostras da água.

3.1.1 Método de avaliação ambiental quali-quantitativa de nascentes e APPs em microbacias de uso rural

Para a avaliação ambiental de microbacias hidrográficas, é fundamental uma abordagem da utilização de metodologias qualitativas e quantitativas para uma análise integrada das águas de nascentes e APPs.

A integração de parâmetros qualitativos e parâmetros quantitativos é aqui organizada a fim de compor uma avaliação conjunta dos resultados de avaliação da MBRF de estudo: uma avaliação ambiental qualitativa e quantitativa das águas de nascentes e APPs em microbacias de uso rural, construindo uma contribuição para o método qualitativo no Brasil, uma vez que conjugar metodologias de avaliação de qualidade da água tem um caráter pioneiro no país.

Através da utilização do método quantitativo, que é largamente usado em pesquisas ambientais, sendo referência até mesmo na legislação nacional, e do método qualitativo, ainda pouco divulgado e refém de questionamentos acerca da eficácia de seus resultados, a

proposta do trabalho consiste em analisar as potencialidades do método qualitativo através de sua validação pelo método quantitativo, que pode ser positiva no sentido de contribuir para estudos científicos. Para esta abordagem metodológica, aspectos como o uso do solo e a cobertura da terra são fatores centrais para a avaliação da qualidade das águas, considerando, basicamente, parâmetros quantitativos físico-químicos e microbiológicos da água para diagnóstico das nascentes e das Áreas de Preservação Permanente, e parâmetros qualitativos de avaliação da qualidade ambiental.

Uma avaliação que considere a qualidade ambiental das nascentes poderia englobar não apenas a determinação da qualidade da água, mas também das condições físicas da APP, possibilitando que o monitoramento forneça informações que reflitam de forma integrada a qualidade do meio (RODRIGUES *et al.*, 2008, p. 80).

Optou-se por uma técnica que reflita um estado global do meio, uma visão do todo, que mais se aproxime das nascentes. Assim, a análise da qualidade da água, através do método qualitativo, tem grande relevância para a avaliação das nascentes e das APPs, pois apresenta um caráter holístico e se propôs a observação do todo. Deve ser um método de avaliação padronizado, uma tentativa de pontuar a subjetividade do método. Relembrem Minatti-Ferreira e Beaumord (2006, p. 3) que os métodos utilizados nesses diagnósticos devem ser reaplicáveis, ou seja, têm que ser amplos e padronizados o suficiente para serem aplicados em outras situações e/ou ambientes.

São considerados métodos qualitativos os métodos para uma abordagem de parâmetros de avaliação multivariada de caráter holístico, de observação em campo. Considerados diferentemente dos parâmetros quantitativos, são avaliações que priorizam e utilizam a observação do geógrafo de alguns indicadores para a avaliação de nascentes e das APPs.

Relacionados à qualidade de nascentes e de novas abordagens do tema na tentativa de expandir os horizontes metodológicos, os programas de preservação, recuperação ambiental e/ou recuperação de corpos hídricos necessitam de sistemas de diagnóstico, avaliação e monitoramento com métodos qualitativos que se destacam por apresentarem metodologias simples, sem perda de qualidade da informação.

Experiências nacionais e internacionais de métodos de avaliação holística utilizam pontos de perspectiva semelhantes que visam, de forma geral, captar os aspectos físicos dos corpos hídricos. Dentre eles, está o substrato do geológico, a dimensão das APPs, a estabilidade e o grau de proteção fornecido ao ambiente pela cobertura vegetal etc.

3.1.1.1 Métodos de avaliação da qualidade da água de nascentes e APPs de nascentes – Protocolos de Avaliação Rápida

Os parâmetros qualitativos para a avaliação da água de nascentes e APPs de nascentes são aqui organizados a fim de comporem uma avaliação conjunta dos resultados de avaliação quali-quantitativa da MBRF em estudo.

No Brasil, esses métodos de avaliação qualitativa ainda possuem pouca expressão no cenário acadêmico, apesar de haver alguns registros de trabalhos que utilizaram essa nova proposta metodológica. Foram encontrados alguns registros sobre o uso dos métodos qualitativos na avaliação e no monitoramento dos recursos hídricos e na avaliação de trilhas em unidades de conservação em trabalhos como os de Felipe (2009); Felipe e Magalhães Jr. (2009); Rangel e Botelho (2017), e em trabalhos-referência, como o de Calisto *et al.* (2002). Importantes trabalhos que envolvem avaliações ambientais de corpos hídricos foram realizados por Carreño (2012) através do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), por Gomes *et al.* (2005a) e por Felipe (2012) através do Índice de Impacto Ambiental de Avaliação de Nascentes (IIAN). Estes foram relidos criticamente para composição dos métodos de avaliação multivariada, considerados diferentemente dos parâmetros quantitativos, avaliações que priorizam e utilizam a observação do geógrafo para a avaliação de nascentes e das APPs.

Os trabalhos apresentados por Callisto *et al.* (2002) utilizam uma mescla de metodologias que têm sua origem nos trabalhos da EPA e de Hannaford *et al.* (1997). Além destes, estão principalmente os trabalhos desenvolvidos por Minatti-Ferreira e Beaumord (2004, 2006) e Rodrigues (2006, 2008, 2010, 2011). Já os citados trabalhos apresentados por Rodrigues também defendem a ideia de uma análise conjunta, sendo a qualidade da água o resultado da interação de diversos elementos presentes em microbacias, como geossistemas² completos (SOTCHAVA, 1978; TROPMAIR, 2000).

Para a presente pesquisa, as avaliações já citadas foram aplicadas em nascentes e em APPs na área de estudo, a Microbacia Rio Fagundes. O protocolo de avaliação rápida, adaptado para nascentes/APPs de nascentes – PAR e o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes – IIAN (GOMES, *et al.*, 2005a; FELLIPPE; MAGALHÃES JR., 2012), foram utilizados de forma integrada e considerados como a avaliação de nascentes e APPs.

² É uma classe particular de sistemas dirigidos, sendo o espaço terrestre de todas as dimensões, onde os componentes individuais da natureza se encontram em uma relação sistêmica uns com os outros e, com uma determinada integridade, interatuam com a esfera cósmica e com a sociedade humana (SOTCHAVA, 1978).

Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) Callisto

Os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) são técnicas que realizam a análise integrada dos ecossistemas por meio de uma metodologia de fácil aplicação que, através de uma inspeção visual da área, capta as características do habitat para a valoração do grau de perturbação em escores preestabelecidos, determinando a qualidade ambiental (OLIVEIRA; NUNES, 2015, p. 86). O PAR é uma ferramenta desenvolvida com o objetivo de auxiliar o monitoramento ambiental, de modo que sejam levantadas informações qualitativas para um diagnóstico ambiental (BIZZO *et al.*, 2014, p. 6), tendo como base parâmetros de fácil entendimento que consideram a análise integrada através de uma metodologia simples, de rápida aplicação e de utilização simplificada (RODRIGUES *et al.*, 2008; CALLISTO *et al.*, 2001, VARGAS; JÚNIOR, 2012).

A caracterização do habitat presente nos PARs de integridade ambiental não está restrita aos parâmetros físico-químicos que definem os padrões de qualidade da água. Sendo assim, a alteração desses parâmetros físico-químicos “não reflete necessariamente as respostas das comunidades biológicas às alterações do ambiente, estando a integridade dessas comunidades muito mais associadas à integridade do habitat” (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2004, p. 5).

Segundo Bizzo *et al.* (2014, p. 6) e Rodrigues (2008a, p. 164), nos Estados Unidos, até 1970, o monitoramento ambiental era baseado nas análises quantitativas; contudo, em meados de 1980, métodos de avaliação qualitativos foram definidos por órgãos ambientais visando reduzir o alto custo e a demora das pesquisas quantitativas. Estudos referentes à qualidade da água foram desenvolvidos em 1986 pela *Environmental Protection Agency* (EPA) e pelas agências de monitoramento de águas superficiais, resultando, em 1987, no relatório *Surface Water Monitoring: A Framework for Change*, que estabelecia a reestruturação dos programas de monitoramento e o auxílio no desenvolvimento de pesquisas com baixos custos. Nesse período, o relatório possibilitou o desenvolvimento dos protocolos de avaliação rápida de rios (RODRIGUES, 2008, p. 164).

Ainda segundo Rodrigues (2008, p. 165), em 1989, foi publicado por Plafkin *et al.* um documento destacando os primeiros protocolos desenvolvidos pela Divisão de Avaliação e Proteção das Bacias Hidrográficas, criados para fornecer dados básicos sobre a vida aquática para fins de qualidade da água e gerenciamento de recursos hídricos (SILVEIRA, 2004). Desta forma, o PAR foi elaborado com o objetivo de facilitar o acesso e a compreensão dos sistemas hídricos e por sua aplicação possuir baixo custo.

No Brasil, estudos como os de Callisto *et al.* (2002), Carreño (2012), Upgren (2004), Minatti-Ferreira e Beaumord (2006), Ferreira e Beaumord (2008), Rodrigues (2008) e adaptados por Carreño e Botelho (2011), Carreño (2012) e Duarte (2013) utilizaram os protocolos de avaliação rápida para caracterizar o rio qualitativamente, através de uma pontuação que descreve o estado do ambiente como instrumentos de avaliação da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas fluviais que apontam para a necessidade de monitorá-los a fim de reduzir a degradação. Em outros trabalhos, como os de Rangel e Botelho (2017), o protocolo foi adaptado para a análise e avaliação de trilhas para ambientes protegidos, unidades de conservação e manejo de trilhas.

A aplicação dos PARs é composta por *checklists* que avaliam determinados parâmetros e permitem obter uma pontuação do estado de conservação em que os ambientes se encontram. Em algumas situações, os protocolos são adaptados.

Fernández e Raven (2001, p. 4) ressaltam que a escolha dos parâmetros avaliados está intrinsecamente relacionada ao objetivo. Desta forma, a adaptação deve ser considerada para melhor enquadramento do protocolo ao ambiente de pesquisa. De acordo com Callisto *et al.* (2002), os resultados dos PARs devem refletir o bom entendimento do protocolo, a fácil aplicação, a definição clara da metodologia de avaliação e, ainda, deve refletir a constante interação com a paisagem e com a abordagem físico-química e a biológica, que contribuem para a avaliação ambiental (RODRIGUES, 2008a, p. 166).

A adequação, adaptação e apresentação do PAR utilizado foram feitas pela autora para ambiente de APPs de nascente com base em Callisto *et al.* (2002), modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987), sendo selecionados 14 parâmetros para avaliação das nascentes e APPs de nascentes na área em estudo, aqui chamado de PAR Callisto. Os parâmetros analisados se basearam nas características do uso e cobertura da terra de microbacias de uso rural, as quais incluem sistemas hidrogeomorfológicos, uso e cobertura da terra e relevo condizentes com os parâmetros propostos no PAR utilizado, bem como a proteção das nascentes e das APPs.

Em síntese, o desenvolvimento de um protocolo de avaliação da integridade ambiental de ecossistemas leva em consideração aspectos físicos do habitat (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006, p. 6). Para a aplicação no ambiente de nascentes e APPs de nascentes, alguns parâmetros foram adaptados de Callisto *et al.* (2002) e de Vargas e Ferreira (2012), tal como a presença de mata ciliar e o grau de proteção oferecido ao ambiente pela cobertura vegetal, com destaque ao nível de impactos ambientais decorrentes de atividades

agropecuárias, dando maior ênfase à qualidade da água, à erosão e à cobertura vegetal das APPs de nascentes.

Vale salientar que os parâmetros adaptados e utilizados foram elencados levando em consideração as características da área de estudo previamente avaliadas em campo, como os usos da terra da Microbacia do Rio Fagundes e os estudos das nascentes, como em trabalhos publicados por Moura *et al.* (2014), utilizando o PAR.

O protocolo PAR Callisto foi aplicado na área de estudo com o objetivo de avaliar o nível de perturbação **conservada**, quando as nascentes e APPs apresentam vegetação em pelo menos 50 metros; **perturbada**, quando não apresentam vegetação em 50 metros, mas estão em bom estado de conservação, apesar de parte ocupadas por pastagem e/ou agricultura; e, **degradada** com alto grau de perturbação, pouco vegetada, solo compactado, presença de gado, com erosões” (PINTO et al. 2004, p.199).

Neste sentido, essa aplicação estabeleceu-se a partir dos 14 parâmetros descritos no Quadro 11. Em PAR para nascentes e APPs de nascentes foi elaborado a partir das metodologias para análise, avaliação e adaptação para estes ambientes de forma sistêmica e rápida. Logo, esse protocolo tem como objetivo caracterizar de forma qualitativa, através de uma pontuação que descreve o estado em que o ambiente se encontra, considerando os aspectos apresentados no Quadro 11; posteriormente, o protocolo aplicado é apresentado no Quadro 12.

Quadro 11 – Descrição de 14 parâmetros analisados no PAR das nascentes e APPs de nascente na Microbacia Rio Fagundes (continua)

Parâmetros	Descrição
1. Cobertura	Presença de vegetação ou mesmo a ausência
2. Acesso às nascentes	Como é o acesso às nascentes, fácil ou difícil
3. Qualidade visual da água da nascente	Coloração aparente
4. Uso da nascente	Que tipo de uso(s) da nascente
5. Proteção da nascente	Grau de proteção das nascentes
6. Composição e característica da mata ciliar no raio de 50 metros	Composição da mata como arbustos, árvores
7. Extensão de mata ciliar	Se possui, por exemplo, 50 metros
8. Estabilidade no raio de 50 metros	A presença ou ausência de processos erosivos nos 50 metros
9. Estabilidade de margens	A presença ou ausência de processos erosivos na APP

Quadro 11 – Descrição de 14 parâmetros analisados no PAR das nascentes e APPs de nascente na Microbacia Rio Fagundes (conclusão)

<p>10. Fonte pontual de: lixo doméstico; embalagem de agrotóxicos; resíduos de lavoura; dejetos animais; despejo de efluentes líquidos; material flutuante</p>	<p>Presença ou ausência de lixo, materiais tóxicos e resíduos na APP ou nascente</p>
<p>11. Presença de uso agrícola e/ou pecuário na APP</p>	<p>Presença ou ausência na APP de 50 metros</p>
<p>12. Processo de proteção e/ou recuperação da nascente e da APP com cerca de arame, cerca viva, estaca, bambu ou outro</p>	<p>Proteção ou não da APP de 50 metros</p>
<p>13. <i>Status</i> da APP</p>	<p>Processo de proteção ocorrendo ou não e como da APP</p>
<p>14. Nascente: Recuperada ou não recuperada</p>	<p>Avaliação eficiente ou ineficiente dos impactos a partir da observação</p>

Fonte: Adaptado pela autora para ambiente de APPs de nascente com base em Callisto *et al.* (2002), modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA), EPA, 1987, para as nascentes da Microbacia do Rio Fagundes.

Quadro 12 – PAR das nascentes e APPs de nascente na Microbacia Rio Fagundes (continua)

Parâmetros	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Cobertura	Vegetação natural	Reflorestamento	Pastagem/ monocultura	Solo exposto
2. Acesso às nascentes	Muito difícil acesso devido a condições de proteção desta	Difícil acesso, entretanto, o atual processo de proteção não ajuda ainda no acesso à nascente	Média dificuldade, devido à trilha ou ao caminho de acesso, ou devido à declividade ou à altitude	Com acesso
3. Qualidade visual da água da nascente	Transparente	Turva	Opaca ou colorida	Completamente ausente
4. Uso da nascente	Nascente perene; uso constante para abastecimento da propriedade	Nascente intermitente; uso esporádico – apenas durante e/ou parte do ciclo agrícola	Nascente efêmera; não há uso da água	Ausência de água; não há uso
5. Proteção da nascente	Nascente completamente protegida por cerca ou similar	Nascente parcialmente protegida por cerca ou similar	Nascente não protegida por cerca ou similar	Nascente não protegida por cerca ou similar. E ainda completamente seca/sem água
6. Composição e característica da mata ciliar no raio de 50 metros	Acima de 90% com vegetação nativa, incluindo árvores, arbustos. Mínima evidência de deflorestamento	Entre 70 e 90% com vegetação nativa. Deflorestamento evidente, mas não afetando o desenvolvimento da vegetação	Entre 50 e 70% com vegetação nativa. Deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto	Menos de 50% da mata ciliar nativa. Deflorestamento muito acentuado com solo exposto
7. Extensão de mata ciliar	Largura da faixa de vegetação maior que 50 m; sem influência antrópica	Largura da faixa de vegetação entre 30 e 50 m; com influência antrópica	Largura da faixa de vegetação entre 10 e 20 m; influência antrópica intensa	Largura da faixa de vegetação inferior a 10 m; atividade antrópica
8. Estabilidade no raio de 50 metros	Estáveis. Erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros	Moderadamente estável. Pequenas áreas de erosão. Entre 0 e 30% do raio com erosão	Moderadamente instável. Entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão	Instável. Área com erosão óbvia entre 60% e 100% do raio

Quadro 12 – PAR das nascentes e APPs de nascente na Microbacia Rio Fagundes (continua)

9. Estabilidade de margens	Estáveis. Evidência de erosão mínima ou ausente; 30% da margem com erosão	Moderadamente instável. Entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão devido a cortes do relevo	Instável. Erosão óbvia entre 60 e 90% da margem	Muito instável. Erosão de 100%
10. Fonte pontual de: lixo doméstico; embalagem de agrotóxicos; resíduos de lavoura; dejetos animais; despejo de efluentes líquidos; material flutuante.	Ausente	Ausente. No raio de 50 m não há presença de detritos e resíduos. No entanto, nas proximidades, ou seja, além deste raio (entre 51m e 100m) há presença.	Presente. Presença de material líquido e/ou flutuante de destino doméstico e/ou agrícola e/ou pecuário, no raio de 50 m, ou seja, na área protegida (APP)	Presente. APP/nascente, o raio de 50 m, é o local de descarte/lançamento de todos os itens descritos
11. Presença de uso agrícola e/ou pecuário na APP	Ausente	Raro	Frequente	Presente, ou seja, a APP é utilizada para tal fim
12. Processo de proteção e/ou recuperação da nascente e da APP com cerca de arame, cerca viva, estaca, bambu ou outro	Presente. Completamente implantada, a nascente dá sinais de pronta recuperação	Parcial. Em processo de recuperação. Já implantado o processo de isolamento da APP	Em processo. Ainda não iniciou o isolamento, mas a técnica de proteção já foi eleita. O projeto já foi desenvolvido pelo órgão ou produtor, com documentação comprobatória e/ou notas fiscais do material a ser utilizado para a proteção	Inexistente
13. <i>Status</i> da APP	A APP está protegida sem usos agrícolas, apenas cobertura florestal	A APP está em processo de recuperação e/ou regeneração, e os processos para tal estão ocorrendo	Completamente desprotegida e em alguns casos não existe cobertura na proximidade ou na APP	Completamente desprotegida e, em alguns casos, não existe cobertura na proximidade ou na APP. E é utilizada para uso agropecuário

Quadro 12 – PAR das nascentes e APPs de nascente na Microbacia Rio Fagundes (conclusão)

14. Nascente: Recuperada ou não recuperada	Recuperada. O modelo implantado para a recuperação da área degradada foi considerado, até o presente momento, muito eficiente, por propiciar a proteção do solo e a ativação do processo de regeneração no processo de recuperação da mata ciliar que recobre a nascente, tendo em vista a sua recuperação e proteção completa como a garantia de oferta de água. Com esta descrição, o nível de perturbação é conservada	Recuperada. O modelo implantado para a recuperação da área degradada foi considerado, até o presente momento, eficiente. Entretanto, a ativação do processo de regeneração tendo em vista a sua recuperação e proteção precisa avançar. A nascente, bem como a APP, precisa efetivamente ser protegida no raio de 50 metros para garantir a oferta e a quantidade de água. O processo de proteção da nascente é comprometido com o uso da terra até o presente momento. O nível de perturbação é parte perturbada	Não recuperada. O modelo implantado para a recuperação da área degradada foi considerado, até o presente momento, pouco aceitável. Entretanto, a proteção correta, devido à ausência de técnicas para tal, não é, até o momento, aplicada. O uso da terra contribui para o nível de perturbação. Impactos visíveis de desmatamento e solo degradado e/ou compactado. Com esta descrição, o nível de perturbação é perturbada	Não recuperada. O modelo implantado para a recuperação da área degradada foi considerado insuficiente e/ou inaceitável, com os impactos de desmatamento, pisoteio, uso da terra e degradação do solo sendo negativa perante a avaliação de um geógrafo/ analista ambiental. Com esta descrição, o nível de perturbação é degradada
<p align="center">Pontuação</p> <p align="center">0 – 29</p> <p align="center">30 – 43</p> <p align="center">44 – 70</p>		<p align="center">Nível de Perturbação</p> <p align="center">Degradada</p> <p align="center">Perturbada</p> <p align="center">Conservada</p>		

Fonte: Adaptado pela autora para ambiente de APPs de nascente com base em CALLISTO *et al.* (2002), modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA); EPA, 1987; para as nascentes da Microbacia do Rio Fagundes.

Quanto aos procedimentos de campo, a aplicação do PAR foi realizada em 9 nascentes e APPs autodeclaradas, selecionadas para proteção de acordo com o Programa Rio Rural em Paraíba do Sul, na Microbacia Rio Fagundes em estudo, nos meses de fevereiro e agosto de 2017; foram novamente aplicados os protocolos em fevereiro e agosto de 2018, verão e inverno do ano hidrológico. Mediante a análise dos dados no PAR utilizado, para cada um dos parâmetros avaliados foi atribuído um valor correspondente à situação verificada no local da avaliação, podendo variar de uma situação/pontuação de 0, 2, 3 e 5, sendo o resultado obtido através da avaliação macroscópica de cada ponto. Parte dos resultados (apenas do ano de 2017) foram analisados e expressos graficamente. As pontuações finais refletem o nível de perturbação “conservada”, pontuação de 44 a 77; “perturbada”, pontuação de 30 a 43; e, “degradada”, pontuação de 0 a 29 (PINTO *et al.*, 2004), das nascentes e APPs investigadas.

As aplicações dos PARs foram fotografadas, registradas e georreferenciadas com auxílio do GPS.

Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN)

Para avaliação das nascentes da Microbacia do Rio Fagundes, foi utilizada uma metodologia de abordagem macroscópica com critérios de avaliação de qualidade e graus de impacto ambiental. O Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), apresentado por Gomes *et al.* (2005a) e aprimorado por Felipe (2009), é aqui aplicado como procedimento metodológico para a avaliação do grau de proteção das nascentes da MBRF.

Visa-se à utilização de uma proposta de classificação do grau de impacto de nascentes que pode ser considerada simples, prática, didática e com resultados satisfatórios. A proposta baseou-se 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 (GOMES *et al.*, 2005a).

O objetivo deste procedimento foi verificar de forma qualitativa o grau de proteção em que as nascentes estudadas se encontram.

Para tanto, o IIAN foi relido criticamente, de forma a adaptar suas variáveis às necessidades das nascentes em espaços rurais e nas microbacias de contribuição em estudo. A técnica consiste na avaliação holística e comparativa de parâmetros, considerados no Quadro 8 de “parâmetros macroscópicos”, na identificação de impactos ambientais e suas consequências sobre a qualidade das nascentes.

A matriz de impactos ambientais aborda fatores como: presença de esgoto, presença de entulho e lixo, ausência de vegetação característica, entre outros aspectos. Os 11 parâmetros macroscópicos avaliados foram baseados nos estudos de Paraguaçu *et al.* (2010) e Gomes *et al.* (2005a), descritos no Quadro 13 de forma a melhor detalhar o que é avaliado por cada parâmetro quantificado. Posteriormente, os parâmetros são qualificados e classificados conforme demonstrado pelo Quadro 14.

Quadro 13 – Parâmetros avaliados pelo IIAN na Microbacia Rio Fagundes como a descrição

Parâmetros avaliados no IIAN	Descrição
Cor da água	Cor aparente descrita após a observação da água coletada em <i>pousio</i> qualificada em escura, clara ou transparente
Odor da água	Água coletada em um copo de vidro para a qualificação de odor: forte, com odor ou não há
Lixo ao redor da nascente	Verificada a presença de lixo na APP da nascente e a caracterização dos mesmos. Utilizado o critério de Paraguaçu <i>et al.</i> (2010), considera-se pouco quando apresentar até três resíduos ou muito, quando apresentar mais de três unidades de lixo ou, ainda, não haver a presença
Material flutuante (lixo na água)	Presença de objetos na superfície da água
Espuma	Presença na superfície da água: muito, pouco ou não há
Óleo	Presença na superfície da água: muito, pouco ou não há
Esgoto na nascente	Evidência de uso por animais (fezes, tocas, esqueletos, pegadas)
Vegetação	Quanto ao grau de preservação, qualificada em degradada ou ausente, alterada e em bom estado
Usos da nascente	Evidência da utilização da nascente (trilhas ao redor, bombas de sucção, irrigação para hortas e/ou abastecimento humano, dessedentação de animais e pastagem), qualificadas em constante, esporádico ou não há
Acessos	Qualificado o acesso à nascente em fácil, difícil ou sem acesso. O grau de dificuldade avalia, por exemplo, a presença de barreiras naturais ou artificiais que denotam proteção ou a perturbação da mesma
Atividades rurais*	Avaliação da proximidade de atividades/uso rural como plantações, pasto de animais e uso de aparelhos agropecuários na nascente ou na APP, a menos de 50 metros (dentro da faixa de APP), entre 50 e 100 m e a mais de 100 m

Fonte: *Adaptado pela autora com base em PARAGUAÇU *et al.*; 2010 e GOMES *et al.*, 2005a.

O IIAN resulta do somatório de cada parâmetro macroscópico. Como não há pesos, o máximo valor do índice é 33, quando todos os parâmetros são considerados “bons”, e o mínimo 11, quando todos os parâmetros são considerados “ruins”. Veja novamente o Quadro 14 e o Quadro 15 para interpretação.

Quadro 14 – Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes

Parâmetro Macroscópico	Qualificação		
	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	escura	clara	transparente
Odor da água	forte	com odor	não há
Lixo ao redor da nascente	muito	pouco	não há
Material flutuante (lixo na água)	muito	pouco	não há
Espuma	muito	pouco	não há
Óleo	muito	pouco	não há
Esgoto na nascente	visível	provável	não há
Vegetação	degradada ou ausente	alterada	bom estado
Usos da nascente	constante	esporádico	não há
Acessos	fácil	difícil	sem acesso
Atividades rurais*	a menos de 50 m	entre 50 e 100 m	a mais de 100 m

Legenda: *Adaptados pela autora para o espaço rural.

Fonte: Adaptado de GOMES *et al.*, 2005a; FELIPPE, 2009.

Quadro 15 – Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos (somatória dos pontos obtidos)

Classe	Grau de proteção	Pontuação
A	Ótimo	31 – 33
B	Bom	28 – 30
C	Razoável	25 – 27
D	Ruim	22 – 24
E	Péssimo	≤ 21

Fonte: GOMES *et al.*, 2005a.

3.1.1.2 Métodos de avaliação da qualidade da água de nascentes

O método intitulado como Parâmetros Quantitativos de Avaliação da Qualidade da Água de Nascentes reúne parâmetros discutidos e pesquisados na literatura. Método quantitativo é, na verdade, uma série de indicadores desenvolvidos para identificar alterações na qualidade da água a partir da Resolução CONAMA 357 (2005) e do Manual de Variáveis da Qualidade das Águas da CETESB (2009). O conjunto de indicadores presentes na avaliação quantitativa objetiva analisar os parâmetros da própria Lei 9.433/1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece padrões de poluição para cada classe de água a partir desses indicadores e alterações na qualidade da água. Como essas alterações podem ser de variadas naturezas, como físicas, químicas e/ou biológicas, os indicadores são também construídos a partir de diferentes processos (CARREÑO, 2012, p. 13), indispensáveis para o diagnóstico das influências de cada parâmetro para controle das nascentes estudadas (QUEIROZ *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010). Órgãos fiscalizadores dos recursos hídricos utilizam esses padrões no seu monitoramento ambiental.

Desta maneira, por melhor representarem as condições de proteção e qualidade ambiental de uma microbacia hidrográfica, a preservação das APPs de nascentes prevista no Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) e o grau de conservação da cobertura da terra e da vegetação ciliar, para a avaliação da qualidade ambiental indicados para as microbacias, é necessário o monitoramento dos parâmetros físico-químicos e de parâmetros microbiológicos para controle ambiental (SILVA, 2009, p. 8).

Importantes trabalhos, como os de Marmontel *et al.* (2015); Nogueira *et al.* (2015); Donadio *et al.* (2005), analisam a qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas da terra, entre elas áreas florestadas (ARCOVA; CICCIO, 1998) e áreas de microbacias de uso rural (QUEIROZ *et al.*, 2010), em que as análises físico-químicas e as análises microbiológicas normatizadas pela Resolução CONAMA 357 de 2005 e pela CETESB (2009) corroboram a importância dos parâmetros quantitativos de avaliação da qualidade ambiental de microbacias hidrográficas de uso rural e da qualidade da água influenciada por atividades agropecuárias, esgoto doméstico e dejetos de animais e outros com coberturas da terra em diferentes graus de conservação da vegetação de nascentes.

Parâmetros Físico-químicos

Foram avaliados 10 parâmetros físico-químicos de qualidade da água: temperatura; cor; condutividade; oxigênio dissolvido; potencial hidrogeniônico (pH); sólidos totais dissolvidos; nitrito; nitrato; turbidez e ferro. Cada indicador quantitativo utilizado no trabalho foi comentado e discutido a partir de ideias contidas na literatura nacional. As principais informações demonstradas pelo Quadro 16 foram retiradas da CETESB (2009), de LACEN (2010) e da Resolução Conama 357 (CONAMA, 2005), do manual da CETESB (2009), da metodologia descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012) e da literatura disponível, tendo em vista a classificação de águas doces de classe II. Sólidos totais dissolvidos e condutividade, embora não constem na Resolução, são importantes para melhor compreensão da avaliação. Por amostras coletadas nas nascentes estudadas, foram elencados parâmetros por melhor representarem as condições de preservação das APPs, previstas na Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), e o grau de conservação que compõe parte dos parâmetros indicados como a qualidade ambiental da MBRF.

Quadro 16 – Parâmetros físico-químicos

Parâmetro	Valor-limite
Temperatura	40 °C
Cor	75 mg Pt/L
Condutividade	100 µS/cm
Oxigênio dissolvido	-
Potencial Hidrogeniônico (pH)	6,0 a 9,0
Sólidos totais dissolvidos (STD)	500 mg/L
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrato	10,0 mg/L N
Turbidez	100 NTU
Ferro	0,3 mg/L Fe

Fonte: CETESB, 2009; LACEN, 2010; CONAMA, 2005.

Temperatura

Ligada a outros parâmetros, a temperatura é um indicador fundamental para a análise das amostras da água. A temperatura é a medida da intensidade de calor expresso em uma

determinada escala. Uma das escalas mais usadas é grau centígrado ou grau Celsius (°C). A temperatura pode ser medida por diferentes dispositivos, por exemplo, termômetro ou sensor (PINTO, 2007, p. 1).

Segundo a CETESB (2009, p. 4), variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas e a elevação da temperatura geralmente é provocada por intervenções antrópicas. A temperatura influencia outras variáveis físico-químicas, como as apresentadas por CETESB (2009), por exemplo: o aumento da temperatura provoca o aumento da velocidade das reações físicas, químicas e microbiológicas, como a proliferação de coliformes termotolerantes, parâmetro microbiológico. A Resolução CONAMA 430/2011 estabelece que a variação de temperatura do corpo receptor, devido ao lançamento de efluentes, não deverá exceder a 3 °C no limite da zona de mistura, assim como a temperatura não deve ultrapassar o limite de 40 °C.

Segundo Donadio *et al.* (2005, p. 12), a manutenção da vegetação ciliar é a maneira mais efetiva de prevenir o aumento da temperatura da água, oferecendo maior proteção, devido à menor exposição à luz solar direta (ARCOVA; CICCO, 1999, p. 5). O trabalho de Marmontel e Rodrigues (2015, p. 177) demonstra resultados em que as nascentes desprotegidas da mata ciliar com uma pequena parte ou nenhuma vegetação fica exposta, aumentando conseqüentemente as temperaturas.

Cor

A cor de uma amostra de água, parâmetro de qualidade da água conceituado pela CETESB (2009, p. 3) como associado ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (sendo que esta redução se dá por absorção de parte da radiação eletromagnética), em campo, é identificável devido à presença de sólidos dissolvidos, às substâncias naturais em decomposição e também por esgotos domésticos, além de diversos efluentes industriais capazes de causar cor na água. A decomposição de matéria orgânica, associada à presença de raízes das áreas ciliares, pode ser outro fator de contribuição para a cor da água. É importante parâmetro para avaliação da presença/ausência de coloração por decomposição, por exemplo, de matéria orgânica de origem vegetal em nascentes e na APP. A cor aparente, diferentemente da verdadeira, inclui a parcela de turbidez presente na água (VON SPERLING, 2005 apud CETESB, 2009, p. 3), de forma que os aportes de sólidos sedimentados também podem afetar diretamente esta variável (SOUZA, 2012, p. 58). Pela Resolução CONAMA 357 (2005), são

aceitáveis, em águas doces de classe II, valores máximos de ≥ 75 mg Pt/L. É importante ressaltar que a coloração, realizada na rede de monitoramento, consiste basicamente na observação visual do técnico de coleta no instante da amostragem.

Condutividade

A condutividade é um parâmetro, segundo Pinto (2007, p. 1), que apresenta a quantidade de sais presentes em uma solução, expressa através da condução de uma dada força elétrica. É também a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica, que depende das concentrações iônicas e da temperatura. Indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida de concentração de poluentes em microbacias hidrográficas, por exemplo, por estar relacionada a lançamentos de resíduos como esgotos etc. Para Lacen (2010), esta situação assume valores superiores a $100 \mu\text{S}/\text{cm}$, que indicam ambientes impactados.

A condutividade elétrica (CE) é uma propriedade que depende expressivamente da temperatura. Devido a isso, os dados de CE devem ser acompanhados da temperatura na qual foi medida. Para propósitos comparativos deste parâmetro, define-se uma das temperaturas de referência como 20°C ou 25°C (DE FARIAS, 2006, p. 13).

Trabalhos como os de Arcova e Cicco (1998) indicaram valores satisfatórios de condutividade elétrica inferiores a $20 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ em áreas florestadas, onde rochas resistentes ao intemperismo foram determinantes. Já o trabalho de Marmontel e Rodrigues (2015) indicou valores altos de condutividade elétrica em águas de nascentes, mesmo com a presença de mata ciliar na APP. “Demonstra que há outros fatores que afetam a qualidade de água da nascente e não apenas a presença/ausência da mata ciliar protegendo a APP”; por exemplo, os usos de fertilizantes e defensivos agrícolas podem influenciar este parâmetro (MARMONTEL e RODRIGUES, 20015, p. 178).

Potencial Hidrogeniônico – pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa as condições ácidas ou alcalinas por mediação de íons de hidrogênio H^+ . A escala de pH, compreendida entre 0 e 14, indica se o meio é ácido, básico ou neutro (PINTO, 2007, p. 3; DE FARIAS, 2006, p. 10). Este parâmetro

define o grau de solubilização e liberação de metais dos sedimentos. Alterações podem dificultar a decomposição de matéria orgânica e provocar a toxicidade de diversos elementos. Estes podem ser alterados por origem natural (dissolução de rochas ou fotossíntese, por exemplo) ou antrópica (despejos domésticos ou animais). Os resultados do pH são expressos através de uma escala de acidez, na qual os valores próximos a 7 são considerados neutros, os abaixo de 6, ácidos e os acima de 8, básicos. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, o valor ideal para águas doces de classe II é entre 6,0 e 9,0. Sua variação é uma importante variável ambiental, podendo, por exemplo, estar relacionada a fontes de poluição difusa ou pontual (MESSIAS, 2008). Estudos desenvolvidos por Donadio *et al.* (2005) e Gonçalves *et al.* (2005), que avaliam a qualidade da água de bacias hidrográficas agrícolas, demonstram que maiores alterações referentes ao potencial hidrogeniônico são provocadas por despejos de insumos agrícolas e esgoto doméstico e animal.

Sólidos Totais Dissolvidos

Este parâmetro, sólidos totais dissolvidos (STD), é mensurado a partir da entrada de sólidos na água, o que pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos). Nas águas naturais, os sólidos dissolvidos estão constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos, nitratos de cálcio, magnésio e potássio (DE FARIAS, 2006; p. 13; SOUZA, 2012, p. 15).

Sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm e que permanecem em solução mesmo após a filtração. É um importante parâmetro para definir as condições ambientais em operações de secagem, calcinação e filtração que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão) (CETESB, 2009).

Uma alteração na concentração de STD pode resultar na decomposição anaeróbia acelerada, pois interfere no grau de penetração da luz através da água. Há, portanto, uma interligação do STD com a turbidez, por exemplo. De acordo com a Resolução CONAMA 357 (CONAMA, 2005), os valores máximos permitidos são de 500 mg/L.

Para as águas de nascentes, confere afirmar que a ação antrópica da quantidade de sedimentos, como o uso agrícola na APP das nascentes, eleva o valor de sólidos e partículas

da água. O efeito do STD em área de vegetação ciliar, que as APPs conferem às nascentes, é importante. Este parâmetro é um importante fator que auxilia na ponderação e grau de proteção das nascentes (QUEIROZ, 2009, p. 8; MARMONTEL, 2015, p. 179).

Nitrito

Parâmetro químico de qualidade da água, o nitrito é encontrado em águas superficiais em pequena quantidade, devido à sua instabilidade na presença de oxigênio. Para as nascentes, é um parâmetro que auxilia o reconhecimento do escoamento superficial ou subsuperficial. A presença do íon nitrito também indica processo biológico ativo influenciado por poluição orgânica (DE FARIAS, 2006, p. 17). O nitrogênio amoniacal é a forma mais reduzida do nitrogênio e é o primeiro composto produzido na degradação da matéria orgânica; por estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é importante parâmetro de classificação das águas naturais e normalmente é utilizada na constituição de índices de qualidade de água.

Durante todas as campanhas, os valores de nitrito mantiveram-se de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357, que estipula valores máximos de 1,0 mg L⁻¹. Segundo resultados de Marmontel (2015, p. 18), em nascentes preservadas ou mesmo perturbadas, a presença de mata ciliar influencia os menores valores de nitrito.

Nitrato

O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrada na água, por isso está presente naturalmente nos corpos hídricos. Antes do desenvolvimento dos testes bacteriológicos para determinar a qualidade das águas, os testes do nitrogênio sob a forma de nitrogênio orgânico e amoniacal foram os primeiros indicadores usados para verificar a ocorrência de poluição orgânica em corpos d'água (BRANCO, 1986, p.34; DE FARIAS, 2006, p. 17). Atualmente, a análise química do nitrato é utilizada para avaliar o grau de contaminação orgânica, que demonstra impacto antrópico, consequência de condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte do nitrato são os dejetos humanos. De Farias (2006, p. 18) chama atenção para valores superiores a 5 mg. L⁻¹ neste parâmetro de qualidade da água. Segundo a Resolução CONAMA 357 (2005), valores aceitáveis de nitrato são de, no máximo, 10,0 mg/L.

Segundo resultados de Marmontel e Rodrigues (2015, p. 18), a presença de mata ciliar em nascentes preservadas ou mesmo perturbadas influencia as taxas mais baixas de nitrato. Já a degradação ou a ausência de mata ciliar e o uso de fertilizantes nitrogenados de forma inadequada próximo às nascentes contribuem para a elevação de valores de nitrato e nitrito. Para os autores, as concentrações de nitrato em águas com presença de mata ciliar são muito baixas, pois a vegetação realiza processos de desnitrificação. Portanto, tanto o nitrito quanto o nitrato são parâmetros de recuperação da qualidade da água cuja cobertura da terra ou floresta está em estágio avançado de regeneração ou em microbacias com cobertura vegetal densa (MARMONTEL; RODRIGUES, 2015, p. 19).

Turbidez

A turbidez é um parâmetro físico da água que indica a presença de sólidos suspensos e é agravada pela erosão e aporte de sedimentos. De acordo com CETESB (2009, p. 5), processos erosivos são exemplos de fenômenos que resultam em aumento da turbidez das águas, como também de despejos domésticos e industriais e microrganismos. Sua unidade é NTU. De Farias (2006, p. 12) destaca que a turbidez limita a penetração de raios solares, restringindo a realização da fotossíntese, que, por sua vez, reduz a reposição do oxigênio. Relativas à turbidez, a água de cor turva indica a suspensão de partículas do próprio solo quando não há mata ciliar ou proveniente de atividades do uso do solo. O limite máximo do parâmetro turbidez para águas doces, de acordo com a resolução Conama 357 (CONAMA, 2005), é de até 100 unidades nefelométricas de turbidez (NTU).

Em trabalhos que selecionam o parâmetro físico turbidez, por exemplo, os de Donadio *et al.* (2005) e de Arcova e Cicco (1997), salienta-se que, nas microbacias de uso agrícola, quando comparadas às de uso florestal, o transporte de sedimentos revela valores maiores. Isso é reforçado por Marmontel e Rodrigues (2015, p. 176), que evidenciam a função da mata ciliar na contenção de sólidos que atingem a água.

Ferro

O ferro é um dos parâmetros de qualidade da água indicados na Resolução Conama 357 (CONAMA, 2005) e CETESB (2009). Sua presença se dá como ferro dissolvido, com

valor máximo de 0,3 mg/L. O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas, devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas, devido ao carreamento de solos e à ocorrência de processos de erosão das margens (CETESB, 2009, p. 14). As águas que contêm ferro caracterizam-se por apresentar alteração no parâmetro cor, com valor elevado, e no parâmetro turbidez, com baixo valor.

Trabalhos como os de Marmontel e Rodrigues (2015) indicam que tanto o período de seca quanto o de chuva, considerados aqui como inverno e verão, reforçam a presença de vegetação ciliar preservada ou perturbada na nascente. Este fator influencia em baixos valores o parâmetro ferro na água das nascentes. Por outro lado, “a ausência de mata ciliar ou mesmo de vegetação degradada ou a presença da cobertura de pastagem aumentam a concentração de ferro na água” (MARMONTEL e RODRIGUES, 2015, p. 179).

Parâmetros Microbiológicos

Os parâmetros microbiológicos são fundamentais para definir a qualidade sanitária de uma água, de um solo, de uma cultura ou outro elemento, por exemplo, as nascentes. As bactérias do grupo coliforme vêm sendo utilizadas como indicadores de poluição fecal desde o início do século XX e também são usadas na legislação brasileira, pela Secretaria de Vigilância Sanitária (1997), pelo *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* APHA (2015) e pelo CONAMA (2005).

Deste modo, a partir de análises microbiológicas, possibilitou-se a interpretação de parâmetros e suas consequências ambientais para as nascentes.

Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais

O indicador coliforme termotolerante ou coliforme fecal nem sempre é o indicador para os parâmetros microbiológicos de poluição mais eficiente, porém seu método de análise é rápido, simples e padronizado. Seguindo a Resolução CONAMA (2005), os coliformes termotolerantes, além de presentes em fezes humanas e de animais, podem, também, ser encontrados em solos, plantas ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica. Em nascentes, não deverá ser excedido um limite de 23 NMP de coliformes totais por 100

mililitros em 80% ou mais. A *Escherichia Coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo somente sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (artigo 1º, CONAMA, 2005). Por isso, tornou-se comum e tem grande aceitabilidade. Exemplo disso é ser padrão da legislação brasileira, utilizada como padrão para qualidade microbiológica de águas superficiais destinadas ao abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura (CETESB, 2009), chamada de classes I e II CONAMA (2005), como visto no Quadro 17.

Quadro 17 – Parâmetros Coliformes termotolerantes e totais

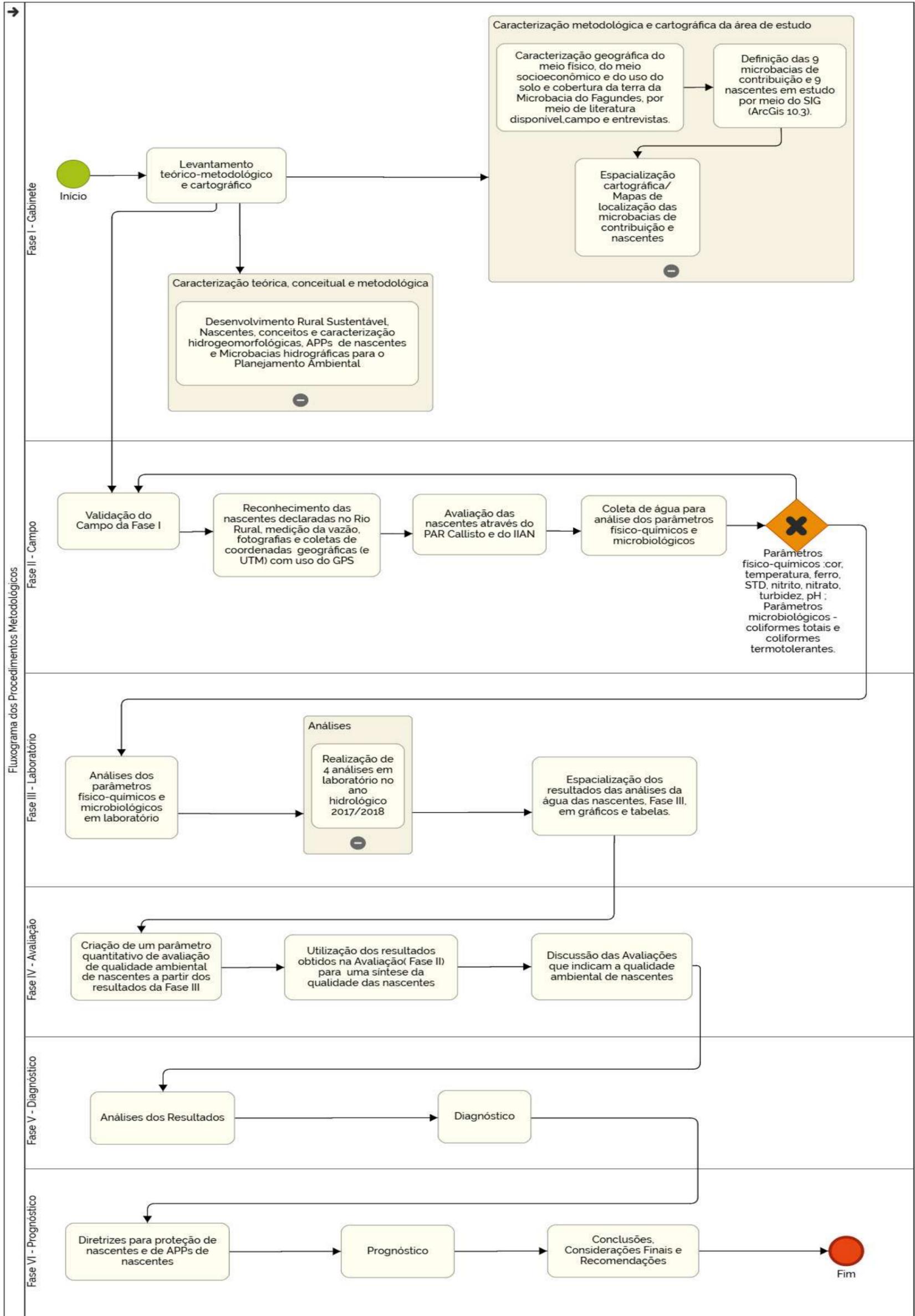
Parâmetro	Valor-limite
Coliformes termotolerantes	23 NMP/ 100ml
Coliformes totais	23NMP/ 100ml

Fonte: CETESB, 2009; CONAMA, 2005.

3.2 Materiais e Métodos

Os materiais e métodos são representados por 6 fases e ilustrados no fluxograma gerado pelo *software* HEFLO (2017), na Figura 31. Estas fases da pesquisa são especificadas e descritas de acordo com as etapas de construção da tese e compreenderam o processo de gabinete (Fase I – Gabinete), as campanhas de campo (Fase II – Campo), as análises realizadas em laboratório (Fase III – Laboratório), a avaliação (Fase IV – Avaliação), o diagnóstico (Fase V – Diagnóstico) e o prognóstico (Fase VI – Prognóstico).

Figura.31 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos



Fonte: A autora, 2019.

3.2.1 Fase I – Gabinete

A Fase I – Gabinete considerou o levantamento teórico-conceitual, metodológico, cartográfico e a elaboração do diagnóstico socioambiental, como, também, a identificação dos beneficiários, o cadastro das propriedades e da Microbacia do Rio Fagundes, e, por último, a espacialização e caracterização da área de estudo e a seleção das microbacias de contribuição e mapeamento das nascentes estudadas.

3.2.1.1 Levantamento teórico-conceitual, metodológico, cartográfico e elaboração do diagnóstico socioambiental

Foi definida a localização com a descrição dos aspectos fisiográficos da área de planejamento (unidade hidrográfica de planejamento Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes), das Áreas de Preservação Permanente, como também a declividade e o monitoramento hidrometeorológico obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA – HIDROWEB <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>) e Embrapa.

Para caracterização do meio físico, foram gerados mapas, utilizando-se a base cartográfica para o Estado do Rio de Janeiro, disponibilizada pelo INEA (2015), ANA/SNIRH (2017) e Embrapa (2015). Também foram utilizados trabalhos, como de Dantas *et al.* (2001) e EPE/Sondotécnica (2007; 2006).

Os critérios utilizados para seleção das nascentes e APPs analisados basearam-se na identificação de nascentes já enquadradas e cadastradas no Programa Rio Rural, sejam elas a adesão ao COGEM, a aceitação do produtor beneficiário com as orientações e obrigações do Rio Rural, a proteção da nascentes indicada pelo mesmo como contrapartida ao “subprojeto proteção de nascente’ relacionados ao desenvolvimento rural sustentável, como a definição da Microbacia Rio do Fagundes como área de estudo.

