

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos

Flávio Augusto Monteiro dos Santos

**PRIORIZAÇÃO DE MANANCIAIS PARA SEGURANÇA HÍDRICA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL: água, solos e mobilização social
para incremento de serviços ambientais hídricos**

Belo Horizonte
2025

Flávio Augusto Monteiro dos Santos

**PRIORIZAÇÃO DE MANANCIAS PARA SEGURANÇA HÍDRICA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL: água, solos e mobilização social
para incremento de serviços ambientais hídricos**

Monografia de especialização apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, Levantamento e Intepretação de Solos.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Henrique Godinho Silva

Belo Horizonte
2025

FICHA CATALOGRÁFICA

| | |
|---------------|--|
| S237c 2025 | <p>Santos, Flávio Augusto Monteiro dos.</p> <p>Priorização de mananciais para segurança hídrica na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul [recurso eletrônico] : água, solos e mobilização social para incremento de serviços ambientais hídricos / Flávio Augusto Monteiro dos Santos. – 2025.</p> <p>1 recurso online (110 f.: il., color.) : pdf.</p> <p>Orientador: Sérgio Henrique Godinho Silva.</p> <p>Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2025.</p> <p>Bibliografia: f. 102-107.</p> <p>1. Solo – Uso – Teses. 2. Serviços ambientais – Teses. 3. Bacias hidrográficas – Manejo – Teses. 4. Gestão ambiental – Teses. 5. Paraíba do Sul, Rio, Bacia – Teses. I. Silva, Sérgio Henrique Godinho. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. III. Título.</p> <p>CDU: 631.4:556.51(815.3)</p> |
|---------------|--|



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME: **FLÁVIO AUGUSTO MONTEIRO DOS SANTOS**, Nº. DE REGISTRO: **2024650354**

TRABALHO FINAL: **PRIORIZAÇÃO DE MANANCIAIS PARA SEGURANÇA HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL: ÁGUA, SOLOS E MOBILIZAÇÃO SOCIAL PARA INCREMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS HÍDRICOS**

Trabalho de Conclusão da Especialização apresentada ao Curso de Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos, do Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos.

APROVADO em 07 de julho de 2025, pela Orientação e Banca Examinadora constituída pelos Membros:

SÉRGIO HENRIQUE GODINHO SILVA - Orientador

MEMBROS DA BANCA:

Sérgio Henrique Godinho Silva(UFLA)

Débora Assumpção e Lima(UFMG),

Fernanda Mara Coelho Pizani(UFMG),

Adriana Leandra de Assis(UFMG)



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Mara Coelho Pizani, Usuária Externa**, em 15/07/2025, às 13:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Débora Assumpção e Lima, Usuária Externa**, em 16/07/2025, às 08:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Leandra de Assis, Professora do Magistério Superior**, em 28/07/2025, às 21:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sérgio Henrique Godinho Silva, Usuário Externo**, em 04/08/2025, às 10:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4368882** e o código CRC **56ABCBC0**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao menino,
que sorrindo escrevia,
sem margem, sem linha,
ao eterno desconhecido
um poema de vida.

Agradeço ao poeta,
que a tudo inspira,
sentido, sentido.

Agradeço ao colo
de José e Maria
um norte, minha sorte.

Agradeço à academia
à orientação do prof. Sérgio,
aos que sonharam este curso:
sementes de conhecimento
solo fértil encontraram.

Agradeço pela amizade,
de pernada longa,
ou de trilhada curta,
companhia de caminho,
que não se caminha sozinho.

Faço rima, fora do espaço,
feito imperfeito
como quem caminha pelo mato.