A princípio, houve uma fase chamada pré-campo, em Italva, no noroeste fluminense (APÊNDICE C, Figura 77). A pesquisa e o envolvimento da proteção das nascentes, consideradas a fase inicial/piloto do projeto, foram sendo, posteriormente, implantadas em

áreas de especial interesse pelo estado do Rio de Janeiro. Desta forma, a Microbacia do Rio Fagundes foi selecionada em campo para desenvolvimento da pesquisa de tese.

3.2.1.2 Identificação dos beneficiários de serviços ambientais como o cadastro das propriedades e da Microbacia do Rio Fagundes

A identificação dos beneficiários de serviços ambientais da proteção e recuperação das nascentes foi fornecida por pesquisa documental disponibilizada gratuitamente pelo endereço eletrônico do Programa Rio Rural <microbacias.gov.rj.br> e os dados secundários, fornecidos pelos técnicos da Emater – Paraíba do Sul envolvidos no trabalho com a Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes. Os técnicos foram os encarregados de elaborar os projetos individuais das propriedades, os PIDs, identificando o perfil socioeconômico dos beneficiados e as informações sobre a estrutura fundiária também disponibilizada.

As condições estabelecidas para a participação no Programa foram a presença e o interesse na realização de boas práticas ambientais e a adoção de, ao menos, uma prática. Destas práticas, o objeto de estudo foram somente as nascentes (10, apenas) declaradas e citadas para a recuperação das APPs de nascentes.

As propriedades rurais da MBRF das propriedades participantes e das 9 nascentes e APPs foram selecionadas e cadastradas pelo Programa Rio Rural de outubro de 2015. Estas foram mapeadas pelo *software* ArcGIS 10.3 (ESRI, 2014) e validadas na Fase II – Campo.

3.2.1.3 Espacialização e caracterização da Microbacia do Rio Fagundes, seleção das microbacias de contribuição e mapeamento das nascentes

A delimitação da Microbacia do Rio Fagundes foi realizada em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o *software* ArcGIS 10.3, com bases cartográficas disponibilizadas, gratuitamente, estando a base cartográfica do Rio Rural no endereço eletrônico <microbacias.rj.gov.br/basecartografica>, contendo ainda *shapefiles* das microbacias hidrográficas de todo o estado do Rio de Janeiro.

Foram mapeadas individualmente todas as nascentes a serem recuperadas com o *software* ArcGIS 10.3. A seleção se deu a partir da indicação subjetiva de cada proprietário de uma ou mais nascentes a serem protegidas pelo programa. Os trabalhos de campo permitiram a identificação macroscópica das nascentes, com cadastro, diagnóstico e indicação da proteção da nascente e da APP de nascente.

Para a identificação, as áreas selecionadas foram fotografadas e espacializadas em mapas temáticos identificadas por Sistema de Posicionamento Global (GPS) na Fase II – Campo, como também geradas as microbacias de contribuição das mesmas a partir da rede de drenagem e o modelo digital de elevação (MDE) a partir de curvas de nível, disponibilizadas gratuitamente em *shapefiles* pelo INEA (2016). As microbacias de contribuição também foram geradas com a base de dados disponibilizada gratuitamente pela SNIRH/ANA (2017) e validadas em campo.

ideal

3.2.2 Fase II – Campo

A Fase II tratou do reconhecimento de campo com coleta de informações e relatos de experiências através de entrevistas, validação e relatórios de campo e observação de papéis e responsabilidades, com descrição das principais dificuldades para a conservação das Áreas de Preservação Permanente de nascentes. Também foi o momento de realizar a validação dos mapeamentos gerados automaticamente na Fase I e a avaliação das APPs de nascentes, caracterização hidrogeomorfológica, e alterações geomorfológicas das nascentes, como as coletas de água para análises da Fase III – Laboratório.

As campanhas de campo ocorreram nos dias 2, 9 e 23 de fevereiro de 2017 (campo verão 2017.1) e em 2 e 15 de agosto de 2017 (campo inverno 2017.2). Os técnicos de campo da Emater auxiliaram na apresentação dos proprietários, realizada anteriormente, no pré-campo (em julho) de 2016, e da localização das nascentes cadastradas no programa. A validação das nascentes cadastradas em gabinete pelos mesmos foi averiguada.

3.2.2.1 Mapeamento das 9 nascentes e diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente de nascente da MBRF

Foram validadas as coordenadas geográficas com o uso do aparelho de GPS, modelo Esportivo Portátil Garmin Etrex 10, *datum* SIRGAS 2000, das nascentes autodeclaradas, que foram identificadas com três pontos coletados em intervalos superiores a um minuto. Estas foram indicadas para a proteção no Programa Rio Rural na Fase I. Realizou-se o mapeamento da localização geográfica das nascentes após o reconhecimento e o registro fotográfico das 9 nascentes e APPs nas propriedades da Microbacia do Rio Fagundes, após os pontos coletados em gabinete serem identificados em campo e verificado se, de fato, eram nascentes.

Realizou-se um diagnóstico para o mapeamento multitemporal do uso do solo e cobertura da terra e APP, destacando a presença-ausência de regeneração natural e de fragmentos florestais naturais na proximidade. Elaborou-se o modelo digital de terreno (MDT), descrições da paisagem e caracterização visual através de registros e prancheta de campo.

3.2.2.2 Caracterização hidrogeomorfológica das nascentes

As nascentes N1 a N9 foram caracterizadas em campo, espacializadas em gabinete e, novamente, validadas durante campanhas de campo entre 2015 e 2017. As nascentes foram caracterizadas segundo sua morfologia e exfiltração. Foram caracterizados os seus aspectos hidrogeomorfológicos, hidrológicos, tipologia de exfiltração, morfologia e sazonalidade, bem como alterações geomorfológicas e mobilidade das nascentes.

As nascentes de N1 a N9 foram identificadas a partir da metodologia de tipologia, sazonalidade e características hidrogeomorfológicas³ proposta por Felipe (2009, p. 113).

A caracterização hidrogeomorfológica, hidrológica, da tipologia de exfiltração, da sazonalidade e alterações geomorfológicas das nascentes foi realizada em campo em dois períodos distintos, fevereiro e agosto de 2017, de forma a validar, retificar e avaliar a

³ A tipologia de Felipe (2009, p. 113) está baseada em uma metodologia estatística multivariada qualitativa denominada *Grade of Membership* (GoM), desenvolvida por Manton *et al.* (1994).

sazonalidade e a migração das nascentes, bem como a caracterização da tipologia de exfiltração e sazonalidade e a caracterização das alterações geomorfológicas. Foi repetida essa caracterização em fevereiro e maio de 2018.

Para a caracterização hidrológica, foram medidas as vazões da água das 9 nascentes em agosto e novembro de 2017 e, em fevereiro e maio de 2018.

Com uso de uma embalagem de plástico transparente maleável nas dimensões 0,60 cm x 0,30 cm, foi realizada a coleta da água exfiltrada e calculado o volume em milímetros (mm) com uso de seringas com intervalo de leitura de 1 mililitro (1 ml) e cronometrado digitalmente o tempo em segundos (s) pela equação de vazão abaixo. O resultado dar-se-á em milímetros por segundo (mm/s):

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

em que: V = volume, t = tempo, Q = vazão volumétrica.

O procedimento foi realizado três vezes. O resultado é a média aritmética dos três procedimentos encontrada em cada uma das nascentes estudadas. A metodologia foi baseada no trabalho de Felipe e Magalhães Jr. (2014).

Os registros da vazão da água das nascentes foram tabelados e utilizados para uma espacialização multitemporal.

Para a caracterização da tipologia de exfiltração e sazonalidade das nascentes, utilizou-se a metodologia proposta por Felipe (2009, p. 13), baseada na metodologia estatística multivariada qualitativa denominada *Grade of Membership* (GoM), desenvolvida por Manton *et al.* (1994), utilizada como visto no Quadro 18 e no Apêndice E.

Quadro 18 – Identificação da nascente: tipologia, sazonalidade e características hidrogeomorfológicas

Morfologia da nascente	() Concavidade	() Duto	() Afloramento	() Talvegue	() Olho	() Cavidade	() Antropogênica
Relevo	() Topo	() Cabeceira		() Média- vertente	() Baixa- vertente	() Calha	
Tipo de exfiltração	() Difusa		() Múltipla		() Pontual		
Mobilidade	() Fixa				() Móvel		
Afloramento rochoso	() Existentes				() Ausente		
Sazonalidade	() Perene				() Intermitente		

Fonte: FELIPPE, 2009; MANTON *et al.*, 1994.

3.2.2.3 Avaliação macroscópica de nascentes e das APPs

Foram avaliadas as nascentes e as APPs através de parâmetros macroscópicos propostos no PAR e no IIAN no Campos de fevereiro de 2017 e de 2018 e nos Campos de agosto de 2017 e de 2018.

Aplicação do PAR Callisto

Para a consolidação da metodologia utilizada, foram realizadas quatro aplicações do PAR Callisto. Duas no verão (em fevereiro de 2017 e de 2018) e duas aplicações no inverno (em agosto de 2017 e de 2018).

Nas duas estações do ano, os PARs Callisto foram aplicados em cada uma das 9 nascentes e APPs propostas para estudo, georreferenciadas em campo e mapeadas em gabinete, de forma a avaliar os seguintes parâmetros: a facilidade de acesso, a cobertura da terra, as APPs, os processos erosivos e a ausência/presença de proteção. Os resultados encontrados após a aplicação dos PARs foram classificados de acordo com a proposta de Callisto *et al.* (2002), adaptada pela autora para as nascentes da área em estudo.

Aplicação do IIAN

Para a consolidação da metodologia do IIAN foram realizadas quatro aplicações. Duas no verão (em fevereiro de 2017 e de 2018) e duas no inverno (em agosto de 2017 e de 2018). Os parâmetros avaliados no IIAN foram cor da água, odor, lixo ao redor da nascente, material flutuante (lixo na água), espuma, óleo, esgoto na nascente, vegetação, usos da nascente, acessos e atividades rurais. A qualificação foi “Ótimo”, “Bom”, “Razoável” Ou “Ruim”. O valor do índice é 33, quando todos os parâmetros são considerados “bons”, e o mínimo 11, quando todos os parâmetros são considerados “Ruim”. Os resultados encontrados após a aplicação dos IIANs em 2017 foram classificados de acordo com a proposta de Gomes *et al.* (2005a) e Felipe (2009), adaptada pela autora para as nascentes da área em estudo. Em 2018, com a aplicação do índice, os valores foram incorporados à avaliação.

3.2.2.4 Coleta das amostras de água das nascentes

As coletas da água das nascentes foram realizadas em novembro de 2017 e em fevereiro, maio e agosto de 2018. Foram quatro coletas intercaladas por um período de três meses no ano hidrológico 2017/2018, alternando períodos de máxima e mínima de cheia. Para o procedimento de coleta de água nas nascentes, seguiu-se o “Manual de Coleta e Envio de Amostras de Vigilância Ambiental” (LACEN, 2014; CETESB, 1988; BRASIL, 2011). Os frascos transparentes foram etiquetados de forma a identificar as nascentes e armazenados em caixa de material isopor devidamente refrigerado.

3.2.2.5 Reconhecimento dos atores envolvidos: proprietários e técnicos

Foi realizado em campo o reconhecimento dos atores envolvidos, seja na Fase I, com coleta de informações socioeconômicas, ou com relatos de experiências na Fase II. Considerou os técnicos executores do programa e os proprietários com a definição de papéis e responsabilidades e a descrição das principais dificuldades para a conservação das Áreas de Preservação Permanente de nascentes com entrevistas e relatórios. Os atores envolvidos na proteção e preservação das nascentes na Microbacia do Rio Fagundes são 9 proprietários rurais e a técnica executora do Programa Rio Rural, entrevistados de acordo com os questionários no APÊNDICE B e ANEXO D.

Este item permeia as Fases I, II, III, IV e V, sendo relevante para a construção da Fase VI.

3.2.3 Fase III – Laboratório

A Fase III – Laboratório apresentou a aferição dos parâmetros físico-químicos da água selecionados para este estudo e foi realizada por meio de uma sonda multiparâmetros (sonda Hanna modelo HI 9828) em campo durante a coleta e também por análises realizadas em dois laboratórios credenciados, o Laboratório Laqua da Faculdade de Engenharia Sanitária e

Ambiental do Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF/MG) e o BR Quality Laboratório, do Grupo BR Quality, em Juiz de Fora/MG.

Todas as análises ocorreram concomitantemente nos laboratórios citados. As primeiras análises ocorreram em 29 de novembro de 2017, a segunda análise em 20 de fevereiro de 2018, a terceira em 3 de maio de 2018 e a quarta em 23 de agosto de 2018, segundo metodologia do *Standard methods for examination of water and wastewater* (APHA, 2012) dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (APHA, 2015).

Foram definidos, a partir da literatura disponível para nascentes, vegetação e diferentes usos do solo e coberturas da terra, padrões idealizados pela Resolução CONAMA 357 (2005), pelo LACEN (2010) e pelo Manual de Variáveis da qualidade das águas da CETESB (2009), de forma a compor o conjunto de indicadores e parâmetros da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433/1997 (BRASIL, 1997). Foram estabelecidos padrões de poluição para cada classe de água a partir de indicadores e alterações na qualidade da água estabelecidos na metodologia do APHA (2012), tendo em vista a classificação de águas doces de classe II.

3.2.3.1 Análise das águas das nascentes

Foram coletadas amostras de água de 8 das 9 nascentes (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7 e N8), as que possuíam vazão nas campanhas de campo realizadas no ano hidrológico, em 2 recipientes estéreis, cada um deles com capacidade para 500 mililitros. As mesmas foram coletadas com o auxílio de seringas, também estéreis, com capacidade de 20 mililitros. Foram analisados 10 parâmetros físico-químicos de qualidade da água: cor; temperatura; condutividade; potencial hidrogeniônico (pH); oxigênio dissolvido (OD); sólidos totais dissolvidos (STD); nitrito; nitrato; turbidez e ferro, e dois (2) parâmetros microbiológicos: coliformes totais e coliformes termotolerantes. Estes estão sendo tabelados e analisados de forma a melhor compreender a qualidade ambiental das nascentes estudadas.

3.2.4 Fase IV – Avaliação

A Fase IV – Avaliação apresentou a avaliação e análise das nascentes e da qualidade das nascentes estudadas a partir dos resultados dos PARs e dos IIANs aplicados durante os trabalhos de campo. Estes foram apresentados em forma de tabelas e gráficos e, posteriormente, analisados e discutidos. Tais avaliações subsidiaram a análise da qualidade ambiental das nascentes.

3.2.4.1 Avaliação e análise da qualidade das nascentes estudadas

Os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam vazão na MBRF foram apresentados em forma de tabela, analisados e discutidos. As coletas foram realizadas nos trabalhos de campo de novembro de 2017, de fevereiro, de maio e de agosto de 2018, como também as análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

3.2.4.2 Análise da qualidade ambiental na MBRF, das nascentes e APPs a partir de procedimentos metodológicos em Planejamento Ambiental para a tomada de decisão

Foi realizada a comparação e análise a partir da inter-relação dos resultados apresentados para cada nascente de forma a melhor representar o cenário da qualidade ambiental na Microbacia do Rio Fagundes. O resultado da avaliação foi analisado e comparado a fim de revelar o cenário apresentado pela MBRF, considerando as nascentes estudadas, construindo o cenário ambiental “Alvo” de qualidade das nascentes e das APPs. Por fim, foram destacados os parâmetros que se mostraram mais eficientes e os menos eficientes na análise de qualidade das nascentes estudadas.

3.2.4.3 Recomendação de elaboração de avaliação da qualidade ambiental de nascentes

Foram destacados os parâmetros mais e menos eficientes na análise de qualidade das nascentes estudadas, tendo utilizado o método proposto na aplicação de forma conjugada à qualidade ambiental de nascentes e unidades de planejamento.

3.2.5 Fase V – Diagnóstico

A Fase V apresentou o diagnóstico, tendo em vista os materiais utilizados para construção do cenário, que foi resultado gerado pelas Fases I, II, III, IV, e que envolvem o processo de Gabinete (Fase I), Campo (Fase II), Laboratório (Fase III) e Avaliação (Fase IV).

3.2.5.1 Delimitação da Microbacia do Rio Fagundes/área de estudo

Foram disponibilizados gratuitamente, em *shapefiles*, pelo Programa Rio Rural (2016) as bases de dados cartográficos das microbacias que compõem o programa. Foram realizados trabalhos de campo na MBRF para o reconhecimento e a validação da área de estudo, tendo a participação da técnica executora da Emater Paraíba do Sul/RJ.

3.2.5.2 Processamento digital de imagens, classificação da cobertura da terra

Em relação à definição das classes para quantificação de cobertura da terra e em atendimento aos objetivos propostos, foram definidas: “Floresta”, “Não Floresta” (pastagem, solo exposto e agricultura foram assim classificadas), “Água”.

As classes de cobertura da terra foram processadas por uma classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança MAXVER (usa a informação espectral de cada pixel na busca por homogeneidade). Esta classificação exige o conhecimento prévio do

analista sobre a localização de algumas amostras das classes que são mapeadas. A utilizada neste trabalho tem o perfil determinista e se baseia no pressuposto de que cada classe espectral pode ser descrita por amostras fornecidas pelo analista (NOVO, 2010). As quatro classes se deram com o uso da ferramenta *image classification*. A qualidade da imagem do Sentinel, no que se refere ao sombreamento e seu envolvimento na classificação, representou um desafio metodológico relacionado à qualidade das imagens para a diferenciação entre “pastagem” e “agricultura”.

As classes de cobertura da terra 2016 e 2018 foram validadas através da distribuição de 50 pontos aleatórios pela ferramenta *Create Random Points* do ArcGis 10.3 em cada uma das classes. Isso corresponde a um número mínimo de observações para uma boa avaliação estatística da acurácia dos resultados (CONGALTON, 1991). As quantidades distribuídas em cada uma das quatro classes resultaram em um total de 200 pontos. Após a geração dos pontos, utilizou-se a ferramenta *Extract Values Points* para a atribuição de classe. Para a verificação da realidade, tomou-se como base o Google Earth, séries históricas, com imagens de julho/2016 e julho/2018.

E, por fim, foi elaborada uma Matriz de Confusão com a obtenção do Índice Kappa e a obtenção da Exatidão Global para as validações da cobertura da terra em 2016 e em 2018. Em 2016, obteve-se um Índice Kappa igual a 0,95 e inferência da Exatidão Global igual a 0,96 (Tabela 5). Em 2018, um Índice Kappa igual a 0,95 e inferência da Exatidão Global igual a 0,96 (Tabela 6). Em ambas as classificações houve um desempenho, classificado segundo Fonseca (2000), muito bom.

Tabela 5 – Matriz de confusão aplicada à classificação da cobertura da terra da MBRF em 2016

Cobertura – Classificação	Cobertura – Realidade			Total
	Floresta	Não Floresta	Água	
Floresta	47	3	0	50
Não Floresta	2	48	0	50
Água	0	2	48	50
Total	49	51	48	150
Exatidão por classe	94	96	96	-
Índice kappa				0,95
Índice kappa em porcentagem (%)				95
Exatidão Global				0,96

Fonte: A autora, 2019.

Tabela 6 – Matriz de confusão aplicada à classificação da cobertura da terra da MBRF em 2018

Cobertura - Classificação	Cobertura – Realidade			
	Floresta	Não Floresta	Água	Total
Floresta	48	2	0	50
Não Floresta	3	47	0	50
Água	0	2	48	50
Total	51	51	48	150
Exatidão por classe	96	94	96	-
Índice kappa				0,95
Índice kappa em porcentagem (%)				95
Exatidão Global				0,96

Fonte: A autora, 2019.

Os trabalhos de campo realizados foram importantes para a validação dos resultados das classificações.

3.2.5.3 Avaliação de comprometimento dos atores envolvidos na proteção das nascentes na Microbacia do Rio Fagundes

Foram realizadas entrevistas com questões abertas com o objetivo de reconhecer e avaliar o grau de engajamento dos produtores rurais da unidade hidrográfica de planejamento na adoção das práticas e na manutenção dos trabalhos realizados em suas propriedades com resultados dos PARs (verão e inverno de 2017) e dos IIANs (verão e inverno de 2018) na proteção das nascentes, bem como entrevista sobre a percepção da técnica diretamente envolvida.

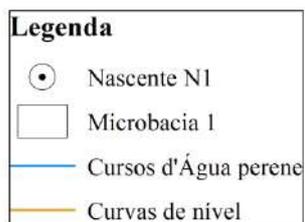
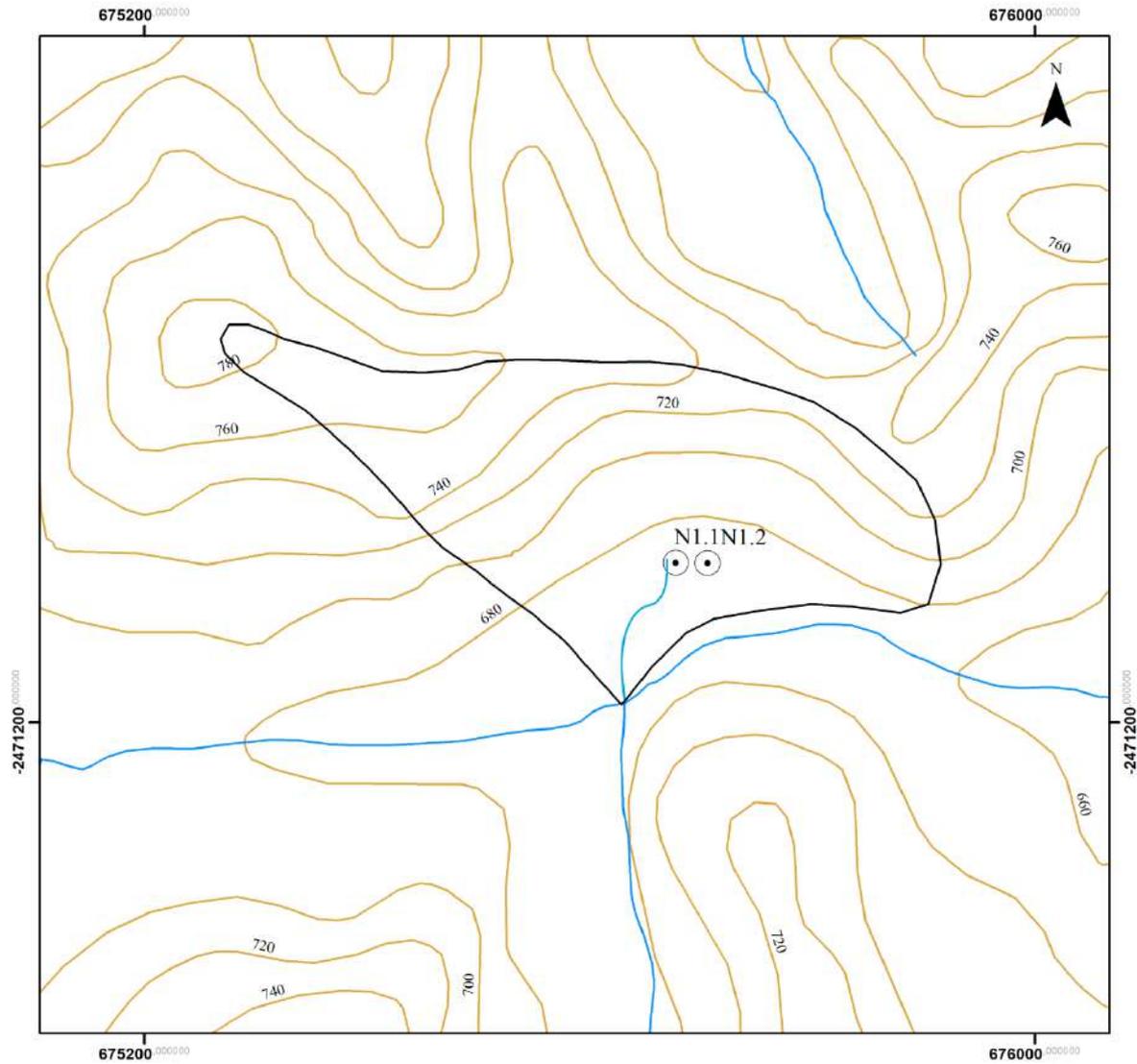
4 AS NASCENTES DO RIO RURAL NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FAGUNDES

Este capítulo apresenta os resultados alcançados durante as Fases I – Gabinete, II – Campo, III – Laboratório e IV – Avaliação das nascentes e discussões.

4.1 As nascentes estudadas, a tipologia de exfiltração, os aspectos hidrogeomorfológicos e a sua sazonalidade nas microbacias de contribuição

A nascente N1 e a Microbacia 1 estão representadas nas Figuras 32 e 33. A nascente foi identificada em campo com morfologia de nascente duto, no relevo de média vertente, com tipo de exfiltração múltipla, como identificado pelos pontos N1.1 (Lat. 22°20'11,1"S/Long. 43°17'39,3"W), N1.2 (Lat. 22°20'10,7"S/Long. 43°17'38,4"W) e N.3 (Lat. 22°20'9,1"S/Long. 43°17'37,3"W) pelas Figuras 37 e 38 (A, B, C, D e E). Além disso, foram verificados mobilidade fixa, afloramento rochoso ausente e sazonalidade perene. Está completamente desprotegida, sem cobertura vegetal, é usada como pastagem e cruzada por uma estrada.

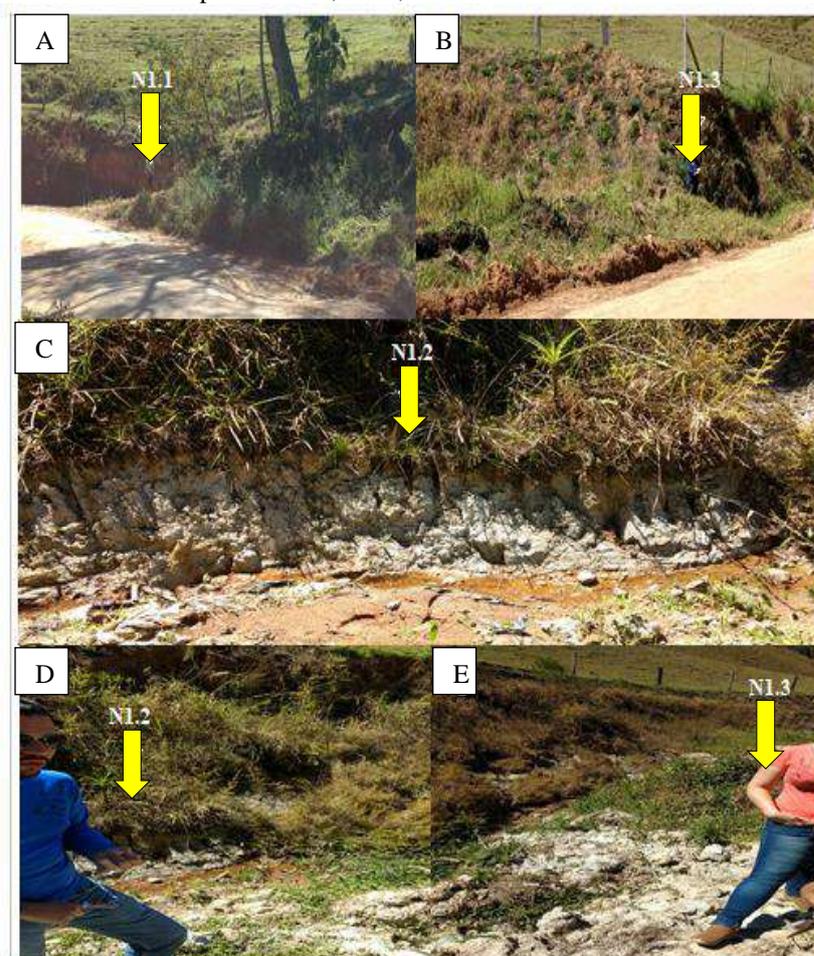
Figura 32 – Mapa de localização da Microbacia 1 (da nascente N1)



**Mapa de localização da Microbacia 1
(da nascente N1)**

Sistema de Projeção Cartográfica UTM 23S
Datum SIRGAS 2000
Fonte: Curvas de nível 1/ 25000 (INEA, 2015)
Hidrografia (ANA, 2017)

Figura 33 – Fotografias da nascente N1 e do sistema hidrogeomorfológico dos pontos N1.1, N1.2, N1.3

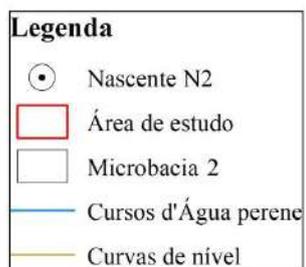
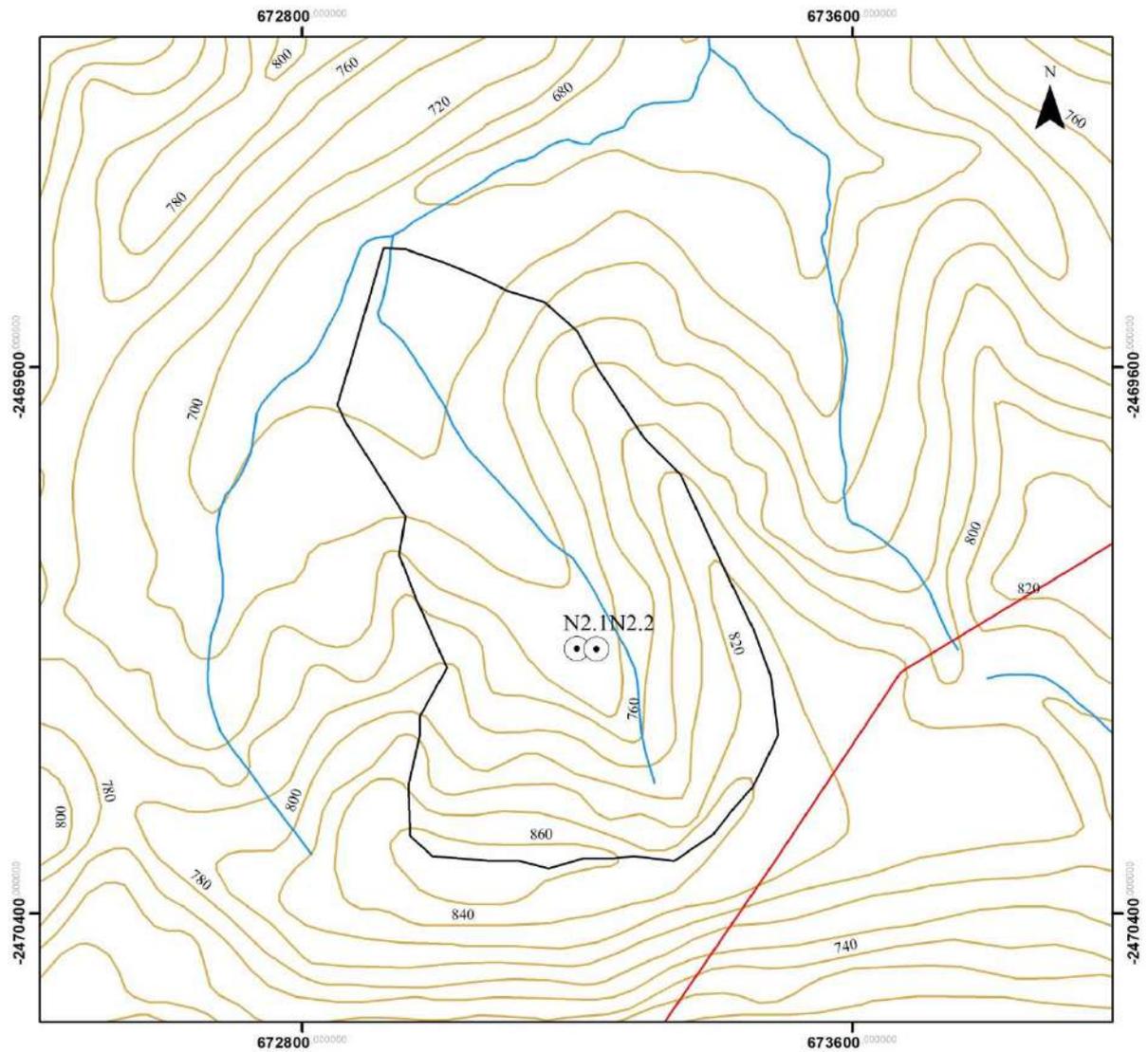


Legenda: (A) – Ponto N1.1; (B) – Ponto N1.3; (C) – Ponto N1.2; (D) – Ponto N1.2 em melhor escala; (E) – Ponto N1.3 a distância.

Fonte: A autora, agosto de 2017.

A nascente N2 e a Microbacia 2 estão representadas nas Figuras 34 e 35. A nascente foi identificada em campo com morfologia de nascente com tipologia duto, no relevo de baixa vertente, tipo de exfiltração múltipla, identificada pelos pontos N2.1 (Lat. 22°19'38,6"S/Long. 43°19'05,4"W) e N2.2 (Lat. 22°19'38,7"S/Long. 43°19'05,7"W), mobilidade fixa, afloramento rochoso ausente e sazonalidade perene. A Figura 40 ilustra melhor a nascente N2.

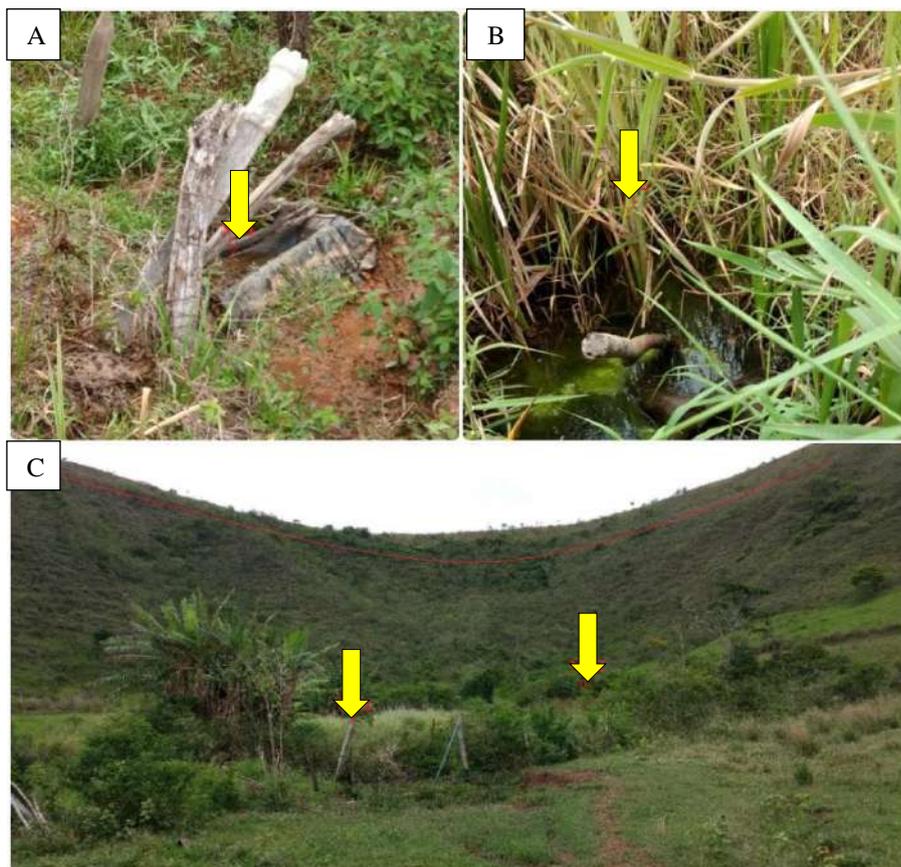
Figura 34 – Mapa de localização da Microbacia 2 (da nascente N2)



**Mapa de localização da Microbacia 2
(da nascente N2)**

Sistema de Projeção Cartográfica UTM 23S
Datum SIRGAS 2000
Fonte: Curvas de nível 1/25000 (INEA, 2015)
Hidrografia (ANA, 2017)

Figura 35 – Fotografias da nascente N2 e do sistema hidrogeomorfológico

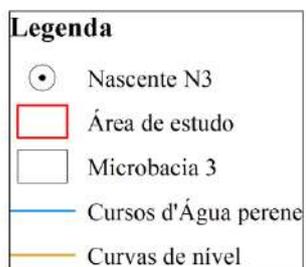
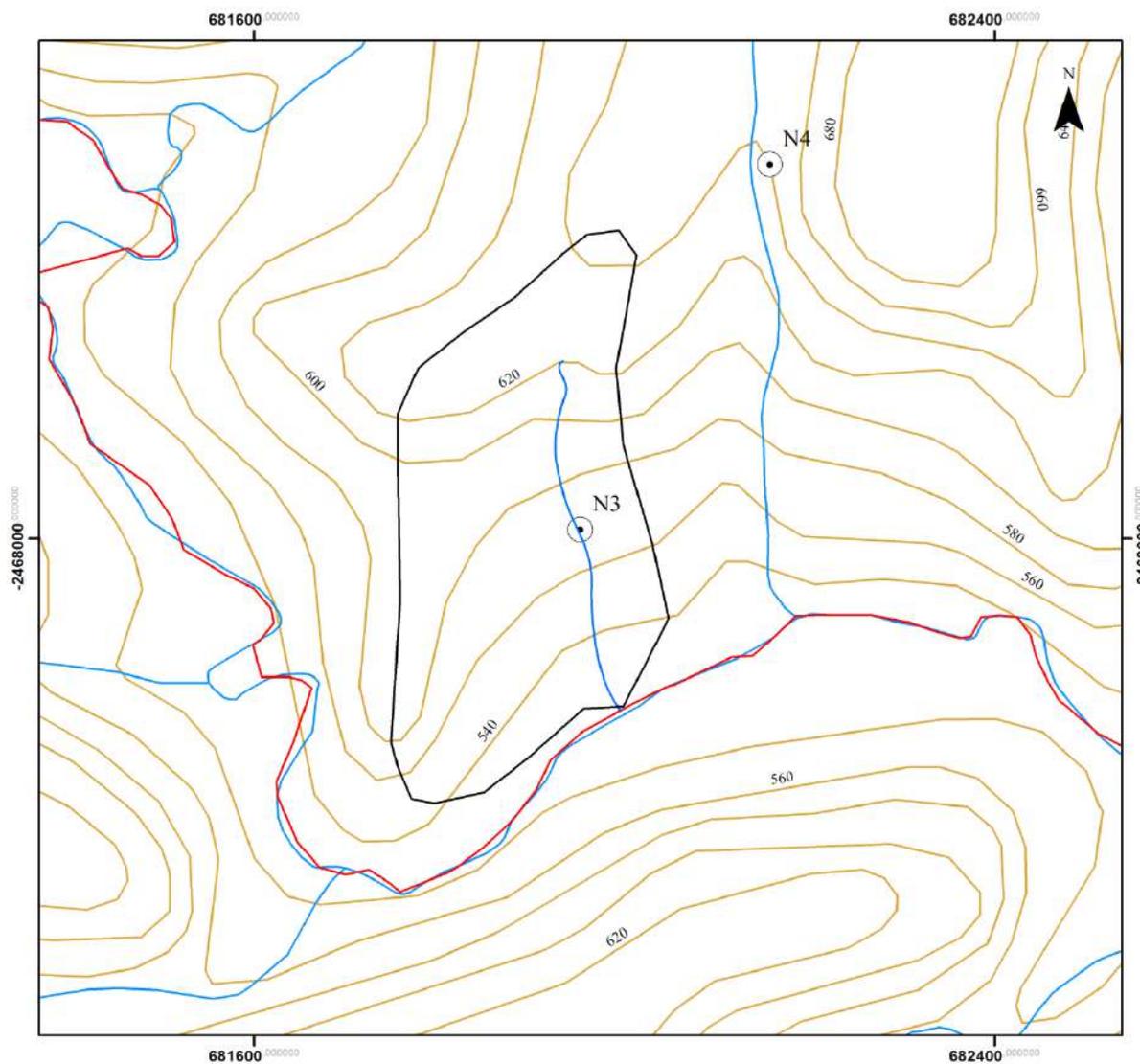


Legenda: (A) – Ponto de exfiltração N2.1; (B) – Ponto de exfiltração N2.2; (C) – Vista ao fundo da forma de anfiteatro da cabeceira da microbacia de contribuição.

Fonte: A autora, 2017.

A nascente N3 e a Microbacia 3 estão representadas nas Figuras 36 e 37. A nascente foi identificada em campo (Lat. 22°18'29,4"S/Long. 43°14'00,9W) com morfologia de nascente com tipologia duto, no relevo de média vertente, tipo de exfiltração pontual, mobilidade fixa, afloramento rochoso ausente e sazonalidade perene. A Figura 42 (A, B, C e D) ilustra melhor a nascente N3.

Figura 36 – Mapa de localização da Microbacia 3 (N3)



Escala

1:6.000



Mapa de localização da Microbacia 3 (da nascente N3)

Sistema de Projeção Cartográfica UTM 23S
 Datum SIRGAS 2000
 Fonte: Curvas de nível 1/ 25000 (INEA, 2015)
 Hidrografia (ANA, 2017)

Figura 37 – Fotografias da nascente N3 e do sistema hidrogeomorfológico

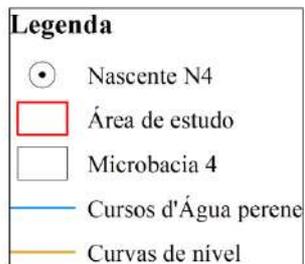
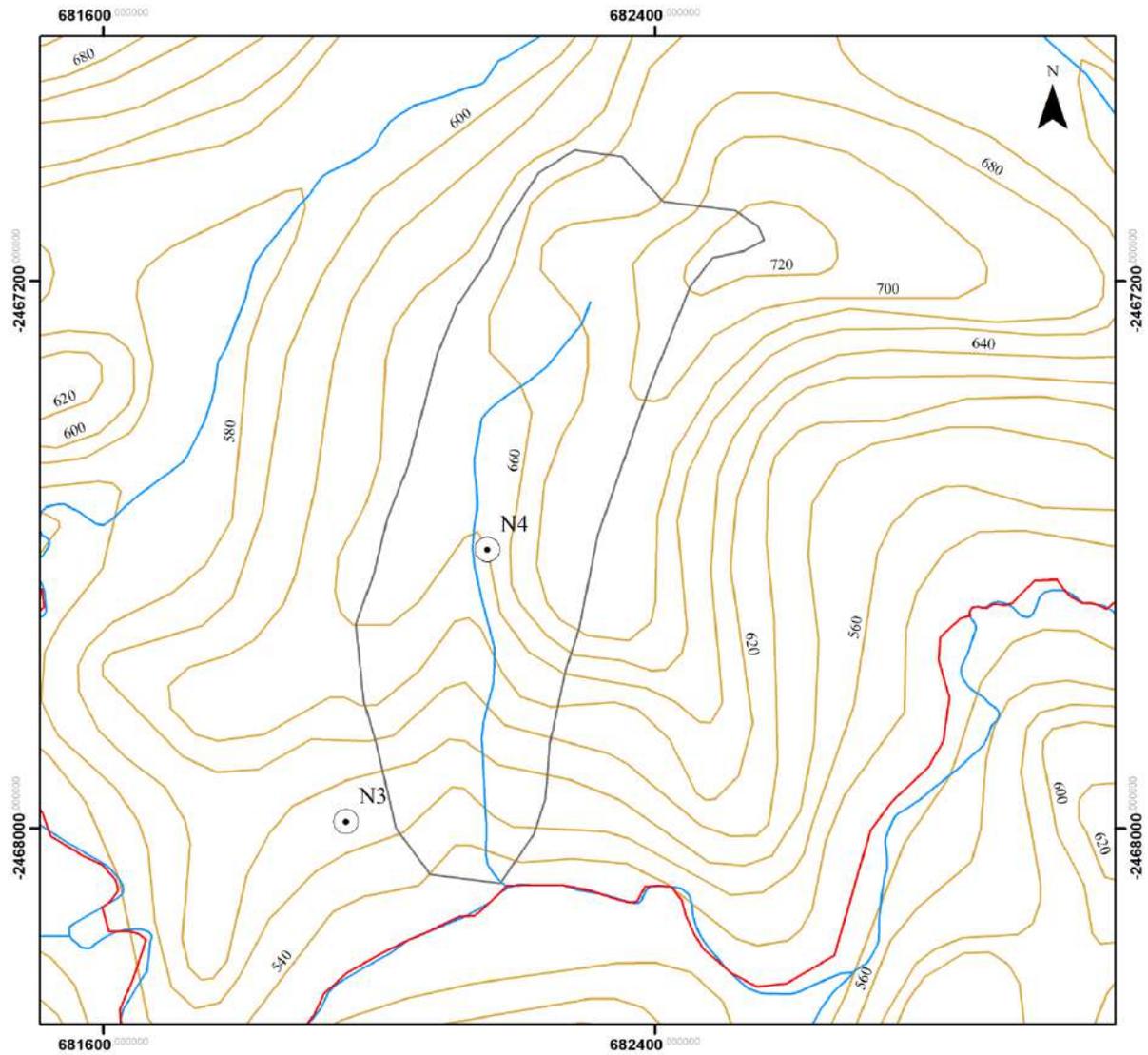


Legenda: (A) e (B) – Ponto de exfiltração da nascente N3 – Exfiltração; (C) – Coleta de coordenadas geográficas do ponto N3; (D) – Visualização da cobertura da terra APP de nascente.

Fonte: A autora, 2017.

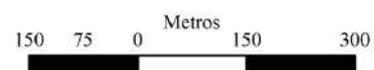
A nascente N4 e a Microbacia 4 estão representadas na Figura 38. A nascente foi identificada em campo (Lat. 22°18'16,2''S/Long. 43°13'54,5''W) com morfologia de nascente com tipologia antropogênica no relevo de alta vertente, tipo de exfiltração pontual, mobilidade fixa, afloramento rochoso existente e sazonalidade perene. A Figura 39 ilustra melhor a nascente N4.

Figura 38 – Mapa de localização da Microbacia 4 (da nascente N4)



Escala

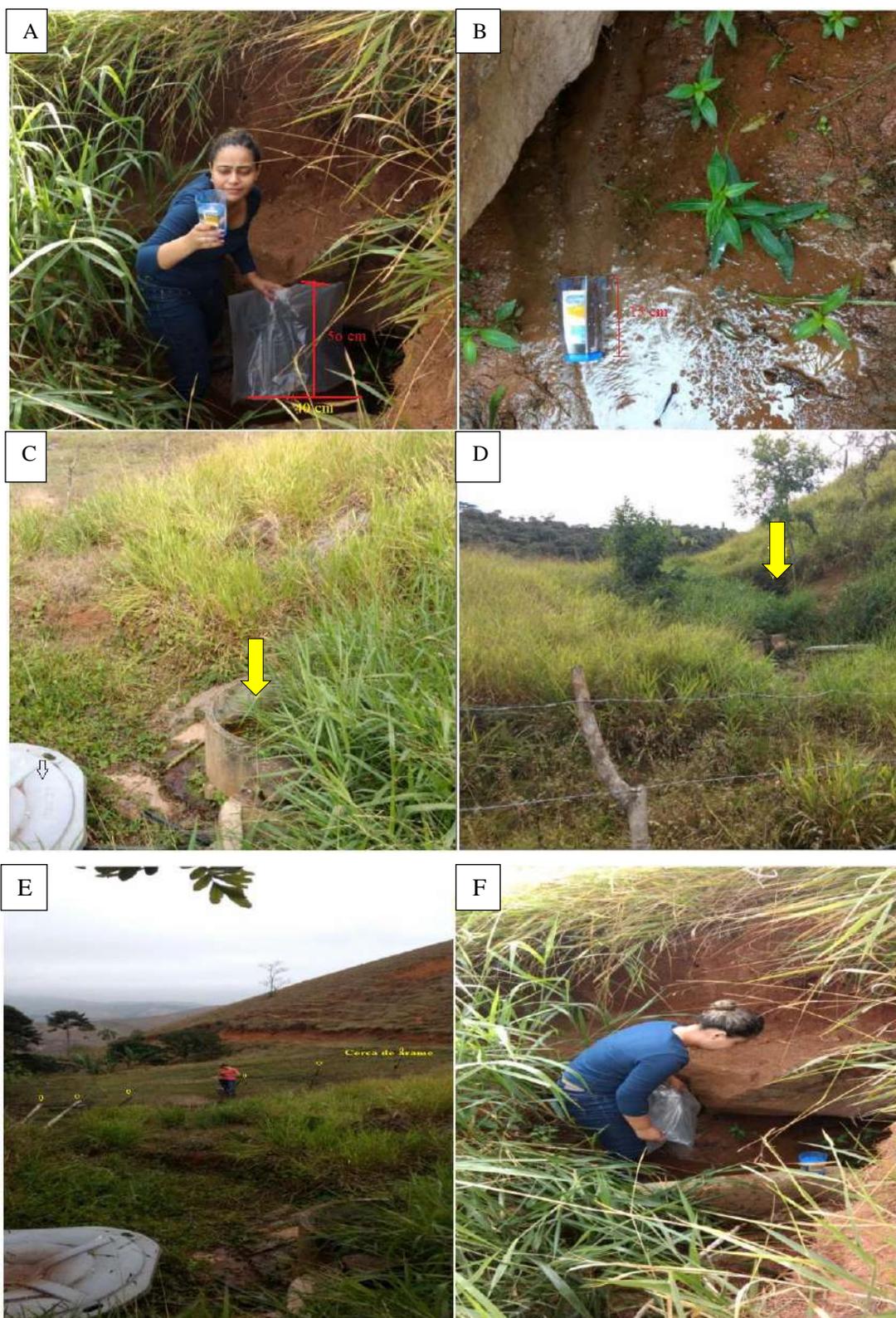
1:8.000



**Mapa de localização da Microbacia 4
(da nascente N4)**

Sistema de Projeção Cartográfica UTM 23S
 Datum SIRGAS 2000
 Fonte: Curvas de nível 1/ 25000 (INEA, 2015)
 Hidrografia (ANA, 2017)

Figura 39 – Fotografias da nascente N4 e do sistema hidrogeomorfológico

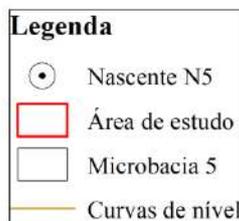
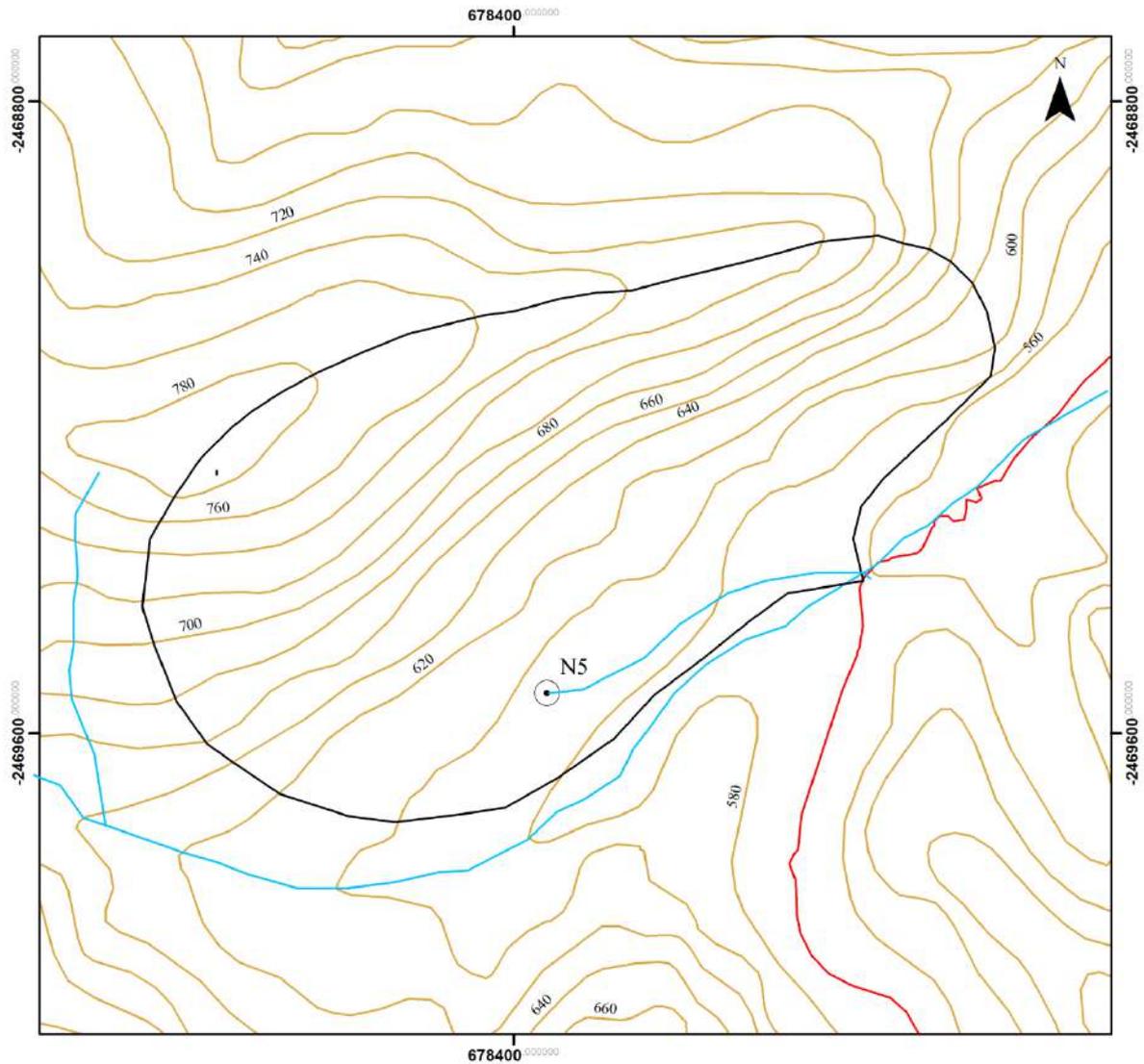


Legenda: (A) – Mensuração da vazão da nascente N4; Campo agosto de 2017. Dimensão do saco transparente: 50 cm x 40 cm; (B) – Vazão da nascente N4; (C) – Obras abandonadas na nascente antropogênica; (D) – Visão panorâmica da N4; (E) – Cerca de arame no buffer de 8 metros, apenas; (F) - Mensuração da vazão da nascente na alta vertente.