“Corta tua própria lenha e ela te aquecerá duas vezes”

- Autor desconhecido -

RESUMO

O incremento de serviços ambientais hídricos em bacias hidrográficas estratégicas é uma das mais importantes medidas de segurança hídrica adotada no gerenciamento dos recursos hídricos. A priorização destas bacias, no entanto, depende da utilização de metodologia técnica e robusta que assegure a participação multisetorial. O presente estudo objetivou analisar e revisar a metodologia de seleção de áreas utilizada pelo Programa Mananciais do CEIVAP com a aplicação de conhecimentos teóricos e práticos apresentados no curso de pós-graduação em Geoprocessamento, levantamento e interpretação de solos do consórcio UNISOLOS. O trabalho foi desenvolvido em três etapas, sendo a Etapa 1 referente a análise sistemática do manual identificando oportunidades de melhoria [OMs], que incluiu a análise de viés do documento com emprego da ferramenta PROMPT; na Etapa 2, as [OMs] foram utilizadas para a revisão completada da metodologia de seleção seguida da Etapa 3 com a testagem da metodologia aprimorada em escala piloto para a região hidrográfica do médio Paraíba do Sul. A análise do manual indicou a ausência de descrição de procedimentos de pré-processamento, tratamento e validação de dados, além de um alto grau de viés. Foram identificadas 14 oportunidades de melhoria para a metodologia, como a padronização de procedimentos, incorporação de novo nível de seleção, novos eixos analíticos e revisão de critérios para a seleção das microbacias alvo do 2º ciclo do Programa Mananciais. A testagem parcial da metodologia revista apontou para as microbacias do Rio Bonsucesso (1.644 ha) e do Ribeirão Santana (2.355,67 ha), ambas localizadas no município de Valença/RJ, além da microbacia do Ribeirão Água Branca (2.003,76 ha), no município de Resende/RJ, como sendo microbacias prioritárias para receberem o Programa. Este resultado contrasta com o resultado da aplicação da metodologia original que indicou a microbacia do rio Pau d'álho em Pirai/RJ como microbacia alvo para o 2º ciclo do Programa nesta região hidrográfica. A metodologia revista será apresentada à AGEVAP para validação por pares junto aos CBHs objetivando contribuir para a seleção de microbacias no 2º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos; soluções baseadas na natureza; gestão de recursos hídricos; seleção de áreas; microbacias.

ABSTRACT

The enhancement of water-related environmental services in strategic river basins is one of the most important water security measures adopted in water resources management. However, the prioritization of these basins depends on the application of a robust and technically sound methodology that ensures multisectoral participation. The present study aimed to analyze and review the area selection methodology used by the CEIVAP Mananciais Program, applying theoretical and practical knowledge presented in the postgraduate course in Geoprocessing, Soil Survey and Interpretation offered by the UNISOLOS consortium. The work was conducted in three stages. Stage 1 consisted of a systematic analysis of the program's technical manual, identifying Opportunities for Improvement [OMs], including a bias analysis using the PROMPT tool. In Stage 2, the [OMs] guided the complete revision of the selection methodology, followed by Stage 3, in which the revised methodology was tested on a pilot scale in the Middle Paraíba do Sul Hydrographic Region. The analysis revealed the absence of procedures for data preprocessing, treatment, and validation, in addition to a high level of bias. A total of 14 opportunities for improvement were identified, including standardization of procedures, incorporation of a new selection tier, introduction of new analytical dimensions, and revision of criteria with potential to increase objectivity in selecting target microbasins for the second cycle of the *Programa Mananciais*. The partial test of the revised methodology identified the Bonsucesso River (1,644 ha) and Ribeirão Santana (2,355.67 ha) microbasins, both located in the municipality of Valença/RJ, as well as the Ribeirão Água Branca microbasin (2,003.76 ha) in the municipality of Resende/RJ, as priority areas for the implementation of the program. This result contrasts with the outcome produced by the original methodology, which indicated the Pau d'Alho River microbasin in Pirai/RJ as the target for the second cycle of the program in that hydrographic region. The revised methodology will be submitted to AGEVAP for peer review alongside the affiliated River Basin Committees (CBHs), aiming to contribute to the improvement of microbasin selection in the second cycle of CEIVAP's *Programa Mananciais*.

Keywords: ecosystem services; nature-based solutions; water resources management; area selection; microbasins.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Brasil | 18 |
| Quadro 1 – Síntese da Política Nacional de Recursos Hídricos | 18 |
| Figura 2 – Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 21 |
| Figura 3 – Região hidrográfica do Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (CBH - MPS) | 31 |
| Quadro 2 – Matriz PROMPT da análise de viés do documento “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” | 35 |
| Figura 4 – Níveis de aplicação dos critérios de elegibilidade e de priorização para a seleção de áreas prioritárias nas regiões hidrográficas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 39 |
| Figura 5 – Áreas focais definidas para a microbacia de Barracão dos Mendes na Região hidrográfica do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Dois Rios em Nova Friburgo/RJ | 50 |
| Quadro 3 – Síntese da análise sistemática de conteúdo do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” | 51 |
| Figura 6 – Níveis propostos para aplicação dos critérios de elegibilidade e de priorização para a seleção de áreas prioritárias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 56 |
| Figura 7 – Áreas de Interesse para Proteção de Mananciais (AIPMs) na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul | 57 |
| Quadro 4– Matriz de elegibilidade dos níveis 1 e 2 de seleção de áreas prioritárias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 58 |
| Figura 8 – Demanda de consumo de água entre todos os setores (exceto transposições e evaporação líquida de reservatórios) para a cena atual | 61 |
| Figura 9 – Balanço Hídrico Superficial Anual para a vazão Q ₉₅ , considerando o cenário atual de disponibilidade e demanda para a região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul | 62 |
| Figura 10 – Risco ambiental, cenário 1, relacionado a eventos de estiagem na bacia do rio Paraíba do Sul | 63 |
| Figura 11 – Risco ambiental, cenário 1, relacionado a eventos de cheia na bacia do rio Paraíba do Sul | 64 |
| Figura 12 – Eixos analíticos propostos para priorização de sub-bacias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 65 |

| | |
|--|----|
| Quadro 5– Matriz de elegibilidade completa (Níveis 1, 2 e 3) de seleção de áreas prioritárias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 73 |
| Figura 13 – Delimitação da microbacia do baixo curso do rio Preto, microbacia alvo do 1º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do CBH-BPSI | 73 |
| Figura 14 – Eixos analíticos propostos para priorização de microbacias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 75 |
| Figura 15 – Mapa do Índice Topográfico de Umidade (TWI) para a microbacia de Barracão dos Mendes, no município de Nova Friburgo/RJ, definida como microbacia alvo do 1º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do CBH-R2R | 77 |
| Quadro 6 – Matriz de elegibilidade completa (Níveis 1, 2 e 3) de seleção de áreas prioritárias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 81 |
| Figura 16 – Sub-bacias habilitadas para priorização no nível 2 (sub-bacias), conforme metodologia de seleção revista para o 2º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do CBH-MPS | 84 |
| Figura 17 – Distribuição do risco ambiental para acidentes com cargas perigosas para a região hidrográfica do CBH-MPS | 85 |
| Figura 18 – Distribuição do Índice de Fragilidade do Meio Físico (IFM) para a região hidrográfica do CBH-MPS | 88 |
| Figura 19 – Uso e cobertura do solo nas sub-bacias habilitadas na região hidrográfica do CBH-MPS | 89 |
| Figura 20 – Prioridade de restauração florestal nas sub-bacias habilitadas na região hidrográfica do CBH-MPS | 89 |
| Figura 21 – Densidade populacional nas sub-bacias habilitadas na região hidrográfica do CBH-MPS | 92 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Matriz de critérios do eixo “criticidade ambiental” para a priorização de sub-bacias do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” | 41 |
| Tabela 2 – Matriz de critérios do eixo “mobilização social” para a priorização de sub-bacias do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” | 43 |
| Tabela 3 – Matriz com a ponderação (pesos) para composição da nota final de priorização de sub-bacias do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” | 45 |
| Tabela 4 – Matriz de critérios dos eixos “criticidade ambiental” e “mobilização social” para a priorização de microbacias do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” | 46 |
| Tabela 5 – Matriz com a ponderação (pesos) para composição da nota final de priorização de microbacias previstos no “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” | 49 |
| Tabela 6 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “segurança hídrica da BHRPS” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 60 |
| Tabela 7 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “criticidade ambiental” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 66 |
| Tabela 8 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “mobilização social” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 69 |
| Tabela 9 – Matriz com a ponderação (pesos) para composição da nota final de priorização de sub-bacias para o 2º ciclo do Programa Mananciais” | 71 |
| Tabela 10 – Matriz de priorização de microbacias com critérios para o eixo analítico “potencial ambiental” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 75 |
| Tabela 11 - Matriz de priorização de microbacias com critérios para o eixo analítico “potencial social” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul | 78 |
| Tabela 12 – Matriz com a ponderação (pesos) para composição da nota final de priorização de microbacias para o 2º ciclo do Programa Mananciais | 79 |
| Tabela 13 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “segurança hídrica da BHRPS” adaptada para seleção na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul | 86 |
| Tabela 14 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico | |

“criticidade ambiental” adaptado para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do CBH-MPS 90

Tabela 15 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “mobilização social” adaptados para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul 93

Tabela 16 – Resultado da priorização de sub-bacias da metodologia de seleção para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul 94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------|--|
| AIPMs | Área de Interesse para Proteção de Mananciais |
| APRF | Áreas prioritárias para restauração florestal visando à proteção e recuperação de mananciais |
| BHRPS | Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul |
| CEIVAP | Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul |
| CLP | Combinação Linear Ponderada |
| COPASA | Companhia de Saneamento de Minas Gerais |
| EMATER | Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural |
| ICH | Índice de comprometimento hídrico |
| IGAM | Instituto Mineiro de Gestão das Águas |
| INEA | Instituto Estadual do Ambiente |
| PIRH | Plano Integrado de Recursos Hídricos do CEIVAP |
| PNRH | Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil |
| PRISMA | Projeto Participativo de Incremento de Serviços Ambientais na Microbacia Alvo |
| PSA-Hídrico | Programa Piloto de Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos do CEIVAP |
| RPDS | Rio Paraíba do Sul |
| SINGREH | Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos |
| SEMIL | Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística |
| TWI | <i>Topographic Wetness Index</i> |
| UGP | Unidade Gestora do PRISMA |

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 16 |
| 2.1 A Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil (PNRH)..... | 16 |
| 2.2 O Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP) | 21 |
| 2.3 A política de investimentos em serviços ambientais para segurança hídrica do CEIVAP | 24 |
| 2.4 Metodologias de priorização de áreas para incremento de serviços ambientais hídricos..... | 27 |
| 3 METODOLOGIA | 31 |
| 3.1 Área de estudo | 31 |
| 3.2 Procedimento | 32 |
| 3.2.1 Etapa 1: “Análise crítica do "Manual de Seleção de Áreas Prioritárias para implantação do Programa Mananciais do CEIVAP” | 32 |
| 3.2.2 Etapa 2: “Revisão dos critérios e proposta de sistemática de seleção para aprimoramento do referido manual” | 33 |
| 3.2.3 Etapa 3: “Piloto da seleção de áreas com a metodologia adaptada” | 33 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 35 |
| 4.1 Resultados da Etapa 1 | 35 |
| 4.2 Resultados da Etapa 2 | 53 |
| 4.3 Resultados da Etapa 3 | 82 |
| 5 CONCLUSÃO | 97 |
| REFERÊNCIAS | 98 |
| APÊNDICES | 104 |