Fonte: A autora, 2017.

A nascente N5 e a Microbacia 5 estão representadas na Figura 40. A nascente foi identificada em campo (Lat.22°19'21,0"S/Long.43°16'0,3"W) com morfologia de nascente antropogênica, com tipologia duto, no relevo de média vertente, tipo de exfiltração difusa, mobilidade fixa, afloramento rochoso existente e sazonalidade perene. Sua vazão diminui no inverno. A Figura 41 ilustra melhor a nascente N5.

Figura 40 – Mapa de localização da Microbacia 5 (da nascente N5)



**Mapa de localização da Microbacia 5
(da nascente N5)**

Sistema de Projeção Cartográfica UTM 23S
Datum SIRGAS 2000
Fonte: Curvas de nível 1/ 25000 (INEA, 2015)
Hidrografia (ANA, 2017)

Figura 41 – Fotografias da nascente N5 e do sistema hidrogeomorfológico

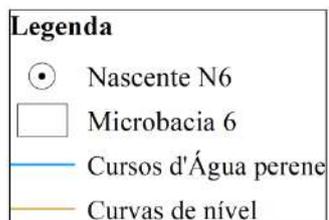
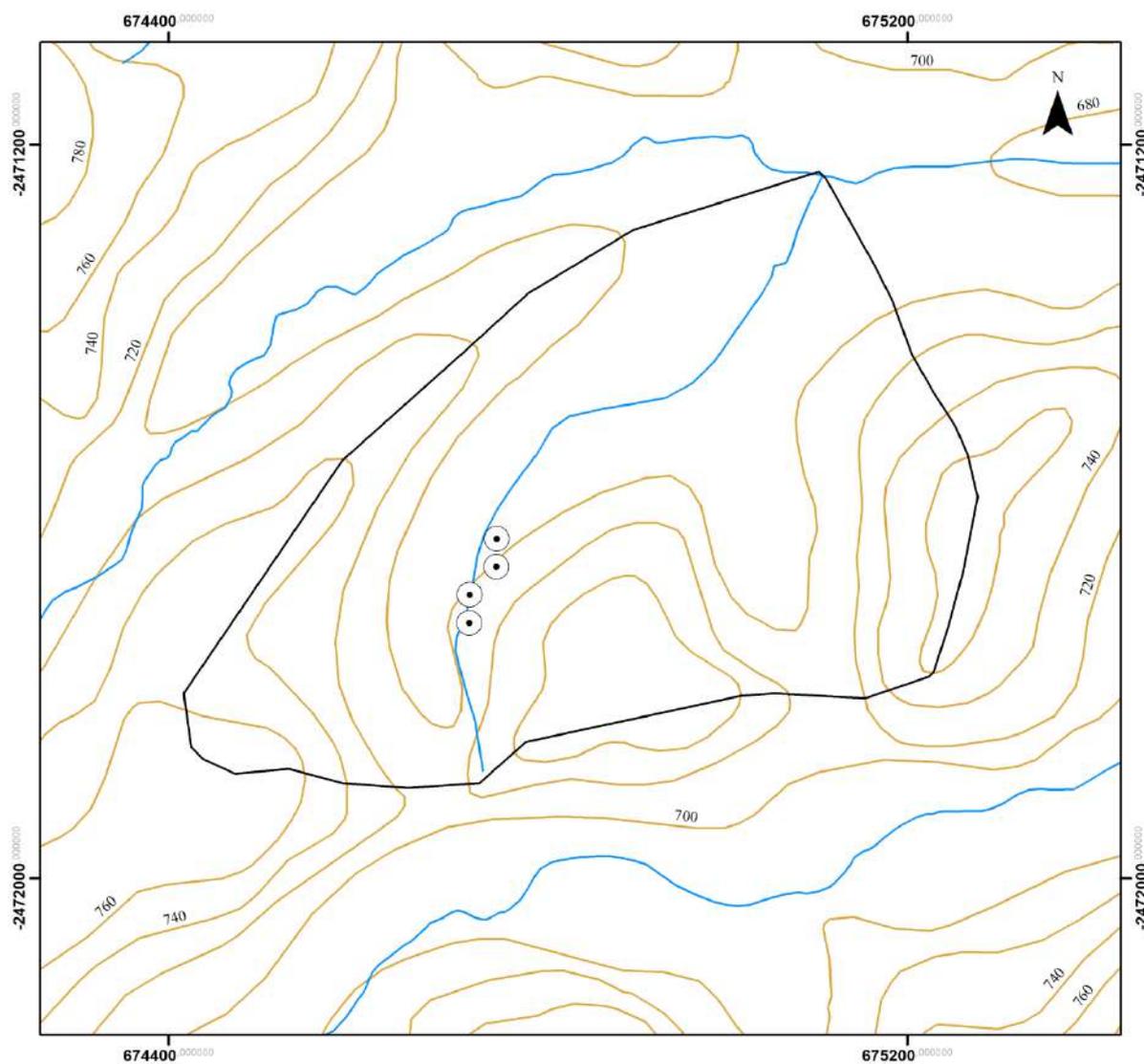


Legenda: (A) – Ponto N5 de exfiltração perene; (B) – Trilha de acesso à nascente N5; (C) – APP da nascente N5, usada para abastecimento da propriedade (Morfologia antropogênica). A mesma é protegida e com técnicas de encanamento de água e caixas de cimento; (D) – Solo encharcado desde a trilha de acesso no Campo fevereiro de 2017 (verão).

Fonte: A autora, 2017.

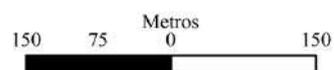
A nascente N6 e a Microbacia 6 estão representadas nas Figuras 42 e 43. A nascente possui morfologia de nascente com tipologia afloramento, no relevo de baixa vertente (a Figura 49 ilustra a declividade da microbacia de contribuição), tipo de exfiltração múltipla, demonstrada pelos pontos N6.1 (Lat. 22°20'33,5"S/Long. 43°18'12,5"W), N6.2 (Lat. 22°20'31,7"S/Long. 43°18'11,8"W), N6.3 (Lat. 22°20'32,2"S/Long. 43°18'12,5"W), N6.4 (Lat. 22°20'30,8"S/Long. 43°18'11,7"W), mobilidade móvel, afloramento rochoso existente e sazonalidade intermitente. Foi identificada no Campo em agosto de 2017, inverno, em condições de tempo seco, em altitude de 703 metros e com temperatura da água registrada em 18,2 °C. A Figura 43 ilustra melhor a nascente N6.

Figura 42 – Mapa de localização da Microbacia 6 (da nascente N6)



Escala

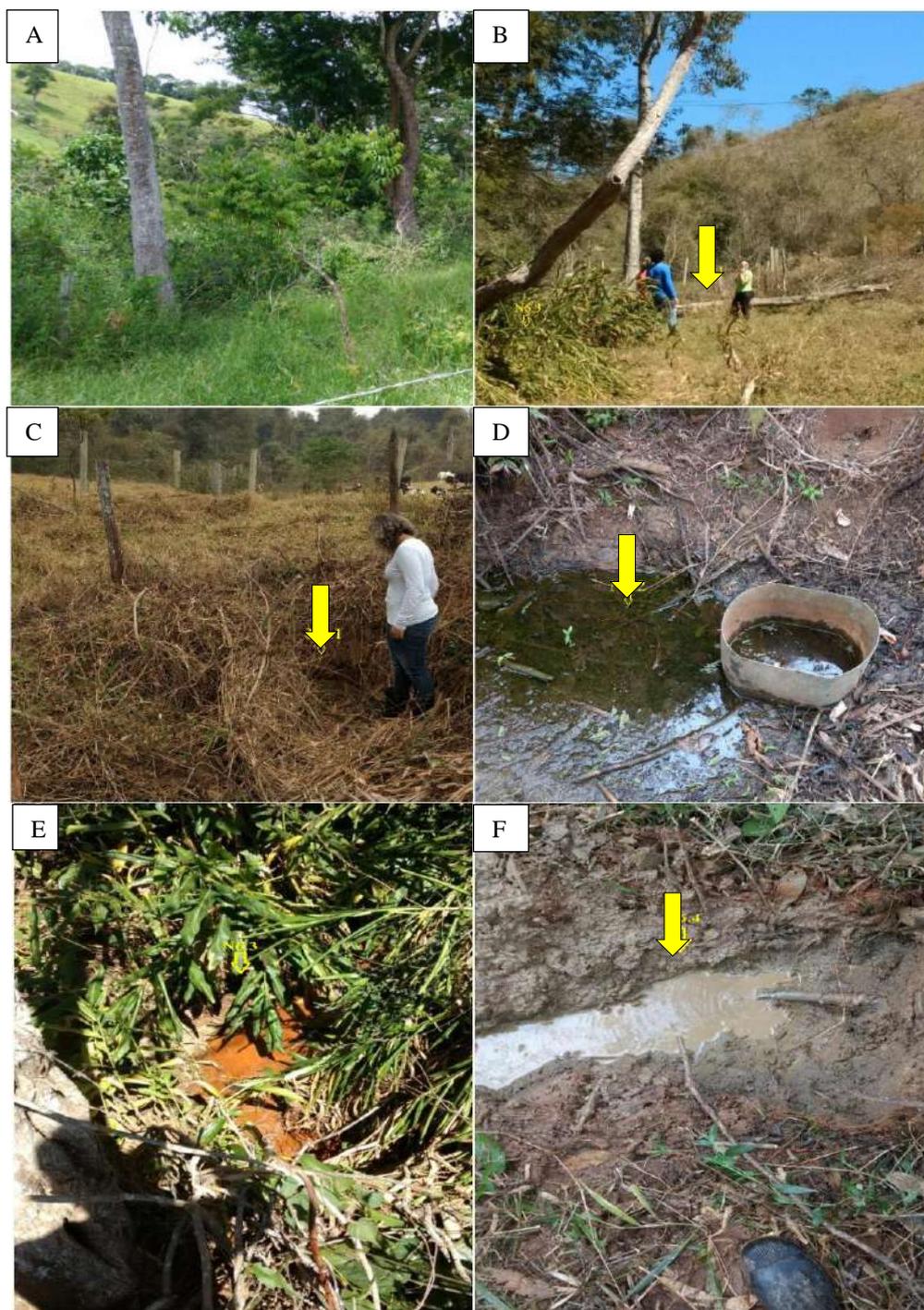
1:6.000



**Mapa de localização da Microbacia 6
(da nascente N6)**

Sistema de Projeção Cartográfica UTM 23S
 Datum SIRGAS 2000
 Fonte: Curvas de nível 1/ 25000 (INEA, 2015)
 Hidrografia (ANA, 2017)

Figura 43 – Fotografias da nascente N6 e do sistema hidrogeomorfológico



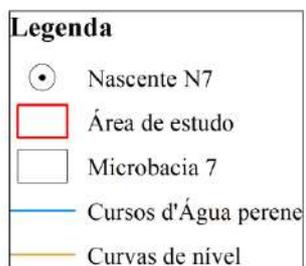
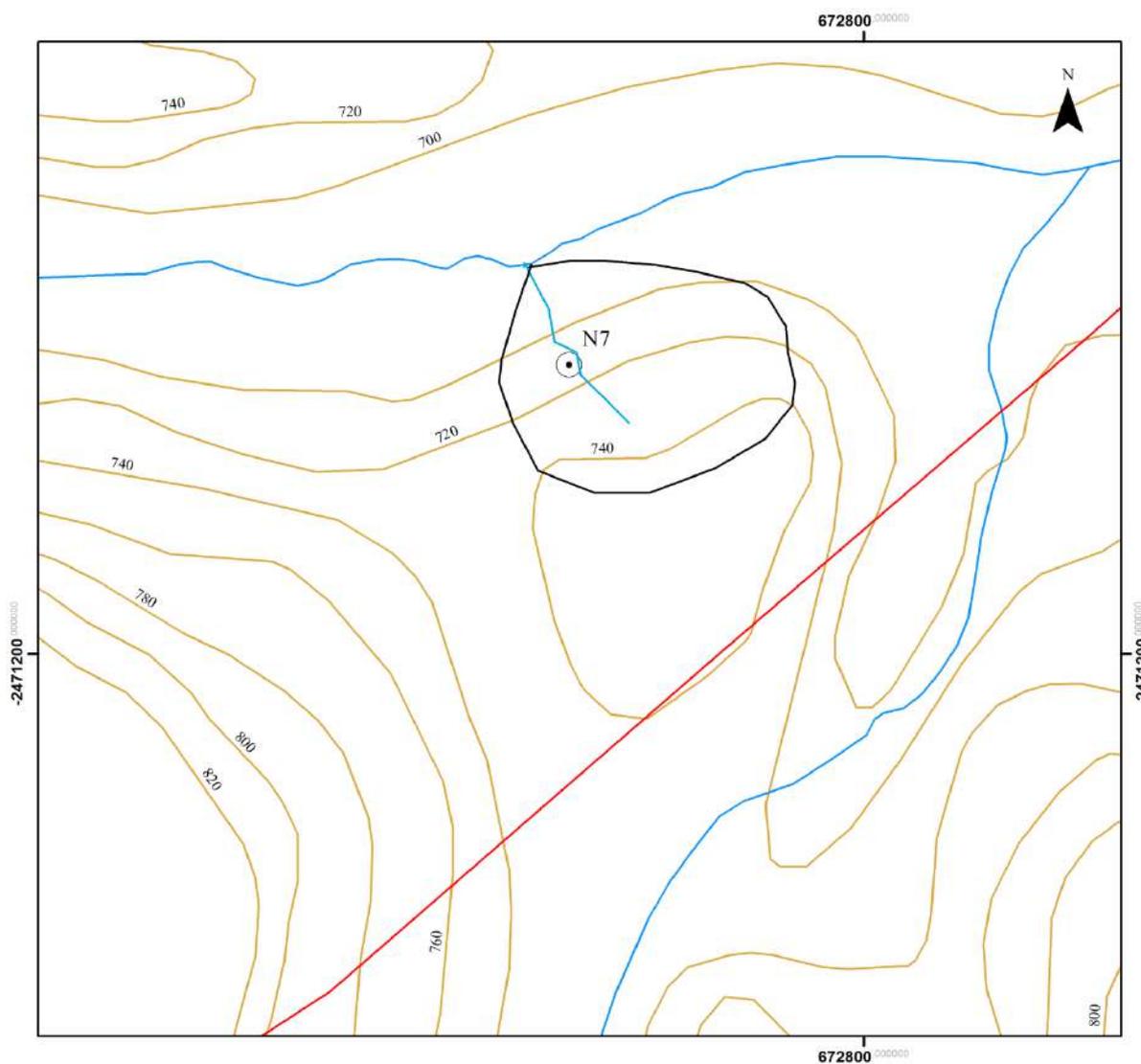
Legenda: (A) A cobertura da terra em outubro de 2015 na APP cercada por arame; (B) A APP desmatada no Campo agosto de 2017. Indicação em amarelo dos pontos de exfiltração N6.1 e N6.3; (C) Ponto de exfiltração N6.1 intermitente. Campo agosto de 2017; (D) Ponto de exfiltração N6.3 em agosto de 2017; (E) Ponto de exfiltração N6.3; (F) Ponto de exfiltração N6.4.

Fonte: A autora, 2017.

A nascente N7 e a Microbacia 7 estão representadas na Figura 44. A nascente foi identificada em campo (Lat. 22°20'10,5''S/Long. 43°19'26,8''W) com morfologia de nascente com tipologia talvegue, no relevo de média vertente em trecho côncavo da vertente, em uma

cicatriz de movimento de massa, tipo de exfiltração pontual, mobilidade móvel, afloramento rochoso inexistente e sazonalidade intermitente. Foi identificada no campo 2017.2 (inverno) em condições de tempo seco, em altitude de 707 metros e com temperatura da água registrada em 21,2 °C, às 16h30 do dia 02/08/2017. Forma canal apenas à jusante da exfiltração. A Figura 45 ilustra melhor a nascente N7.

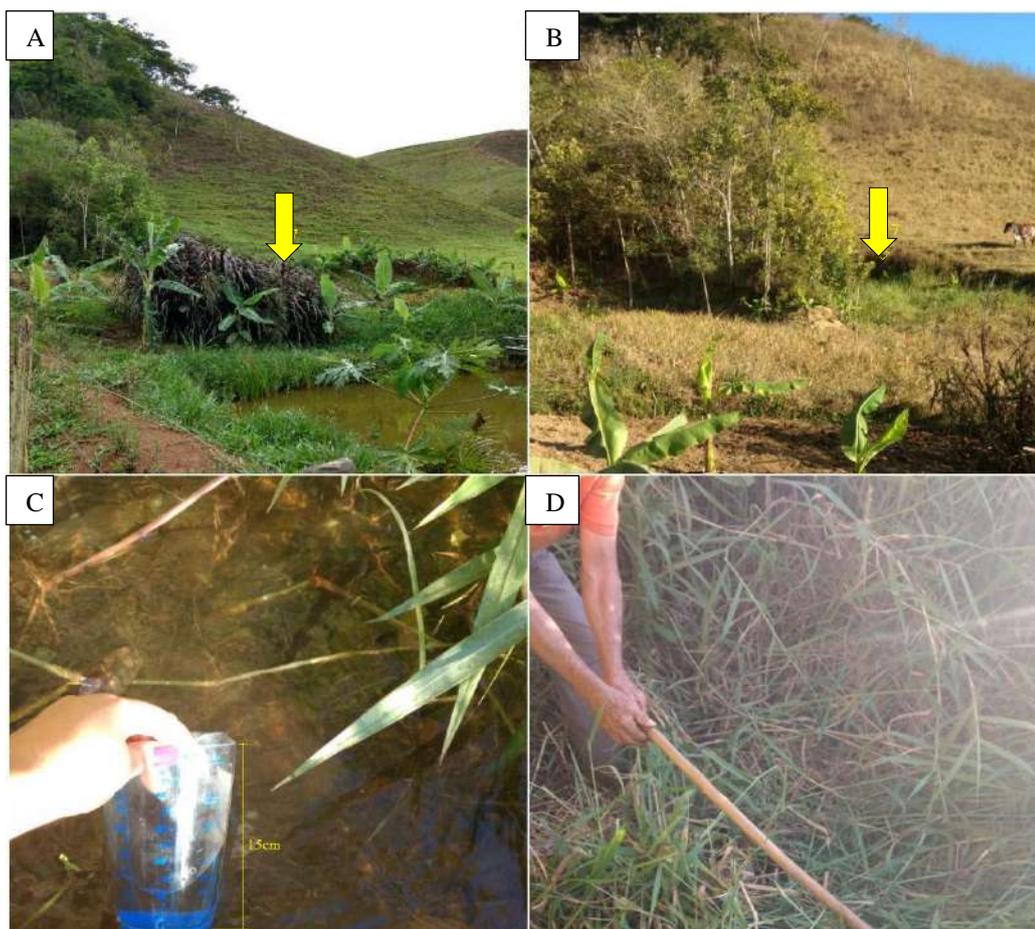
Figura 44 – Mapa de localização da Microbacia 7 (da nascente N7)



**Mapa de localização da Microbacia 7
(da nascente N7)**

Sistema de Projeção Cartográfica UTM 23S
Datum SIRGAS 2000
Fonte: Curvas de nível 1/ 25000 (INEA, 2015)
Hidrografia (ANA, 2017)

Figura 45 – Fotografias da nascente N7 e do sistema hidrogeomorfológico

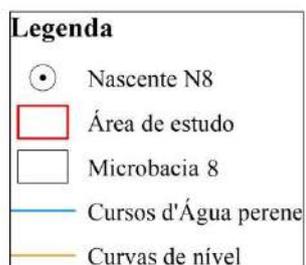
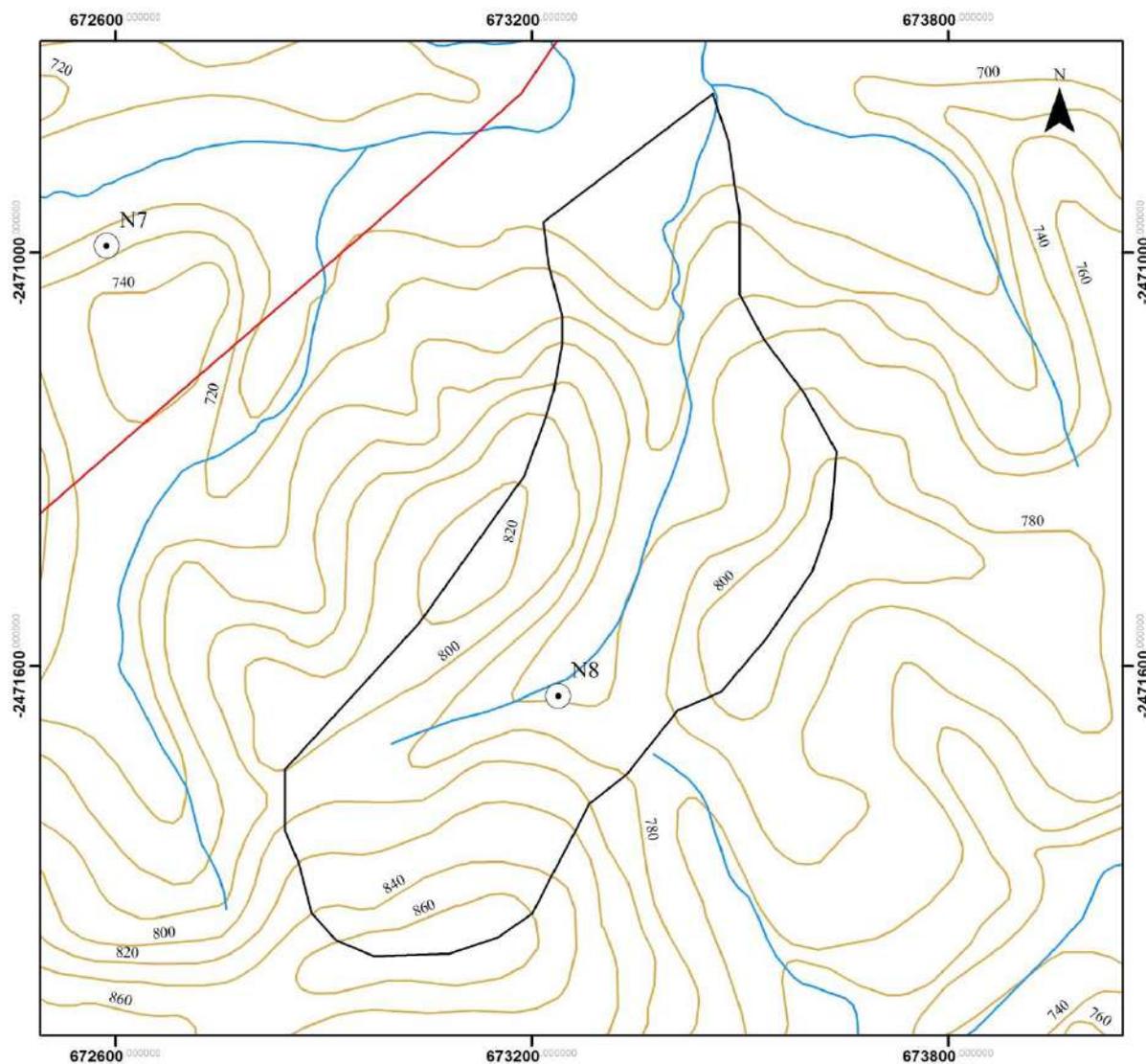


Legenda: (A) – Ponto de exfiltração da nascente N7 em agosto de 2017 e visualização da APP; (B) – Ponto de exfiltração da nascente N7 em fevereiro de 2017 e visualização da APP; (C) – Coleta da água da nascente N7. Copo transparente com medida de 15 centímetros, novembro de 2017; (D) – Cobertura da terra ao redor de 5 a 8 metros do ponto de exfiltração (na APP).

Fonte: A autora, 2017.

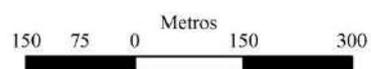
A nascente N8 e a Microbacia 8 estão representadas na Figura 46 e 47. A nascente foi identificada em campo (Lat. 22°20'30,5"S/Long. 43°19'04,0"W) com morfologia de nascente com tipologia antropogênica, no relevo de baixa vertente, tipo de exfiltração pontual, protegida e em uso pela propriedade para abastecimento, para irrigação e dessedentação de animais, mobilidade fixa, afloramento rochoso inexistente e sazonalidade perene. Foi identificada no Campo 2017.2 (inverno) em condições de tempo seco, em altitude de 755 metros e com temperatura da água registrada em 20,9 °C, às 15h36 do dia 02/08/2017. A Figura 47 ilustra melhor a nascente N8.

Figura 46 – Mapa de localização da Microbacia 8 (da nascente N8)



Escala

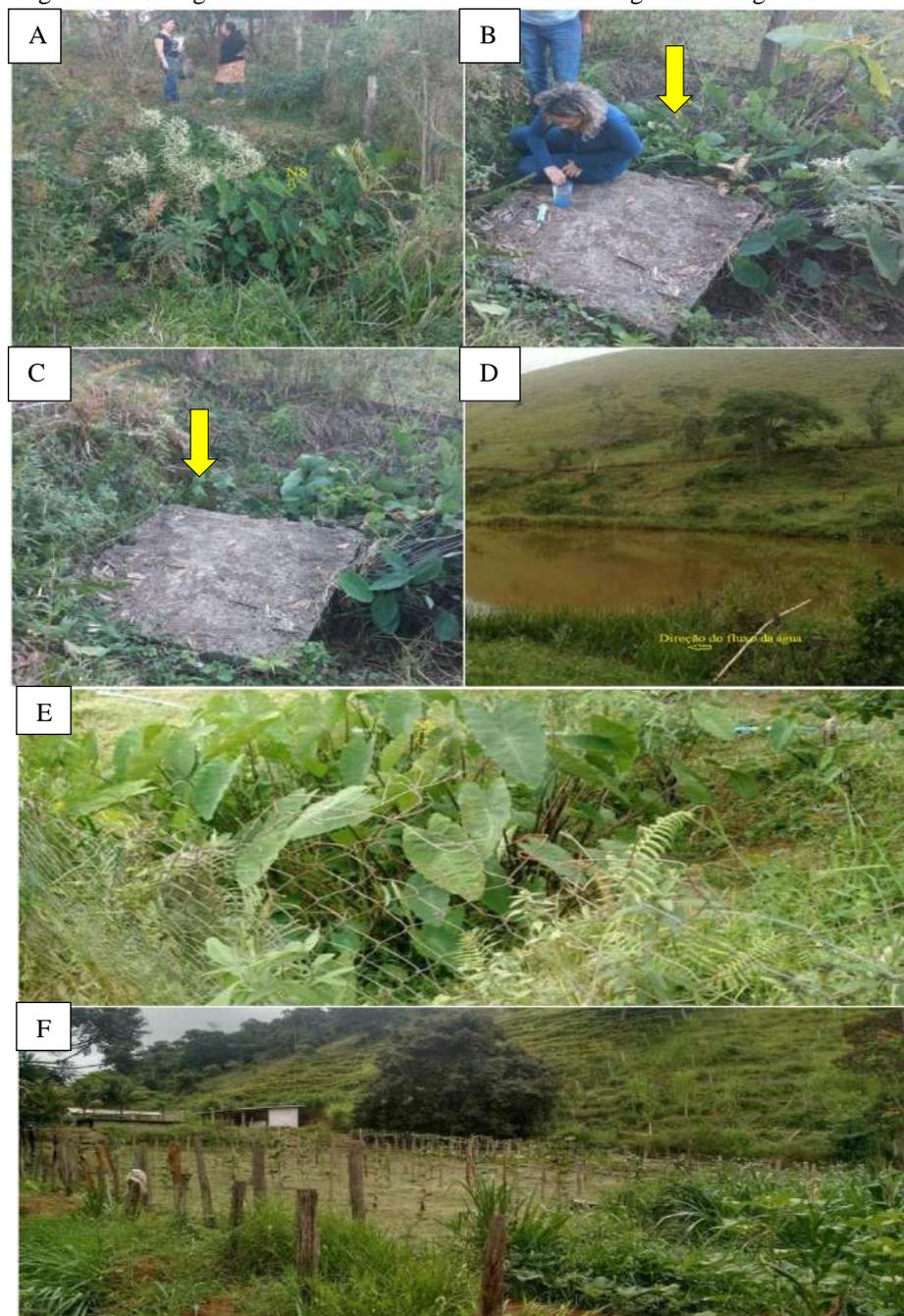
1:8.000



Mapa de localização da Microbacia 8
(da nascente N8)

Sistema de Projeção Cartográfica UTM 23S
Datum SIRGAS 2000
Fonte: Curvas de nível 1/25000 (INEA, 2015)
Hidrografia (ANA, 2017)

Figura 47 – Fotografias da nascente N8 e do sistema hidrogeomorfológico



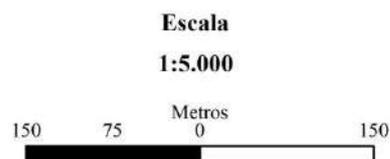
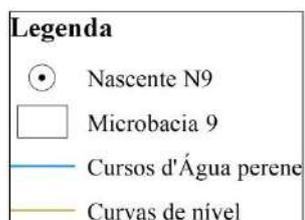
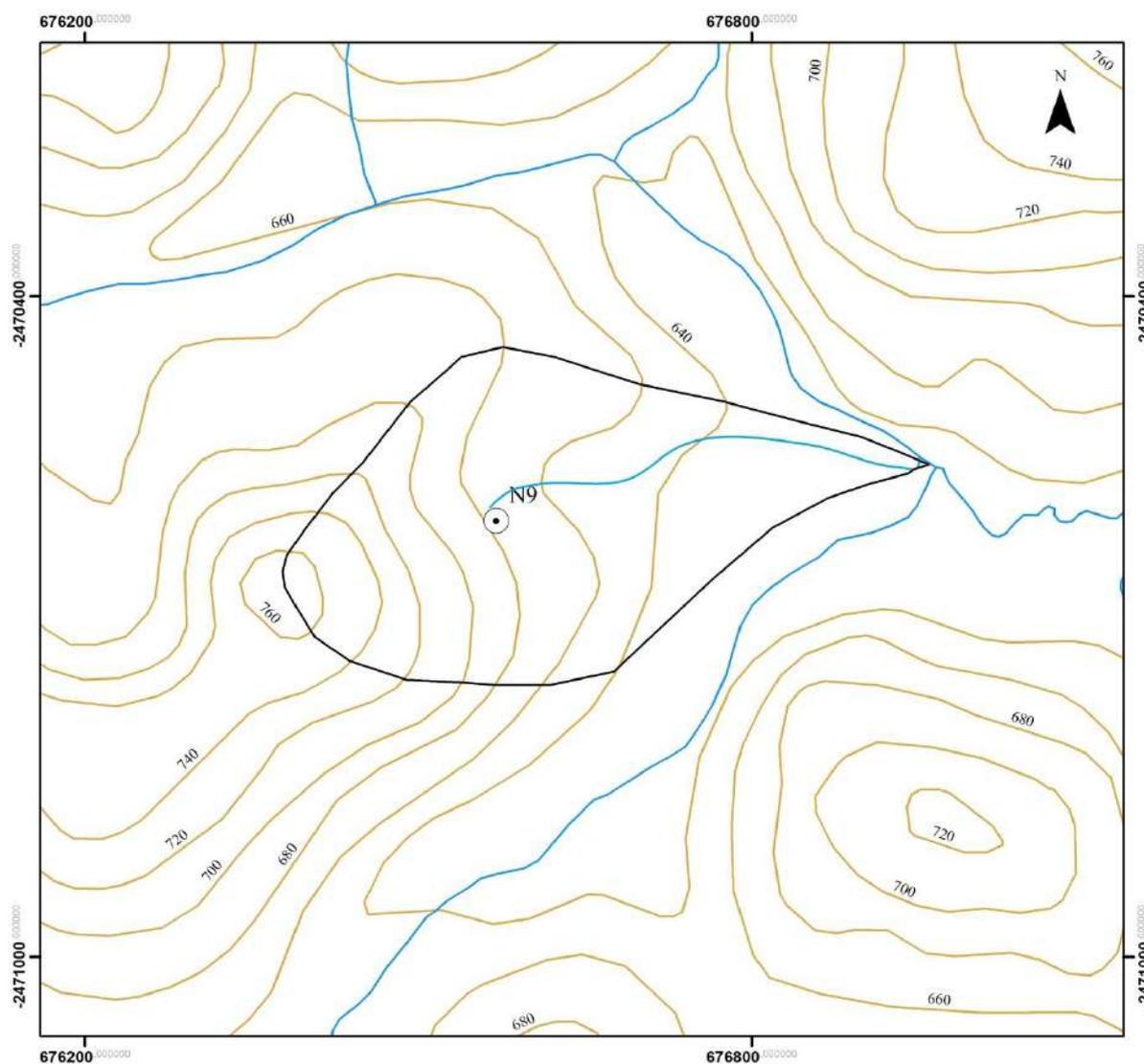
Legenda: (A) – Ponto de exfiltração da nascente N8 no Campo fevereiro de 2017 e visualização da APP; (B) – Coleta da água na nascente N8 protegida por estrutura de cimento. A tipologia da nascente cavidade; (C) – Estrutura de proteção de cimento; (D) – Lago à jusante do ponto de exfiltração; (E) – Vegetação hidrófila; (F) – Cultura de maracujá à montante da nascente N8.

Fonte: A autora, 2017.

A nascente N9 e a Microbacia 9 estão representadas na Figura 48. A nascente foi identificada em campo (Lat. 22°19'56"S/Long. 43°17'04,8W") com morfologia de nascente com tipologia cavidade, no relevo de média vertente, tipo de exfiltração pontual e em uso pela propriedade para abastecimento e na irrigação e dessedentação de animais, mobilidade fixa,

afloramento rochoso inexistente e sazonalidade perene. Foi identificada no Campo 2017.2 (inverno) em condições de tempo seco, em altitude de 651 metros e com temperatura da água registrada em 22,6 °C, às 13h12 do dia 02/08/2017. A Figura 49 ilustra melhor a nascente N9.

Figura 48 – Mapa de localização da Microbacia 9 (da nascente N9)



**Mapa de localização da Microbacia 9
(da nascente N9)**

Sistema de Projeção Cartográfica UTM 23S
Datum SIRGAS 2000
Fonte: Curvas de nível 1/ 25000 (INEA, 2015)
Hidrografia (ANA, 2017)

Figura 49 – Fotografias da nascente N9 e do sistema hidrogeomorfológico



Legenda: (A) – Visualização da APP e a cobertura da terra; (B) – Coleta da água da nascente e mensuração da vazão no Campo fevereiro de 2017; (C) – Uso da APP da nascente e o grau de perturbação, cobertura da terra “solo exposto” no Campo fevereiro de 2017; (D) – Nascente N9, tipo de exfiltração pontual, mobilidade fixa e na média vertente; (E) – Nascente N9 e o acúmulo de sedimentos e ausência de vazão no Campo novembro de 2017.

Fonte: A autora, 2017.

A morfologia das nascentes também foi averiguada nas campanhas de campo em período seco e úmido do ano hidrológico 2017/2018. O Quadro 19 apresenta a relação nascente e morfologia afloramento, talvegue, cavidade, concavidade, duto e antropogênicas nos campos fevereiro (verão), maio (outono), agosto (inverno) e novembro (primavera) de 2017.

Quadro 19 – Síntese da Morfologia das nascentes em fevereiro, em maio, em agosto e em novembro de 2017 na Microbacia do Rio Fagundes

Identificação da nascente	Morfologia das nascentes						
	Concavidade	Duto	Afloramento	Talvegue	Olho	Cavidade	Antropogênica
N1	-	x	-	-	-	-	-
N2	-	x	-	-	-	-	-
N3	-	x	-	-	-	-	-
N4	-	-	-	-	-	-	x
N5	-	-	-	-	-	-	x
N6	-	x	-	-	-	-	-
N7	-	-	-	x	-	-	-
N8	-	-	-	-	-	-	x
N9	x	-	-	-	-	x	-
Total	1	4	0	1	0	1	2

Fonte: A autora, 2019.

O Quadro 20 resume os resultados averiguados no verão e no inverno. Das nascentes estudadas no verão, duas eram pontuais, N8 e N9, seis eram múltiplas, N1, N2, N3, N4, N5 e N6, e uma difusa, N7. Das nascentes estudadas no inverno, três eram pontuais, N4, N8 e N9, quatro múltiplas, N1, N2, N3 e N6 e duas difusas, N5 e N7.

Quadro 20 – Nascentes estudadas e tipos de exfiltração em fevereiro, em maio, em agosto e em novembro de 2017 na Microbacia do Rio Fagundes

MBRF			
Identificação da nascente	Tipo de exfiltração		
	Pontual	Múltipla	Difusa
N1	-	x	-
N2	-	x	-
N3	x	-	-
N4	x	-	-
N5	x	-	-
N6	-	x	-
N7	x	-	-
N8	x	-	-
N9	x	-	-
Total	6	3	0

Fonte: A autora, 2019.

Quanto à sazonalidade, o Quadro 21 mostra as condições apresentadas pelas nascentes estudadas em fevereiro (verão), em maio (outono), em agosto (inverno) e em novembro (primavera) de 2017. As nascentes foram classificadas em perenes ou intermitentes. No verão, as nascentes de N1 – N9 foram classificadas como perenes. Já no inverno, foram apenas a N2, N3, N4, N6, N8 e N9. As nascentes N1, N3, N5, N6 e N7 foram consideradas intermitentes por presença/ausência de exfiltração. Durante a Fase III – Laboratório, coleta da água em novembro de 2017, em fevereiro, em maio e em agosto de 2018, as condições quanto à perenidade foram reafirmadas.

Quadro 21 – Identificação das nascentes estudadas com sazonalidade perene em fevereiro de 2017 e 2018, em maio de 2017 e 2018, em agosto de 2017 e 2018 e em novembro de 2017, durante a segunda coleta na Fase III – Laboratório na MBRF

MBRF	
Identificação da nascente	Sazonalidade Perene
N1	x
N2	x
N3	x
N4	x
N5	x
N6	x
N7	x
N8	x
N9	-
Total	7

Fonte: A autora, 2019.

4.2 A mobilidade das nascentes estudadas

Quanto à mobilidade, as nascentes foram avaliadas de acordo com a metodologia, se eram fixas ou móveis, no verão, no outono, no inverno e na primavera (FELIPPE, 2013; 2016; FELIPPE e MAGALHÃES JR., 2013; VALENTE; GOMES, 2015), como pode ser visto no Quadro 22. Este que resume a relação das nascentes estudadas e a mobilidade das mesmas durante o ano hidrológico. Cinco nascentes eram móveis e quatro eram fixas no

verão. No inverno, quatro eram móveis e cinco eram fixas, como também, as principais características das nascentes estudadas: altitude, morfologia de exfiltração, sazonalidade e mobilidade.

Quadro 22 – Resumo das principais características das nascentes estudadas

Identificação da nascente	Altitude (metros)	Morfologia	Sazonalidade	Mobilidade
N1	680	Duto	Perene	Fixa
N2	737	Duto	Perene	Fixa
N3	555	Duto	Perene	Fixa
N4	620	Antropogênica	Perene	Fixa
N5	625	Antropogênica	Perene	Móvel
N6	703	Duto	Perene	Fixa
N7	707	Talvegue	Perene	Móvel
N8	755	Antropogênica	Perene	Fixa
N9	651	Concavidade	Intermitente	Fixa

Fonte: A autora, 2019.

4.3 A característica hidrológica

Para a caracterização hidrológica, a Tabela 7 apresenta a vazão no ano hidrológico 2017/2018 das nascentes estudadas durante a Fase II e Fase III, em agosto e novembro de 2017 e em fevereiro, maio e agosto de 2018.

Tabela 7 – Vazão das nascentes estudadas durante a Fase II – Campo e durante o ano hidrológico 2017/2018

Identificação das nascentes	Vazão (L/s) em agosto (inverno) de 2017	Vazão (L/s) em novembro (primavera) de 2017	Vazão (L/s) em fevereiro (verão) de 2018	Vazão (L/s) em maio (outono) de 2018	Vazão (L/s) em agosto (inverno) de 2018
N1.1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
N1.2	-	-	-	-	-
N1.3	0,001	0,028	0,001	0,001	0,001
N1.4	-	0,001	0,001	-	-
N2.1	0,040	0,072	0,092	0,049	0,074
N2.2	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
N3	0,003	0,005	0,033	0,001	0,001
N4	0,039	0,021	0,013	0,001	0,001
N5	0,001	0,001	0,001	0,007	0,001
N6.1	-	-	-	-	-
N6.2	0,001	0,001	0,001	-	-
N6.3	0,001	-	-	-	-
N6.4	0,028	0,028	0,024	0,001	0,001
N7	0,053	0,062	0,070	0,001	0,024
N8	0,053	0,001	0,001	0,001	0,001
N9	0,062	-	-	-	-

Fonte: A autora, 2019.

De acordo com a Tabela 7, a nascente N1 apresenta quatro pontos de exfiltração, N1.1, N1.2, N1.3, N1.4. Durante o ano hidrológico, o ponto N1.1 registrou uma vazão mínima ($Q = 0,001 \text{ L/s}$). O ponto N1.2 apresentava morfologia de exfiltração, mas não foi registrada água no período. N1.3 apresentou perenidade, com vazão mínima registrada em agosto de 2017, em fevereiro, em maio e em agosto de 2018. No quarto ponto, o N1.4, no primeiro campo, em agosto de 2017, não houve registro de vazão. Nas campanhas novembro de 2017 e em fevereiro de 2018, apresentou registro mínimo, de $0,001 \text{ L/s}$.

A nascente N2 apresenta dois pontos de exfiltração: N2.1 e N2.2. O primeiro ponto de exfiltração apresentou perenidade e vazão durante as cinco campanhas de campo, com o maior registro em fevereiro de 2018, $0,092 \text{ L/s}$ e o menor em agosto de 2017.

A nascente N3 apresentou exfiltração, ou seja, uma perenidade em todas as campanhas de campo durante a Fase II e a Fase III. O maior registro de vazão ocorreu em fevereiro de 2018, no verão. E os menores registros (0,001 L/s) foram em maio e agosto de 2018.

A N4 também apresentou exfiltração, com sazonalidade perene, em todas as campanhas de campo. A maior vazão foi em agosto de 2017, 0,039 L/s. E as menores em maio e agosto de 2018 (0,001L/s), portanto, nas duas últimas campanhas do ano hidrológico.

A N5 apresentou exfiltração com sazonalidade perene em todas as campanhas de campo, vazão mínima nas campanhas de agosto e novembro de 2017 e nas campanhas de fevereiro de 2018 e agosto de 2018. Em maio de 2018, a vazão registrada no período foi de 0,007 L/s.

Apenas um ponto (N6.4) entre os quatro pontos (N6.1, N6.2, N6.3 e N6.4) da nascente N6 apresentou exfiltração com sazonalidade perene em todas as campanhas de campo. O primeiro ponto (N6.1) apresenta a morfologia, mas não há exfiltração. O ponto 6.2 só apresentou exfiltração nas três primeiras campanhas; não sendo possível calcular, apresentou vazão mínima (0,001L/s). O ponto N6.3 só apresentou vazão na primeira campanha (agosto de 2017), e também não foi possível calcular, considerando-se vazão mínima (0,001L/s). O ponto N6.4 também apresentou exfiltração com sazonalidade perene em todas as campanhas de campo, no entanto, a vazão, que era constante nas três primeiras campanhas (em torno de 0,028 L/s), diminuiu nas duas últimas campanhas, em maio (outono) e agosto (inverno) de 2018. Esta última apresentou vazão mínima de 0,001 L/s, menor que a vazão do mesmo período de 2017, 0,028 L/s.

Nas três primeiras campanhas de campo, a nascente N7 apresentava exfiltração com vazão de 0,053 L/s em agosto de 2017; 0,062 L/s em novembro de 2017 e 0,070 L/s em fevereiro de 2017. Nas duas últimas campanhas, maio e agosto de 2018, não foi possível mensurar a vazão da nascente N7 de acordo com a metodologia proposta. A vazão era a mínima registrada, 0,001 L/s.

Só foi possível calcular a vazão da nascente N8 de acordo com a metodologia proposta em agosto de 2017. Nas demais campanhas, a mesma apresentou vazão mínima de 0,001 L/s.

A nascente N9 possuía, na primeira campanha de campo com mensuração da água das nascentes, vazão de 0,062 L/s. Nas campanhas que se seguiram, a mesma não possuía água exfiltrada. E a concavidade estava coberta por sedimentos e sem cobertura vegetal.

4.4 As Áreas de Preservação Permanente de nascentes estudadas: propostas prevista (50 metros) e ideal

A partir da caracterização das nascentes e das campanhas de campo, as APPs de nascentes estudadas são representadas a partir de mapeamento que consideram dois critérios: o critério “previsto” na Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012) que contempla a proteção dos 50 metros de raio da nascente e, o critério “ideal” que contempla as microbacias de contribuição das nascentes, previstas na Resolução CONAMA (2002).

Como critério “previsto” foram consideradas as implicações da Lei 12.651/2012 quanto às APPs das 9 nascentes estudadas. A legislação não observa as características físicas, ambientais e a diversidade das nascentes condizente com o Brasil e variabilidade de suas características fisográficas a partir do seu comportamento condicionado pelo clima, pelo relevo regional, aquíferos e sociedade (variáveis externas).

O critério chamado ideal se refere ao que considera-se relevante à proteção e recuperação das nascentes, o que inclui a proteção da cobertura florestal das microbacias de contribuição, inclusive as nascentes intermitentes. A proteção das microbacias de contribuição favorece a abordagem das nascentes como hidrossistemas, tendo em vista, que todos os seus elementos em seu entorno são passíveis de proteção sob a forma de APP, papel ambiental para proteção e “preservação dos 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” (BRASIL, 2012).

Para ambos os critérios foi concebido o Quadro 23, síntese das implicações da Lei 12.651/2012, nas nascentes estudadas e as respectivas propostas “prevista” e “ideal”. A princípio, foram mapeadas todas nascentes estudadas (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8 e N9) a partir dos dois critérios. Todas receberam recursos do programa para o subprojeto para proteção. Portanto, consideram todas nascentes.

Quadro 23 – Síntese das implicações da Lei 12.651/2012 quanto às APPs das nascentes estudadas e as respectivas propostas “prevista” e “ideal” (continua)

Identificação da nascente	Características	Implicação na Lei 12.651/2012	Proposta prevista	Proposta ideal
N1	Morfologia duto, tipo de exfiltração múltipla, mobilidade fixa em canal erosivo e sazonalidade perene	Nascentes com exfiltração móvel e múltipla não são consideradas na legislação e tem-se dificuldade de definir o ponto de partida do <i>buffer</i> .	Proteção mínima dos 50 metros de raio a contar da linha que demarca a trajetória da nascente considerando o inverno e o verão	Proteção da microbacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio, a contar do ponto mais à jusante identificado
N2	Morfologia duto, tipo de exfiltração múltipla, mobilidade fixa em canal erosivo e sazonalidade perene	Nascentes com exfiltração móvel e múltipla não são consideradas na legislação e tem-se dificuldade de definir o ponto de partida do <i>buffer</i>	Proteção mínima dos 50 metros de raio a contar da linha que demarca a trajetória da nascente considerando o inverno e o verão	Proteção da bacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio, a contar do ponto mais à jusante identificado
N3	Morfologia duto, tipo de exfiltração pontual, mobilidade fixa e sazonalidade perene	Nascentes semelhantes representam o padrão idealizado tanto pela legislação quanto pelo próprio senso comum	Proteção mínima dos 50 metros de raio ao redor da nascente	Proteção da bacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio a partir da área máxima de exfiltração
N4	Morfologia antropogênica, exfiltração pontual, mobilidade fixa e sazonalidade perene	Nascentes semelhantes são contempladas pelo caráter simplista e generalista na legislação. São consideradas por serem perenes	Proteção dos 50 metros de raio ao redor da nascente	Proteção da bacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio

Quadro 23 – Síntese das implicações da Lei 12.651/2012 quanto às APPs das nascentes estudadas e as respectivas propostas “prevista” e “ideal” (continua)

N5	Morfologia antropogênica, exfiltração pontual, apresenta mobilidade em canal erosivo e sazonalidade perene	Nascentes com exfiltração móvel não são consideradas na legislação e tem-se dificuldade de definir o ponto de partida do <i>buffer</i> . São contempladas de modo simplista e generalista e consideradas apenas por serem perenes	Proteção mínima dos 50 metros de raio a contar da linha que demarca a trajetória da nascente considerando o inverno e o verão	Proteção da bacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio, a contar do ponto mais à jusante identificado
N6	Morfologia duto, tipo de exfiltração múltipla, mobilidade fixa em canal erosivo e sazonalidade perene	Nascentes com exfiltração móvel e múltipla não são consideradas na legislação e tem-se dificuldade de definir o ponto de partida do <i>buffer</i> .	Proteção mínima dos 50 metros de raio a contar da linha que demarca a trajetória da nascente considerando o inverno e o verão	Proteção da microbacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio, a contar do ponto mais à jusante identificado
N7	Morfologia talvegue, exfiltração pontual, apresenta mobilidade em canal erosivo e sazonalidade perene	Nascentes semelhantes representam o padrão idealizado tanto pela legislação quanto pelo próprio senso comum	Proteção mínima dos 50 metros de raio ao redor da nascente	Proteção da microbacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio, a contar do ponto mais à jusante identificado

Quadro 23 – Síntese das implicações da Lei 12.651/2012 quanto às APPs das nascentes estudadas e as respectivas propostas “prevista” e “ideal” (conclusão)

N8	Morfologia antropogênica, exfiltração pontual, mobilidade fixa e sazonalidade perene	Nascentes semelhantes são contempladas pelo caráter simplista e generalista na legislação. São consideradas por serem perenes	Proteção mínima dos 50 metros de raio ao redor da nascente	Proteção da microbacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio
N9	Morfologia concavidade, exfiltração pontual, mobilidade fixa, afloramento rochoso existente e sazonalidade intermitente	Nascentes como essa são consideradas “olhos d’água” e não possuem APP segundo o texto legal	Proteção mínima dos 50 metros de raio ao redor da nascente, conforme decisão do STF ⁴ .	Proteção da microbacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio

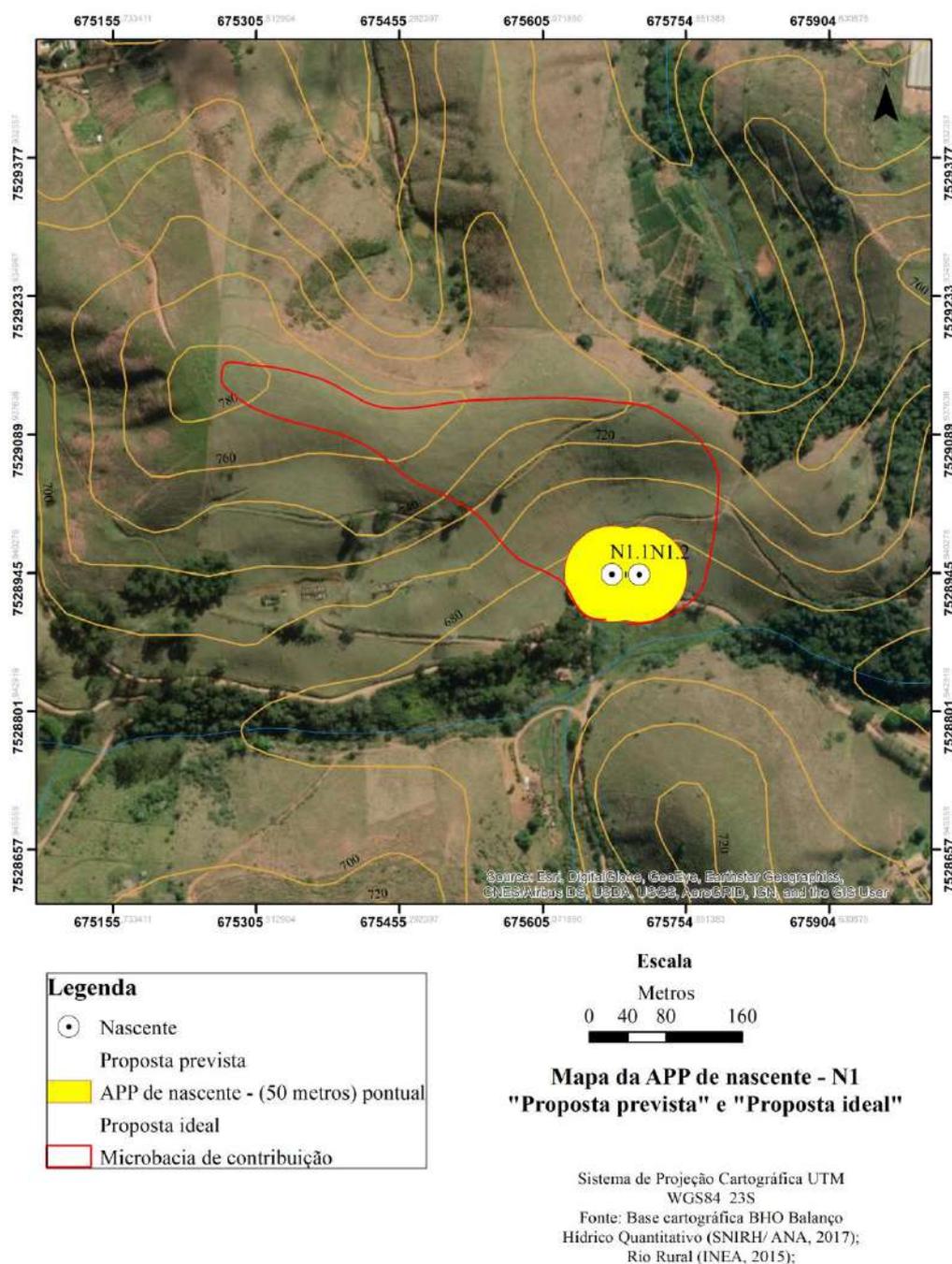
Fonte: BRASIL, 2012; CONAMA (2002) e Adaptado de CARMO *et al.*, 2014.

A nascente N1 (Figura 50) apresenta sazonalidade perene e mobilidade fixa, portanto, o *buffer* gerado que representa a APP da nascente N1 (pontos N1.1 e N1.2), como visto na Figura 60, com cobertura “Não Floresta”, extrapola a proposta prevista pela legislação para ilustrar a proteção de 50 metros dos pontos de exfiltração desta nascente.

Enfatiza-se que é previsto na legislação federal somente a proteção das nascentes que apresentam sazonalidade perene e mobilidade fixa. Não são identificados nos textos legais o comportamento migratório ao longo do ano hidrológico, como é o exemplo na nascente N1. Os 50 metros são irrelevantes tendo em vista a oscilação do nível freático e do reposicionamento dos pontos de exfiltração da nascente durante os períodos seco e úmido. Contudo, considera-se a proposta prevista com um *buffer* de 50 metros no ponto de exfiltração mais a montante e no ponto mais a jusante. A proteção dos pontos isolados não é ideal. Desta forma, a proposta ideal é a proteção da microbacia de contribuição considerando o *buffer* delimitado mais a jusante (Figura 50).

⁴ Decisão do Supremo Tribunal Federal – STF, em 26 de fevereiro de 2018.

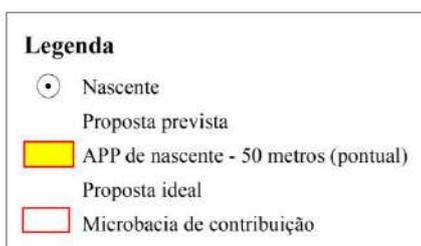
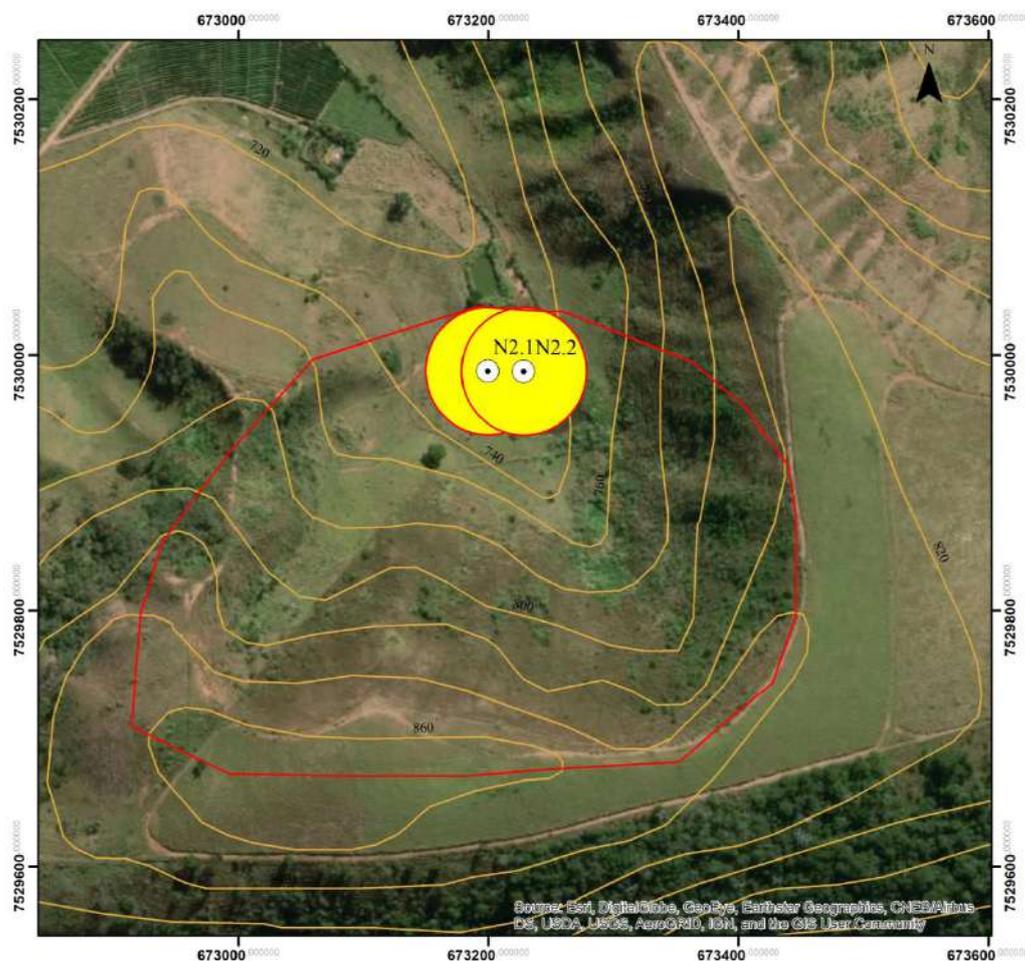
Figura 50 – Representação gráfica da localização da nascente N1 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP



A nascente N2 (Figura 51) apresenta sazonalidade perene, mobilidade fixa em dois pontos, portanto, o *buffer* gerado que representa a APP da nascente N2 (pontos N2.1 e N2.2). Como é visto na Figura 51, o mapeamento extrapola a proposta prevista pela legislação para ilustrar a proteção de 50 metros dos dois pontos de exfiltração desta nascente. Representa-se a APP da nascente desta nascente no *buffer* de 50 metros com cobertura da terra parcial de

“Floresta”. A representação da proposta ideal e relevante é a proteção da microbacia de contribuição somada ao raio de 50 metros.

Figura 51 – Representação gráfica da localização da nascente N2 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP



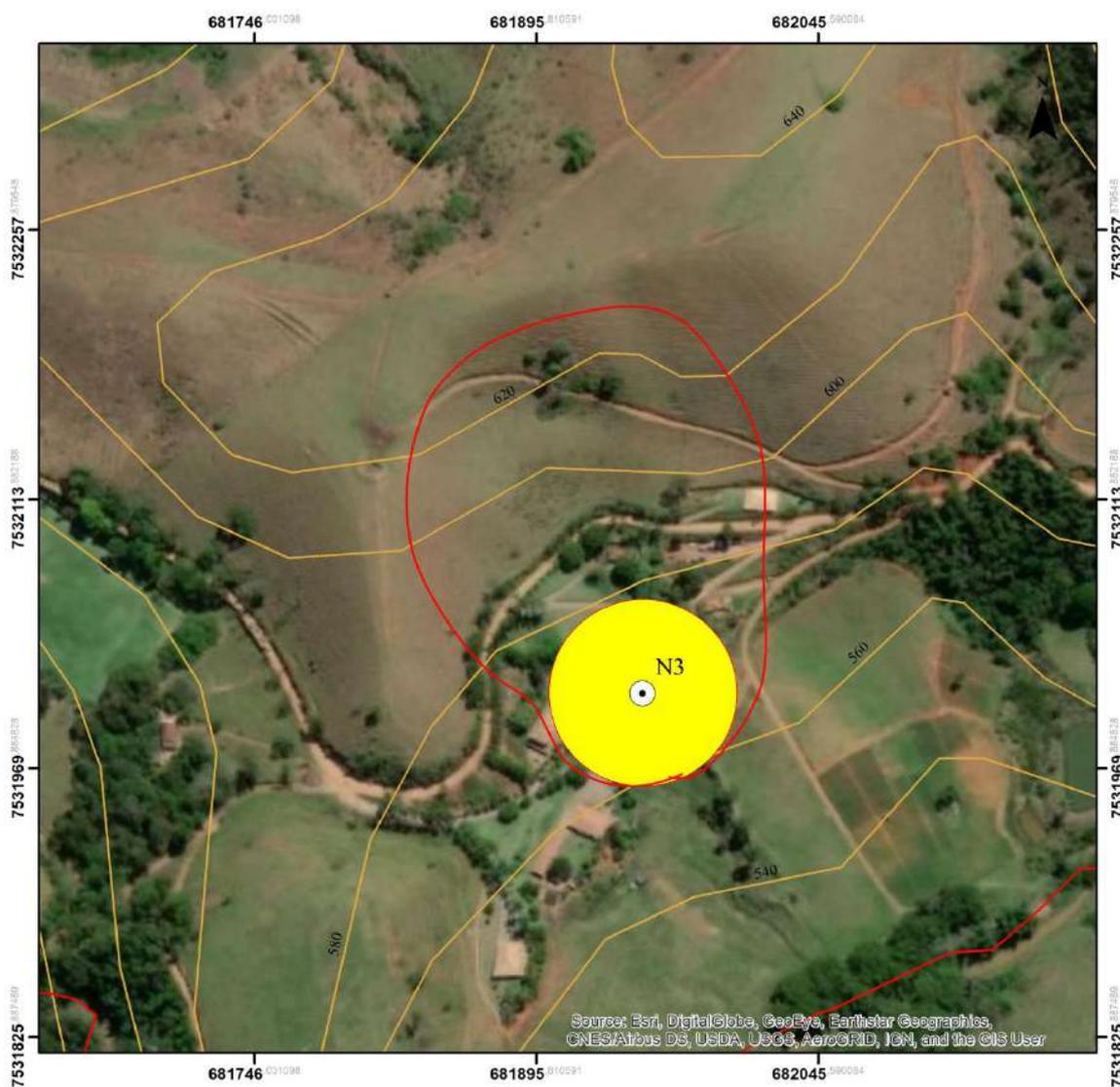
Mapa da APP de nascente - N2 "Proposta prevista" e "Proposta ideal"

Sistema de Projeção Cartográfica UTM
WGS 84 23 S
Fonte: Base cartográfica BHO Balanço Hídrico
Quantitativo (SNIRH/ ANA, 2017);
Rio Rural (INEA, 2015)

A nascente N3 (Figura 52) possui sazonalidade perene e a mobilidade móvel durante o ano hidrológico e é a nascente prevista no texto legal, que enquadra todas as nascentes

previstas a partir destas características. É representada a APP da nascente N3 no raio de 50 metros como a proposta prevista. Possui cobertura da terra “não floresta”. O uso do solo, validado em campo, agricultura. A proteção da microbacia de contribuição é a proposta ideal a partir do *buffer* de 50 metros.

Figura 52 – Representação gráfica da localização da nascente N3 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP



Legenda	
	Nascente
	Proposta prevista
	APP de nascente - (50 metros) pontual
	Proposta ideal
	Microbacia de contribuição

Escala
Metros
0 25 50 100

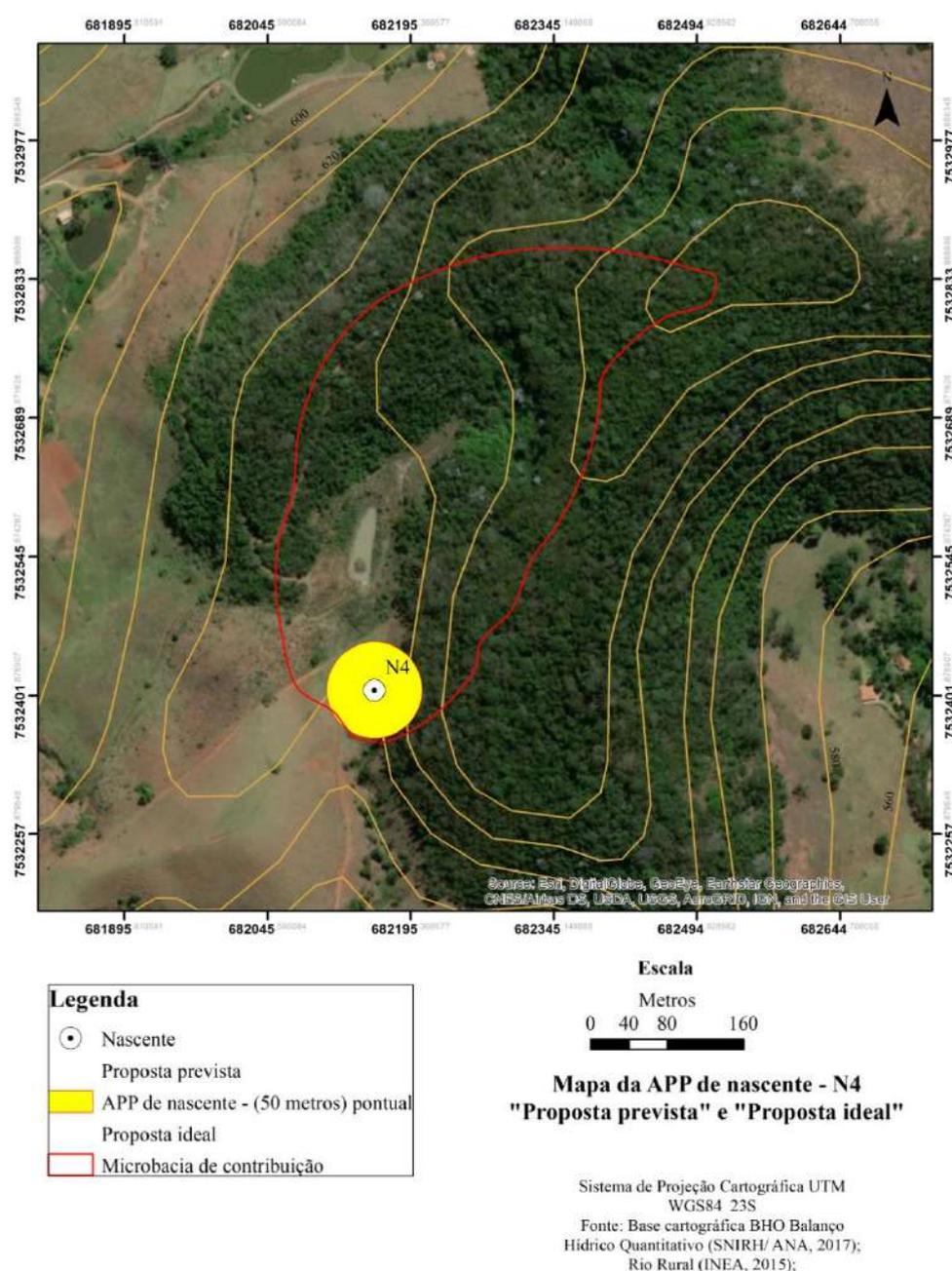
Mapa da APP de nascente - N3
"Proposta prevista" e "Proposta ideal"

Sistema de Projeção Cartográfica UTM
WGS84 23S
Fonte: Base cartográfica BHO Balanço
Hídrico Quantitativo (SNIRH/ ANA, 2017);
Rio Rural (INEA, 2015);

A nascente N4 (Figura 53) possui sazonalidade é perene e a mobilidade fixa, mas a morfologia é antropogênica. O texto legal não prevê a proteção de nascentes semelhantes. De modo simplista, a proposta prevista é o mapeamento convencional tendo em vista que a mesma possui perenidade, de modo a proteger os 50 metros de raio. A proposta ideal considera, portanto, a proteção da microbacia de contribuição quando acrescida ao *buffer*.

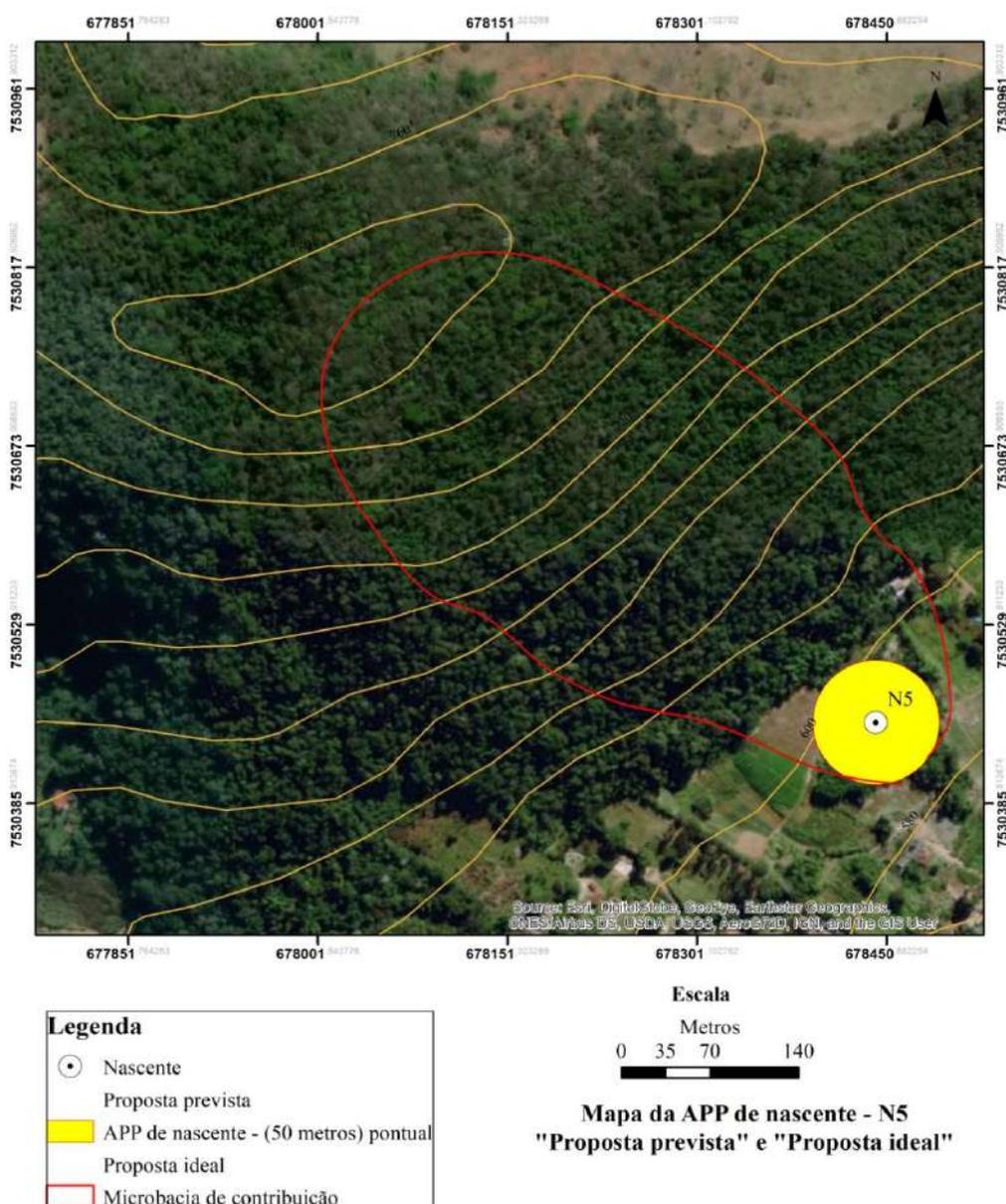
É uma das duas nascentes estudadas em que o proprietário utiliza a técnica de cercamento e isolamento da área para regeneração natural da APP.

Figura 53 – Representação gráfica da localização da nascente N4 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP



A nascente N5 (Figura 54) possui uma sazonalidade perene e mobilidade móvel representada a APP da nascente N5 no raio de 50 metros, com cobertura da terra “Floresta”, ou melhor, em um fragmento de floresta, validado o mapeamento durante as campanhas de campo. A nascente N5 é a única nascente entre as estudadas em que a área é isolada por opção do proprietário Flaviano, que mantém a regeneração natural da APP.

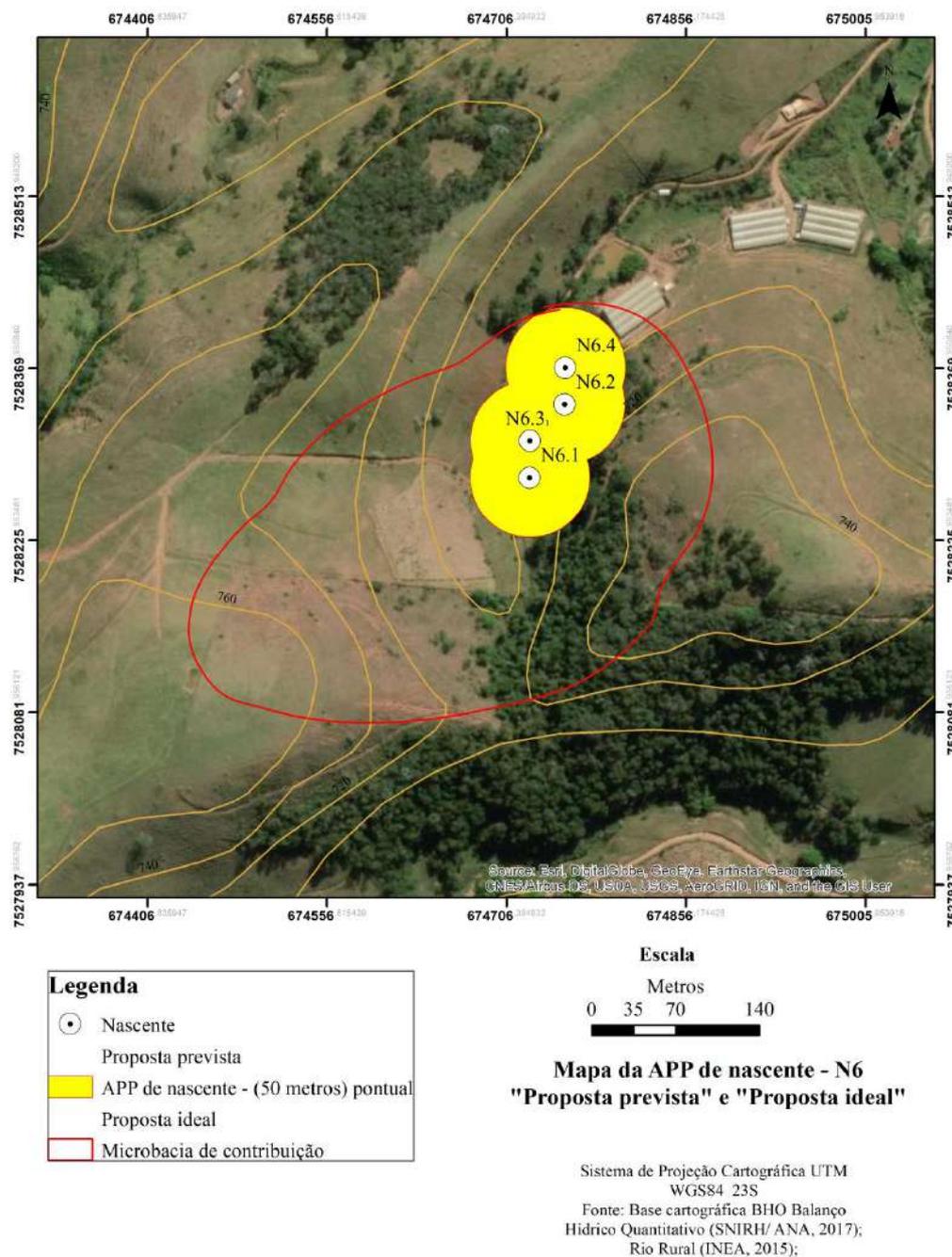
Figura 54 – Representação gráfica da localização da nascente N5 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP



A nascente N6 (Figura 55) possui sazonalidade perene e mobilidade múltipla, com quatro pontos de exfiltração (N6.1, N6.2, N6.3 e N6.4). Os atuais 50 metros de raio a partir de um ponto é pouco significativos diante da dinâmica de mobilidade e de surgimento e ressurgimento do posicionamento dos pontos de exfiltração. Apesar da condição de transitoriedade, é possível estabelecer uma proposta prevista considerando o seu ponto de exfiltração mais a montante e o mais a jusante com um *buffer* de 50 metros. A delimitação em torno de pontos isolados de monitoramento não é ideal. A proposta ideal abarca delimitar a microbacia de contribuição da nascente considerando o *buffer* delimitado para o ponto de exfiltração identificado mais a jusante.

A nascente N6 é uma das duas nascentes isoladas estudadas com opção de regeneração natural e está cercada. Mas não está cercada conforme a proposta prevista e nem conforme a proposta ideal. No período entre os campos de fevereiro e agosto de 2017 houve a invasão do gado de leite e corte da propriedade por um rompimento do cercamento de arame.

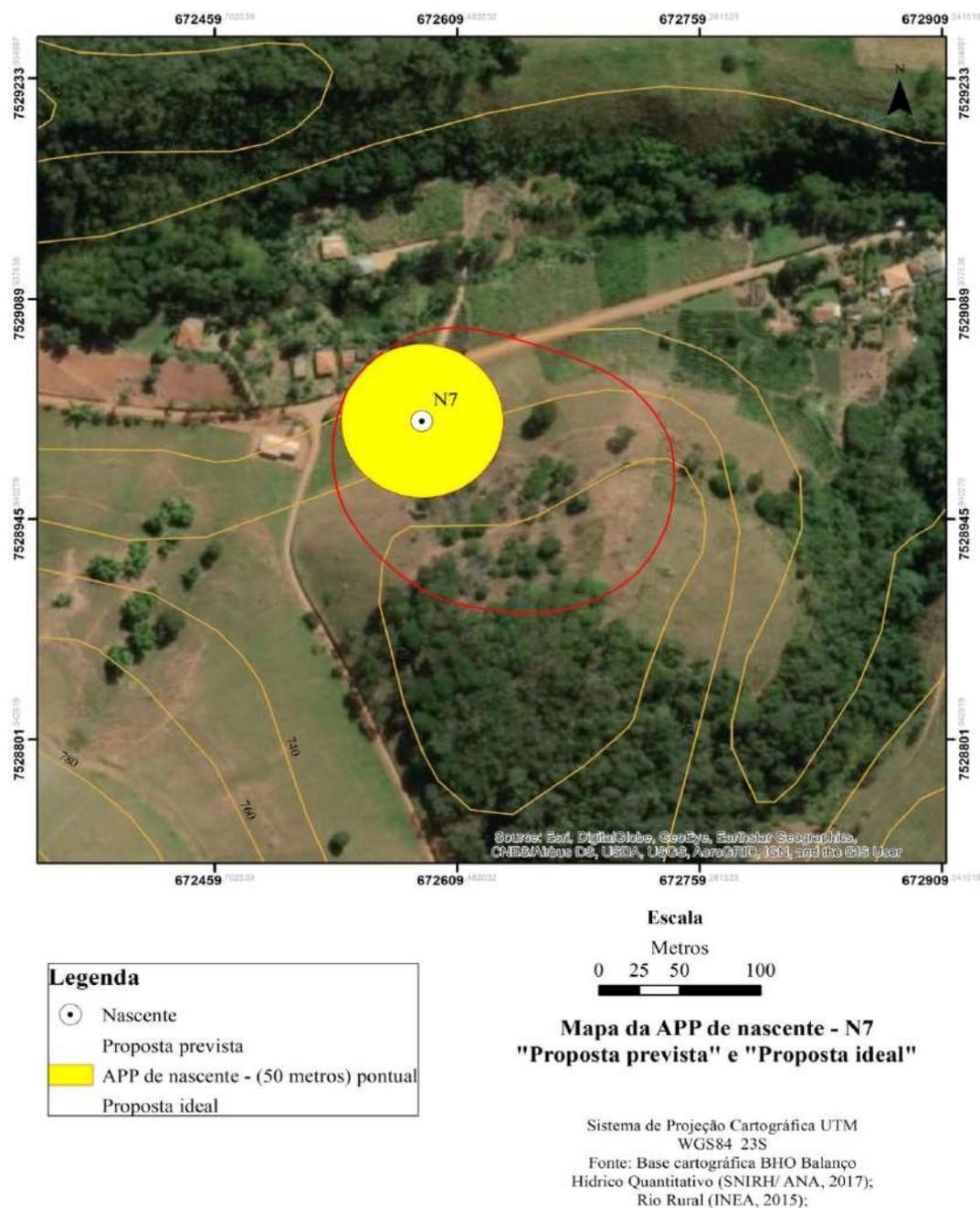
Figura 55 – Representação gráfica da localização da nascente N6 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP



A nascente N7 (Figura 56) possui exfiltração perene e pontual, com morfologia do tipo talvegue. Apresenta característica de mobilidade é representada a APP da nascente N7 no raio de 50 metros, como critério previsto. A proposta prevista é a proteção da microbacia de contribuição que assume uma relevância maior de proteção quando acrescida ao *buffer* de 50 metros.

Na nascente N7, o proprietário Moacir, utiliza-se a técnica de cercamento com o objetivo de proteger a água no pasto, principal uso do solo.

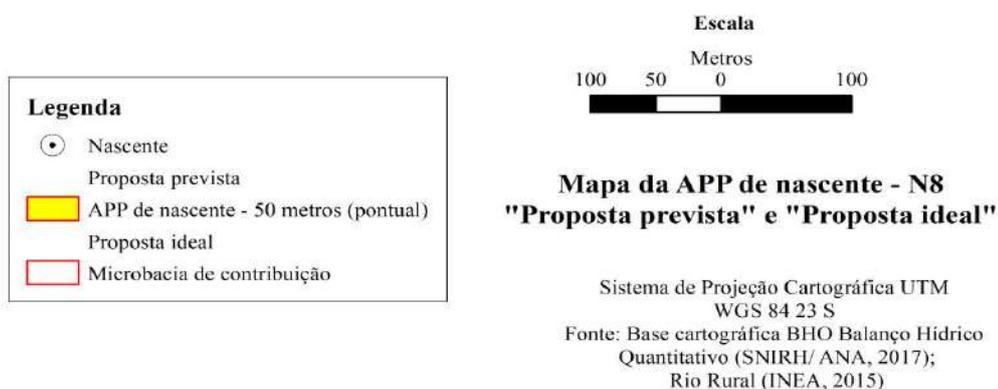
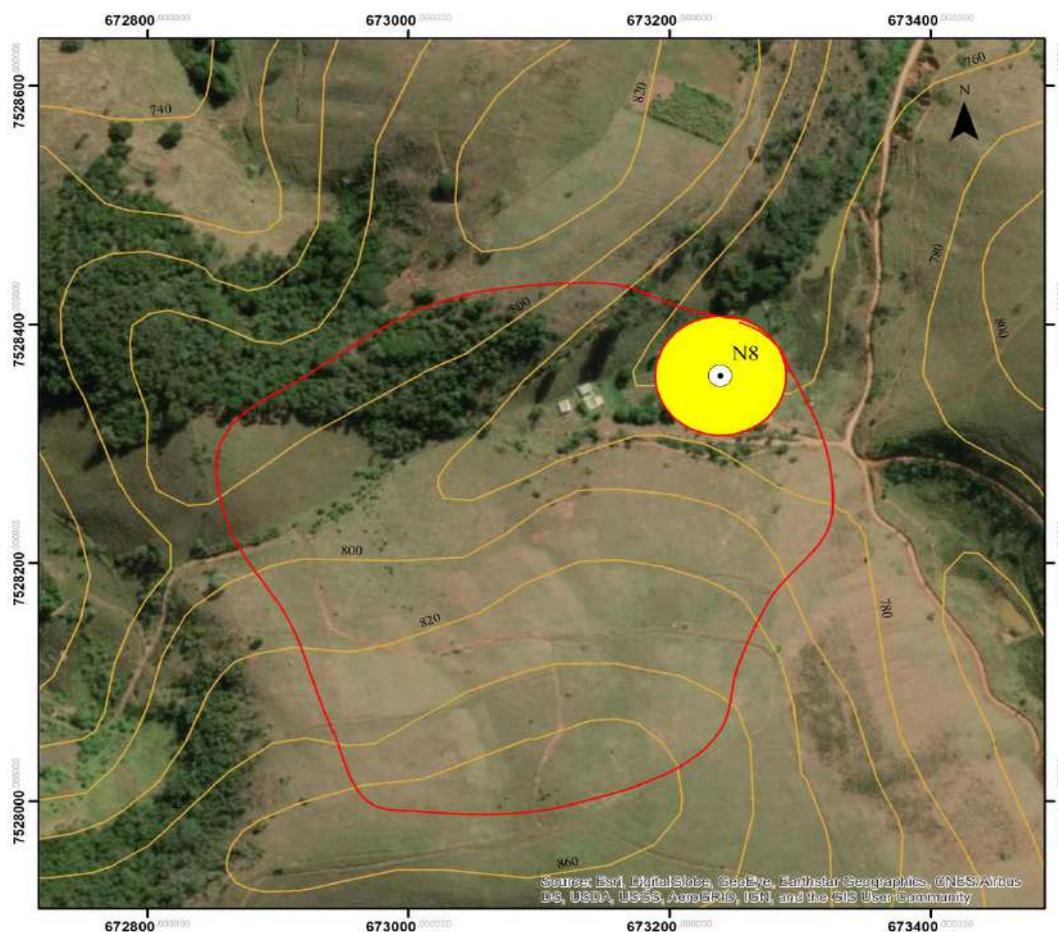
Figura 56 – Representação gráfica da localização da nascente N7 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP



A nascente N8 (Figura 57) possui exfiltração pontual e perene, com morfologia do tipo antropogênica. Nascentes semelhantes representam o padrão idealizado pela legislação brasileira. No entanto, a característica antropogênica é vista de modo simplista. A proposta prevista é proteção mínima dos 50 m de raio ao redor da nascente. E a proposta ideal proteção da microbacia de contribuição, considerando os 50 metros mínimos de raio, como também, considerar as dinâmicas de uso do solo desta nascente. Durante as campanhas de campo foi possível validar o uso do solo para a criação de animais relacionado ao cultivo do maracujá e

a cobertura da terra “pastagem” (Não Floresta). Na nascente N8, utiliza-se a técnica de cercamento com o objetivo de apenas isolar o gado que pode ter acesso à água.

Figura 57 – Representação gráfica da localização da nascente N8 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP

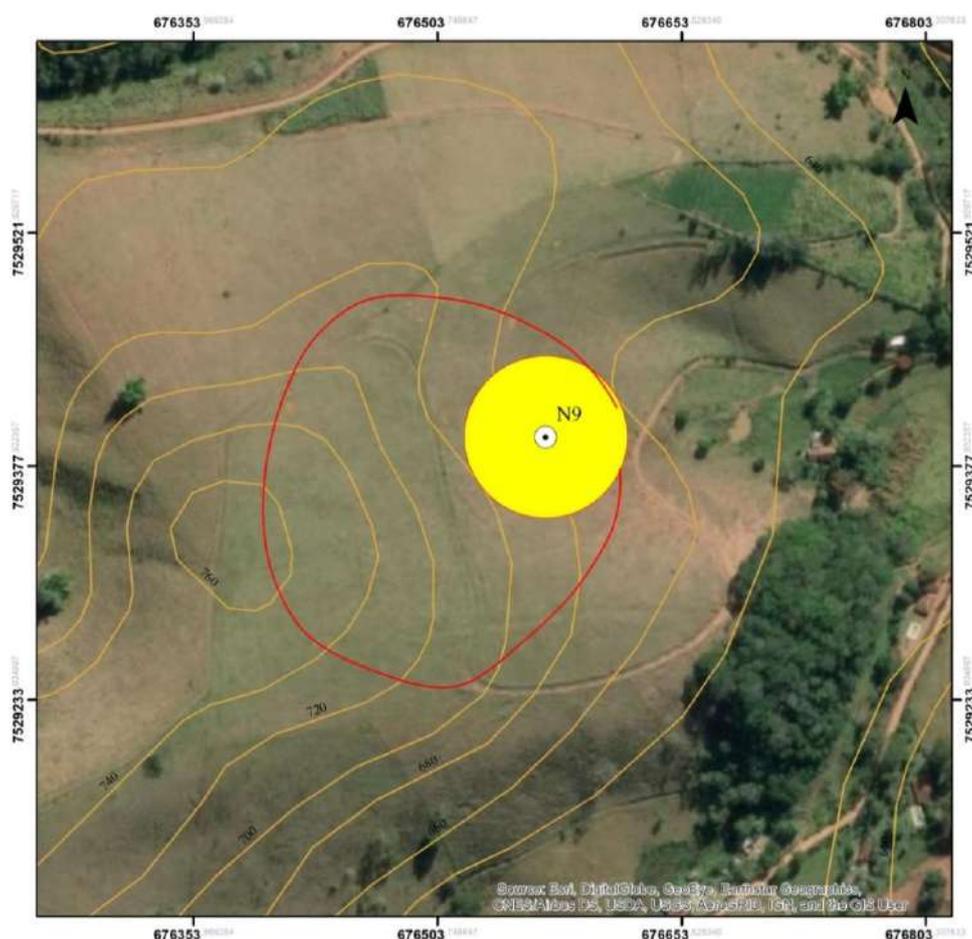


A nascente N9 (Figura 58) possui exfiltração pontual e intermitente com morfologia do tipo duto. Nascentes como essa, de sazonalidade intermitente, somente são consideradas pela Lei 12.651/2012, após decisão em 26 de fevereiro de 2018, e passam a contar com APP. Admite-se como proposta prevista de proteção mínima dos 50 metros de raio ao redor da

nascente. APP de nascentes intermitentes podem manter os 50 m de raio previstos para as perenes. A proposta ideal para a N9 e nascentes intermitentes é a proteção da microbacia de contribuição. Esta assegura os processos de infiltração, percolação, armazenamento e exfiltração das águas pluviais no sistema. O ideal é a proteção da microbacia de contribuição, a contar a partir do *buffer* de 50 metros.

Na N9 não existe nenhuma técnica de proteção, embora, o proprietário Rodolfo tenha adquirido tal recurso. E o uso do solo e a ausência de cobertura da terra contribuem para tal conflito na proteção destas nascentes intermitentes.

Figura 58 – Representação gráfica da localização da nascente N9 e das propostas “prevista” e “ideal” de APP



Legenda	
	Nascente
	Proposta prevista
	APP de nascente - (50 metros) pontual
	Proposta ideal
	Microbacia de contribuição

Escala
Metros
0 25 50 100

Mapa da APP de nascente - N9
"Proposta prevista" e "Proposta ideal"

Sistema de Projeção Cartográfica UTM
WGS84 23S
Fonte: Base cartográfica BHO Balanço
Hídrico Quantitativo (SNIRH/ ANA, 2017);
Rio Rural (INEA, 2015);

4.5 A vegetação alterada na APP de nascente e na microbacia de contribuição

Como descrito no Quadro 24, que tem o objetivo de sintetizar as informações relacionadas à cobertura da terra das APPs de nascente estudadas, as mesmas são de maioria “Não Floresta” e, portanto, sem zona de amortecimento natural, a mata ciliar. A nascente N5, de cobertura da terra “Floresta”, está em processo de regeneração. A APP é utilizada para cultivo de hortaliças, maracujá e para criação de animais.

O Quadro 24 é um quadro-síntese que apresenta os usos do solo e a cobertura da terra das APPs de nascentes com base nas campanhas de campo ilustradas pelas figuras anteriores. Somente a APP da nascente N5 possui cobertura “Floresta”. As APPs das nascentes N1, N2, N3, N4, N6, N7, N8 e N9 são de cobertura da terra “Não Floresta”.

Quadro 24 – Quadro-síntese da cobertura da terra das APPs das nascentes estudadas

Identificação da nascente e APP	Cobertura da terra	
	Floresta	Não Floresta
N1	-	x
N2	-	x
N3	-	x
N4	-	x
N5	x	-
N6	-	x
N7	-	x
N8	-	x
N9	-	x

Fonte: A autora, 2019.

As APPs das nascentes estudadas, em sua maioria, não possuem cobertura vegetal. As mesmas foram perturbadas ou completamente retiradas, dando lugar ao uso do solo para a criação de animais. Desta forma, a vegetação é completamente perturbada ou ausente. Em caso de exceção, como a nascente N5, a vegetação está perturbada, mas em vias de regeneração natural por isolamento da APP.

O Quadro 25 apresenta as características da cobertura da terra nas microbacias de contribuição nas nascentes estudadas.

Quadro 25 – Características da cobertura da terra nas microbacias de contribuição

Nascente	Características da cobertura da terra nas microbacias de contribuição
N1	Microbacia em pastagem degradada (não floresta) às margens de estrada vicinal. Nascente não é cercada. Possui capoeira e brejo. A água aflora em solo brejoso (Solos do tipo gleissolo).
N2	Nascente cercada, com APP com taboas (<i>Typha domingensis</i>) em raio menor que 50 metros.
N3	Microbacia em pastagem degradada (não floresta), APP com bananeiras (<i>Musa spp</i>).
N4	Microbacia na alta vertente e em pastagem (não floresta). Nascente com a APP cercada, com presença de gramínea forrageira de tamanho médio a alto. Um buraco foi escavado e caixa de alvenaria foi construída para acumular água e facilitar o abastecimento. Nascente antropogênica. É utilizada para abastecimento domiciliar.
N5	Toda a microbacia em meio à floresta remanescente de Mata Atlântica. Nascente não cercada e próxima à área cultivada com oleaginosas. Existência de poço antropizado no afloramento da nascente. É utilizada para abastecimento domiciliar.
N6	Microbacia em pastagem (não floresta). Nascente cercada, com APP em estágio inicial de regeneração, em raio menor que 50 metros.
N7	Microbacia em pastagem (não floresta). Nascente cercada, com APP em estágio inicial de regeneração. Nascente cercada com bananeiras (<i>Musa spp</i>) em raio menor que 50 metros.
N8	Microbacia em pastagem degradada (não floresta). Olho d'água dentro de caixa de alvenaria que acumula água para facilitar o abastecimento. É utilizada para abastecimento domiciliar.
N9	A microbacia em pastagem degradada (não floresta). A água subsuperficial é utilizada como bebedouro pelo rebanho à jusante da nascente.

Fonte: A autora, 2019.

4.6 Vazão das nascentes

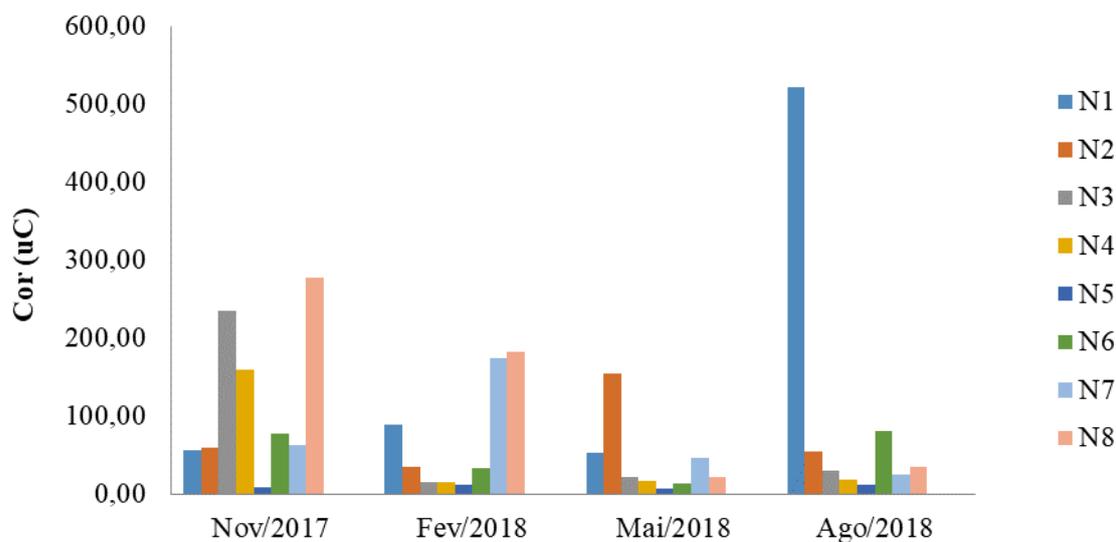
Os resultados laboratoriais revelam tendências que contribuem para a análise das águas das nascentes N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8 e N9 em novembro de 2017, em fevereiro, em maio e em agosto de 2018. Possuíam perenidade em ambos os períodos analisados. As exceções foram a nascente N9, que possuía vazão em fevereiro, em agosto e em novembro de 2017, quando foram aplicados o PAR e o IIAN, e não possuía em fevereiro, em maio e em agosto de 2018 para as análises.

4.6.1 Avaliação da qualidade da água através dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos

O resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes realizados em novembro de 2017, em fevereiro, em maio e em agosto de 2018 são apresentados nas Tabelas 9, 10, 11 e 12 (APÊNDICE G). Os mesmos compõem a “Avaliação da qualidade ambiental de nascentes”. Os valores dos parâmetros variaram ao longo do ano hidrológico analisado.

Como visto nas campanhas de campo durante o ano hidrológico e confirmado em laboratório, a coloração da água das nascentes apresentava coloração mais avermelhada, o que está relacionado aos latossolos da região, extremante lixiviados e à ausência de cobertura florestal. O Gráfico 3 apresenta os resultados de cor por campanhas de campo no ano hidrológico.

Gráfico 3 – Representação gráfica dos valores obtidos da cor da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



Fonte: A autora, 2019.

De acordo com o Gráfico 3, na primeira e na segunda campanhas de campo, realizadas em período mais chuvoso, a nascente N8 apresentou maior valor de cor (278,00 uC e 182,50 uC). Nas campanhas que se seguiram, em períodos mais secos, com valor próximo, a nascente N7 (174,00 uC em novembro) apresentaram valores mais elevados de cor devido às condições da mata ciliar. Estas nascentes e a APP possuem cobertura da terra composta apenas por bananeiras (*Musa spp*).

Em maio de 2018, durante a terceira campanha de campo, no outono, período de transição para um período mais seco, a nascente N2 foi a que apresentou um maior valor de cor (155,00 uC). A N2 (155,00uC) e a N7 (46,40uC) apresentaram os maiores valores devido à condição de proteção das mesmas e a vegetação mais seca.

Na última campanha, no período mais seco, no inverno, a nascente N1 apresentou um maior valor de cor (521,00 uC) por apresentar-se coberta apenas por gramíneas em uma estrada vicinal, o uso do solo corrobora para este resultado. Nesta campanha, a N6, que apresentou uma das melhores condições de proteção ao longo das campanhas, apresentou o segundo maior valor de cor em maio (81,50 uC). No período Pré-Campo (em agosto de 2016), a nascente estava em processo de regeneração.

A coloração da água da N6 foi alterada durante o ano hidrológico e durante a alternância dos períodos chuvoso e seco. A área protegida pelo proprietário José Antônio (N6) foi invadida pelo gado. Este foi interrompido e reiniciado com o cercamento em julho de 2017.

A nascente N5 é a que apresenta as melhores condições no quesito transparência da água em todos os períodos analisados. A APP desta nascente é florestada, como também parte de sua microbacia de contribuição.

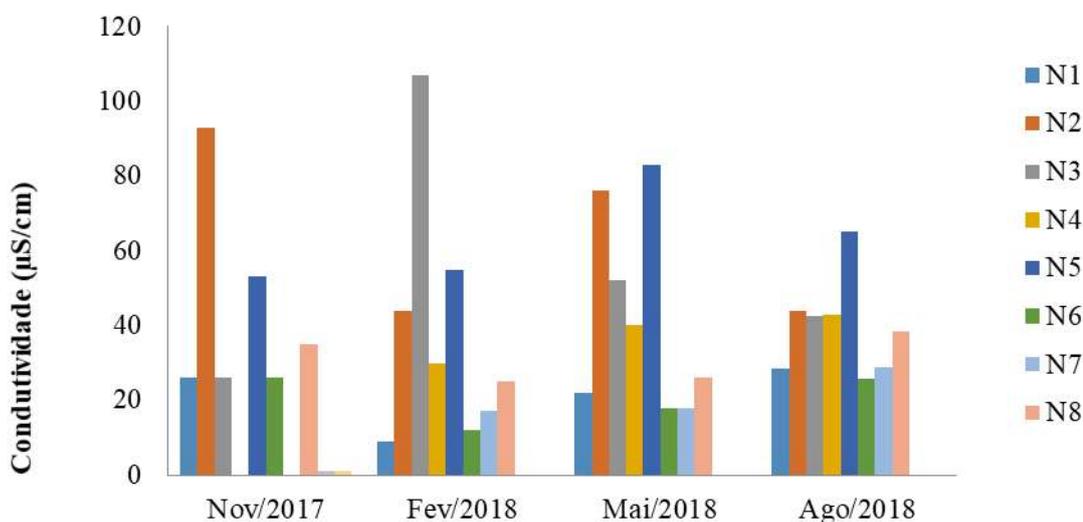
A N4 também possui excelentes valores de cor (uC). Há transparência da água em novembro de 2018. Em fevereiro, em maio e agosto de 2018, há uma maior concentração de sedimentos. A nascente antropogênica é usada para o abastecimento e o produtor alterou as características no canal de exfiltração no período analisado.

A coloração da nascente N7 é alterada de acordo com os períodos secos e chuvosos do ano hidrológico, havendo uma maior ou menor concentração de sedimentos, bem como a influência da cobertura da terra, pastagem e da presença de taboa (*typha domingensis*).

A nascentes N9 não apresentaram valores da cor devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

A condutividade elétrica (Gráfico 4) apresentou baixos valores, mesmo constituída por solos em avançado estágio de intemperização que mostram que a cobertura de terra e a conservação da vegetação têm influência nos valores desta.

Gráfico 4 – Representação gráfica dos valores obtidos da condutividade da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



Fonte: A autora, 2019.

O parâmetro condutividade elétrica é complementar aos demais, auxiliando as interpretações e suas relações com o STD. Os dados tenderam a ser inferiores na nascente N1 em fevereiro e em agosto de 2018 (9,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N2, em fevereiro e em agosto de 2018 (44,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N3, em novembro de 2017 (26,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N4, em novembro de 2017 (0,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N5, em novembro de 2017 (53,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N6, em fevereiro e em agosto de 2018 (12,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N7, em novembro de 2017 (0,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e na N8, em fevereiro e em agosto de 2018 (25,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

O menor valor de condutividade elétrica ocorreu na nascente N1 em fevereiro de 2018 (9,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Os mais elevados: na N2, em novembro de 2017 (93,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N3, em fevereiro e em agosto de 2018 (107,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N4, em maio de 2018 (40,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N5, em maio de 2018 (83,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N6, em novembro de 2017 (26,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$); na N7, em maio de 2018 (18,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e na N8, em novembro de 2017 (35,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$), refletindo a sazonalidade pluviométrica.

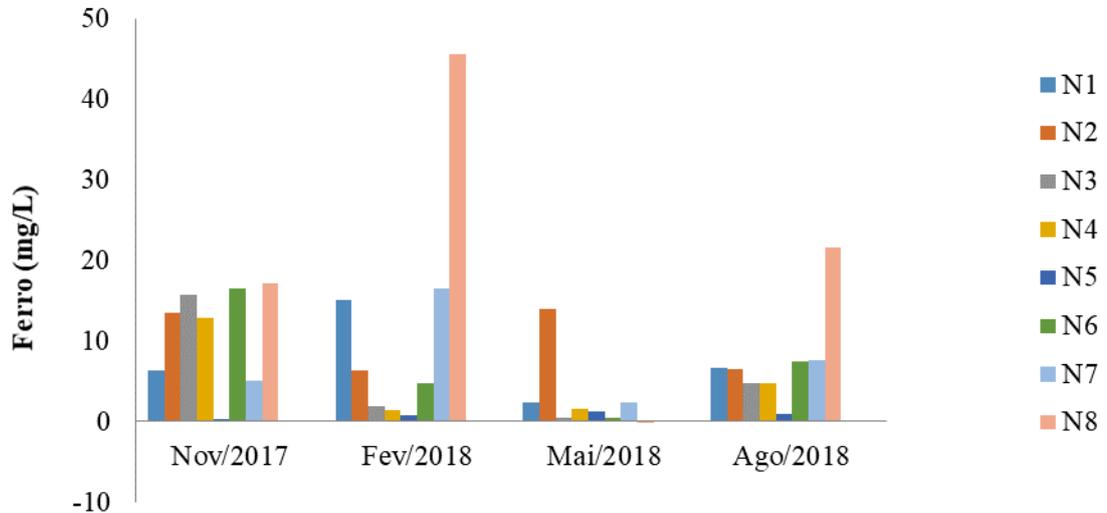
Os resultados das maiores condutividades elétricas ocorrem principalmente nos meses de novembro de 2017, sendo o valor de 93 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o mais alto, amostrado na N2 e fevereiro de 2018, sendo o valor de 107 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o mais alto, amostrado na nascente N3. São os períodos chuvosos.

A nascente N9 não foi analisada devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

Quanto ao ferro (Gráfico 5), verificou-se que o menor valor registrado nas duas primeiras campanhas foi na nascente N5, 0,39 mg/L e 0,72 mg/L. Nas outras nascentes, por exemplo, na N8, nesse período, a concentração desse parâmetro foi 17,18 mg/L e 45,49 mg/L. Foi o maior registrado. Esse valor de ferro nas nascentes N5 e N8 mostra que, respectivamente, há um menor e um maior carregamento de sedimentos para as nascentes. Menor carregamento devido a cobertura da terra na N5; e, maior, carregamento na nascente N8, nascente desprotegida.

A ausência ou somente uma faixa da vegetação ciliar em estado degradado contribuiu para a elevação dos valores de ferro também nas nascentes N8, N4, N3, N2, N4, N1 e N7. No entanto, todas as nascentes estavam acima do valor máximo permitido de ferro que indique potabilidade da água, que é 0,3 mg/L (Gráfico 5) para consumo humano. As que são usadas para tal são: N1, N2, N3, N4, N5 e N7.

Gráfico 5 – Representação gráfica dos valores obtidos do ferro na água das nascentes estudadas em novembro de 2017, em fevereiro, em maio e agosto de 2018, Microbacia do Rio Fagundes



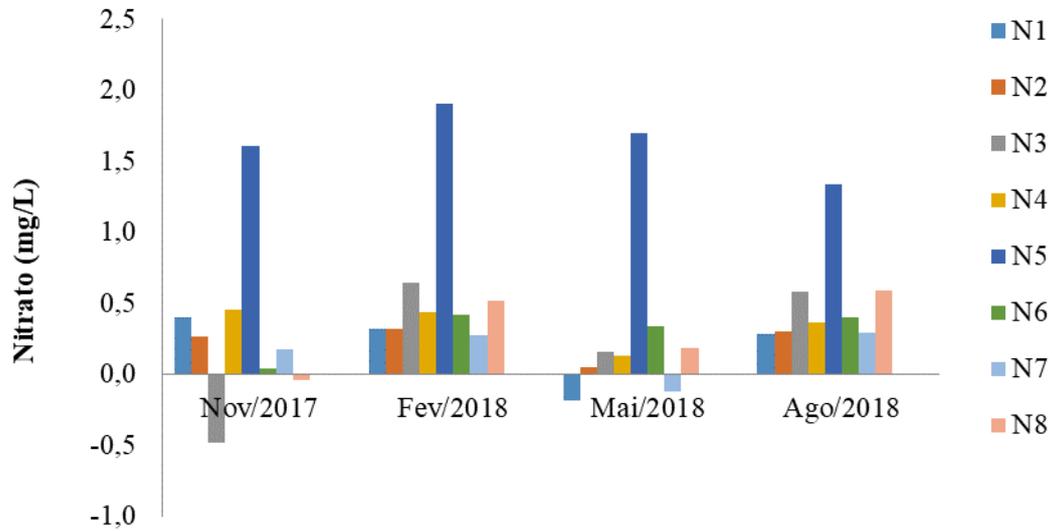
Fonte: A autora, 2019.

O parâmetro ferro aumentou de novembro de 2017 para fevereiro de 2018 nas nascentes N1, N7 e N8.

As nascentes N9 não apresentou dados de ferro devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

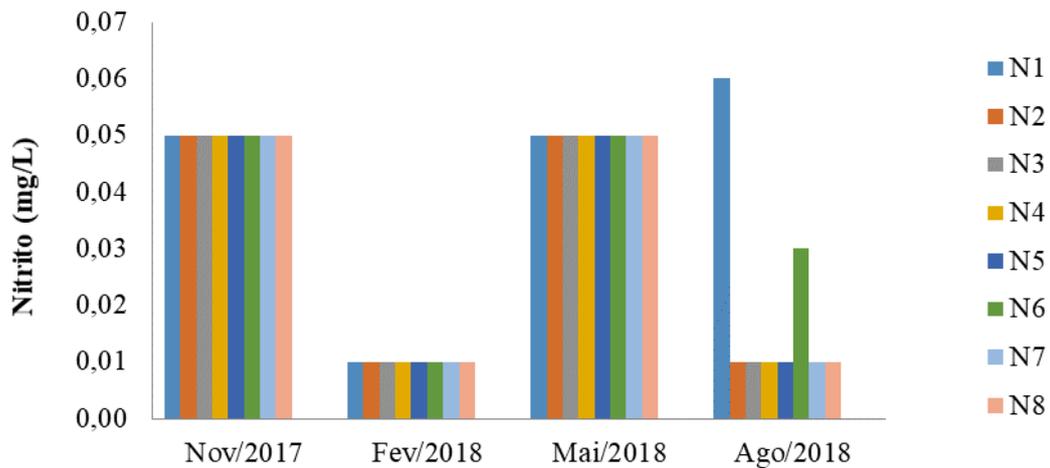
O nitrato (Gráfico 6) apresentou menores valores na N3 e N8, valores menores que a detecção do método, e maior valor na N5 em novembro de 2017. Os valores de nitrato e nitrito são complementares, reforçando a presença de mata ciliar na N5, com maior valor de nitrato, 1,65 mg/L, em novembro de 2017. A vegetação da APP em estado degradado contribui para a elevação dos valores de nitrito (Gráfico 7) e nitrato na N3 e na N8 (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Representação gráfica dos valores obtidos do nitrato na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



Fonte: A autora, 2019.

Gráfico 7 – Representação gráfica dos valores obtidos do nitrito, representado em valor limite, da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



Fonte: A autora, 2019.

As nascentes N9 não apresentou dados de nitrato e nitrito devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

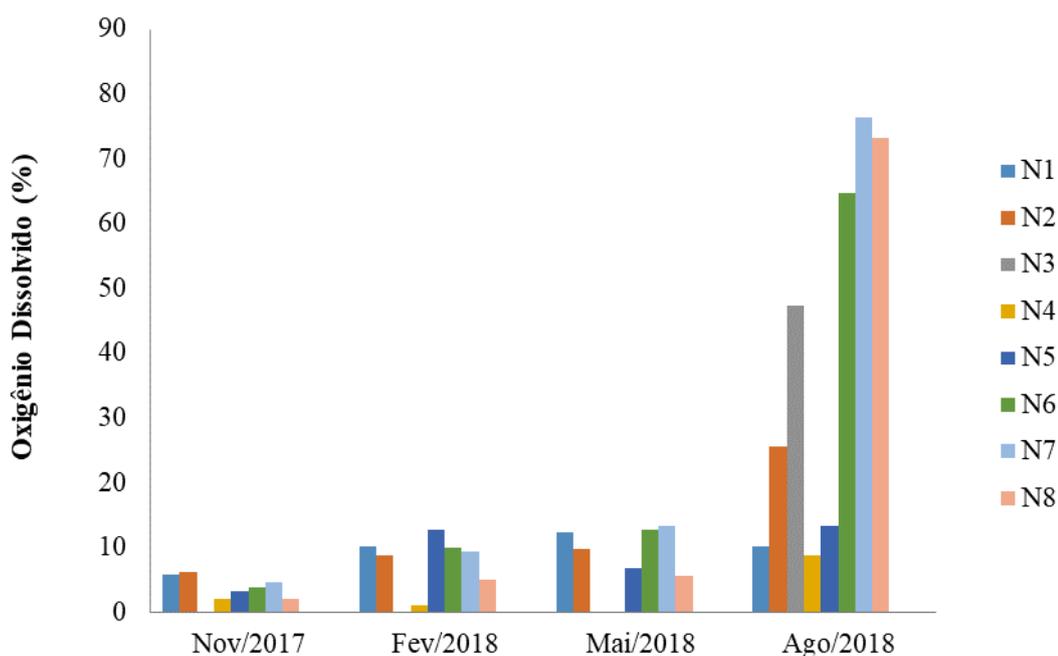
Foram registrados os valores de oxigênio dissolvido OD em porcentagem (%) no Gráfico 8. Ambos apresentam os valores para as nascentes N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7 e N8.

A nascente N9 não apresentou dados de OD devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

Na nascente N1 (5,90 %), na N2 (6,2%) e na N7 (4,70%), os valores de OD são maiores, o que se deve à maior vazão de exfiltração da água, melhorando a oferta de oxigênio.

Não foram registrados valores de oxigênio dissolvido na nascente N3 em nenhum período. O mesmo ocorreu com a N4 em maio de 2018 (0,00%). A água se acumula e, portanto, tem “menor movimentação e a oxigenação diminui, refletindo-se nos baixos valores de OD” (AGRIZZI *et al.*, 2018, p. 563).

Gráfico 8 – Representação gráfica dos valores obtidos do oxigênio dissolvido na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes

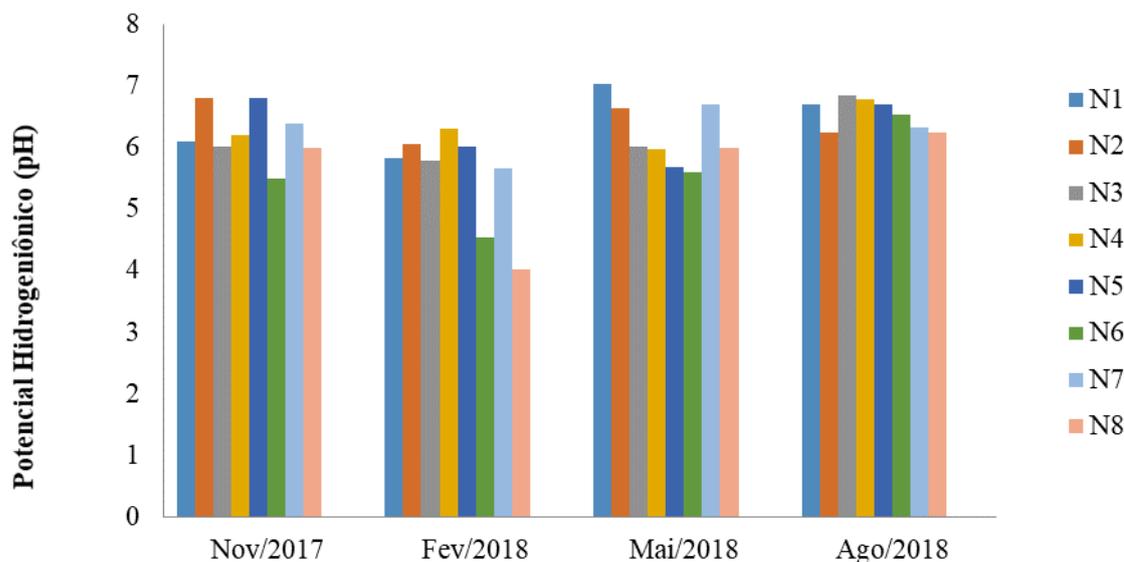


Fonte: A autora, 2019.

Nos períodos analisados, a nascente N9 não apresentou dados de pH devido à ausência de água para a análise.

O Gráfico 9 aponta que, em novembro de 2017, o pH apresentou um maior grau de acidez para a nascente N6 (5,51). E as nascentes N2 e N5 foram próximas à neutralidade, 6,80 e 6,80, o que exprime acidez e oxigenação aceitável.

Gráfico 9 – Representação gráfica dos valores obtidos do pH da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



Fonte: A autora, 2019.

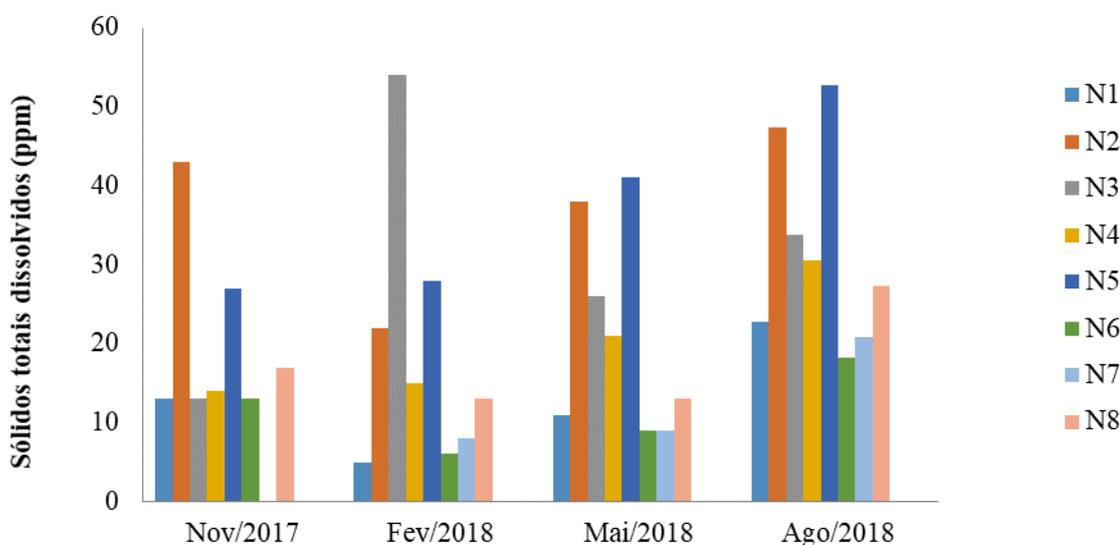
Já em fevereiro de 2018, as nascentes N8 e N6 apresentaram um maior grau de acidez, 4,02 e 4,55. O menor grau foi a N4, com 6,30. Em maio de 2018, cinco das oito nascentes analisadas apresentaram baixo grau de acidez. As nascentes N4, com 5,97; a N5, com 5,68; e N6, com 5,60. E em agosto de 2018, o maior grau de acidez em todas as nascentes. A N8 (4,02) e em seguida a N6 (4,55) apresentaram acidez ainda maiores.

De acordo com os resultados do pH, todos os graus abaixo de 6 são considerados ácidos. Em novembro de 2017, a N6 era ácida. Em fevereiro de 2018, N1, N3, N6, N7 e N8 eram ácidas. Somente a N2 e a N5 não eram ácidas. Em maio de 2018, a N4, N5, N6 e N8 eram ácidas e apenas a N1, N2, N3 e N7 não eram. Em agosto de 2018, N1, N3, N7 e N8 eram ácidas e apenas N2, N4, N5 não eram.

As nascentes estudadas, de um modo geral, são consideradas ácidas.

Os sólidos totais dissolvidos foram maiores nas nascentes N2 e N5 em novembro de 2017 (Gráfico 10), demonstrando a maior quantidade de sedimentos coincidindo com o período seco. O STD apresentou valores elevados em períodos mais secos, como também ocorreu em maio.

Gráfico 10 – Representação gráfica dos valores obtidos do STD na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



Fonte: A autora, 2019.

Em agosto de 2018, todas as nascentes analisadas registraram valores baixos de STD. As coletas foram realizadas após um período de precipitação.

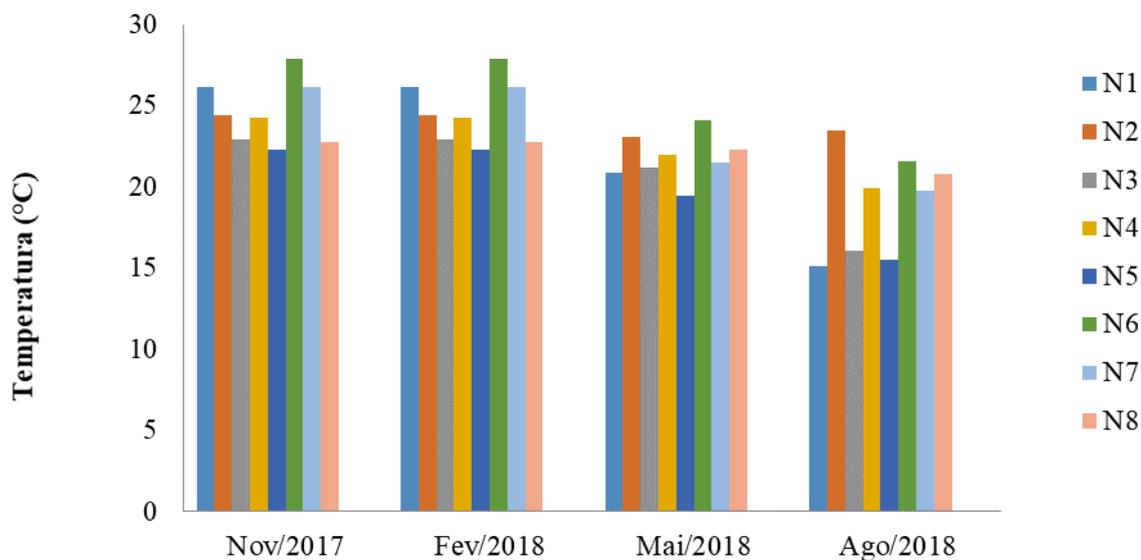
Portanto, a relação entre STD e índices pluviométricos se mantém, com valores mais reduzidos em agosto de 2018 e em fevereiro de 2018 devido aos elevados níveis de precipitação em relação aos outros períodos de monitoramento (novembro de 2017 e maio de 2018). Com a menor diluição pelas chuvas, a tendência é de valores de STD mais elevados.

A nascentes N9 não apresentou dados devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

Nas áreas de matas ciliares (APPs), as vazões tendem a ser maiores, e nas estações úmidas há maior diluição, resultando em menores valores de STD.

Quanto ao parâmetro temperatura (Gráfico 11), as mais baixas foram registradas nas águas das nascentes N3, N4, N5 e N8. Este parâmetro foi mensurado durante a coleta, em que a temperatura ambiental registrada foi de 22,04 °C às 8h40; 22,72 °C às 8h; 22,12 °C às 9h20; e 21,09 °C às 11h40, respectivamente. Tal variação deve-se ao horário com maior insolação, às condições do tempo atmosférico e ao período do dia, como também às condições da vegetação ciliar. Na N5, a temperatura foi evidenciada pela importância da vegetação ciliar, “oferecendo menor exposição de luz solar direta” (ARCOVA; CICCIO, 1999).

Gráfico 11 – Representação gráfica dos valores obtidos da temperatura da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



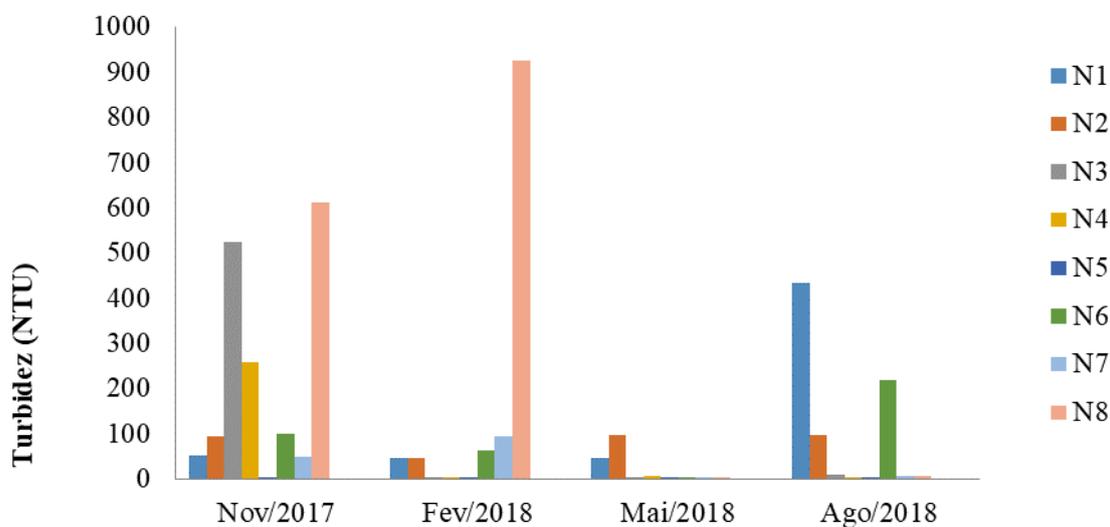
Fonte: A autora, 2019.

A nascente N9 não apresentou dados de temperatura devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

A turbidez é aquela associada aos materiais em suspensão que alteram a transparência da água. Nas nascentes estudadas (Gráfico 12), em novembro de 2017, ela variou de 3,89 NTU (nascente N5) a 613,00 NTU (nascente N8). E em fevereiro de 2018, de 0,04 (Nascente N5) a 925,50 NTU (nascente N8).

A turbidez (Gráfico 12) com menor valor foi registrada pela água da nascente N5, devido à ausência ou pequena quantidade de partículas em suspensão presentes na água em todos os períodos analisados.

Gráfico 12 – Representação gráfica dos valores obtidos da turbidez da água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



Fonte: A autora, 2019.

Um dos fatores que acarretaram a queda de valores de turbidez na nascente N3 de 523,00 NTU em novembro de 2017 para 0,05 NTU em fevereiro de 2018, 0,06 NTU em maio de 2018 e 0,05 NTU em agosto de 2018 é a maior proteção da nascente contra o pisoteio de animais após a primeira coleta. Portanto, diminuindo a turbidez devido à redução de sedimentos em suspensão.

A nascente N4 também diminuiu a turbidez de 259,00 NTU em novembro de 2017 para 0,05 NTU em agosto de 2018. O início da proteção da nascente da invasão dos animais e o início da regeneração (presença de gramíneas) contribuíram para a redução da turbidez da água ao longo do ano hidrológico estudado.

Já na nascente N8 e na microbacia de contribuição, com o solo desprotegido de mata ciliar, os altos valores de turbidez deveram-se à quantidade de sedimentos em suspensão nos períodos analisados, com exceção de maio de 2018, onde 4,70 NTU foram registrados com a recarga da água da nascente antropizada.

Em maio de 2018, as nascentes N5, N6, N7 e N8 tiveram menores registros de turbidez em relação aos outros períodos analisados. Já a N1 teve um ligeiro aumento (47,70 NTU), bem como a N4 (6,25 NTU), em relação a fevereiro e agosto de 2018 (0,05 NTU). A N2 teve o maior valor de turbidez registrado no ano hidrológico (97,40 NTU).

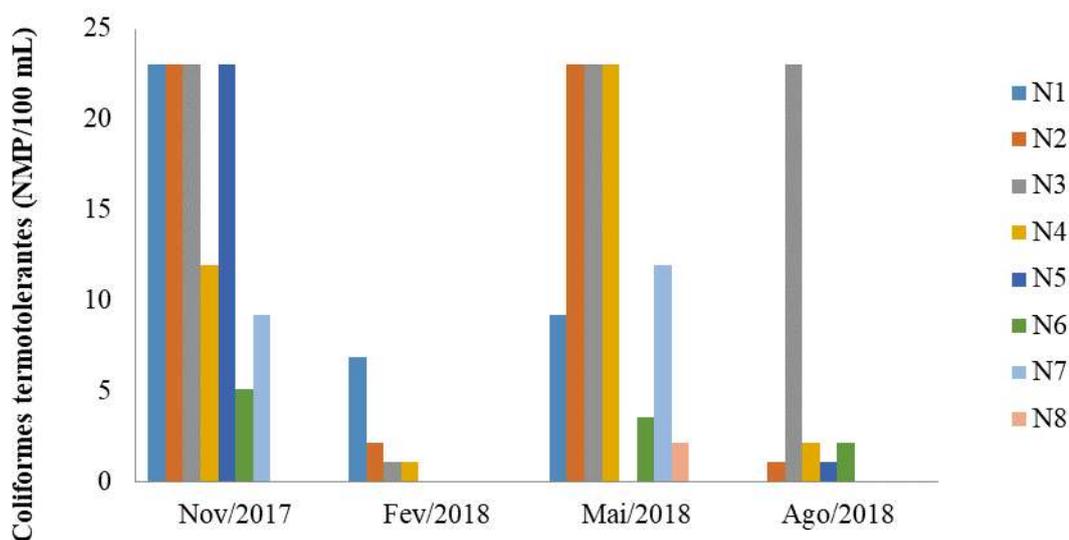
A nascente N9 não apresentou dados devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

Quanto aos valores de coliformes termotolerantes e/ou totais obtidos, todas as nascentes analisadas apresentaram contaminação.

As nascentes N1, N2, N3 e N5 apresentavam altos valores de coliformes termotolerantes (23 NMP/100 mL, conforme Gráfico 13) em novembro de 2017 devido ao uso do solo para a criação e pasto de gado na APP da nascente. As maiores concentrações do ano hidrológico se deram nestas nascentes em novembro de 2017 e em maio de 2018.

Fevereiro de 2018 foi o período analisado em que o maior número de nascentes, quatro (N5, N6, N7 e N8), não apresentou coliformes termotolerantes (0,00 NMP/100 mL).

Gráfico 13 – Representação gráfica dos valores obtidos dos coliformes termotolerantes na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



Fonte: A autora, 2019.

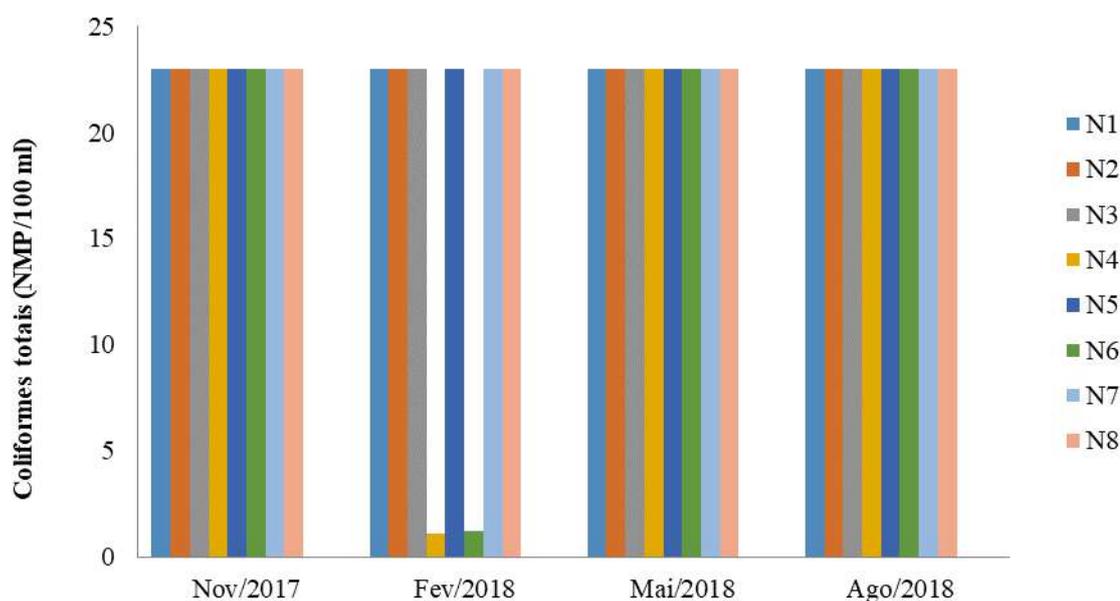
Das nascentes analisadas (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7 e N8) nas quais foram detectados coliformes termotolerantes (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7 e N8) em algum período analisado, apenas a N8 não é usada para o abastecimento humano.

A nascente N9 não apresentou dados devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

Os valores de coliformes totais (Gráfico 14) foram encontrados em todas as nascentes estudadas e em quase todos os períodos analisados. Em fevereiro e em agosto de 2018, as

nascentes N4 e N6 tiveram valores aceitáveis de coliformes totais, 1,10 NMP/100 mL e 1,20 NMP/100 mL.

Gráfico 14 – Representação gráfica dos valores obtidos dos coliformes totais na água das nascentes estudadas no ano hidrológico 2017/2018 na Microbacia do Rio Fagundes



Fonte: A autora, 2019.

Os menores valores de coliformes totais e coliformes termotolerantes foram observados em N4 e N6, devido à existência da proteção das nascentes que, em parte do ano hidrológico, protegeu as nascentes do acesso de animais, diminuindo o contato da água com os contaminantes. No entanto, mesmo que as nascentes estivessem cercadas, reduziu mas não excluiu completamente a quantidade de coliformes encontrados.

A nascente N9 não apresentou dados devido à ausência de água para a análise nos períodos estudados.

4.7 Os processos (hidro)geomorfológicos nas nascentes e nas microbacias de contribuição

Para a caracterização dos processos (hidro)geomorfológicos, foram utilizadas as observações de campo na identificação dos processos da exfiltração das nascentes N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8 e N9.

As N1, N2, N3, N6, N8 e N9 localizam-se na baixa vertente e as nascentes N4, N5 e N7, na média vertente. Sendo que suas microbacias de contribuição se encontram em locais onde se dá a deposição de materiais coluvionares no sopé e nas médias vertentes e a decomposição de matéria orgânica e dos sedimentos suspensos estabelecem constante relação com a calha dos canais. A geometria das vertentes, predominantemente côncavas, possibilitam que o escoamento superficial se dê pelas características das formas e pela ação da gravidade.

4.8 A avaliação da qualidade de APPs e das nascentes estudadas

Os resultados da qualidade das APPs e das nascentes estudadas são apresentados e discutidos a seguir.

4.8.1 Resultados da avaliação da qualidade de APPs e das nascentes estudadas através do PAR

Os resultados apresentados e discutidos se dão a partir dos valores obtidos na avaliação da qualidade ambiental a partir do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) em períodos/estações de monitoramento para as 9 nascentes estudadas (N1 a N9) e Áreas de Preservação Permanente de nascentes.

O PAR Fevereiro de 2017 e PAR Agosto de 2017 são apresentados pelos Quadros 27 e 28. E o PAR Fevereiro de 2018 e o PAR Agosto de 2018 são apresentados pelos Quadros 29 e 30.

4.8.1.1 PAR Fevereiro de 2017

O Quadro 26, a seguir, apresenta a pontuação do PAR aplicado em fevereiro de 2017 e os Gráficos 15 e 16 representam melhor o resultado.

Quadro 26 – Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Fevereiro de 2017 (continua)

Parâmetros	Nascentes e APPs								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
1. Cobertura	0	2	2	2	3	3	3	2	0
2. Acesso às nascentes	0	0	0	0	3	0	2	0	0
3. Qualidade visual da água da nascente	2	2	3	5	5	3	5	3	3
4. Uso da nascente	0	3	5	5	5	5	5	2	3
5. Proteção da nascente	0	3	3	3	5	3	3	2	2
6. Composição e característica da mata ciliar no raio de 50 metros	0	0	0	2	5	3	2	0	0
7. Extensão de mata ciliar	0	0	0	2	5	5	2	0	0
8. Estabilidade no raio de 50 metros	0	3	0	0	5	5	2	0	0
9. Estabilidade de margens	0	3	2	0	5	2	3	2	0
10. Fonte pontual de: lixo doméstico; embalagem de agrotóxicos; resíduos de lavoura; dejetos animais; despejo de efluentes líquidos; material flutuante	3	2	5	5	5	3	5	2	0
11. Presença de uso agrícola e/ou pecuário na APP	5	0	0	0	2	3	3	2	0
12. Processo de proteção e/ou recuperação da nascente e da APP com cerca de arame, cerca viva, estaca, bambu ou outro	0	0	0	0	5	3	2	0	0
13. Status da APP	0	0	0		5	3	0	0	0

Quadro 26 – Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Fevereiro de 2017 (conclusão)

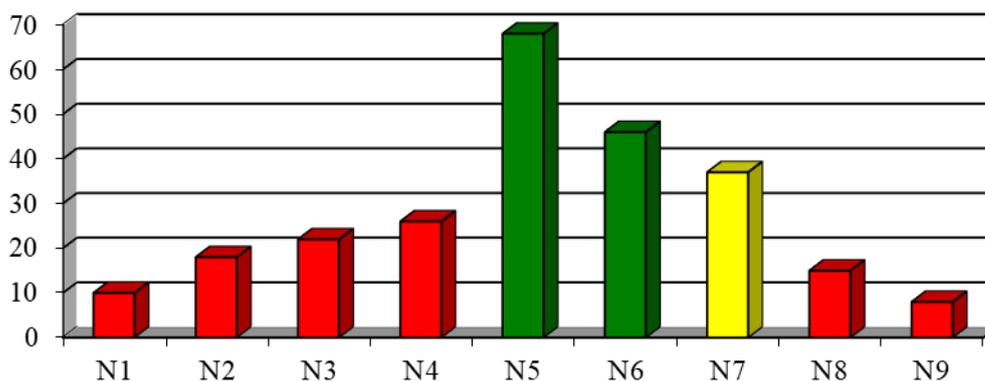
14. Nascente: Recuperada ou não recuperada	0	0	0	2	5	2	0	0	0
Total de pontos obtidos	10	18	22	26	68	46	37	15	8
Pontuação					Nível de perturbação				
0 – 29					Degradada				
30 – 43					Perturbada				
44-70					Conservada				

Legenda: *Sem dados

Fonte: PAR aplicado em pesquisa de campo em 2, 9 e 23 de fevereiro de 2017. A autora, 2019.

No “PAR Fevereiro de 2017”, 20% das nascentes (Gráfico 15 e 16), a N5 e N6, foram classificadas com nível de perturbação conservada. Apresentaram, respectivamente, uma pontuação de 70 e 48 pontos. E no “PAR inverno 2017” (Gráfico 2 A e B), 10% das nascentes, apenas a N5, foi classificada com nível de perturbação conservada com uma pontuação de 70 pontos.

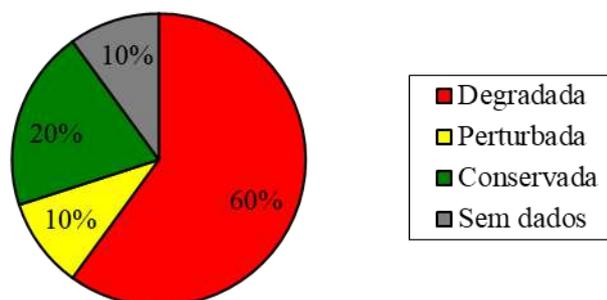
Gráfico 15 – Resultado final PAR Fevereiro de 2017



Legenda: Pontuação de 0 – 29, nível de perturbação degradada; pontuação de 30 – 43, perturbada, pontuação de 44 – 70, conservada.

Fonte: A autora, 2019.

Gráfico 16 – Porcentagem por nível de perturbação das nascentes avaliadas por PAR em fevereiro de 2017



Legenda: Nível de perturbação das nascentes em porcentagem. Fevereiro de 2017 (verão).

Fonte: A autora, 2019.

4.8.1.2 PAR agosto de 2017

O Quadro 27 apresenta a pontuação do PAR aplicado em agosto de 2017 e os Gráficos 17 e 18 representam melhor o resultado.

Quadro 27 – Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Agosto de 2017 (continua)

Parâmetros	Nascentes e APPs								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
1. Cobertura	0	2	2	2	3	2	3	2	0
2. Acesso às nascentes	0	0	0	0	3	0	2	0	0
3. Qualidade visual da água da nascente	2	2	3	5	5	5	5	3	3
4. Uso da nascente	0	3	5	5	5	5	5	2	3
5. Proteção da nascente	0	3	3	3	5	3	3	2	2
6. Composição e característica da mata ciliar no raio de 50 metros	0	0	0	2	5	2	2	0	0
7. Extensão de mata ciliar	0	0	0	2	5	2	2	0	0
8. Estabilidade no raio de 50 metros	0	3	0	0	5	2	2	0	0
9. Estabilidade de margens	0	3	2	0	5	3	3	2	0

Quadro 27 – Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Agosto de 2017 (conclusão)

10. Fonte pontual de: lixo doméstico; embalagem de agrotóxicos; resíduos de lavoura; dejetos animais; despejo de efluentes líquidos; material flutuante	3	2	5	5	5	3	5	2	0
11. Presença de uso agrícola e/ou pecuário na APP	5	0	0	0	2	0	3	2	0
12. Processo de proteção e/ou recuperação da nascente e da APP com cerca de arame, cerca viva, estaca, bambu ou outro	0	0	0	0	5	2	2	0	0
13. <i>Status</i> da APP	0	0	0	3	5	3	0	0	0
14. Nascente: Recuperada ou não recuperada	0	0	0	2	5	2	0	0	0
Total de pontos obtidos	10	18	22	26	68	39	37	15	8
Pontuação					Nível de perturbação				
0 – 29					Degradada				
30 – 43					Perturbada				
44 - 70					Conservada				

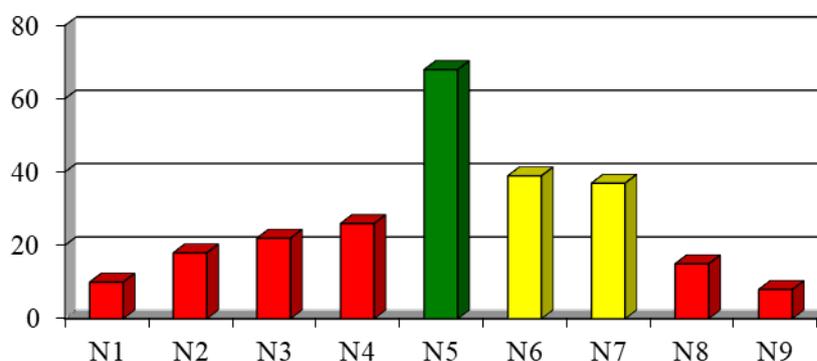
Legenda: *Sem dados.

Fonte: Pesquisa de campo em 2 e 15 de agosto de 2017. A autora, 2019.

Tanto no verão quanto no inverno, 60% das nascentes (N1, N2, N3, N4, N8 e N9) foram classificadas com nível de perturbação degradada, apresentando pontuação entre 0 e 29 pontos.

Apenas 10% das nascentes no PAR Fevereiro de 2017 (N7) e 20% das nascentes no PAR inverno 2017 (N6 e N7) foram classificadas com nível de perturbação perturbada. Apresentaram pontuação entre 36 e 38 pontos, como demonstrado pelos Gráficos 17 e 18.

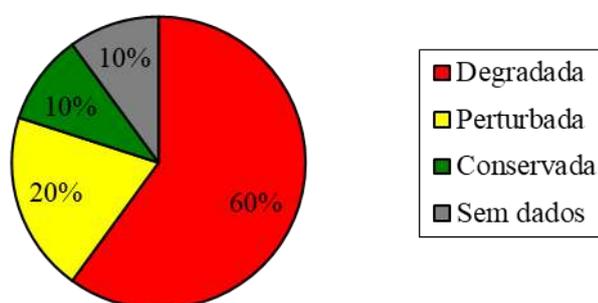
Gráfico 17 – Resultado final PAR Agosto de 2017



Legenda: Pontuação de 0 – 29, nível de perturbação degradada; pontuação de 30 – 43, perturbada, pontuação de 44 – 70, conservada.

Fonte: A autora, 2019.

Gráfico 18 – Porcentagem por nível de perturbação das nascentes avaliadas por PAR em agosto de 2017



Legenda – Nível de perturbação das nascentes em porcentagem. Agosto de 2017 (inverno).

Fonte: A autora, 2019.

4.8.1.3 PAR Fevereiro de 2018

O Quadro 28 apresenta a pontuação do PAR aplicado em fevereiro de 2018 e os Gráficos 19 e 20 representam melhor o resultado.

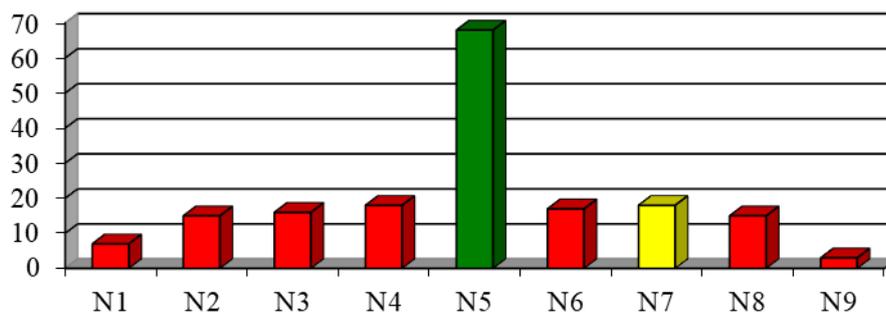
Quadro 28 – Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Fevereiro de 2018

Parâmetros	Nascentes e APPs								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
1. Cobertura	0	2	2	2	3	2	3	2	0
2. Acesso às nascentes	0	0	0	0	3	0	2	0	0
3. Qualidade visual da água da nascente	5	3	5	2	5	3	3	3	0
4. Uso da nascente	0	3	5	3	5	0	5	2	3
5. Proteção da nascente	0	2	2	2	5	0	3	2	0
6. Composição e característica da mata ciliar no raio de 50 metros	0	0	0	2	5	0	2	0	0
7. Extensão de mata ciliar	0	0	0	2	5	0	2	0	0
8. Estabilidade no raio de 50 metros	0	3	0	0	5	0	2	0	0
9. Estabilidade de margens	0	0	0	0	5	2	3	2	0
10. Fonte pontual de: lixo doméstico; embalagem de agrotóxicos; resíduos de lavoura; dejetos animais; despejo de efluentes líquidos; material flutuante	2	2	2	2	5	2	2	2	0
11. Presença de uso agrícola e/ou pecuário na APP	0	0	0	0	2	0	3	2	0
12. Processo de proteção e/ou recuperação da nascente e da APP com cerca de arame, cerca viva, estaca, bambu ou outro	0	0	0	0	5	2	2	0	0
13. <i>Status</i> da APP	0	0	0	3	5	3	0	0	0
14. Nascente: Recuperada ou não recuperada	0	0	0	0	5	2	0	0	0
Total de pontos obtidos	7	15	16	18	68	17	32	15	3
Pontuação	Nível de perturbação								
0 – 29	Degradada								
30 – 43	Perturbada								
44 – 70	Conservada								

Legenda: *Sem dados.

Fonte: Pesquisa de campo em 1 e 2 de fevereiro de 2018. A autora, 2019.

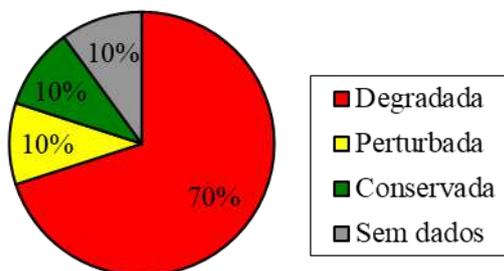
Gráfico 19 – Resultado final PAR Fevereiro de 2018



Legenda: Pontuação de 0 – 29, nível de perturbação degradada; pontuação de 30 – 43, perturbada, pontuação de 44 – 70, conservada.

Fonte: A autora, 2019.

Gráfico 20 – Porcentagem por nível de perturbação das nascentes avaliadas por PAR em fevereiro de 2018



Legenda: Nível de perturbação das nascentes em porcentagem. Fevereiro de 2018 (verão).

Fonte: A autora, 2019.

4.8.1.4 PAR Agosto de 2018

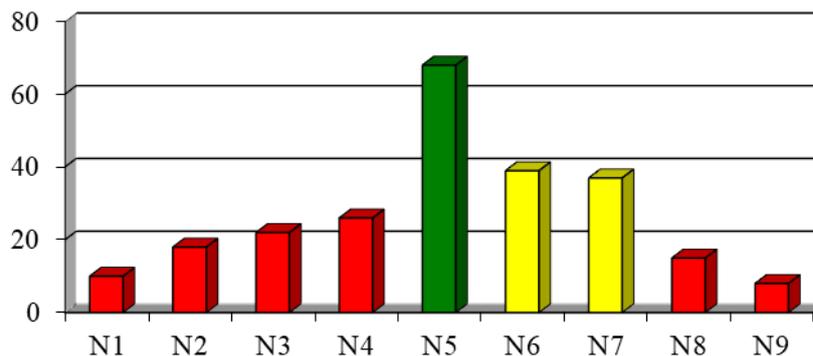
O Quadro 29 apresenta a pontuação do PAR Agosto de 2018 e os Gráficos 21 e 22 melhor espacializam os resultados.

Quadro 29 – Pontuação – Protocolo de Avaliação Rápida, PAR Agosto de 2018

Parâmetros	Nascentes e APPs								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9
1. Cobertura	0	2	2	2	3	2	3	2	0
2. Acesso às nascentes	0	0	0	0	3	0	2	0	0
3. Qualidade visual da água da nascente	2	2	3	5	5	5	5	3	3
4. Uso da nascente	0	3	5	5	5	5	5	2	3
5. Proteção da nascente	0	3	3	3	5	3	3	2	2
6. Composição e característica da mata ciliar no raio de 50 metros	0	0	0	2	5	2	2	0	0
7. Extensão de mata ciliar.	0	0	0	2	5	2	2	0	0
8. Estabilidade no raio de 50 metros	0	3	0	0	5	2	2	0	0
9. Estabilidade de margens	0	3	2	0	5	3	3	2	0
10. Fonte pontual de: lixo doméstico; embalagem de agrotóxicos; resíduos de lavoura; dejetos animais; despejo de efluentes líquidos; material flutuante	3	2	5	5	5	3	5	2	0
11. Presença de uso agrícola e/ou pecuário na APP	5	0	0	0	2	0	3	2	0
12. Processo de proteção e/ou recuperação da nascente e da APP com cerca de arame, cerca viva, estaca, bambu ou outro	0	0	0	0	5	2	2	0	0
13. <i>Status</i> da APP	0	0	0	3	5	3	0	0	0
14. Nascente: Recuperada ou não recuperada	0	0	0	2	5	2	0	0	0
Total de pontos obtidos	10	18	22	26	68	39	37	15	8
Pontuação		Nível de perturbação							
0 – 29		Degradada							
30 – 43		Perturbada							
44 - 70		Conservada							

Fonte: A autora, 2019.

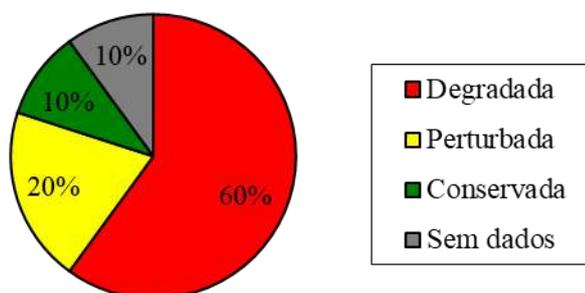
Gráfico 21 – Resultado final PAR Agosto de 2018



Legenda: Pontuação de 0 – 29, nível de perturbação degradada; pontuação de 30 – 43, perturbada, pontuação de 44 – 70, conservada.

Fonte: A autora, 2019.

Gráfico 22 – Porcentagem por nível de perturbação das nascentes avaliadas por PAR em agosto de 2018



Legenda: Nível de perturbação das nascentes em porcentagem. Agosto de 2017 (inverno).

Fonte: A autora, 2019.

4.8.1.5 Discussão dos resultados do PAR Callisto

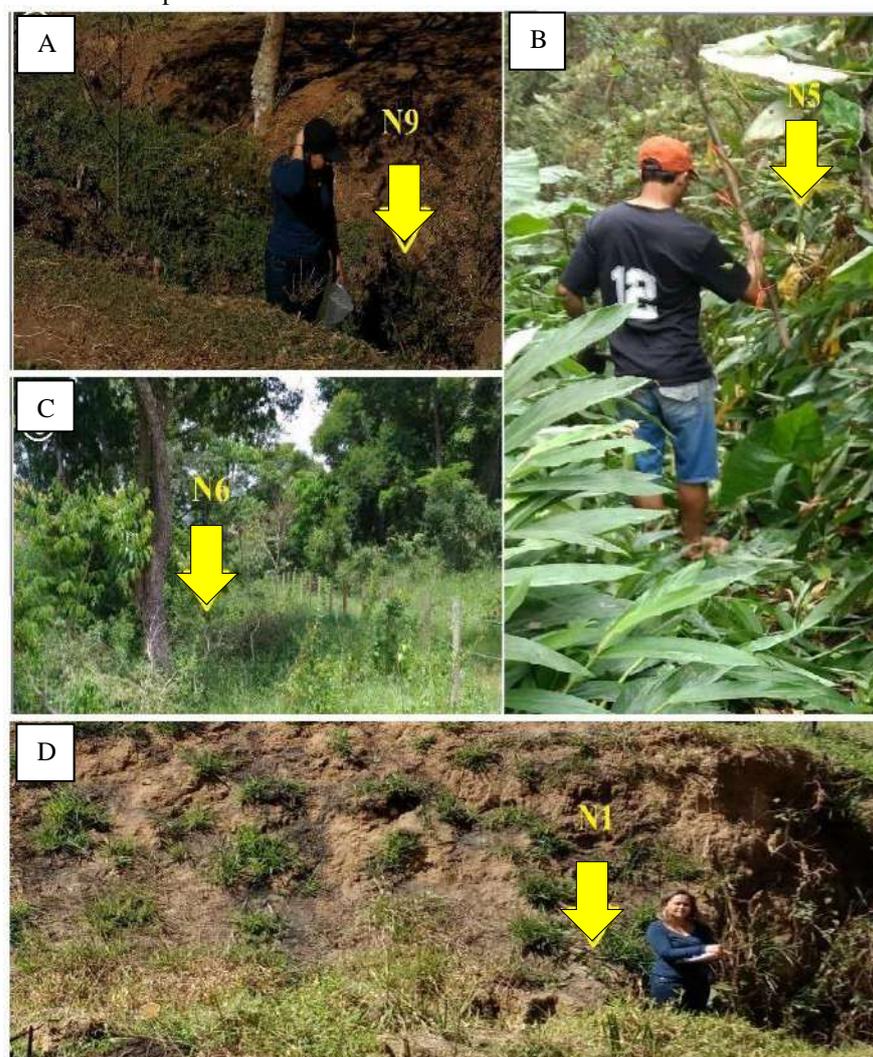
Os resultados obtidos através da aplicação do PAR Callisto revelaram que as nascentes estão com grau de perturbação, em sua maioria, impactado em decorrência do uso e da ausência de APPs, o que prejudica a qualidade ambiental das nascentes e reflete diretamente na qualidade ambiental destes hidrossistemas. O Quadro 31 contribui para ilustrar o grau de perturbação das nascentes relacionado ao tipo de nascente.

O Protocolo de Avaliação Rápida revelou que, das 9 nascentes estudadas (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8 e N9) e APPs avaliadas nos períodos de verão e inverno, como visto nos Gráficos 19 e 21, “PAR Fevereiro de 2017” e “PAR Agosto de 2017”, apenas 20% das

nascentes no verão e 10% das nascentes no inverno foram classificadas com nível de perturbação conservada. Um total de 60% foi classificado como degradada em ambas as estações/períodos avaliados. Cerca de 10% no PAR Fevereiro de 2017 e 20% no PAR inverno 2017 foram classificadas com nível de perturbação perturbada (Gráfico 19 e Gráfico 21).

Esses dados sugerem que as estações do ano não interferiram, significativamente, nos valores obtidos durante a aplicação dos protocolos, mas o nível de proteção e/ou, por exemplo, o desflorestamento entre os períodos contribuiu em alguns casos, a exemplo da nascente N6, que teve mudança de “conservada” para “perturbada”. A Figura 59 demonstra os registros fotográficos dos casos de nascentes com nível de perturbação “degradada” (N9), “perturbada” (N6 no inverno de 2017) e “conservada” (N5) encontrados.

Figura 59 – Exemplos de nascentes com nível de perturbação “degradada”, “perturbada” e “conservada”



Legenda: (A) – Nascente N9, nível de perturbação degradada; (B) – Nascente N5, nível conservada; (C) – Nascente N6, nível conservada (fevereiro de 2017) e perturbada (agosto de 2017); (D) – Nascente N1, degradada. Fonte: A autora, 2019.

Conforme observado nos Gráficos 19 e 21, a avaliação realizada apresentou resultados com baixa pontuação, tendo em vista a obtenção de elevado percentual de ambientes classificados, segundo nível de perturbação, como alterados e impactados, vistos também na Figura 67, os quais, juntos, corresponderam a 70% e 80% no PAR Fevereiro de 2017 e no PAR Agosto de 2017, respectivamente, das nascentes analisadas (Gráficos 3 e 5). Os Gráficos 19 e 20, que representam os resultados do PAR Fevereiro de 2018, corroboram a afirmação de que as nascentes estudadas são, em maior número, degradadas. E, segundo o último PAR (fevereiro de 2018), 70% são degradadas, 10% são perturbadas e apenas 10% são conservadas.

O Quadro 30 sintetiza o grau de perturbação das nascentes relacionado ao seu tipo.

Quadro 30 – Grau de perturbação das nascentes relacionado ao seu tipo em fevereiro e em agosto de 2017 e de 2018

Identificação da nascente	Tipo de nascente			Grau de perturbação		
	Pontual	Difusa	Múltipla	Degradada	Perturbada	Conservada
N1	-	-	X	x	-	-
N2	-	-	X	x	-	-
N3	x	-	-	x	-	-
N4	x	-	-	x	-	-
N5	x	-	-	-	x	-
N6	-	x	X	-	-	x
N7	x	-	-	-	x	-
N8	x	-	-	x	-	-
N9	x	-	-	x	-	-
Total	6	1	3	6	2	2

Fonte: A autora, 2019.

4.8.2 A avaliação da qualidade ambiental de APPs e das nascentes estudadas através do IIAN

Os Quadros 31, 32, 33 e 34 apresentam os resultados obtidos após a aplicação do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, IIAN Fevereiro de 2017 e IIAN Agosto de 2017, através da sistematização dos dados coletados para avaliação do grau de proteção das nascentes da Microbacia do Rio Fagundes, aplicados em pesquisa de campo por ano/semestre nas 9 nascentes e APPs estudadas, relacionando-as com o grau de proteção e

conservação que apresentam. Os Gráficos 23, 24 e 25 ilustram melhor os valores absolutos do grau de proteção encontrados para cada uma das nascentes.

4.8.2.1 IIAN Fevereiro de 2017

O Quadro 31 apresenta o IIAN, a pontuação e os seus respectivos graus de proteção, e os Gráficos 23, 24 e 25, a seguir, apresentam os resultados para o IIAN em fevereiro de 2017.

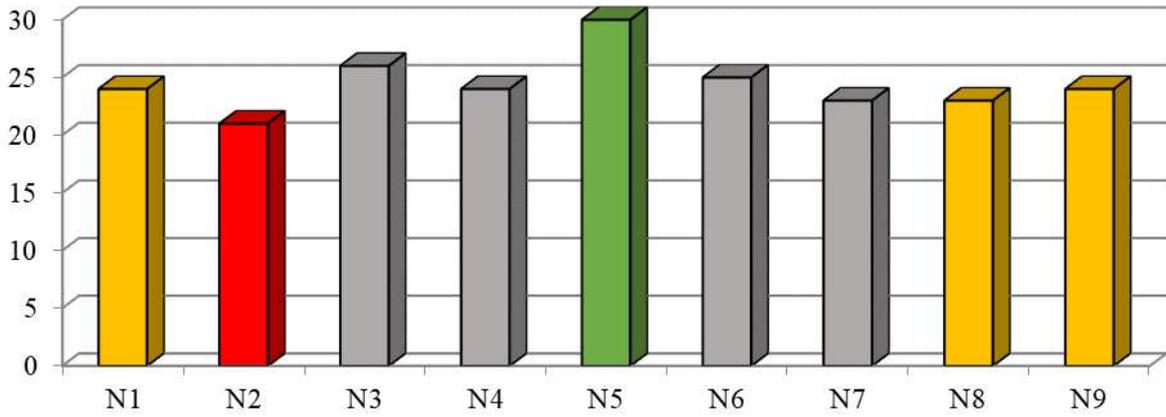
Quadro 31 – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação e seus respectivos graus de proteção em fevereiro de 2017

Identificação da nascente	Cor da água	Odor da água	Lixo ao redor da nascente	Material flutuante (lixo na água)	Espuma	Óleo	Esgoto na nascente	Vegetação	Usos da nascente	Acessos	Atividades rurais*	Pontuação	Classe	Grau de proteção
N1	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	3	23	D	Ruim
N2	2	1	3	3	3	3	2	1	1	1	1	21	E	Péssimo
N3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	26	C	Razoável
N4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	2	26	C	Razoável
N5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	30	B	Bom
N6	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	25	C	Razoável
N7	2	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	26	C	Razoável
N8	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	23	D	Ruim
N9	2	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	24	D	Ruim

Legenda: *Parâmetro não mensurável devido à ausência de classificação como nascente.

Fonte: IIAN aplicado em pesquisa de campo em 2, 9 e 23 de fevereiro de 2017.

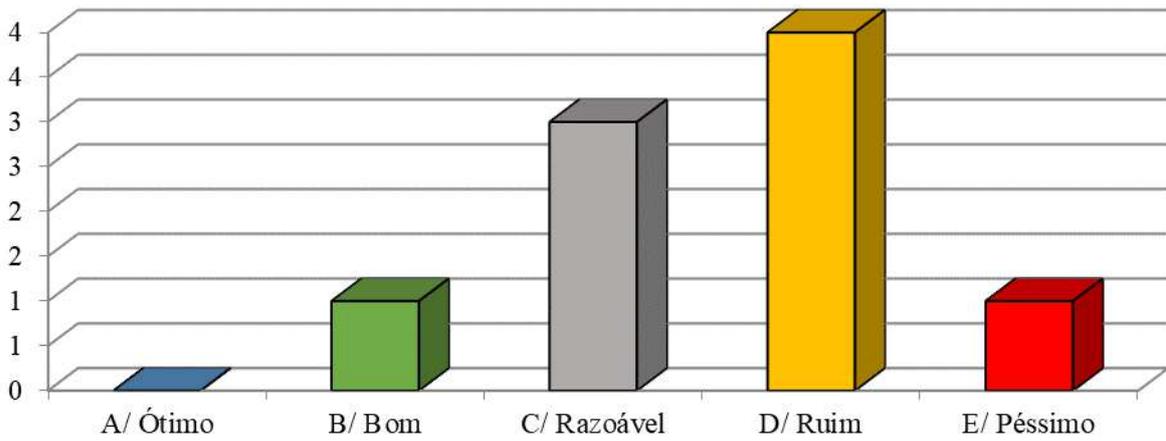
Gráfico 23 – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação em fevereiro de 2017



Legenda: *Sem dados.

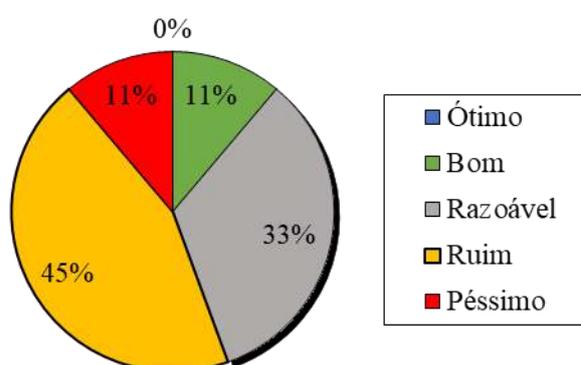
Fonte: IIAN aplicado em pesquisa de campo em 2, 9 e 23 de fevereiro de 2017.

Gráfico 24 – Distribuição do número de nascentes estudadas (10) por classe/grau de proteção em pontuação em fevereiro de 2017



Fonte: IIAN aplicado em pesquisa de campo em 2, 9 e 23 de fevereiro de 2017.

Gráfico 25 – Grau de Proteção das nascentes em fevereiro de 2017, em percentagem



Fonte: A autora, 2019.

4.8.2.2 IIAN Agosto de 2017

O Quadro 32 apresenta o IIAN, a pontuação e os seus respectivos graus de proteção, e os Gráficos 26, 27 e 28, a seguir, apresentam os resultados para o IIAN em agosto de 2017.

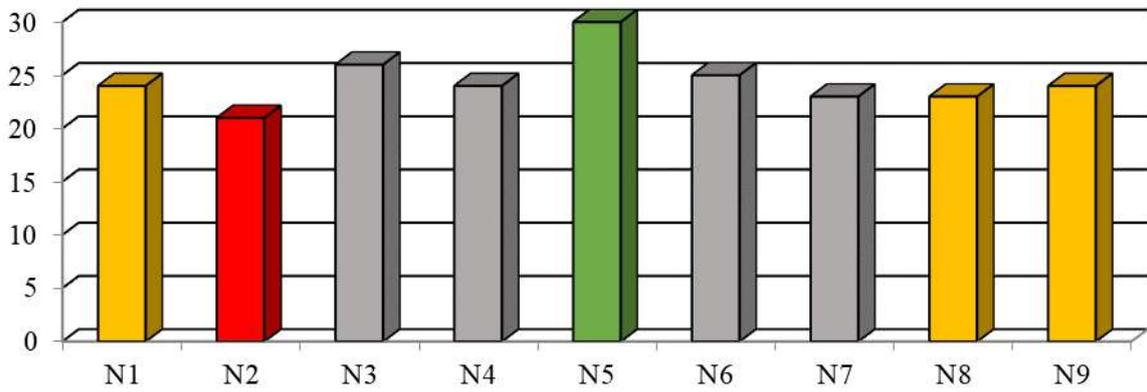
Quadro 32 – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação e seus respectivos graus de proteção em agosto de 2017

Identificação da nascente	Cor da água	Odor da água	Lixo ao redor da nascente	Material flutuante (lixo na água)	Espuma	Óleo	Esgoto na nascente	Vegetação	Usos da nascente	Acessos	Atividades rurais*	Pontuação	Classe	Grau de proteção
N1	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	3	23	D	Ruim
N2	2	1	3	3	3	3	2	1	1	1	1	21	E	Péssimo
N3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	26	C	Razoável
N4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	2	26	C	Razoável
N5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	30	B	Bom
N6	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	25	C	Razoável
N7	2	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	26	C	Razoável
N8	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	23	D	Ruim
N9	2	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	24	D	Ruim

Legenda: *Parâmetro não mensurável devido à ausência de classificação como nascente.

Fonte: IIAN aplicado em pesquisa campo em 2 e 15 de agosto de 2017.

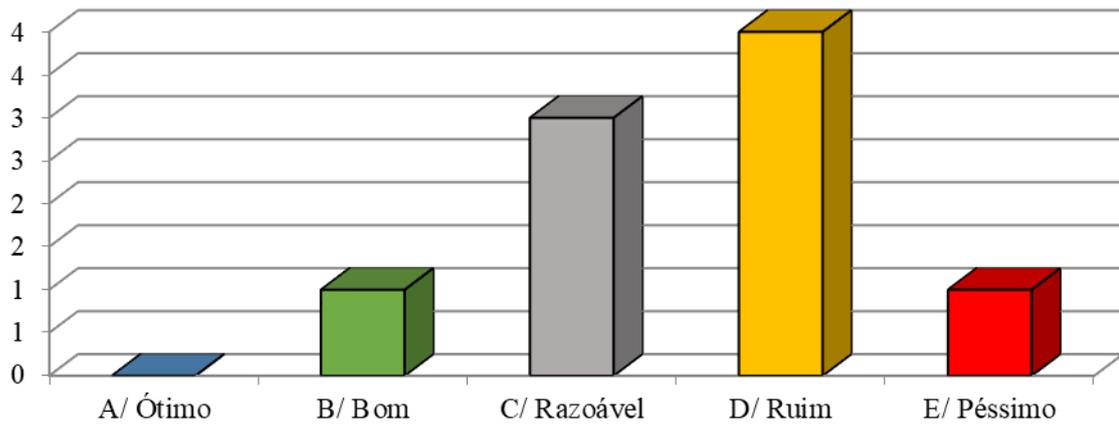
Gráfico 26 – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação em agosto de 2017



Legenda: *Sem dados.

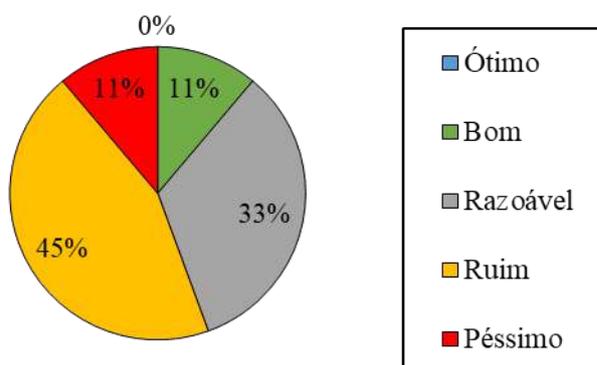
Fonte: IIAN aplicado em pesquisa campo em 2 e 15 de agosto de 2017.

Gráfico 27 – Distribuição do número de nascentes estudadas (10) por classe/grau de proteção em pontuação em agosto de 2017



Fonte: IIAN aplicado em pesquisa campo em 2 e 15 de agosto de 2017.

Gráfico 28 – Grau de Proteção das nascentes em agosto de 2017, em porcentagem



Fonte: A autora, 2019.

De acordo com os Gráficos 26, 27 e 28, nenhuma nascente foi considerada pelo Índice de Impacto Ambiental Macroscópico em fevereiro e em agosto de 2017 com grau de proteção ótima ou A. Apenas 11% foram consideradas com grau de proteção “Bom”, com pontuação de 28 a 30 pontos, a nascente N5. E 33% foram consideradas com grau “Razoável”: N3, N4, N6 e N7. 45% apresentam um IIAN de 22 a 24 pontos, consideradas com grau de proteção “Ruim”/classe D: são as nascentes N1, N7, N8 e N9. E uma apresenta um índice abaixo de 21, correspondendo ao grau “Péssimo”, a N2.

Os parâmetros que mais contribuíram positivamente com o IIAN foram espuma e óleo; todas as nascentes apresentaram qualificação “Boa” por não haver, em nenhuma delas, presença de espuma e óleo. Por outro lado, dois parâmetros apresentaram as piores qualificações, o que contribuiu negativamente com a qualificação: Acesso e Atividades rurais. Acesso apresentou os piores resultados: sete das nascentes foram qualificadas como “Ruim”, de Acesso fácil, N1, N2, N3, N6, N7 e N8. O segundo parâmetro, Atividades rurais a menos de 50 metros (foram consideradas na APP– 50 metros), seis nascentes, N2, N3, N6, N7 e N8, foram consideradas “Ruim”.

Um fator que contribui para um maior grau de proteção das nascentes é a densidade da vegetação, que dificulta o acesso e minimiza os processos erosivos, os usos das nascentes, os acessos e as atividades rurais nas proximidades ou no entorno.

Como pode ser visto no Gráfico 28, em 45% das nascentes, a vegetação ao redor possui uma qualificação “Ruim”, degradada ou ausente. Em apenas 11% a vegetação se

apresenta em “Bom” estado. Quanto ao acesso, o acesso é considerado fácil em 88% das nascentes estudadas.

Essas características, tomadas em conjunto, possibilitam explicar o resultado da qualificação “Ruim” obtido pelas nascentes estudadas no IIAN.

Esse valor enquadraria o conjunto das nascentes na classe C e D. Além do alto grau de alteração da vegetação, as nascentes se encontram a menos de 50 metros de atividades rurais, os piores resultados para o IIAN.

Da mesma forma, também mostrado pelo Gráfico 27 e reiterado pelo Gráfico 28, nenhuma nascente se enquadrou na classe A (0%); todavia, somente 11% estão na classe B. A classe C – grau de proteção razoável – abrange 33% do total das nascentes, e a classe D, 45%. Ressalta-se o percentual de nascentes na classe E, com grau de proteção péssimo: 11%.

Os resultados mencionados podem ser explicados pelos valores medianos dos parâmetros que tiveram resultados muito positivos, como cor da água, odor e espumas, fato associado ao péssimo resultado dos parâmetros usos, acesso e equipamentos urbanos, todos com metade ou mais das nascentes classificadas como ruins. Desse modo, o resultado médio do IIAN foi de três nascentes na classe D, com grau de proteção “Ruim”.

As características espaciais, bem como de seu entorno imediato, definem as possibilidades de proteção em seu interior.

4.8.2.3 IIAN Fevereiro de 2018

O Quadro 33 apresenta o IIAN, a pontuação e os seus respectivos graus de proteção, e os Gráficos 29, 30 e 31, a seguir, apresentam os resultados para o IIAN em fevereiro de 2018.

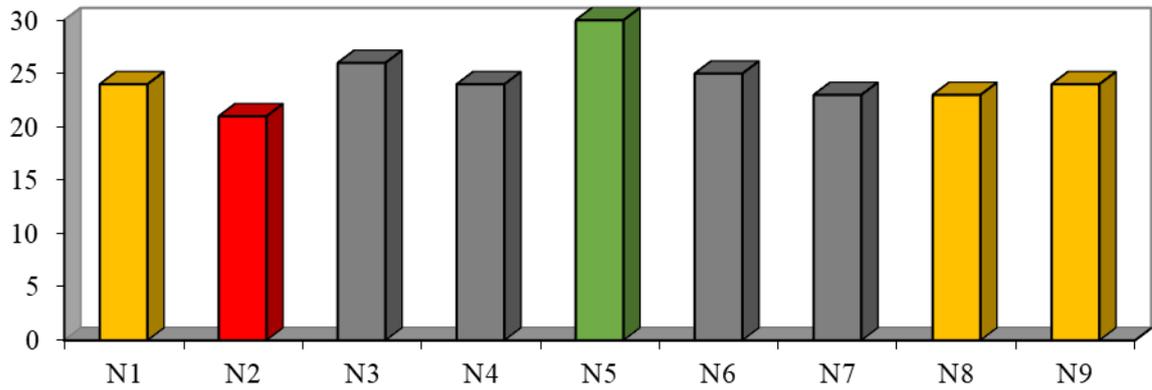
Quadro 33 – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação e seus respectivos graus de proteção em fevereiro de 2018

Identificação da nascente	Cor da água	Odor da água	Lixo ao redor da nascente	Material flutuante (lixo na água)	Espuma	Óleo	Esgoto na nascente	Vegetação	Usos da nascente	Acessos	Atividades rurais*	Pontuação	Classe	Grau de proteção
N1	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	3	23	D	Ruim
N2	2	1	3	3	3	3	2	1	1	1	1	21	E	Péssimo
N3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	26	C	Razoável
N4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	2	26	C	Razoável
N5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	30	B	Bom
N6	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	25	C	Razoável
N7	2	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	26	C	Razoável
N8	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	23	D	Ruim
N9	2	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	24	D	Ruim

Legenda: *Parâmetro não mensurável devido à ausência de classificação como nascente.

Fonte: IIAN aplicado em pesquisa campo em 1 e 2 de fevereiro de 2018.

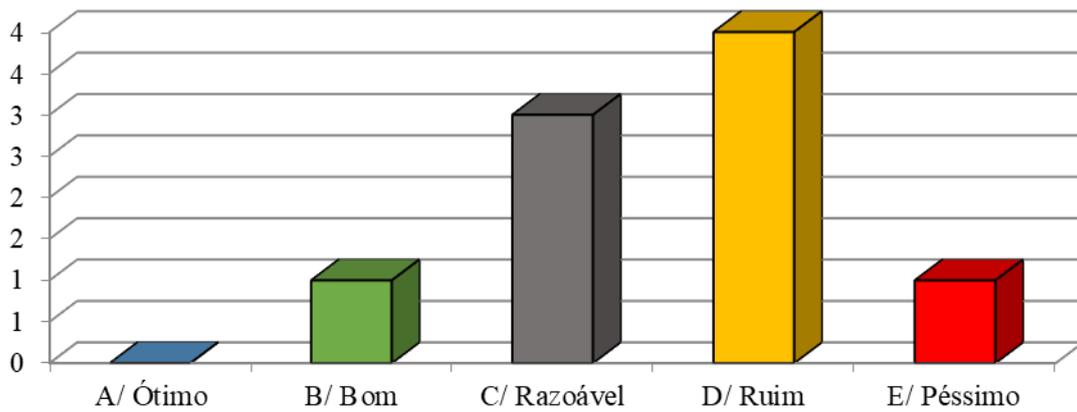
Gráfico 29 – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação em fevereiro de 2018



Legenda: *Sem dados.

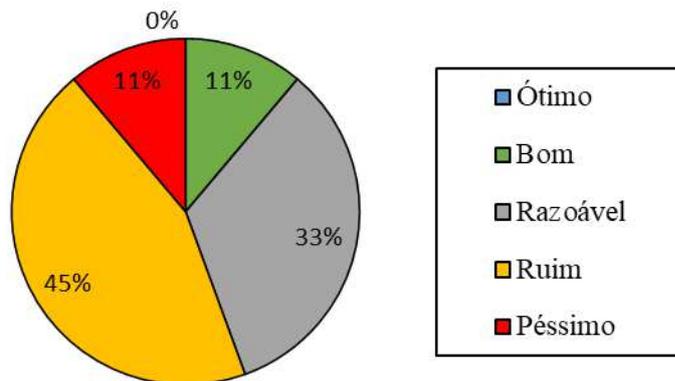
Fonte: IIAN aplicado em pesquisa campo em 1 e 2 de fevereiro de 2018.

Gráfico 30 – Distribuição do número de nascentes estudadas (10) por classe/grau de proteção em pontuação em fevereiro de 2018



Fonte: IIAN aplicado em pesquisa campo em 1 e 2 de fevereiro de 2018.

Gráfico 31 – Grau de Proteção das nascentes em fevereiro de 2018, em porcentagem



Fonte: A autora, 2019.

O IIAN Fevereiro de 2018 apresentou a mesma pontuação do IIAN Fevereiro de 2017 e IIAN Agosto de 2017, o que nos permite afirmar que as nascentes não sofreram alteração nos períodos estudados.

A Tabela 8 apresenta as características das nascentes relacionadas à vazão e à avaliação macroscópica em agosto e em novembro de 2017, em fevereiro e em maio de 2018.

Tabela 8 – Características das nascentes relacionadas à vazão e à avaliação macroscópica em agosto e em novembro de 2017, em fevereiro e em maio de 2018

Identificação das nascentes	Vazão (L/s) em agosto de 2017	Vazão (L/s) em novembro de 2017	Vazão (L/s) em fevereiro de 2018	Vazão (L/s) em maio de 2018	Classe	Grau de proteção
N1.1	0,001	0,001	0,001	0,001	D	Ruim
N1.2	-	-	-	-		
N1.3	0,001	0,028	0,001	0,001		
N1.4	-	0,001	0,001	-		
N2.1	0,040	0,072	0,092	0,049	E	Péssimo
N2.2	0,001	0,001	0,001	0,001		
N3	0,003	0,005	0,033	0,001	C	Razoável
N4	0,039	0,021	0,013	0,001	C	Razoável
N5	0,001	0,001	0,001	0,007	B	Bom
N6.1	-	-	-	-	C	Razoável
N6.2	0,001	0,001	0,001	-		
N6.3	0,001	-	-	-		
N6.4	0,028	0,028	0,024	0,001		
N7	0,053	0,062	0,070	0,001	C	Razoável
N8	0,053	0,001	0,001	0,001	D	Ruim
N9	0,062	-	-	-	D	Ruim

Fonte: A autora, 2019.

4.8.2.4 IIAN Agosto de 2018

O Quadro 34 apresenta o IIAN, a pontuação e os seus respectivos graus de proteção, e os Gráficos 32, 33 e 34, a seguir, apresentam os resultados para o IIAN em agosto de 2018.

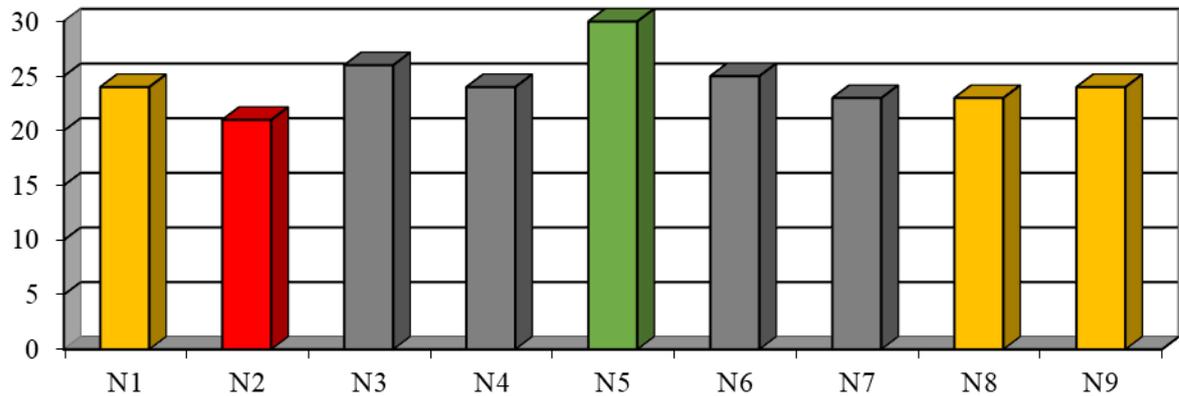
Quadro 34 – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação e seus respectivos graus de proteção em agosto de 2018

Identificação da nascente	Cor da água	Odor da água	Lixo ao redor da nascente	Material flutuante (lixo na água)	Espuma	Óleo	Esgoto na nascente	Vegetação	Usos da nascente	Acessos	Atividades rurais*	Pontuação	Classe	Grau de proteção
N1	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	3	23	D	Ruim
N2	2	1	3	3	3	3	2	1	1	1	1	21	E	Péssimo
N3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	26	C	Razoável
N4	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	2	26	C	Razoável
N5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	30	B	Bom
N6	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	25	C	Razoável
N7	2	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	26	C	Razoável
N8	2	2	3	3	3	3	3	1	1	1	1	23	D	Ruim
N9	2	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	24	D	Ruim

Legenda: *Parâmetro não mensurável devido à ausência de classificação como nascente.

Fonte: IIAN aplicado em pesquisa campo em 2 e 15 de agosto de 2018.

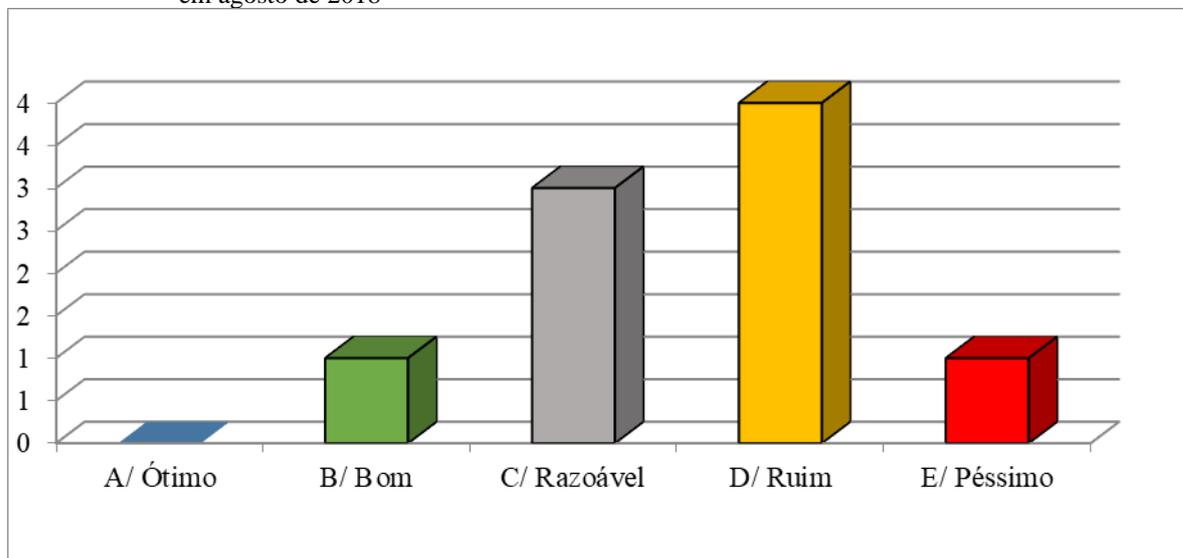
Gráfico 32 – Índice de Impacto Ambiental Macroscópico das nascentes estudadas, pontuação em agosto de 2018



Legenda: *Sem dados.

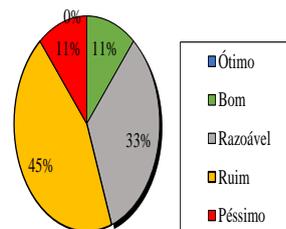
Fonte: IIAN aplicado em pesquisa campo em 2 e 15 de agosto de 2018.

Gráfico 33 – Distribuição do número de nascentes estudadas (10) por classe/graude proteção em pontuação em agosto de 2018



Fonte: IIAN aplicado em pesquisa campo em 2 e 15 de agosto de 2018.

Gráfico 34 – Grau de Proteção das nascentes em agosto de 2018, em porcentagem



Fonte: A autora, 2019.

4.9 Discussão dos resultados (fevereiro e agosto de 2017 e de 2018) da qualidade ambiental na Microbacia do Rio Fagundes por PAR e por IIAN

A avaliação das nascentes por parâmetros e metodologias qualitativas é necessária, uma vez que elas estão inseridas em uma unidade hidrográfica de planejamento com um elevado grau de influência antrópica e de usos rural-agrícola. Nesse sentido, as nascentes, enquanto hidrossistemas, são extremamente suscetíveis às variações no fluxo de matéria e energia, expressando uma estrutura ambiental derivada da interação de todos os seus elementos constituintes, como os elementos derivados do uso da terra.

As campanhas de campo e a metodologia selecionada foram sendo aplicados e ajustados, visando apurar os resultados finais de toda a análise.

De um modo geral, as nascentes estudadas apresentam grau de qualificação “Ruim” de proteção, segundo a aplicação metodológica do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico de Nascentes, e vários pontos podem ser considerados críticos, como a facilidade de acesso e a vegetação degradada ou inexistente, como também processos erosivos na APP, o que contribui para o grau de proteção insatisfatório das nascentes na Microbacia do Rio do Fagundes.

Nas avaliações macroscópicas de 2017/2018, realizadas a partir de avaliação integrada dos resultados dos PAR's e IIAN's dos Campos de fevereiro (verão) e agosto (inverno) de 2017 e de 2018, as nascentes N1, N2, N3, N4, N5, N6 N7, N8 e N9 são apresentadas no Quadro 35.

Quadro 35 – Resultado das avaliações macroscópicas das nascentes estudadas (continua)

Identificação da nascente	Avaliação macroscópica em fevereiro e em agosto de 2017 e de 2018
N1	Nível de perturbação impactado devido ao desmatamento. A mesma encontra-se em uma via de acesso, uma força direcionadora de desmatamento. É um hidrossistema com múltiplos pontos de exfiltração. Segundo a metodologia, é nascente não protegida.
N2	Nível de perturbação impactado devido ao desmatamento e pasto. A nascente está isolada por cerca de arame e em vias de regeneração. A nascente não possui sinais de evolução de recuperação, como aumento da vazão ou recomposição vegetal.
N3	Nível de perturbação impactado devido ao desmatamento. Não está protegida e nem apresentou evolução. Manteve-se no mesmo estágio/grau e classe para esta avaliação nos dois períodos monitorados. Não apresentou aumento da vazão (verão/inverno), recomposição vegetal, cercamento ou mesmo técnicas de recuperação da APP.
N4	Nível de perturbação impactado devido ao pisoteio e desmatamento. A nascente apresenta sinais de uma ação antropogênica. Está em processo de cercamento e proteção do raio de 50 metros.
N5	O modelo implantado para a recuperação da área degradada foi considerado, até o presente momento, eficiente, por propiciar a proteção do solo e a ativação do processo de regenerantes no processo de recuperação da mata ciliar que recobre a nascente, tendo em vista a sua recuperação e proteção aceitável, como a garantia de oferta de água. Com esta descrição, o nível de perturbação é conservada ou o mais próximo de tal nível. O processo de regeneração da área é uma opção do produtor pelo isolamento. Entretanto, a nascente e a APP precisam, efetivamente, ser protegidas no raio de 50 metros para garantir a oferta de água e para que o processo não seja comprometido, por exemplo, com a proximidade do cultivo de hortaliça à montante da nascente. Com esta descrição, em 2017 (fevereiro e agosto) e em 2018 (fevereiro), a N5 possui um nível de perturbação que oscila entre conservada e a perturbada.
N6	A nascente não possui sinais de evolução de recuperação, como aumento da vazão, recomposição vegetal, cercamento ou técnicas de recuperação da APP. Foram encontradas fezes de animais e a nascente apresentava sinais de pisoteio. Esta nascente possui quatro pontos de exfiltração, e o primeiro não apresentou retorno à perenidade. Nível de perturbação impactado devido a impactos como pisoteio e desmatamento.

Quadro 35 – Resultado das avaliações macroscópicas das nascentes estudadas (conclusão)

N7	Nível de perturbação impactado devido ao pisoteio e desmatamento. Esta nascente, nos Campos de fevereiro e agosto, estava protegida, mas o entorno estava completamente degradado, com o uso do solo para a agropecuária e ausência de cobertura da terra. Mas, já tendo ocorrido o cercamento, é provável que haja regeneração da cobertura, como a recuperação da nascente N7. Processos erosivos tanto laminares quanto lineares foram identificados.
N8	Nível de perturbação impactado devido a impactos como pisoteio e desmatamento. Esta nascente, nos Campos de fevereiro e agosto, estava protegida, mas o entorno estava completamente degradado, com o uso do solo para a agropecuária e ausência de cobertura da terra. Processos erosivos tanto laminares quanto lineares foram facilmente identificáveis.
N9	Esta nascente, nos Campos de fevereiro e agosto, não estava protegida e nem em vias de proteção. Nascente degrada e completamente desprotegida, com processos erosivos lineares e laminares aparentes. A APP da nascente é usado para pastagem de gado e apresenta solo exposto.

Fonte: PAR Fevereiro de 2017 e de 2018 (verão) e Agosto de 2017 e de 2018 (inverno) e IIAN Fevereiro de 2017 e de 2018 (verão) e Agosto de 2017 e de 2018 (inverno).

5 O COMPROMETIMENTO DOS ATORES NO PROCESSO DE PROTEÇÃO/RECUPERAÇÃO DAS NASCENTES ESTUDADAS

Para o envolvimento dos atores na proteção e preservação das nascentes da Microbacia do Rio do Fagundes, são apresentadas as respostas dos produtores rurais cadastrados e da técnica executora do Programa Rio Rural em Paraíba do Sul, devidamente identificados, envolvidos com a proteção e a recuperação das nascentes.

5.1 O comprometimento dos produtores rurais

As respostas dos 9 produtores envolvidos com a proteção das nascentes N1, Adriano; N2, Altino; N3, Caique; N4, José Alexandre; N5, Flaviano; N6, José Antônio; N7, Moacir; N8 Neusa e N9, Rodolfo, são apresentadas e discutidas a seguir.

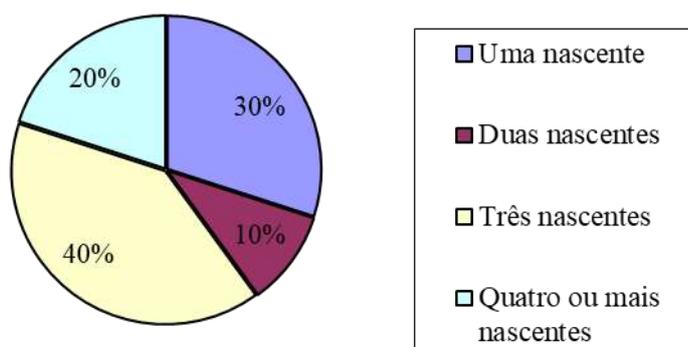
Na primeira questão direcionada aos produtores, “Por que escolheu a boa prática de proteção de nascentes (dentre as outras boas práticas recomendadas)”, oito produtores/proprietários (Gráfico 35), Adriano, Altino, Caique, José Alexandre, Moacir, Neusa e Rodolfo, responderam que era devido à importância da água para a propriedade; outro, o proprietário Flaviano, nascente N5, mencionou já possuir uma ou mais nascentes protegidas, e outro disse que gostaria de receber os recursos (financeiros) para protegê-la, o proprietário José Antonio, nascente N6.

Gráfico 35 – Por que escolheu a boa prática de proteção de nascentes (dentre as outras boas práticas recomendadas)?



Ao analisar a segunda questão “Quantas nascentes possui, aproximadamente, na propriedade?”, 4 dos proprietários, Caique, José Alexandre, José Antônio e Moacir, responderam que possuíam três nascentes, 3 dos proprietários responderam que possuíam uma única nascente, Adriano, Altino e Neuza; 1, Rodolfo, duas nascentes e 2, Flaviano, quatro ou mais. As respostas são ilustradas em porcentagens no Gráfico 36.

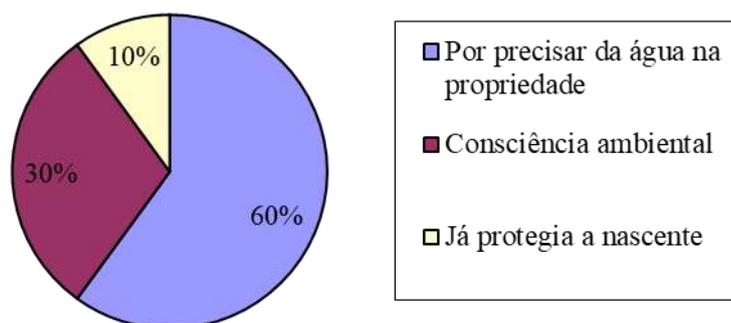
Gráfico 36 – Número de nascentes na propriedade



Fonte: A autora, 2019.

Na questão de número três, “Por que da escolha desta nascente (sob as coordenadas de localização geográfica e número de identificação acima), especificamente, a ser protegida?”, as respostas foram agrupadas em três vieses: primeiro, por precisar da água na propriedade (6 proprietários, Altino, Caique, Flaviano, Neuza e Rodolfo); segundo, por uma consciência ambiental (3 proprietários, Adriano, Moacir e José Antônio); e, por fim, porque já protegia a nascente (1 proprietário, José Alexandre). As respostas são ilustradas em porcentagens no Gráfico 37.

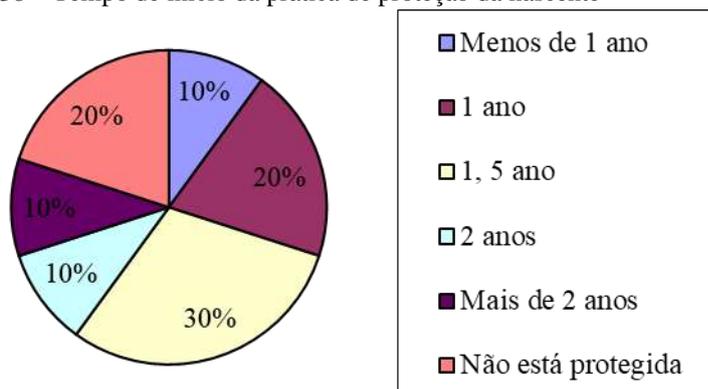
Gráfico 37 – Por que da escolha da nascente para a proteção na propriedade



Fonte: A autora, 2019.

Quando perguntados “Quando e por quanto tempo iniciou a prática da proteção da nascente?” (questão 4), 3, Altino, José Alexandre e José Antônio responderam 1,5 ano; 2 dos produtores, Adriano e Rodolfo responderam que a nascente não está protegida, 2, Moacir e Neuza responderam 1 ano; 1, Caique respondeu menos de 1 ano, 1, Flaviano, mais de 2 anos. É evidente que são diferentes os estágios da prática de proteção das nascentes e as visões do que é uma nascente protegida. As respostas são ilustradas em porcentagens no Gráfico 38.

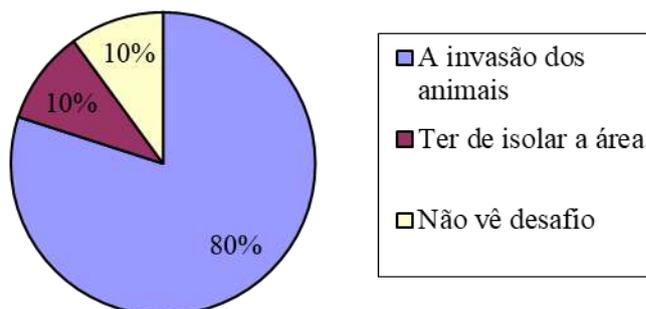
Gráfico 38 – Tempo de início da prática de proteção da nascente



Fonte: A autora, 2019.

Na quinta questão, “Quais são os principais desafios hoje enfrentados com a proteção desta nascente?”, 8, Adriano, Altino, Caique, José Antônio, Neuza, Moacir, Rodolfo, responderam que é a invasão dos animais, 1, José Alexandre, proprietário da nascente N4, que é ter de isolar a área (recurso já recebido e aplicado) e 1, Flaviano (proprietário nascente N5) não vê desafio (a nascente está protegida por vegetação natural). As respostas são ilustradas em porcentagens no Gráfico 39.

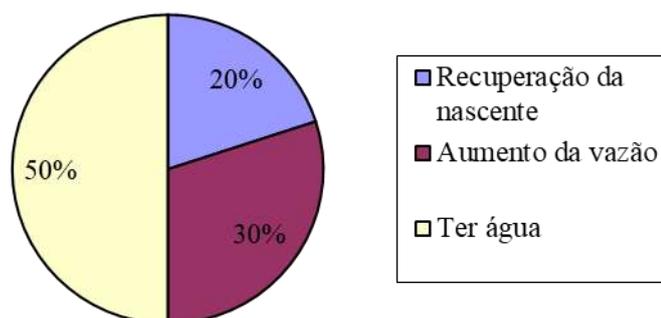
Gráfico 39 – Principais desafios hoje enfrentados com a proteção da nascente



Fonte: A autora, 2019.

À sexta questão, “Que resultado(s) espera com a proteção desta nascente? Já alcançou o(s) resultado(s) que esperava? Qual(is)?”, 5, Adriano, Altino, Caique, Flaviano e José Alexandre, responderam que era ter água ou mantê-la, 3, José Antônio e Neusa, aumento da vazão (ter mais do que tem) e 2, Moacir e Rodolfo, recuperação da nascente (degradada). As respostas são ilustradas em porcentagens no Gráfico 40.

Gráfico 40 – Resultado(s) esperado(s) com a proteção da nascente



Fonte: A autora, 2019.

A última questão direcionada aos produtores, “Tem disponibilidade de isolar a área protegida por quanto tempo?”, tinha as cinco alternativas a seguir: “durante a estação chuvosa”, “somente enquanto durar o Rio Rural”, “Até que possa investir ou produzir na área (rotação de culturas)”, “Não espera mais utilizar a área para a produção da propriedade” ou “outro”. Todos os 9 proprietários rurais responderam que não esperam mais utilizar a área para a produção da propriedade. Todos veem a necessidade de proteger e recuperar as nascentes para a quantidade e qualidade da água.

Por fim, foi constatado que os produtores rurais da MBRF sabem da importância das nascentes para a produção de água, tanto que a maioria indica a nascente como “boa prática” para participar do programa. Esperam a recuperação da mesma a partir dos recursos financeiros para a proteção e se disponibilizam a isolar a área mesmo após a continuidade ou não do programa.

Os proprietários veem como principal problema para a proteção das nascentes a invasão de animais.

E as quantidades de nascentes (as nascentes consideradas por eles na propriedade) estão relacionadas ao tamanho da propriedade e à sua degradação, ao período de exfiltração,

como, também, às condições para tal exfiltração, ao estágio de regeneração e aos usos do solo e cobertura da terra nas APPs.

5.2 O comprometimento da técnica executora do Programa Rio Rural

A técnica diretamente envolvida e executora do Programa Rio Rural na Microbacia Rio Fagundes é Andréa Faria Machado, Médica Veterinária, vinculada à instituição Secretaria do Estado do Rio de Janeiro de Agricultura, Pecuária e Pesca/Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. Andréa, técnica executora, está diretamente envolvida e está presente desde a fase chamada “Pré-campo”.

A primeira pergunta direcionada à técnica envolvida foi sobre há quanto tempo ela está vinculada ao Rio Rural, e a resposta foi: “O Programa teve início no município no ano de 2014, sendo a primeira reunião realizada na comunidade de Rio Manso, MBH Fagundes, no mês de setembro”. Portanto, desde o início da implementação do mesmo.

A segunda questão foi relacionada à principal atividade desempenhada, e a resposta foi: “Atualmente estamos em fase de implantação dos PIDs (Plano Individual de Desenvolvimento) liberados e aguardando liberação dos restantes. Até hoje foram liberados 08 de um total de 20 PIDs nesta MBH”.

Terceira pergunta: “Qual foi a principal dificuldade no início da implementação do Rio Rural na Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes?”. Resposta: “Acredito que a maior dificuldade tenha sido fazer com que o produtor acreditasse no Programa, pois o mesmo já tinha sido iniciado no município há muitos anos, mas não teve continuidade. Isso gerou desconfiança nos produtores”.

Quarta questão: “Qual é, entre as boas práticas recomendadas pelo Rio Rural, a prática com mais adeptos na Microbacia do Rio Fagundes?”. Resposta: “Dentre as práticas ambientais e agroecológicas, as mais solicitadas foram, respectivamente, Adubação Verde, Proteção de Nascentes e Proteção de Área de Recarga”.

A questão de número cinco: “Qual é a frequência ou demanda de tempo, mensal ou semanal, relacionada à MBRF?”. Resposta: “A demanda seria de, pelo menos, duas visitas semanais”.

Sexta: “Como técnica executora envolvida, qual acredita ser a principal motivação da proteção das nascentes na MBRF?”. Resposta: “Infelizmente, a maior motivação, no início, foi

o retorno financeiro, uma vez que as práticas produtivas estão condicionadas à implantação de pelo menos uma prática ambiental. Felizmente, com as reuniões, pudemos perceber também uma preocupação com a manutenção dos recursos hídricos e, esclarecendo o motivo para a escassez cada vez maior dos mesmos, notamos um interesse crescente em adotar as práticas ambientais”.

Ao ser perguntada se recebeu treinamento para proteção de nascentes, ela respondeu: “Especificamente para esta prática, não, fomos treinados para o programa como um todo. Porém, na empresa, possuímos engenheiros agrônomos e florestais que, mesmo não sendo do município, dão suporte às ações sempre que necessário”.

Quando questionada sobre “qual é a principal dificuldade enfrentada com a proteção das nascentes na MBRF”, ela respondeu: “Ainda falta muita conscientização dos produtores a respeito da proteção, em benefício próprio, com ou sem subsídio. Ao serem questionados, concordam que é necessário e se interessam a princípio, porém, na prática, a maioria demora a implantar. Acredito que, à medida que começarem a ver os resultados, será mais fácil e mais rápido realizar a prática”.

A nona pergunta: “Qual é, atualmente, novembro de 2017, o estágio ou *status* da prática de proteção das nascentes na MBRF, Estágio de implantação?”. Ao que ela respondeu: “Duas nascentes iniciaram a proteção em dezembro de 2016 e estão em fase de recuperação. As outras aguardam recurso para serem protegidas”.

E a última questão: “Você, executora diretamente envolvida com os proprietários e com a assistência técnica, como vê a continuidade da proteção das nascentes na MBRF por parte dos proprietários? E por parte da SEAPEC/EMATER?”. Resposta: “Acredito que eles estejam preocupados em dar continuidade, porém necessitam de uma assistência técnica sistemática, seja da EMATER, seja de outros órgãos envolvidos. Por parte da Emater, a empresa já tem, em seu planejamento anual, independentemente do Programa Rio Rural, priorização ao desenvolvimento sustentável das comunidades rurais, portanto, certamente daremos continuidade a esse trabalho”.

5.3 Discussão

Uma das premissas do Programa Rio Rural é o envolvimento dos atores nos subprojetos de desenvolvimento rural sustentável - proteção das nascentes. Tanto os

proprietários quanto a técnica executora colocam a importância da água para a propriedade e os recursos disponibilizados como um dos fatores para a proteção das nascentes. E o valor que dão a este recurso é diretamente relacionado quando a mesma tem a função de abastecer a propriedade. O mesmo ocorre com o tempo de proteção. Quanto mais tempo a nascente está protegida, maior é a relação desta com a propriedade, seja no abastecimento doméstico ou no abastecimento da produção e/ou animais.

A possibilidade de cercar a área é uma realidade para estes produtores. Pois a continuidade de proteção das nascentes, após o término do programa em 2018, é apenas um ponto acordado entre eles para o recebimento de recursos e financiamentos para o produtor familiar. Então eles têm que manter a área protegida. No entanto, o principal entrave a proteção das nascentes é a invasão de animais de grande porte. Grandes extensões de terra destas propriedades são de uso agropecuário. As nascentes em baixas e médias vertentes são nos pastos e são frequentemente invadidas e já foram desmatadas (relacionadas ao uso).

O descuido ou o uso das nascentes para a agricultura como as quantidades de nascentes declaradas por eles na propriedade estão relacionadas ao tamanho da propriedade, à sua degradação, ao período de exfiltração, como, também, às condições para tal, ao estágio de regeneração e aos usos do solo e cobertura da terra nas APPs. Em parte das propriedades as nascentes estão perturbadas.

A técnica executora, Andréa e a EMATER, admitem a continuidade da proteção, tendo em vista, a priorização ao desenvolvimento sustentável das comunidades rurais e o seu vínculo com a assistência técnica que é uma realidade dos produtores desta microbacia de planejamento.

A dificuldade de identificação e melhor aplicação dos recursos são devido ao atual status das nascentes, ao envolvimento dos produtores, quanto mais envolvido na proteção, mais rápido foi a regeneração da APP. Mas o cessar do recurso ameaça novamente o rompimento do acordo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

As características ambientais das nascentes observadas em campo tendo como subsídio a literatura disponível, demonstram que os parâmetros de avaliação da qualidade ambiental permite avanços científicos importantes na temática das nascentes. Além dos poucos estudos no cenário nacional, são raras as iniciativas que as interpretem de forma integrada. Os métodos e técnicas propostos são plenamente capazes de avançar na discussão desses hidrossistemas que convergem para a importância da água, do solo e da cobertura florestal. No entanto, há a necessidade de padronização dos procedimentos necessários a identificação das nascentes, de modo que sua proteção não seja apenas proposta de modo simplista mas com bases científicas. As características ambientais das nascentes demonstram que a delimitação de APPs a partir de um *buffer* de 50 metros no entorno não é a solução mais adequada e suficiente para a proteção desses sistemas, pois se ajusta somente as nascentes pontuais, perenes e fixas ignorando as categorias móveis, difusas e intermitentes ao definir as APP sob a mesma delimitação, com um padrão. Desconsiderando os ajustes dos sistemas fluviais e a transformação das nascentes para garantir seu equilíbrio ao longo do tempo. Deve-se, a partir do esclarecimento teórico-conceitual e da compreensão metodológica, identificar as nascentes, de maneira que não somente os 50 metros, mas as áreas de recarga e as microbacias de contribuição destas sejam protegidas.

Considera-se a proteção das microbacias de contribuição das nascentes a solução mais adequada para a sua proteção ambiental. E a sua não inclusão na Lei 12.651/12, conforme a Resolução CONAMA 303/2002, é um equívoco. Reitera-se que se deva considerar a dinâmica do sistema e a criação de mecanismos de gestão e planejamento eficientes na proteção, recuperação e preservação ambiental.

Nas propriedades rurais da Microbacia do Rio do Fagundes, as APPs foram reduzidas ou ignoradas com o objetivo de aumentar as áreas produtivas, comprometendo as áreas produtoras de água. O que não é previsto pela Lei 12.651/12. As propostas de proteção de nascentes pelo Programa Rio Rural foram significativas, embora as discussões a respeito da proteção/ recuperação das nascentes como produtoras de água e subprojetos de contrapartida de desenvolvimento rural sustentável, têm muito por avançar, principalmente, no emprego de técnicas adequadas à proteção, a fiscalização e a efetivação da recuperação de nascentes. Foram financiadas proteção de pontos que não são nascentes. As nascentes têm de serem

tratadas com cautela, tendo à luz da ocupação dos domínios brasileiros a diversidade das propriedades rurais, os interesses dos produtores na proteção em detrimento da produtividade e rentabilidade dessas áreas.

A avaliação das nascentes e das APPs a partir do uso de parâmetros dos protocolos de avaliação rápida e dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos revelaram que as nascentes N1, N2, N3, N4, N8 e N9 estavam com nível de perturbação degradada e a N7 perturbada, concluindo que o uso do solo e a ausência de cobertura da terra influenciaram na qualidade da água. Estes eram decorrentes do uso e efetiva ausência de APPs de nascentes, o que prejudica a qualidade ambiental destes hidrossistemas. Os resultados de análise das amostras da água corroboram para a avaliação. As águas das nascentes usadas para consumo humano e abastecimento da propriedade foram consideradas fora do padrão exigido pelas normas CONAMA. As variáveis que apresentaram as condições mais desfavoráveis foram o oxigênio dissolvido, a turbidez e coliformes.

Destarte, para a aplicação de estudos relacionados à qualidade ambiental que avalie microbacias hidrográficas e unidades hidrográficas de planejamento, as nascentes e as APPs de nascentes, os protocolos de avaliação rápida foram essenciais. O PAR Callisto e o IIAN mostraram que apenas uma nascente (a N5) possui grau de proteção “bom”. A inexistência de isolamento da área de preservação permanente, seja por cercamento efetivo ou similar, ao entorno das nascentes do cultivo/ criação de animais e, até mesmo, a irregularidade, e a proximidade com as construções, contribuíram para os resultados “regular”, “ruim” e/ou “péssimo”. Esses parâmetros indicam a qualidade ambiental do entorno das nascentes como a diversidade, as características e as consequências das ações antrópicas, por exemplo. Estes protocolos permitiram, de forma viável, rápida, replicável e de baixo custo, conhecer e direcionar ações de melhoria do sistema nascente. Representam uma metodologia eficaz para a caracterização e diagnóstico desta área sob a variação das condições ambientais entre os anos de 2017 e de 2018.

A análise qualitativa e quantitativa proposta pelos protocolos PAR Callisto e IIAN, considerando a água, o solo, a cobertura florestal e a paisagem de forma sistêmica na Microbacia do Rio Fagundes, aponta caminhos para outros estudos relacionados à avaliação de nascentes com uso de protocolos de avaliação rápida, estes que anteriormente tinham sido aplicados em ambientes de praias, trilhas e cursos d'água.

O comprometimento e o envolvimento dos atores no processo de proteção e recuperação das nascentes durante a vigência do programa (de 2015 a 2018) e a possibilidade de efetivação do Rio Rural, na Microbacia do Rio Fagundes, tornou-se essencial. As

nascentes precisam de proteção a longo prazo e o quanto os técnicos e os produtores estariam dispostos a dedicar-se e a envolver-se com estas nascentes, metas do programa, tem de ser uma constante, mesmo após o seu encerramento como política estadual, já ocorrido em 2018.

O isolamento das áreas de preservação permanente e, principalmente, das microbacias de contribuição em que a sua proteção, recomendado pela Lei 12.651/2012, e a realidade do pequeno produtor do interior do estado do Rio de Janeiro tem que convergir a um ponto comum. O mesmo ao que se refere a recomendação das técnicas apropriadas para a proteção, a recuperação e a atenção efetiva a estes hidrossistemas dados os desafios de aproximação da legislação à realidade prática das nascentes, a produtividade das áreas de uso rural e a necessidade de gestão e planejamento efetivos e eficazes na conservação/preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. **Os Domínios da Natureza do Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2005.

AGRIZZI, D.V. CECÍLIO, R. A., ZANETTI, S. S.; GARCIA, G. de O. AMARAL, A. A. FIRMINO, E. F.A., MENDES, N. G. de S. Qualidade da água de nascentes do Assentamento Paraíso. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 23 n. 3. maio/jun. 2018, p. 557-568.

AHRENS, S. A estrutura do Código Florestal e uma proposta para aprimorar os seus fundamentos. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL**, 14., 2010, São Paulo. Florestas, mudanças climáticas e serviços ecológicos. [São Paulo]: Instituto O Direito por um Planeta Verde, [2010]. v. 1 p. 835-845.

ALMEIDA NETO, J. O. **Hidrogeoquímica de nascentes**: análise da influência de fatores ambientais no grau de mineralização da água. 2017. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

ALMEIDA NETO, J. O; MARQUES, L. O; MOURA, M. N.; FELIPPE, M. F. Interpretação da dinâmica hidrológica de nascentes no campus da UFJF. In: V Seminário de Pós-graduação em Geografia, 5., 2017. **Anais...** Juiz de Fora, UFJF, 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Pagamentos por Serviços Ambientais**. Brasil. Disponível em <ana.gov.br>. Acesso em jul. 2017.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Codificação de Bacias Hidrográficas pelo Método de Otto Pfafstetter Aplicação na ANA**. Brasília: ANA, SGI, 2002, 50p.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Manual de Construção da Base Hidrográfica Ottocodificada**: fase 1 – construção da base topológica de hidrografia e ottobacias conforme a codificação de bacias hidrográficas de Otto Pfafstetter: versão 2.0 de 1/11/2007. Brasília: ANA, SGI, 2007, 144 p. Disponível em <<https://geohidroinformatica.itaipu.gov.py/documents/485/download>> Acesso em out. 2017.

APHA. American Public Health Association; AWWA. American Water Works Association; WEF. Water Environment Federation. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. Washington: APHA, 22 har., Cdr Edition, 2012.

APHA. American Public Health Association; AWWA. American Water Works Association; WEF. Water Environment Federation. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 5. ed., 2015.

ARCOVA, F. C. S.; CESAR, S. F.; CICCIO, V. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 185-96, 1998.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Características do deflúvio de duas microbacias hidrográficas no laboratório de hidrologia florestal Walter Emmench, Cunha – SP. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 153-70, dez. 1997.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 5, n. 6, p. 125-34, 1999.

BABAR, M. **Hydrogeomorfology: Fundamentals, Applications and Techniques**. New Delhi: Publisher, 2005.

BARBOUR, M. T. J; GERRITSEN, B. D.; SNYDER, AND J. B. STRIBLING. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. 2. ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C, 1999.

BENDA, L. E; HASSAN, M.; CHURCH, M.; MAY, C. Geomorfology Of Steepland Headwaters: The transition from Hillslopes to Channels. **Journal of the American Water Resources Association**. Washington, DC: v. 41, p. 835-851, 2005.

BERNARDES, C.; SOUSA JUNIOR, W. Pagamento por Serviços Ambientais: Experiências Brasileiras relacionadas à Água. In: **V Encontro Nacional da Anppas**, 5. Florianópolis, SC – Brasil. Disponível em <www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT9-522-502-20100831170114.pdf> Acesso em abr. 2016.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global – esboço metodológico. **RA'E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/raega/article/viewFile/3389/2718>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

BESER DE DEUS, L. A. **Espaço e Tempo como Subsídios à Construção de Cenários de Uso e Cobertura da Terra para o Planejamento Ambiental na Amazônia: O Caso da Bacia do Rio Acre – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE**, 2013.

BUAINAIN, A. M.; ROMEIRO, A. R.; GUANZIROLI, C. Agricultura Familiar e o Novo Mundo Rural. **Sociologias**. Porto Alegre, ano 5, nº 10, p. 312-347, jul./dez. 2003.

BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994. 112 p.

BERRY, B. J. L. **Mudança deliberada nos sistemas espaciais: metas, estratégias e sua avaliação**. São Paulo: USP, 1975.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1993.

BIZZO, M. R. O; MENEZES, J; ANDRADE, S. F. de. Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais – CADEGEO**, v. 04, n. 01, p. 05-13, 2014.

BOFF, L. **Sustentabilidade**: O que é e o que não é? Petrópolis: Vozes, 2012.

BOLÓS, I.; CAPDEVILA, M. **Manual de ciencia del paisaje**. Barcelona: Masson, 1992.

BORJESON, L. *et al.* Scenario types and techniques: Towards a user's guide. **Futures**, v. 38, p. 723–739, 2006.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. *In*: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 153-192.

BRAGAGNOLO, N. P.; PAN, W. **A experiência de programas de manejo e conservação Dos recursos naturais em microbacias hidrográficas**: uma contribuição para o gerenciamento dos recursos hídricos. Curitiba, IPARDES, 2001.

BRANCO, S. M. Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária. 3 ed. São Paulo, CETESB, 1986.

BRASIL. Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Águas para o futuro: cenários para 2020**: Volume 2 / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas**. Manual Operativo. Brasília, DF, Coordenação Nacional do PNMH, Ministério da Agricultura, 1987.

BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 4.771, 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 1965.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 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, 12 de dezembro de 2011. Seção 1, p. 1.

BRASIL. **Projeto de Lei 1.876/1999 do "Novo Código Florestal Brasileiro"**. 1999. Disponível em: <<http://camara.gov.br/proposicoesWeb/tramitação>> Acesso em: 20 nov. 2016.

BRASIL. Presidência da República – Núcleo de Assuntos Estratégicos. **Cadernos NAE / Edição especial** (mai. 2007). Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2007.

BRASIL. Presidência da República – Núcleo de Assuntos Estratégicos. **Cadernos NAE nº 1** (jul. 2004). Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica, 2004.

BRASIL. Presidência da República – Núcleo de Assuntos Estratégicos. **Cadernos NAE nº 6** (nov. 2006). Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2006.

BRIASSOULIS, H. Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches. *In*: LOVERIDGE, S. (editor). **The Web Book of Regional Science**. Regional Research Institute: West Virginia University, June 2000. Disponível em:

<<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>> Acesso em: 19 ago. 2019.

BROWN, E. H. A geografia física, seu conteúdo e suas relações. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, 35 (251), 1977, p. 14-21.

BUARQUE, S. C. **Metodologias e técnicas de construção de cenários globais e regionais**. Texto para discussão (IPEA), n. 939, fev. 2003.

BUARQUE, S. C. **Construindo o desenvolvimento local sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

CALHEIROS, R. de O. *et al.* **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN, 2004. XII40p.: il.; 21 cm.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologia Brasiliensis**, 2002, 14: 91-98.

CALLISTO, M.; MORENO P.; BARBOSA F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira Biologia**, 2001, 61: 259-266.

CANDIDO, M. Z.; CALIJURI, M. L.; MOREIRA NETO, R. F. Modelagem do Uso, Ocupação e Desenvolvimento de uma Região com a Ferramenta Land Change Modeler (LCM) e Imagens Orbitais. 2010. *In*: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 24, Aracaju, 2010. **Anais [...]**, Aracaju, p. 663- 668. Disponível em: <<https://dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1219.pdf>> Acesso em: 21 nov. 2017.

CARMO, L. G.; FELIPPE, M. F.; JUNIOR, A. P. M. Áreas de preservação permanente de entorno de nascentes: conflitos, lacunas e alternativas da legislação ambiental brasileira. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 34, n. 2, p. 275-293, 2014.

CARMO, J. G. DO; HERSPANHOL, N. A. **Descentralização de Políticas Públicas: A Análise das Ações do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas no Município de Teodoro Sampaio – SP**. XIII Jornada do Trabalho. UNESP Presidente Prudente, 9 a 12 de outubro de 2012.

CARREÑO, P. M. L. P. **Avaliação Quali-quantitativa das Águas da bacia do Alto Rio Preto – Região de Visconde de Mauá (RJ/MG)**. 2012. 80 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental e Gestão do Território) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas. ENCE, IBGE, Rio de Janeiro: 2012.

CARREÑO, P. M. L. P.; BOTELHO, R. G. M. A contribuição do método qualitativo para a avaliação da saúde dos corpos hídricos: a aplicação do PAR na bacia do Alto Rio Preto. *In*: XIII Congresso Brasileiro de Limnologia, 13., 2011, Natal. **Anais [...]**, [S. l.: s. n.], 2011.

CASTRO, P. S.; GOMES, M. A.; Técnicas de conservação de nascentes. **Ação Ambiental**. Viçosa, v. 4, n. 20, p. 24-26, out./nov. 2001.

CASSETI, W. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. 2. ed., São Paulo: Contexto, 1995. 126 p.

CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas. CATI: São Paulo, 2000.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo: [s. n.], 2009.

CETESB. **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo: CETESB, 1988.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 302, de 13 de maio de 2002**. Brasília, DF, 2002.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília (DF), 2002.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Brasília, DF, 2005.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 369, de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília (DF), 2002.

CONGALTON, R. G. A. Review of Assessing the Accuracy of Classification Remotely Sensed Data. **Remote Sensing of Environment**. 37(1), p. 35-46. 1991.

CONSTANTINOU, E. **Dinâmica Intra-Urbana: Aleatoriedade e Emergência de Padrões Espaço-Temporais**. Cadeias de Markov. 2007. 247p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

COPPETEC. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Rio de Janeiro: Diagnóstico dos Recursos Hídricos. Fundação COPPETEC (Laboratório de Hidrologia e Estudos do Ambiente), COPPE/UFRJ, 2006. 201p.

CORRÊA, C. de A. **Considerações sobre a redução/ampliação da dimensão de áreas de preservação permanente em faixa marginal de curso d'água em três áreas no Rio Paraíba do Sul (RJ)**. 2016. 138p. (Mestrado em geografia) - Programa de pós-graduação em geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: 2016.

CORRÊA, C. de A.; COSTA, N. M. C. da. Avaliação de Sistemas Hidrogeomorfológicos e Áreas de Preservação Permanente em recuperação da Unidade Hidrográfica Rio do Fagundes, Paraíba do Sul (RJ). **Revista Terra Plural**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 375-384, 2019.

CORRÊA, C. de A.; COSTA, A. J. S. T da. Usos na Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Considerações acerca da escassez de água, inundações e área de preservação permanente no Trecho Fluminense. **Revista de Geografia (Recife)**. v. 33, n. 3, p. 62-81, 2016.

CORRÊA C. de A; SILVA, A. S. Considerações sobre a redução/ampliação da dimensão de áreas de preservação permanente em faixa marginal de curso d'água em três áreas no Rio Paraíba do Sul, RJ-Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento Territorial - CEGOT**. v. 11, n. 2, p. 99-123, 2017.

CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. Routledge. Abingdon. 234 pp., 2008.

CHAVES, H. M. L.; BRAGA JR., B.; DOMINGUES, A. F.; SANTOS, D. G. Quantificação dos custos e benefícios do “Programa do Produtor de Água” /ANA: I. Teoria. **Revista da ABRH**, vol. 1, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2. ed. 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: E. Blucher: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 1981.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas: Uma introdução à geografia física**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CLEMEN, R.; REILLY, T. **Making hard decisions with decision tools**. Belmont: Duxbury, 2001, 733p.

CORATO, R. M. S. **A Microbacia como unidade fundamental de análise nas ciências ambientais**. Monografia (Curso de Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia, Rio de Janeiro: 2002.

DANTAS, M.; SHINZATO, E.; MEDINA, A. I. M. *et al.* **Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. 2000. Serviço Geológico do Brasil/CPRM – Portal do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: [<rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/.../14/rel_proj_rj_geoambiental.pdf>](http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/.../14/rel_proj_rj_geoambiental.pdf) Acesso em: 11 nov. 2017.

DAVIS, S. N. **Hydrogeology**. New York: Wiley, 1966.

DE FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Paraíba: 2006.

DELGADO, G. da C. **Capital financeiro e agricultura no Brasil: 1965-1985**. Campinas: ICONE; UNICAMP, 1985.

DEMANBORO, A. C.; LAURENTIS, G. L.; BETTINE, S. C. Cenários ambientais na bacia do rio Atibaia. **Eng Sanit Ambient**, v. 18 n. 1, p. 27-37, jan./mar. 2013.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Revista Engenharia Agrícola**, 2005; 25(1): 115-125. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000100013>> Acesso em: jul. 2017.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1999.

EMATER. **Empresa Estadual de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro** (Sede Paraíba do Sul). 2016. Disponível em: <<http://www.emater.gov.br>> Acesso em: 08 dez. 2016.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Sondotecnica. **Avaliação ambiental integrada dos aproveitamentos hidroelétricos da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. 2007. Disponível em: <epe.gov.br/MeioAmbiente/Paginas/default.aspx?Cat>. Acesso em jan. 2019.

ESRI. **ArcGIS.10.3 for Desktop**. Environmental Systems Research Institute, Inc. ArcGIS. Professional GIS for the desktop, versão 10.3 CA. ArcGis. 2014. Programa de Computador. Disponível em: <<https://esri.com/en-us/home>> Acesso em: 1 nov.2016.

FAHEY, L.; RANDALL, R. M. **Learning from the future: competitive foresight scenarios**. New York: Wiley, 1998, p. 464.

FARIA, A. P. A dinâmica de nascentes e a influência sobre os fluxos nos canais. **A Água em Revista**, Rio de Janeiro, v. 8, p. 74-80, 1997.

FARIA, D. L. de. Quanto vale a natureza? O sistema de Pagamento por Serviços Ambientais. **Revista de Direito Internacional**. Vol.3. N3. 2002. P. 181 – 192.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL-FILHO, J. (Coord). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 2. ed. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 2009.

FELIPPE, M. F. **Gênese e dinâmica de nascentes: contribuições a partir da investigação hidrogeomorfológica em região tropical**. 2013. 254 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 2013.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR, A. P. A contribuição das nascentes na desnudação geoquímica: borda oeste da Serra do Espinhaço Meridional. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, p. 79-92, 2016.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR, A. P. Análise da variabilidade da vazão das nascentes no Parque das Mangabeiras (Belo Horizonte-MG) em relação aos seus condicionantes ambientais. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia a Física Aplicada, 2009, Viçosa-MG, Brasil. **Anais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR, A. P. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 9, p. 70-81, 2013.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR, A. P. Desenvolvimento de uma Tipologia Hidrogeomorfológica de Nascentes Baseada em Estatística Nebulosa Multivariada. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 3: jul.-set. 2014, ISSN 2236-5664.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. M. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte – MG. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 8-23, 2012.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; DEBIEN, B. R.; AULER, L. M. L. de A.; Sistemas Aquíferos de origem de nascentes em Lagoa Santa e Serra do Cipó (MG). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, p. 283-300, 2015.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; GARCIA, R. Tipologia e classificação das zonas preferenciais de recarga de aquíferos em Belo Horizonte – MG: aplicação do método grade of membership (GoM). **Boletim de Geografia** (UEM), v. 31, p. 101-114, 2013.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; GARCIA, R. Utilização do método Grade of Membership (GoM) na classificação da eficiência ambiental de zonas de recarga de aquíferos em Belo Horizonte-MG. *In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 18., 2009, Campo Grande-MS. **Anais...** Campo Grande: ABRH, 2009.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; PESCIOTTI, H.; COELI, L. Nascentes Antropogênicas: processos tecnogênicos e consequências hidrogeomorfológicas em meio urbano. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, p. 279-286, 2013c.

FERNÁNDEZ, D.; RAVEN, P. A review of river habitat characterization methods: indices vs. characterization protocols. *Asociación Ibérica de Limnología*, Madrid. Spain. **Limnetica**, v. 30, n. 2, p. 217-234, 2011.

FERREIRA, M. F.; BEAUMORD, A. C. Mapeamento da sensibilidade ambiental a derrames de óleo nos cursos de água da bacia do rio Canhandura, Itajaí, SC. *Braz. J. Aquat. Technol.* v. 12, n. 2, p. 61-72, 2008.

FIDALGO, E. C. C. **Critérios para Análise de Métodos e Indicadores Ambientais Usados na Etapa de Diagnósticos de Planejamentos Ambientais**. 2003. Tese (Doutorado em). Universidade Estadual de Campinas, Campinas: 2003.

FIGUEIREDO, E. *et al.* (org.). **O rural plural** – Olhar o presente, imaginar o futuro. Castro Verde: 100Luz, 2011, 494 p.

FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Ciências Espaciais, 2000. Disponível em: <<https://www.coursehero.com>> Acesso em: 21 dez. 2016.

FLEISHFRESSER, V. **Nas redes da conservação**: Políticas públicas e construções sociais das microbacias hidrográficas. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal de Pelotas: Pelotas, 1999.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia**: Conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANCO, F. L. **Prospectiva Estratégica**: Uma Metodologia para a Construção do Futuro. 2007. 169p. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção) - Coordenação de Pós-Graduação de Engenharia – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

FREISCHFRESSER, V. Políticas públicas e a formação de redes conservacionistas em microbacias hidrográficas: o exemplo do Paraná Rural. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 95, p. 61-77, jan./abr. 1999.

FUSCO, F. M. O Planejamento Territorial como Instrumento de Desenvolvimento Local: O Médio Vale Do Paraíba Fluminense-RJ. *In*: X Encontro de Geógrafos da América Latina, 10., 2005. **Anais...** São Paulo: USP, 2005, p. 5616-5619. Disponível em: observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Ordenamientoterritorial/21.pdf> Acesso em: jul. 2016.

GARAY, I.; BECKER, B. (org.). **As dimensões humanas da biodiversidade**. O desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI. Petrópolis: Vozes, 2006. 484p.

GEO-3 – **Global Environmental Outlook**: Past, present and future perspectives. United Nations Environment Programme, 2002.

GEO Brasil 2002. **Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. Brasília: Edições IBAMA, 2002.

GEO-3. **Perspectivas do Meio Ambiente Mundial 2002**: Passado, presente e futuro. IBAMA; UMA; PNUMA, 2004.

GIOVINAZZO, R.; FISCHMANN, A. A. (2001). Delphi eletrônico: uma experiência de utilização da metodologia de pesquisa e seu potencial de abrangência regional. *In*: **XIV Congresso Latinoamericano de Estratégia**, 14., Buenos Aires, Argentina.

GODET, M. The art of scenarios and strategic planning: tools and pitfalls. **Technological Forecasting and Social Change**, 65(1), 2000, p. 3-22. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(99\)00120-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(99)00120-1). Acesso em:

GODET, M. **Manual de Prospectiva Estratégica: da Antecipação à Ação**. Coleção “Gestão & Inovação”, Série “Macrotendências”, Nº 1. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1993.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; SANTOS, L. Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 2, 2012.

GOUDIE, A. **Encyclopedia of geomorfology**. London: Routled; New York: International Association of Geomorphologists, 2004.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, pp. 103-120, 2005a.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação Microbiológica e Físico-química em Nascentes na Cidade de Uberlândia-MG. *In: VII Congresso de Ecologia do Brasil*, 7., 2005. **Anais...**, Caxambu, [s. n.], 2005b.

GOMES, R. **Recursos hídricos subterrâneos: inventário, cartografia SIG, metodologia e potencialidades – caso de estudo: bacia da Ribeira de Sá, Sardoura, Castelo de Paiva**. 2014. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica) – Universidade do Porto, Porto, Portugal: 2014.

GRIGOLETTI, P. S. **Cadeias de Markov**. 2012. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, Universidade Católica de Pelotas, Pelotas: 2012.

GRUMBACH, R. J. S. **Método Grumbach de Gestão Estratégica**. Rio de Janeiro: Brainstorming Assessoria de Planejamento e Informática Ltda., 2006.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (org.). **Erosão e conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

GUIMARAES, G. A.; RIBEIRO, R. de L.; **Análise macroscópica das condições ambientais em nascentes na cidade de Rio Verde-GO**. Disponível em: www.unirv.edu.br/.../ANALISE%20MACROSCOPICA%20DAS%20CONDICOES%20 Acesso em: out. 2017.

HAIGH, M. Environmental change in headwater peat wetlands, UK. *In: KRECEK, J.; HAIGH, M. (Org.). Environmental Role of Wetlands in Headwaters*, p. 237-255, 2006.

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

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visualbased assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.

HAYKIN, S. **Redes neurais: Princípios e práticas**. 2. ed. 900p. Traduzido: Paulo Martins Engel. Porto Alegre: Bookman, 2001.

HESPANHOL, R. A. de M. Campo e Cidade, Rural e Urbano no Brasil Contemporâneo. **Mercator**, Fortaleza, v. 12, número especial (2), p. 103-112, set. 2013. ISSN 1984-2201.

HESPANHOL, A. N. O Programa de Microbacias Hidrográficas e a Questão do Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais no Estado de São Paulo-Brasil. *In: 4tas Jornadas Internacionais de Estudios Agrarios e Agroindustrialies*, 4., 2005. **Anais...** Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires – UBA, 2005, p. 1-20.

HESPANHOL, R. A. de M. Os Programas de Microbacias Hidrográficas. *In: MARAFON, G. J.; PESSÔA, V. L. S. Agricultura, Desenvolvimento e Transformação Socioespaciais: Reflexões interinstitucionais e Constituição de grupos de pesquisa no rural e no urbano*. Uberlândia: Ed. UFU, 2008, p. 157-178.

HESPANHOL, A. N.; NEVES NETO, C. C. A atuação do Estado Brasileiro no Processo de Modernização agrícola e a Incorporação do conceito de Microbacias Hidrográficas nas Políticas Públicas. **Caderno Prudentino de Geografia**, n.31, vol. 1, 2009.

HEFLO. **Gerenciamento de processos e negócios**. Software. 2017. Disponível em: <<https://www.heflo.com/pt-br>> Acesso em: ago. 2017.

HEM, J. D. **Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water**. 3. ed. Alexandria: USGS, 1999.

HUSS, W. R. A move toward scenario analysis. **International Journal of Forecasting**, 4(3), 377-388, 1988. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0169-2070\(88\)90105-7](http://dx.doi.org/10.1016/0169-2070(88)90105-7)> Acesso em: 18 ago. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**. Disponível em: <<censodemografico.ibge.gov.br>> Acesso em: set. 2016.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

IMAFLORA. **Atlas da Geografia da Agropecuária Brasileira**. 2017. Disponível em: <<http://www.imaflora.org/atlasagropecuario/>>. Acesso em maio de 2017.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Base cartográfica Estado do Ambiente**. Disponível em: <<inea.gov.rj.br>>. Acesso em: set. 2016.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **O estado do ambiente: indicadores ambientais do Rio de Janeiro**. BASTOS, J.; NAPOLEÃO, P. (org.) Rio de Janeiro: SEA; INEA, 2011. Disponível em: <<inea.gov.rj.br>> Acesso em: out. 2017.

IPAM. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Observatório do Código Florestal: **Desafios e Oportunidades para Implantação do Novo Código Florestal Brasileiro**. Brasília, 2014, p. 1-8. Disponível em: <www.observatorioflorestal.org.br> Acesso em: out. 2017.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change - Land Use, Land-Use Change and Forestry**. WATSON, R. T.; NOBLE, I. R.; BERT BOLIN, N. H.; RAVINDRANATH, D. J. V.; DOKKEN, D. J. (Eds.) Cambridge University Press, UK, pp. 375, 2000a. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.php?idp=0> Acesso em: 10 set. 2019.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change - Special Report Emissions Scenarios**. NAKICENOVIC, N.; SWART, R. Cambridge University Press, UK, pp. 570, 2000b. Disponível em <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=0>> Acesso em: 10 set. 2019.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change - Agriculture, Forestry and Other Land Use**. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Disponível em <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.htm.2006>>. Acesso em 14 ago. 2019.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change - 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability - Summary Report for Policymakers**. Paris: IPCC, WGII Fourth Assessment Report - AR4, 2007.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change - Climate Change 1994: Radioactive Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios**. IPCC, 1994, 113 p.

IPCC. **Climate Change and Biodiversity**. IPCC Technical Paper V. IPCC, 2002.

IPCC. **Climate Change 2007: The Physical Science Basics. Summary for Policymakers**. Working Group I: Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. IPCC, 2007.

IPCC. **Climate Change 2001: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, 2001.

IPCC. **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers**. Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. IPCC, 2007.

IPCC. **Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, 2001.

IPCC. **Climate Change 2007: Mitigation. Summary for Policymakers**. Working Group III Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report. IPCC, 2007.

IPCC. **Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amounts**. UNFCCC, 2007.

IPCC. **Mudança do Clima 1995: A Ciência da Mudança do Clima. Sumário para Formuladores de Políticas e Sumário Técnico do Relatório do Grupo de Trabalho I - produzido a partir do relatório detalhado do Grupo I do IPCC**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

IPCC. **Special Reports: Emissions Scenarios. Summary for Policymakers. A Special Report of IPCC Working Group III to the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, 2000.

JARDIM, M. H. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Gestão de Recursos Hídricos: O caso de Extrema-MG**. 2010. p.188f. Dissertação (mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Instituto de Ciências, Universidade de Brasília – UNB, Brasília: 2010.

JOUVENEL, H. A brief methodological guide to scenario building. **Technological Forecasting and Social Change**, 65(1), p. 37-48, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(99\)00123-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(99)00123-7)>. Acesso em: 09 set. 2019.

JUSTI JUNIOR, J.; ANDREOLI, C. V. Uso de Dados Climáticos e Hidrológicos como Subsídio na Determinação do Regime de Fluxo de Canais de Drenagem. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 1, 2015, ISSN 2236-5664.

KILIAN, R. J. **Cenarização**: a ferramenta essencial para uma estratégia efetiva. 2009. 331 p.. Dissertação (Mestrado em História Comparada) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

KNIGHT, D. **Fluvial forms and process**. London: 1984.

MATEO-RODRIGUEZ, J. **Geografía de los paisajes**. La Havana: UC, 2000.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

NEWSON, M. Geomorphological concepts and tools for sustainable river ecosystem management. **Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems**. v. 12, p. 365 – 379, 2002.

THOMAS, M. F. **Geomorphology in the tropics**: a study of weathering and denudation in low latitudes. Chichester: John Wiley & Sons, 1994.

KUNDZEWICZ, Z. W. Ecohydrology - seeking consensus on interpretation of the notion. **Hydrological Sciences**, v. 47, n. 5, p. 799-804, 2002.

KUPFER, J. A.; MEITZEN, K. M.; PIPKIN, A. R. Hydrogeomorphic controls of early post-logging successional pathways in a southern floodplain forest. **Forest Ecology and Management**, n. 259, p. 1880-1889, 2010.

LABS, C. **The Land Change Modeler for Ecology Sustainability**. Idrisi Selva: Guide to GIS and Image Processing. Massachusetts, USA: Clark University, 2014.

LACEN. Laboratório Central de Saúde Pública. **Manual de Orientação para coleta de água e amostras ambientais**. Santa Catarina, 2010. Disponível em: <lacen.saude.sc.gov.br/arquivos/MOCAA.pdf> Acesso em: jul. 2017.

LEITE, E. F.; Rosa, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 12(4), p. 90-106, 2012.

LEVISON, J., LAROCQUE, M., FOURNIER, V., GAGNÉ, S., PELLERIN, S., OUELLET, M. A. Dynamics of a headwater system and peatland under current conditions and with climate change. **Hydrological Processes**, v. 28, n. 17, p. 4808-4822, 2014.

LIMA, W. P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. São Paulo: Universidade de São Paulo, USP, 2008, 253 p.

MACHADO, P. J. de O. **Diagnóstico Ambiental e Ordenamento Territorial** – instrumentos para a gestão da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D’Uvas/MG. 2012. 230 f. Tese (doutorado em Geografia) – Faculdade de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MACROPLAN. **Prospectiva e Estratégia**. Construção de cenários e prospecção de futuros – material didático para treinamento. Rio de Janeiro: julho de 1996, mimeo.

MACROPLAN. **Prospectiva, Estratégia & Gestão - Análise Prospectiva baseada em Cenários**. Disponível em: <<http://www.macroplan.com.br/prodCenarios.aspx>>. Acesso em: setembro de 2012.

MAGALHÃES, V. S. **Hidrogeoquímica e qualidade das águas superficiais e subterrâneas em área dobre influência de lavras pegmatíticas nas bacias dos córregos Água Santa e Palmeiras, Município de Coronel Murta (MG)**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Econômica e Aplicada) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MARCHI, L.; CAVALLI, M.; D'AGOSTINO, V. Hydrogeomorphic processes and torrent control works on a large alluvial fan in the eastern Italian Alps. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, n. 10, p. 547-558, 2010.

MARINI, F. M.; PICCOLO, M. C. Hidrogeomorfología de la cuenca del río Quequén Salado, Argentina. **Investigaciones Geográficas**, n. 37, p. 59-71, 2005.

MARINI, F. M.; SCHILLIZI, R.; PICCOLO, M. C. Carta hidrogeomorfológica de la cuenca superior de los arroyos Pillahuincó Grande y Pillahuincó Chico, Buenos Aires, Argentina. **Revista de Geografía Norte Grande**, n. 42, p. 71-80, 2009.

MANTON, K.; WOODBURY, M.; TOLLEY, D. **Statistical applications using fuzzy sets**. [s.l.]: Wiley, 1994.

MARCIAL, E. C.; COSTA, A. J. L. O uso de cenários prospectivos na estratégia empresarial: vidência especulativa ou Inteligência Competitiva? *In*: 25º Encontro da ANPAD, 25., 2001. **Anais...** Campinas, set. 2001.

MARQUES, M. M. I. O conceito de espaço rural em questão. **Revista Terra Livre**, São Paulo, ano 18, n. 19, p. 95-112, jul./dez. 2002.

MARTINI, L. C. P. Características Morfométricas de Microbacias Hidrográficas Rurais de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, nº 1, 2012. ISSN 2236-5664.

MARTINO, J. P. **Technological forecasting for decision making**. 3. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1993

MASINI, E.; VASQUEZ, J. Scenarios as seen from a human and social perspective. **Technological Forecasting & Social Change**, 65(1), 49-66, 2000. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625\(99\)00127-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-1625(99)00127-4)>. Acesso em: 23 ago. 2019.

MANSILLA BACA, J. F. M. **Dinâmica da Paisagem: métodos analíticos, modelos de classificação e simulação prognóstica, sob a ótica geocológica**. 2002. 184 p. Tese

(Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: 2002.

MANSILLA BACA, J. F. M.; COELHO NETTO, A. L.; MENEZES, P. M. L. Modelagem da Dinâmica da Paisagem com Processos de Markov. *In: MEIRELLES, M. S. P.; Câmara, G.; ALMEIDA, C. M. **Geomática**: modelos e aplicações ambientais. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007, 592p.*

MARKOV, A. A. Extension of the limit theorems of probability theory to a sum of variables connected in a chain. *In: SONS, J. W. **Howard**: Dynamic Probabilistic Systems, v. 1(1). p. 329-350, 1971. (Series Markov Chains).*

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. **Revista Floresta e Ambiente**. 22(2), p. 171-181, 2015. ISSN 1415-0980 (impresso), ISSN 2179-8087 (online).

MEINZER, O. E. **Large springs in the United States**. Washington-DC: U.S. Government Printing Office, 1927.

MENEZES, J. M.; SILVA, G. C.; MANSUR, K. L.; PRADO, R. B.; OLIVEIRA, E. S. Qualidade da Água Superficial em Área Rural. **Caderno de Estudos Geoambientais**, v. 03, p. 32-43, 2012.

MICHELLON, E. **Políticas públicas de controle da erosão e o desenvolvimento regional**. Campinas: Unicamp, 2001.

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

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque, SC. **Revista Saúde Ambiental**, vol. 4, n. 3, p. 21-27, 2004.

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

MORAES, J. A. P. **Teoria elementar do movimento das águas subterrâneas**. [s.l.]: [s.n.], 1982.

MORITZ, G. O. **Planejando por Cenários Prospectivos**: a construção de um referencial metodológico baseado em casos. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

MOURA, M. N.; ALVES, M. J. B.; DIAS, J. S.; ALMEIDA NETO, J. O.; FELIPPE, M. F. Grau de Alteração Ambiental dos Hidrossistemas do Campus da UFJF. *In: III Seminário de Pós-graduação em Geografia da UFJF, 3., 2014. **Anais...** Juiz de Fora, 2014.*

MONTGOMERY, D. R.; BOLTON, S. M. Hydrogeomorphic Variability and River Restoration. *In*: WISSMAR, R. C. e BISSON, P. A. (ed.) **Strategies for Restoring River Ecosystems: Sources of Variability and Uncertainty in Natural and Managed Systems**. Maryland: American Fisheries Society Publication, 2003, p. 39-80.

MUNIZ, C. M. L. **O Barão de Paty do Alferes e a Escravidão em Vassouras**. 2003. 195 f. Dissertação (Mestrado em História) – Faculdade de História, Universidade Severino Sombra, Vassouras, v. 5, p. 23-40, 2003. Disponível em: <uss.br/revistaMestradoHistoria/v5_2003.pdf> Acesso em jul. 2013.

NAVARRO, Z. **Manejo de recursos naturais e desenvolvimento rural**.

Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural (Relatório preliminar), Porto Alegre: [s. n.], 2001.

NEVES NETO, C. C. **O programa estadual em Microbacias Hidrográficas em São Paulo: O caso do Município de Assis-SP**. 2009. 196 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente: 2009.

NOGAR, A. G. **Los espacios rurales em transformación câmbios y cenários**. 2009. 190 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Argentina, 2009. Disponível em: <espcios.gov.ar> Acesso em: maio de 2016.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás**. 2015. 150 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia: 2015.

NOVAES, R. M. L. Monitoramento em programas e políticas de pagamentos por serviços ambientais em atividade no Brasil. **Revista Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, vol. 22, n. 2, p. 408-431, 2014.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2010. 387 p.

NRCS – Natural Resources Conservation Sciences. Hydrogeomorphic Wetland Classification System: An Overview and Modification to Better Meet the Needs of the Natural Resources Conservation Service. Technical Note No. 190–8–76. 2008. 10p.

OJEDA, A. O.; FERRER, D. B.; BEA, E. D.; MUR, D. M.; FABRE, M. S.; NAVERAC, V. A.; ARNEDO, M. T. E.; GARCÍA, D. G.; MATAUCO, A. I. G.; GIL, L. S.; GIL, N. S. Un Índice Hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales. **Geographicalia**, n. 52, p. 113-141, 2007.

OKUNISHI, K. Concept and methodology of hydrogeomorphology. **Transactions, Japanese Geomorphological Union**, 15A, p. 5-18, 1994.

OKUNISHI, K. Hydrogeomorphological interactions: a review of approach and strategy. **Transactions, Japanese Geomorphological Union**, 12, p. 99-116, 1991.

OLIVEIRA, D. A. de; ROSOLEN, V. Os Sistemas Úmidos na Paisagem de Chapada, o Uso da Terra e Desafios da Preservação Ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 2, 2014. ISSN 2236-5664.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. E. **Pagamento Por Serviços Ambientais**: Uma Alternativa Importante Para Conservar E Recuperar As Bacias Hidrográficas E Fornecer Água De Qualidade À População. 2010. Monografia (Especialização em Direito do Trabalho) - Faculdade FORTIM, Brasília: 2010.

OLIVEIRA, F. M.; NUNES, T. S. Aplicação de protocolo de avaliação rápida para caracterização da qualidade ambiental do manancial de captação (Rio Pequeno) do município de Linhares, ES. **Natureza on-line**, 13 (2), p. 86-91, 2015.

OLIVEIRA, P. C. A. de; RODRIGUES, S. C. Utilização de cenários ambientais como alternativa para o zoneamento de bacias hidrográficas: estudo da bacia hidrográfica do Córrego Guaribas. Uberlândia, MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 3, dez. 2009. On-line version, ISSN 1982-4513. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132009000300006>>. Acesso em: set. 2019.

OST, F. **A natureza à margem da lei**: a ecologia à prova do direito. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. **Experiências de Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil**. São Paulo: Secretaria Municipal do Ambiente, 2013. 336 p.

PALMER, M.; HOPE, D.; BILLET, M. F.; DAWSON, J. J.; BRYANT, C. L. Sources of organic and inorganic carbon in a headwater stream: evidence from carbon isotope studies. **Biogeochemistry**, v. 52, n. 3, p. 321-338, 2001.

PANIZZA, M. Environmental Geo-morphology. *In*: **Developments in Earth Surface Processes 4**. Amsterdam: Elsevier, 1996, 285 p.

PARAGUAÇU, L. *et al.* Influência da urbanização na qualidade das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8., 2010, Recife. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2010.

PASSOS, M. M. dos. **Biogeografia e Paisagem**. 2. ed. Presidente Prudente: PPGE, 2003.
PATTON, P. C. Drainage basin morphometry and floods. *In*: BAKER, V. R.; KOCHER, R. C.; PATTON, P. C. (ed.) **Flood Geomorphology**. New York: John Wiley & Sons, 1988, Cap. 3, p. 51-64.

PEDROSA, B. M.; CÂMARA, G. Modelagem Dinâmica e Sistemas de Informações Geográficas. *In*: MEIRELLES, M.S.P.; CÂMARA, G.; ALMEIDA, C. M. de. (org.). **Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007, p. 237-280.

PEIXOTO, M. **Pagamentos por Serviços Ambientais** – Aspectos teóricos e proposições legislativas. Texto para Discussão 105. Núcleo de Estudos de Pesquisa do Senado. ISSN 1983-0645. p. 1-33.

- PLAFKIN, J.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K. D.; GROSS, S. K.; HUGHES, R. M. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish.** Washington: EPA, 1989, 339 p.
- PEREIRA, P. H. V; PEREIRA, S. Y.; YOSHINAGA, A.; PEREIRA, P. R. B. Nascentes: Análise e Discussão dos Conceitos Existentes. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 2, 2011. ISSN: 1980-0827.
- PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**. n. 65, p. 197-206, jun. 2004.
- PINTO, L. V. A.; ROMA, L.; BALIERO, K. R. C. Avaliação da qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 495-505, jul./set. 2012.
- PORTUGAL. Departamento de prospecção e planejamento de Portugal. **Prospecção e cenários: uma breve introdução metodológica.** Lisboa, Portugal: Departamento de prospecção e Planejamento, 1997.
- PRADHAN, N. R.; TACHIKAWA, Y.; TAKARA, K. A downscaling method of topographic index distribution for matching the scales of model application and parameter identification. **Hydrological Processes**. n. 20, p. 1385-1405. 2006b.
- PRADHAN, N. R.; TACHIKAWA, Y.; TAKARA, K. Downscaling methods of flow variables for scale invariant routing model. **Annual Journal of Hydraulic Engineering**, v. 50, p. 109-114, 2006a.
- QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; VILAS BOAS, M. A. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 5(4), p. 200-210, 2010.
- RANGEL, A. R. M.; OLIVEIRA, V. de P. S. de; 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**, v. 15, n. 1, p. 302-322, jan.-abr. 2016. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria e-ISSN 2236 1308 - DOI:10.5902/22361308.
- RANGEL, L. de A.; BOTELHO, R. G. M. Análise Ambiental da Trilha Sahy-Rubião no Parque Estadual Cunhambebe em Mangaratiba (RJ) por Meio de um Protocolo de Avaliação Rápida. **Revista GeoUERJ**, Rio de Janeiro, n. 30, p. 391-418, 2017.
- RANZINI, M. **Modelagem hidrológica de uma Microbacia florestada da Serra do Mar, SP, com o modelo TOPMODEL** – simulação do comportamento hidrológico em função do corte raso. 2002. 133 f. Tese (Doutorado em) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos: 2002.
- RASKIN, P. D.; KEMP-BENEDICT, E. **Global Environment Outlook Scenario Framework.** UNEP/DEWA Technical Report. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2002.

RASKIN, P. *et al.* Global scenarios in historical perspective. *In*: CARPENTER, S. R.; PINGALI, P. L.; BENNETT, E. M.; ZUREK, M. B. (Org.). **Ecosystems and Human Well-being**. Scenarios: Finding of the Scenarios Working Group, Millennium Ecosystem Assessment. Washington: Island Press, 2005, p. 35-44.

RASKIN, P.; BANURI, T.; GALLOPÍN, G.; GUTMAN, P.; HAMMOND, A.; KATES, R.; SWART, R. **The Great Transition**: The Promise and the Lure of the Times Ahead. Boston, MA: Tellus Institute, 2002.

REGRA, A. P. M. **Cenários como ferramenta na gestão ambiental municipal**: um estudo de caso em Brotas/SP. Dissertação (mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013a.

REGRA, A. P. M.; DUARTE, C. G.; MALHEIROS; T. F. Uma análise do Projeto “Cenários Ambientais 2020” proposto pela Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. n. 30, dez. 2013. ISSN I 1808-4524/ISSN Eletrônico: 2176-9478.

RESENDE, K. M. **Legislação Florestal Brasileira**: uma reconstituição histórica. 2006. 150f, il. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

RICHARDS, K. Fluvial Geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 12, p. 435-456, 1988.

RIO DE JANEIRO. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Agricultura e Pesca. **Desenvolvimento Rural Sustentável**. 2012.

RIO DE JANEIRO. RIO RURAL- **Projeto Rio Rural BIRD Relatório de Atividades**. 2013.

RIO DE JANEIRO. RIO RURAL- **Projeto Rio Rural BIRD Relatório de Atividades**. 2014.

RIO DE JANEIRO. RIO RURAL- **Projeto Rio Rural BIRD Relatório de Atividades**. 2015.

RIO DE JANEIRO. RIO RURAL- **Projeto Rio Rural BIRD Relatório de Atividades**. 2016.

RIO RURAL. **Programa Rio Rural** - Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas. Disponível em: <microbacias.rj.gov.br/pt/rio-rural> Acesso em: jul. 2016.

RIO RURAL. **Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas – Programa de Sustentabilidade e Proteção de Nascentes**. Disponível em: <microbacias.rj.gov.br/pt/riorural#sthash.XeyFdXyR.dpuf>. Acesso em: ago. 2015.

RIO RURAL. **Projeto Desenvolvimento Rural Sustentável**. Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento/Superintendência de Desenvolvimento Sustentável. 2009, p. 99.

RIO RURAL. **Rio Rural alcança meta de 2016 nascentes protegidas um ano antes do previsto**. Rio de Janeiro, 05 de agosto de 2015.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos. RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008a.

RODRIGUES, R. R.; DE FREITAS LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000, 320 p.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida de rios e a inserção da sociedade no monitoramento dos recursos hídricos. **Ambi-Agua**. Taubaté, v. 3, n. 3, p. 143-155, 2008b.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A.; MALAFAIA, G. Utilização dos Protocolos de Avaliação Rápida de Rios como Instrumentos Complementares na Gestão de Bacias Hidrográficas Envolvendo Aspectos da Geomorfologia Fluvial: Uma Breve Discussão. **Enciclopédia Biosfera** – Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-9, 2010.

RUHOFF, A.; FANTIN-CRUZ, I.; COLLISCHONN, W. Modelos de simulação dinâmica do desmatamento na Amazônia. **Caminhos de Geografia**, v. 36(11). p. 258-268, 2010.

SAKALS, M. E.; INNES, J. L.; WILFORD, D. J.; SIDLE, R. C.; GRANT, G. E. The role of forests in reducing hydrogeomorphic hazards. **Forest Snow Landscape Research**, v. 80, n. 1, p. 11-22, 2006.

SABANÉS, L. Manejo sócio-ambiental de recursos naturais e políticas públicas: um estudo comparativo dos projetos “Paraná Rural” e “Microbacias”. Dissertação (mestrado em Desenvolvimento Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SANTOS, A. R. dos. As APPs associadas a nascentes. O que é uma nascente? Como identificá-la?. **Revista Cidadania e Meio Ambiente**. ISSN 2177-630X. Disponível em: ecodebate.com.br/2009/07/21/as-apps-associadas-a-nascentes-de-alvaro-rodrigues-dos-santos> Acesso em: set. 2015.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, R.F. dos. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Texto, 2004, 184 p.

SÃO PAULO. COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL (CATI). **Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas**. São Paulo: CATI, 2000.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente/Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Projeto Ambiental Estratégico Cenário Ambiental 2020**. São Paulo: SMA/CPLA, 2009, 150 p.

SARTORI, A. A.; POLONIO, V. D.; ARGENTIN, R. N.; ZIMBACK, C. R. L. Modelagem da dinâmica do uso e ocupação do solo na sub-bacia hidrográfica do Rio Novo – SP: Land Change Modeler – LCM. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 663-673.

SEAPEC - Secretaria de Agricultura e Pecuária. **Rio Rural: Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas**. Programa de Sustentabilidade e Proteção de Nascentes. Disponível em: <microbacias.rj.gov.br/pt/rio-rural#sthash.XeyFdXyR.dpuf> Acesso em: 11 ago. 2015.

SEGEV, E. How to use environmental analysis in strategy making. **Management Review**: 4-13, mar. 1977.

SCHEIDEGGER, A. E. Hydrogeomorphology. **Journal of Hydrology**, n. 20, p. 193-215, 1973.

SCHNAARS, S. P.; TOPOL, M. T. The use of multiple scenarios in sales forecasting. **International Journal of Forecasting**, 3(3/4), p. 405-419, 1987. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0169-2070\(87\)90033-1](http://dx.doi.org/10.1016/0169-2070(87)90033-1)>. Acesso em: 19 ago. 2019.

SCHOEMAKER, P. J. H. Scenario planning: a tool for strategic thinking. **Sloan Management Review**, p. 25-40, 1995.

SCHUMM, S. A. **The Fluvial System**. New York: John Wiley & Sons, 1977.

SETTE, A. **A compensação entre as áreas de reserva florestal legal e de preservação permanente**. Disponível em: <azevedosette.com/compensacaode_preservacao_permanente> Acesso em: ago. 2015.

SHAFER, D. J.; YOZZO, D. J. **National Guidebook for Application of Hydrogeomorphic Assessment to Tidal Fringe Wetlands**. Wetlands Research Program, Technical Report WRP-DE-16, 1998, 80p.

SHIKI, S. Uso de Mecanismos de Pagamentos por Serviços Ambientais na Conservação do Solo e Água. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 99-118, jan./jun. 2011. Disponível em <produtordeagua.ana.gov.br/.../Artigo%20conservação%20de%20> Acesso em: abr. 2016.

SIDLE, R. C. New Concepts in Hydrogeomorphic Processes Across Various Scales of Space and Time. **Transactions, Japanese Geomorphological Union**, v. 25, n. 4. p. 331-340, 2004.

SIDLE, R. C.; ONDA, Y. Hydrogeomorphology: overview of an emerging science. **Hydrological Processes**, n. 18, p. 597-602, 2004.

SILVA, E.; TEIXEIRA, J.; GOMES, R.; GOMES, A. Recursos hídricos subterrâneos na Bacia do Rio Uíma, Santa Maria da Feira: um contributo para o ordenamento do território a nível municipal. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 7., 2015, Porto. **Livro de Atas de Conferência Nacional...** Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/81052/2/106328.pdf>> Acesso em: 1 jun. 2019.

SOARES FILHO, B.S.; CERQUEIRA, G.C. **Projeto Dinâmica**. 2005. Disponível em: <<https://www.csr.ufmg.br/dinamica>> Acesso em: 4 jan. 2017.

SOARES FILHO, B. S.; GARCIA, R. A.; RODRIGUES, H.; MORO, S.; NEPSTAD, D. Nexos entre as dimensões socioeconômicas e o desmatamento: A caminho de um modelo

integrado. *In*: BATISTELLA, M.; ALVES, D.; MORAN, E. (org.). **Amazônia**. Natureza e Sociedade em Transformação. São Paulo: Edusp, 2008, p. 181-217.

SOARES FILHO, B.; NEPSTAD, D.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C. Conservation Scenarios for the Amazon. **Nature**, v. 10, n.7, p.520-523, 2005.

SOARES FILHO, B.; ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G. C.; VERA DIAZ, M.; RIVERO, S.; SOLÓRZANO, L.; VOLL, E. Simulating the Response of Land-Cover Changes to Road Paving and Governance Along a Major Amazon Highway: The Santarém-Cuiabá Corridor. **Global Change Biology**, v. 10, n. 7, p. 745-764, 2004.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre**. São Paulo: IGEO/USP, 1978.

SOUZA, C. **Avanço das estradas endógenas na Amazônia**. Amazônia em Foco. Manaus: Imazon, 2004. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br/upload/124466.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2016.

SOUZA, M. C. B. de. **Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do rio Jacarecica** – Maceió/AL. 2012. 178f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, Maceió, 2012.

SOUZA FILHO, O. A.; VERÍSSIMO, L. S.; SILVA, C. M. S. V.; SANTIAGO, M. M. F. Medidas hidroquímicas nas águas subterrâneas da região de Irauçuba, norte do Ceará. *In*: **XXIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**, 23, 2004.

SPRINGER, A. E.; STEVENS, L. E. Spheres of discharge of springs. **Hydrogeology Journal**, v. 17, p. 83-93, 2009.

STF. Supremo Tribunal Federal. **Concluído julgamento de ações sobre o novo Código Florestal**. 28 de fevereiro de 2018. Disponível em <<http://stf.jus.br/portal/cms>> Acesso em: out. 2019.

TEIXEIRA, M. A.; LAGES, V. N. Transformações no espaço rural e a Geografia Rural: ideias para discussão. **Revista Geografia**, São Paulo, v. 4, p. 9-33, 1997.

TERRY, P. T. Mechanisms for environmental scanning. **Long Range Planning**, Oxford, 10:2-9, June 1977.

TODD, D. K. **Hidrologia de águas subterrâneas**. São Paulo: Edgard Blucher, 1959. 319 p.

THOMAZ, E. L.; ROSS, J. L. S. Processos hidrogeomorfológicos em vertente com solos argilosos rasos em Guarapuava-PR, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Ano 7, n. 2, p. 23-38, 2006.

TRICART, J. I. **Paisagem e Ecologia**. São Paulo: IGEO/USP, 1981.

TROPPEMAIR, H. **Geossistemas e Geossistemas paulistas**. Rio Claro, 2000.

TROPMAIR, H. Ecologia da paisagem: uma retrospectiva. *In: I Fórum de Debates Ecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental*, 1.. 2000. **Anais...** Rio Claro: Unesp, 2000.

Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/forum/art24.htm>> Acesso em; 18 ago. 2019.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator**, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006.

Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/69/44>> Acesso em: 18 ago. 2019.

USGS. Science for changing world. **Image Catalog**. 2016. Disponível em:

<<https://www.usgs.gov>> Acesso em: 20 dez. 2016.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Espírito Santo, v. 17, n. 1, p. 161-168, 2012.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo**: guia prático DRP. Brasília: MDA/Secretaria da Agricultura familiar, 2006, p. 65.

VIZEU, F.; MENEGHETTI, F. K.; SEIFERT, R. E. Por uma crítica ao conceito de Desenvolvimento Sustentável. *Revista Cadernos EBAEPE.BR*; Rio de Janeiro, v. 10, n.3, p. 569-583, 2012.

WILFORD, D. J.; SAKALS M. E.; INNES, J. L.; SIDLE, R. C.; BERGERUD, W. A. Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics. **Landslides**, n. 1, p. 61-66, 2004.

WILFORD, D. J.; SAKALS, M. E.; INNES, J. L. Forest management on fans: hydrogeomorphic hazards and general prescriptions. *B. C. Min. For., Res. Br., Victoria, B. C. Land Management Handbook*, n. 57, 42 p., 2005. Disponível em:

<<http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Lmh/Lmh57.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

WORLD BANK. Land Management III – Project São Paulo, - Environmentally and socially sustainable development – Sector Management Unit – Latin America and the Caribbean region, 1997.

WRIGHT, J. T. C.; SPERS, R. G. O país no futuro: aspectos metodológicos e cenários. **Estudos Avançados**, 20(56), p. 13-28, 2006.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi - Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, 1(12), p. 54-65, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142006000100003>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

WRIGHT, J. T. C.; SILVA, A. T. B.; SPERS, R. G. Prospecção de cenários: uma abordagem plural para o futuro do Brasil em 2020. **Revista Ibero-Americana de Estratégia**, v. 9, n. 1, p. 56-76, 2010.

APÊNDICE A – Questionário aplicado aos proprietários rurais na (da) Microbacia Rio do Fagundes



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UERJ

INSTITUTO DE GEOGRAFIA – IGEOG

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Doutoranda: Cintia de Andrade Corrêa

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nadja Maria Castilho da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe

**QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROPRIETÁRIOS RURAIS CADASTRADOS
NO PROGRAMA RIO RURAL NA
MICROBACIA DO RIO FAGUNDES – (NOVEMBRO DE 2017)**

Área de estudo: Unidade Hidrográfica de Planejamento – Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes

Município/Estado: Paraíba do Sul/RJ

Unidade reconhecida pela SEAPEC/EMATER: Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes

Número de identificação da nascente: _____

Localização: _____

Bacia de contribuição: _____

Nome completo do proprietário: _____

Data de início/tempo (aproximado) de proteção da APP/nascente: _____

Data: ____/____/____

1) Por que escolheu a boa prática de proteção de nascentes (dentre as outras boas práticas recomendadas)?

2) Quantas nascentes possui, aproximadamente, na propriedade?

3) Por que da escolha desta nascente (sob as coordenadas de localização geográfica e número de identificação acima), especificamente, a ser protegida?

4) Quando e por quanto tempo iniciou a prática da proteção da nascente?

5) Quais são os principais desafios hoje enfrentados com a proteção desta nascente?

6) Que resultado(s) espera com a proteção desta nascente? Já alcançou o(s) resultado(s) que esperava? Qual(is)?

7) Tem a disponibilidade de isolar a área protegida por quanto tempo?

() durante a estação chuvosa

() somente enquanto durar o Rio Rural

() Até que possa investir ou produzir na área (rotação de culturas)

() Não espera mais utilizar a área para a produção da propriedade

() outro: _____

Concorda que seus dados, como nome completo e demais respostas, sejam divulgados para fins de pesquisa acadêmica sobre “Potencialidades e fragilidades na proteção e recuperação de nascentes do Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável, o Rio Rural, na Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes, Paraíba do Sul (RJ)”? () Sim () Não

APÊNDICE B – Fotografias de Pré-campo

Figura 60 – Campo de reconhecimento da recuperação e proteção de nascentes do Rio Rural em Italva (RJ), Microbacia Valão do Rio Carqueia

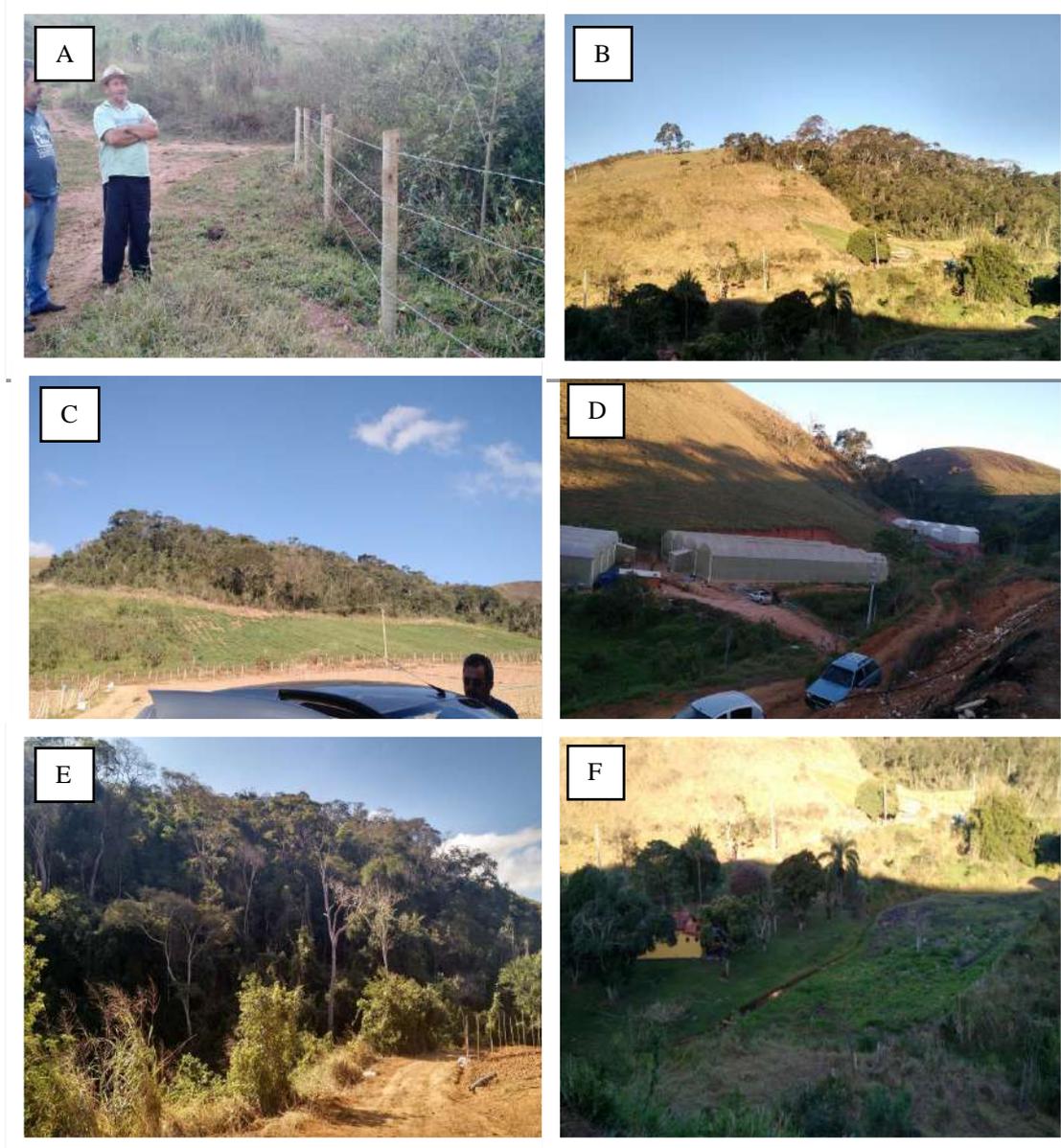


Legenda: (A) – Cartaz de anúncio do Programa Rio Rural na Sede da EMATER em Italva (RJ); (B) – Trilha de acesso à nascente protegida na nascente da propriedade de Antonio Silva, na Microbacia Valão do Rio Carqueia; (C) – Uso da sonda multiparamétrica Horiba, modelo U-50, para análise de parâmetros da qualidade da água na nascente protegida pela técnica de isolamento-cimento e tampão; (D) – Fachada da Sede da EMATER em Italva (RJ); (E) – Cicatriz de escorregamento encontrada na propriedade e há 20 metros a oeste da nascente protegida.

Fonte: A autora, 22 de abril de 2015.

APÊNDICE C – Fotografias do primeiro campo em 2016

Figura 61 – Fotografias do primeiro campo na área de estudo, 2016



Legenda: (A) – Reconhecimento de campo da nascente N6 e do proprietário José Antônio; (B) Uso do Solo e cobertura da terra na MBRF ; (C) Contraste da cobertura florestal e a não floresta; (D) Estufas onde de cultural tomates do tipo cereja na propriedade de José Antônio (N6); (E) Estrada vicinal de acesso as propriedades na área de estudo e uma força direcionadora para o desmatamento; (F) Sede da propriedade, parte da cobertura não floresta, ocupação do fundo de vale e o relevo declivoso na/da propriedade de José Antonio.

Fonte: A autora, 5 de julho de 2016.

APÊNDICE D – Formulário de Campo e o Protocolo de Avaliação Rápida – PAR Aplicado



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UERJ

INSTITUTO DE GEOGRAFIA – IGEOG

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Doutoranda: Cintia de Andrade Corrêa

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nadja Maria Castilho da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe

Dados Gerais

Município/Estado: Paraíba do Sul/RJ

Nome da propriedade e do proprietário: _____

Microbacia Hidrográfica: _____

Data: ____/____/____ Hora: _____

Condições do tempo: () seco () chuvoso () chuvas esparsas/úmido

Localização da nascente (Coordenadas): _____

Altitude (m): _____ Última chuva (dia e hora): _____

Data de início/tempo (aproximado) de proteção da APP/nascente: _____

Número de identificação da nascente: _____

Quadro 36 – Quadro de nascentes e APPs de entorno de nascentes (continua)

Parâmetros	Pontuação			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Cobertura	Vegetação natural	Reflorestamento	Pastagem (não floresta)/ agricultura/mo nocultura	Solo exposto
2. Acesso às nascentes.	Muito difícil acesso devido a condições de proteção desta	Difícil acesso, entretanto, o atual processo de proteção não	Média dificuldade, devido à trilha de acesso	Com acesso

Quadro 36 – Quadro de nascentes e APPs de entorno de nascentes (continua)

		ajuda ainda no acesso à nascente	devido à declividade ou à altitude	
3. Qualidade visual da água da nascente.	Transparente	Turva	Opaca ou colorida.	Completamente ausente
4. Uso da nascente.	Nascente perene; uso constante para abastecimento da propriedade	Nascente intermitente; uso esporádico - apenas durante e/ou parte do ciclo agrícola	Nascente efêmera; não há uso da água	Ausência de água; não há uso.
5. Proteção da nascente	Nascente completamente protegida por cerca ou similar	Nascente parcialmente protegida por cerca ou similar	Nascente não protegida por cerca ou similar	Nascente não protegida por cerca ou similar. E ainda completamente seca/sem água
6. Composição e característica da mata ciliar no raio de 50 metros	Acima de 90% com vegetação nativa, incluindo árvores, arbustos. Mínima evidência de desflorestamento	Entre 70 e 90% com vegetação nativa. Desflorestamento evidente, mas não afetando o desenvolvimento da vegetação	Entre 50 e 70% com vegetação nativa. Desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto	Menos de 50% da mata ciliar nativa. Desflorestamento muito acentuado com solo exposto.
7. Extensão de mata ciliar	Largura da faixa de vegetação maior que 50 m; sem influência antrópica	Largura da faixa de vegetação entre 30 e 50 m; mínima influência antrópica	Largura da faixa de vegetação entre 10 e 20 m; influência antrópica intensa	Largura da faixa de vegetação inferior a 10 m; atividade antrópica

Quadro 36 – Quadro de nascentes e APPs de entorno de nascentes (continua)

8. Estabilidade no raio de 50 metros	Estáveis. Erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros	Moderadamente estável. Pequenas áreas de erosão. Entre 0 e 30% do raio com erosão	Moderadamente instável. Entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão	Instável. Área com erosão óbvia entre 60% e 100% do raio
9. Estabilidade de margens	Estáveis. Evidência de erosão mínima ou ausente; 30% da margem com erosão	Moderadamente instável. Entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão devido a cortes do relevo	Instável. Erosão óbvia entre 60 e 90% da margem	Muito instável. Erosão de 100%
10. Fonte pontual de: lixo doméstico; embalagem de agrotóxicos; resíduos de lavoura; dejetos animais; despejo de efluentes líquidos; material flutuante	Ausente	Ausente. No raio de 50 m não há presença de detritos e resíduos. No entanto, nas proximidades, ou seja, além deste raio (entre 51m e 100m) há presença	Presente. Presença de material líquido e/ou flutuante de destino doméstico e/ou agrícola e/ou pecuário, no raio de 50 m, ou seja, na área protegida (APP)	Presente. APP/nascente, o raio de 50 m, é o local de descarte/lançamento de todos os itens descritos
11. Presença de uso agrícola e/ou pecuário na APP.	Ausente	Raro	Frequente	Presente, ou seja, a APP é utilizada para tal fim

Quadro 36 – Quadro de nascentes e APPs de entorno de nascentes (conclusão)

<p>12. Processo de proteção e/ou recuperação da nascente e da APP com cerca de arame, cerca viva, estaca, bambu ou outro</p>	<p>Presente. Completamente implantada, a nascente dá sinais de pronta recuperação</p>	<p>Parcial. Em processo de recuperação. Já implantado o processo de isolamento da APP</p>	<p>Em processo. Ainda não iniciou o isolamento, mas a técnica de proteção já foi eleita. O projeto já foi desenvolvido pelo órgão ou produtor, com documentação comprobatória e/ou notas fiscais do material a ser utilizado para a proteção</p>	<p>Inexistente</p>
<p>13. Status da APP</p>	<p>A APP está protegida sem usos agrícolas, apenas cobertura florestal</p>	<p>A APP está em processo de recuperação e/ou regeneração, e os processos para tal estão ocorrendo</p>	<p>Completamente desprotegida e em alguns casos não existe cobertura na proximidade ou na APP</p>	<p>Completamente desprotegida e, em alguns casos, não existe cobertura na proximidade, ou na APP. E, é utilizada para uso agropecuário</p>
<p>14. Nascente: Recuperada ou não recuperada</p>	<p>Recuperada. O modelo implantado para a recuperação da área degradada foi considerado, até o presente momento, muito eficiente, por propiciar a proteção do solo e a ativação do processo de regeneração no processo de</p>	<p>Recuperada. O modelo implantado para a recuperação da área degradada foi considerado, até o presente momento, eficiente.</p>	<p>Não recuperada. O modelo implantado para a recuperação da área degradada foi considerado, até o presente momento, pouco aceitável. Entretanto, a proteção correta, devido à ausência de técnicas para tal, não é, até o momento,</p>	<p>Não recuperada. O modelo implantado para a recuperação da área degradada foi considerado insuficiente e/ou inaceitável, com os impactos de desmatamento, pisoteio, uso da terra e degradação do solo sendo negativa</p>

	recuperação da mata ciliar que recobre a nascente, tendo em vista a sua recuperação e proteção completa como a garantia de oferta de água. Com esta descrição, o nível de perturbação é conservada		aplicada. O uso da terra contribui para o nível de perturbação. Impactos visíveis de desmatamento e solo degradado e/ou compactado. Com esta descrição, o nível de perturbação é perturbada	perante a avaliação de um geógrafo/analista ambiental. Com esta descrição, o nível de perturbação é degradada
<p align="center">Pontuação</p> <p align="center">0 – 29</p> <p align="center">30 – 43</p> <p align="center">44 – 70</p>		<p align="center">Nível de Perturbação</p> <p align="center">Degradada</p> <p align="center">Perturbada</p> <p align="center">Conservada</p>		

Fonte: Adaptado pela autora para ambiente de APPs de nascente com base em Callisto *et al.* (2002), modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA); EPA,1987; para as nascentes da Microbacia Rio Fagundes.

APÊNDICE E – Formulário de campo e o Quadro de identificação das tipologias das nascentes estudadas



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UERJ
 INSTITUTO DE GEOGRAFIA – IGEOG
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Doutoranda: Cintia de Andrade Corrêa

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nadja Maria Castilho da Costa

Co-orientador Miguel Fernandes Felipe

IDENTIFICAÇÃO DA TIPOLOGIA DAS NASCENTES

Dados Gerais

Município/Estado: Paraíba do Sul/RJ

Nome da propriedade e do proprietário: _____

Bacia Hidrográfica: _____

Data: ___/___/___ Hora: _____

Condições do tempo: () seco () chuvoso () chuvas esparsas/úmido

Localização da nascente (Coordenadas): _____

Altitude (m): _____ Última chuva (dia e hora): _____

Data de início/tempo (aproximado) de proteção da APP/nascente: _____

Número de identificação da nascente: _____

Quadro 37 – Identificação da nascente: tipologia, sazonalidade e características hidrogeomorfológicas⁵
 (continua)

Morfologia da nascente	() Concavidade	() Duto	() Afloramento	() Talvegue	() Olho	() Cavidade	() Antropogênica
Relevo	() Topo	() Cabeceira	() Média- vertente	() Baixa- vertente	() Calha		

⁵ A tipologia de Felipe (2009, p. 113) está baseada em uma metodologia estatística multivariada qualitativa denominada Grade of Membership (GoM), desenvolvida por Manton *et al.* (1994).

Quadro 37 – Identificação da nascente: tipologia, sazonalidade e características hidrogeomorfológicas (conclusão)

Tipo de exfiltração	<input type="checkbox"/> Difusa	<input type="checkbox"/> Múltipla	<input type="checkbox"/> Pontual
Mobilidade	<input type="checkbox"/> Fixa	<input type="checkbox"/> Móvel	
Afloramento rochoso	<input type="checkbox"/> Existente	<input type="checkbox"/> Ausente	
Sazonalidade	<input type="checkbox"/> Perene	<input type="checkbox"/> Intermitente	

Fonte: Adaptada de FELIPPE, 2009; 2013.

APÊNDICE F – Formulário de Campo e o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes Aplicado



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UERJ
 INSTITUTO DE GEOGRAFIA – IGEOG
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Doutoranda: Cintia de Andrade Corrêa

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nadja Maria Castilho da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe

DADOS GERAIS

Município/Estado: Paraíba do Sul/RJ

Nome da propriedade e do proprietário: _____

Microbacia Hidrográfica: _____

Data: ___/___/___ Hora: _____

Condições do tempo: () seco () chuvoso () chuvas esparsas/úmido

Localização da nascente (Coordenadas): _____

Altitude (m): _____ Última chuva (dia e hora): _____

Data de início/tempo (aproximado) de proteção da APP/nascente: _____

Número de identificação da nascente: _____ **Temperatura da água:** _____

ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL DE NASCENTES – IIAN

Quadro 38 – Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes – IIAN⁶ (continua)

Parâmetro Macroscópico	Qualificação		
	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	escura	clara	transparente
Odor da água	forte	com odor	não há
Lixo ao redor da nascente	muito	pouco	não há
Material flutuante (lixo na água)	muito	pouco	não há
Espuma	muito	pouco	não há

⁶ IIAN adaptados pelos autores para o espaço rural – Adaptado de Gomes *et al.* (2005); Felipe (2009).

Óleo	muito	pouco	não há
------	-------	-------	--------

Quadro 38 – Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes – IIAN (conclusão)

Esgoto na nascente	visível	provável	não há
Vegetação	degradada ou ausente	alterada	bom estado
Usos da nascente	constante	esporádico	não há
Acessos	fácil	difícil	sem acesso
Atividades rurais*	A menos de 50 m	Entre 50 e 100 m	A mais de 100 m
Observação			
Classe	Grau de proteção	Pontuação	Total
A	Ótimo	31-33	
B	Bom	28-30	
C	Razoável	25-27	
E	Ruim	22-24	
F	Péssimo	≤21	

Fonte: GOMES *et al.* 2005a; FELIPPE; 2009.

APÊNDICE G – Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração realizadas durante o ano hidrológico 2017/2018

Tabela 9 – Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração e foram realizadas em novembro de 2017

Identificação das nascentes	Parâmetros analisados – Novembro 2017											
	Físico-químicos									Microbiológicos		
	Cor (uC)**	Condutividade (µS/cm)*	Ferro (mg/L)**	Nitrato (mg/L)**	Nitrito (mg/L)***	Oxigênio dissolvido (%)*	Potencial Hidrogeniônico (pH)*	Sólidos totais dissolvidos (ppm)*	Temperatura (°C)*	Turbidez (NTU)**	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)***	Coliformes totais (NMP/100 mL)***
N1	57,00	26,00	6,29	0,40	0,05	5,90	6,10	13,0	26,4	53,50	23	>23
N2	60,40	93,00	13,55	0,26	0,05	6,20	6,80	43,0	24,3	94,50	23	>23
N3	235,00	26,00	15,73	-0,48	0,05	0	6,02	13,0	22,1	523,00	23	>23
N4	159,00	0	12,82	0,45	0,05	2,00	6,20	14,0	22,7	259,00	12	>23
N5	9,00	53,00	0,39	1,61	0,05	3,30	6,80	27,0	22,2	3,89	23	>23
N6	77,30	26,00	16,45	0,04	0,05	3,90	5,50	13,0	27	100,00	5,10	>23
N7	63,40	0	5,08	0,17	0,05	4,70	6,40	0	24,2	48,10	9,20	>23
N8	278,00	35,00	17,18	-0,04	0,05	2,00	6,00	17,0	21,9	613,00	1,10	>23
N9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda: (*) Análises realizadas por sonda multiparamétrica Hanna, modelo HI 9828.

(**) Análise realizada no Laqua Laboratório de Qualidade Ambiental/Engenharia Sanitária e Ambiental UFJF em 28 de novembro de 2017.

(***) Análises realizadas pelo BRQuality Laboratório de Análise de Produtos Ltda em 27 novembro de 2017.

(-) Não realizada a análise. N9 nascente seca.

(<) Não atingiu o valor mínimo e acurácia registrado pelo método.

(>) Ultrapassou o valor limite.

(0) ausente

Fonte: A autora, 2019.

Tabela 10 – Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração e foram realizadas em fevereiro de 2018

Identificação das nascentes	Parâmetros analisados – Fevereiro de 2018											
	Físico-químicos										Microbiológicos	
	Cor (uC)**	Condutividade (µS/cm)*	Ferro (mg/L)**	Nitrato (mg/L)**	Nitrito (mg/L)***	Oxigênio dissolvido (%)*	Potencial Hidrogeniônico (pH)*	Sólidos totais dissolvidos (ppm)*	Temperatura (°C)*	Turbidez (NTU)**	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)***	Coliformes totais (NMP/100 mL)***
N1	88,50	9,00	15,00	0,32	<0,01	10,20	5,84	5,00	26,19	45,60	6,90	>23
N2	35,80	44,00	6,29	0,32	<0,01	8,80	6,06	22,0	24,43	46,10	2,20	>23
N3	14,70	107,00	1,93	0,64	<0,01	0,00	5,78	54,00	22,93	0,05	1,10	>23
N4	15,10	30,00	1,45	0,44	<0,01	1,00	6,30	15,00	24,25	0,05	1,10	1,1
N5	12,70	55,00	0,72	1,90	<0,01	12,80	6,02	28,00	22,27	0,04	0	>23
N6	33,90	12,00	4,83	0,42	<0,01	10,00	4,55	6,00	27,91	64,60	0	12
N7	174,00	17,00	16,45	0,27	<0,01	9,30	5,66	8,00	26,14	93,60	0	>23
N8	182,50	25,00	45,49	0,52	<0,01	5,00	4,02	13,00	22,76	925,50	0	>23
N9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda: (*)
Análises realizadas por sonda multiparamétrica Hanna, modelo HI 9828.
(*)
(*)
(*)
Análise

realizada no Laboratório de Qualidade Ambiental/Engenharia Sanitária e Ambiental UFJF em 20 de fevereiro de 2018.

(***) Análises realizadas pelo BRQuality Laboratório de Análise de Produtos Ltda em 19 de fevereiro de 2018.

(-) Não realizada a análise, N9 nascente seca.

(<) Não atingiu o valor mínimo e acurácia registrado pelo método.

(>) Ultrapassou o valor limite.

(0) ausente

Fonte: A autora, 2019.

Tabela 11 – Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração e foram realizadas em maio de 2018

Identificação das nascentes	Parâmetros analisados – Maio de 2018											
	Físico-químicos									Microbiológicos		
	Cor (uC)**	Condutividade (µS/cm)*	Ferro (mg/L)**	Nitrato (mg/L)**	Nitrito (mg/L)***	Oxigênio dissolvido (%)*	Potencial Hidrogeniônico (pH)*	Sólidos totais dissolvidos (ppm)*	Temperatura (°C)*	Turbidez (NTU)**	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)***	Coliformes totais (NMP/100 mL)***
N1	52,55	22,00	2,41	-0,19	<0,05	12,40	7,03	11,0	20,91	47,70	92	>23
N2	155,00	76,00	14,03	0,05	<0,05	9,80	6,64	38,0	23,09	97,40	>23	>23
N3	21,90	52,00	0,48	0,16	<0,05	0,00	6,02	26,00	21,22	0,06	>23	>23
N4	17,10	40,00	1,57	0,13	<0,05	0,00	5,97	21,00	22,01	6,25	>23	>23
N5	07,25	83,00	1,20	1,70	<0,05	6,80	5,68	41,00	19,44	0,03	0	>23
N6	13,10	18,00	0,48	0,34	<0,05	12,80	5,60	9,00	24,10	0,05	3,6	>23
N7	46,40	18,00	2,41	-0,12	<0,05	13,30	6,71	9,00	21,54	0,07	12	>23
N8	22,70	26,00	-0,01	0,18	<0,05	5,60	5,99	13,00	22,26	4,70	22	>23
N9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda: (*) Análises realizadas por sonda multiparamétrica Hanna, modelo HI 9828.

(**) Análise realizada no Laqua Laboratório de Qualidade Ambiental/Engenharia Sanitária e Ambiental UFJF em 3 de maio de 2018.

(***) Análises realizadas pelo BRQuality Laboratório de Análise de Produtos Ltda em 3 de maio de 2018.

(-) Não realizada a análise. N9 nascente seca.

(<) Não atingiu o valor mínimo e acurácia registrado pelo método.

(>) Ultrapassou o valor limite.

(0) ausente

Fonte: A autora, 2019.

Tabela 12 – Resultado dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água das nascentes que apresentavam exfiltração e foram realizadas em agosto de 2018

Identificação das nascentes	Parâmetros analisados – Agosto de 2018											
	Físico-químicos									Microbiológicos		
	Cor (uC)**	Condutividade (µS/cm)*	Ferro (mg/L)**	Nitrato (mg/L)**	Nitrito (mg/L)***	Oxigênio dissolvido (%)*	Potencial Hidrogeniônico (pH)*	Sólidos totais dissolvidos (ppm)*	Temperatura (°C)*	Turbidez (NTU)**	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)***	Coliformes totais (NMP/100 mL)***
N1	521,00	28,60	6,59	0,28	0,06	10,20	6,70	22,75	15,10	435,00	0,03	>23
N2	54,50	44,00	6,53	0,30	0,01	25,50	6,24	47,45	23,50	97,00	1,1	>23
N3	30,30	42,40	4,78	0,58	0,01	47,4	6,85	33,80	16,10	9,21	23	>23
N4	18,90	42,80	4,71	0,36	0,01	8,80	6,79	30,55	19,90	1,28	22	>23
N5	11,80	65,20	0,96	1,34	0,01	13,30	6,70	52,65	15,50	2,38	1,1	>23
N6	81,50	25,70	7,50	0,40	0,03	64,80	6,54	18,20	21,6	218	22	>23
N7	24,60	28,80	7,62	0,29	0,01	76,40	6,33	20,8	19,8	8,33	0,03	>23
N8	35,50	38,50	21,54	0,59	0,01	73,20	6,24	27,30	20,80	7,28	0,03	>23
N9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda – (*) Análises realizadas por sonda multiparamétrica Hanna, modelo HI 9828.

(**) Análise realizada no Laqua Laboratório de Qualidade Ambiental/Engenharia Sanitária e Ambiental UFJF em 23 de agosto de 2018.

(***) Análises realizadas pelo BR Quality Laboratório de Análise de Produtos Ltda em 22 de agosto de 2018.

(-) Não realizada a análise, N9 nascente seca.

(<) Não atingiu o valor mínimo e acurácia registrado pelo método.

(>) Ultrapassou o valor limite.

(0) ausente

Fonte: A autora, 2019.

APÊNDICE H – Questionário respondido pela responsável técnica e executora na (da)
Microbacia do Rio Fagundes, Andréa F. Machado



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UERJ

INSTITUTO DE GEOGRAFIA – IGEOG

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Doutoranda: Cintia de Andrade Corrêa

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Nadja Maria Castilho da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Miguel Fernandes Felipe

**QUESTIONÁRIO APLICADO AOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS E EXECUTORES
DO PROGRAMA RIO RURAL NA MICROBACIA DO RIO FAGUNDES –
(2017.2.novembro)**

DADOS GERAIS

Área de estudo: Bacia Hidrográfica do Rio do Fagundes – Unidade Hidrográfica de Planejamento Microbacia do Rio Fagundes

Unidade reconhecida pela SEAPEC/EMATER: Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes

Município/Estado: Paraíba do Sul/RJ

Nome completo do responsável técnico e executor do Programa Rio Rural da Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes em Paraíba do Sul: Andréa Faria Machado

Profissão: Extensionista Rural

Formação: Medicina Veterinária

Instituição à qual está vinculado: Emater Rio

Departamento: Técnico. Escritório Local de Paraíba do Sul

Tempo de serviço na instituição: 08 anos

Data: 13/12/2017

1) Há quanto tempo está vinculado(a) ao Rio Rural?

O Programa teve início no município no ano de 2014, sendo a primeira reunião realizada na comunidade de Rio Manso, MBH Fagundes, no mês de setembro.

2) Qual é atualmente a principal atividade desempenhada?

Atualmente estamos em fase de implantação dos PIDs (Plano Individual de Desenvolvimento) liberados e aguardando liberação dos restantes. Até hoje foram liberados 08 de um total de 20 PIDs nesta MBH (10 desses PIDs indicam a Proteção de nascentes).

3) Qual foi a principal dificuldade no início da implementação do Rio Rural na Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes, considerada na pesquisa de tese MBRF?

Acredito que a maior dificuldade tenha sido fazer com que o produtor acreditasse no Programa, pois o mesmo já tinha sido iniciado no município há muitos anos, mas não teve continuidade. Isso gerou desconfiança nos produtores.

4) Qual é, entre as boas práticas recomendadas pelo Rio Rural, a prática com mais adeptos na MBRF?

Dentre as práticas ambientais e agroecológicas, as mais solicitadas foram, respectivamente, Adubação Verde, Proteção de Nascentes e Proteção de Área de Recarga.

5) Qual é a frequência ou demanda de tempo, mensal ou semanal, relacionada à MBRF?

A demanda seria de pelo menos duas visitas semanais.

6) Como técnica executora envolvida, qual acredita ser a principal motivação da proteção das nascentes na MBRF?

Infelizmente a maior motivação no início foi o retorno financeiro, uma vez que as práticas produtivas estão condicionadas à implantação de pelo menos uma prática ambiental. Felizmente, com as reuniões, pudemos perceber também uma preocupação com a manutenção dos recursos hídricos, e esclarecendo o motivo para a escassez cada vez maior dos mesmos, notamos um interesse crescente em adotar as práticas ambientais.

7) Recebeu treinamento para proteção de nascentes?

Especificamente para esta prática, não, fomos treinados para o programa como um todo. Porém, na empresa possuímos engenheiros agrônomos e florestais que, mesmo não sendo do município, dão suporte às ações sempre que necessário.

8) Qual é a principal dificuldade enfrentada com a proteção das nascentes na MBRF?

Ainda falta muita conscientização dos produtores a respeito da proteção, em benefício próprio, com ou sem subsídio. Ao serem questionados, concordam que é necessário e se interessam a princípio, porém, na prática, a maioria demora a implantar. Acredito que à medida que começarem a ver os resultados se tornará mais fácil e mais rápido realizar a prática.

9) Qual é, atualmente, novembro de 2017, o estágio ou *status* da prática de proteção das nascentes na MBRF?

Estágio de implantação. Duas nascentes iniciaram a proteção em dezembro de 2016 e estão em fase de recuperação. As outras aguardam recurso para serem protegidas.

10) Você, executora diretamente envolvida com os proprietários e com a assistência técnica, como vê a continuidade da proteção das nascentes na MBRF, por parte dos proprietários? E por parte da SEAPEC/EMATER?

Acredito que eles estejam preocupados em dar continuidade, porém necessitam de uma assistência técnica sistemática, seja da Emater, seja de outros órgãos envolvidos. Por parte da Emater, a empresa já tem em seu planejamento anual, independentemente do Programa Rio Rural, priorização ao desenvolvimento sustentável das comunidades rurais, portanto, certamente daremos continuidade a esse trabalho.

Concorda que seus dados, como nome completo, profissão, formação, instituição, departamento e tempo de serviço na instituição como demais respostas sejam divulgadas para fins de pesquisa acadêmica sobre “Potencialidades e fragilidades na proteção e recuperação de nascentes do Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável, o Rio Rural, na Microbacia Hidrográfica do Rio Fagundes, Paraíba do Sul (RJ)”? (X) Sim () Não