1 INTRODUÇÃO

Segurança hídrica é um conceito central nas agendas de gerenciamento de recursos hídricos e de gestão ambiental, sendo definida como a garantia do acesso à água em quantidade e qualidade adequadas para a manutenção da vida, do bem-estar humano e do equilíbrio dos ecossistemas (UNESCO, 2019; Tundisi e Tundisi, 2010). Promover a segurança hídrica implica, portanto, na integração de ações de gestão dos recursos hídricos com políticas ambientais e territoriais, de modo a garantir a resiliência dos sistemas naturais e humanos (Melo e Johnsson, 2017).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi estabelecido pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu também o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Trata-se de um novo paradigma na gestão de águas no território brasileiro, baseado na descentralização, participação social e integração entre setores e escalas de gestão, tendo a bacia hidrográfica como unidade planejamento e gestão (Trindade e Scheibe, 2019).

Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) são os fóruns democráticos e deliberativos que compõem o SINGREH com a função de promover a articulação multissetorial e o planejamento participativo no âmbito das bacias hidrográficas. Entre esses comitês, destaca-se o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), instituído por decreto federal em 1996 e pioneiro na implementação de instrumentos como a cobrança pelo uso da água e a criação da primeira agência de bacia do país (Teles, 2004).

O Plano Integrado de Bacia Hidrográfica (PIRH) do CEIVAP (CEIVAP, 2019a) coaduna programas e projetos estruturantes voltados à revitalização de bacias hidrográficas e à produção de serviços ecossistêmicos hídricos, promovendo a integração entre as agendas azul (gestão da água) e verde (proteção dos ecossistemas). Entre essas iniciativas, destacam-se o Programa Piloto de Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos (PSA-Hídrico) e o Programa Mananciais, que visam promover a conservação e a recuperação de microbacias estratégicas para a segurança hídrica da região (CEIVAP, 2019b).

A definição de áreas prioritárias para implantação destes programas é estratégia essencial para sua efetividade, permitindo concentrar investimentos em territórios com maior potencial de provisão de serviços ecossistêmicos hídricos ou maior vulnerabilidade ambiental (Tambosi et al., 2014; Gasparini et al., 2016;

Vettorazzi, 2010). Outros estudos incluem critérios de priorização biofísicos (como cobertura vegetal, uso e ocupação do solo, declividade, erosividade e proximidade de cursos d'água), socioeconômicos (como vulnerabilidade social, mobilização comunitária) e hidrológicos (como recarga hídrica e balanço hídrico regional) (Chaves e Piau, 2008; Leal, 2016; Rosa et al., 2016; Liu et al., 2013).

A utilização de ferramentas como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) combinadas com técnicas de geoprocessamento e de técnicas de Avaliação Multicritério (AMC), com destaque para os métodos da Combinação Linear Ponderada (CLP), têm se mostrado eficazes na integração desses critérios e na produção de mapas temáticos de prioridade (Malczewski, 2004; Vettorazzi, 2010).

Estudos recentes financiados pelo CEIVAP como os de disponibilidade e demanda hídrica, balanço hídrico e plano de gerenciamento de riscos vêm fornecendo dados essenciais para o planejamento territorial e ambiental da bacia (ANA, 2021; CEIVAP, 2019). O Plano de Gerenciamento de Risco (PGR) da bacia, por exemplo, mapeia áreas sujeitas a eventos críticos como escassez hídrica e contaminação, oferecendo subsídios relevantes para ações de segurança hídrica.

A metodologia de seleção de microbacias utilizada na primeira fase do Programa Mananciais, definida por Água e Solo (2021a), representa um avanço importante ao adotar critérios de criticidade ambiental e mobilização social. Contudo, apresenta lacunas como ausência de critérios de demanda hídrica, a não inclusão de variáveis edafoclimáticas e sociais o que podem comprometer sua eficácia.

A própria estrutura do Programa Mananciais prevê a aplicação de ciclos sucessivos, o que favorece a aplicação do princípio da melhoria contínua, em consonância com o ciclo de Deming (DEMING, 1986). Isso abre espaço para o aprimoramento metodológico ao longo do tempo, promovendo o aperfeiçoamento dos critérios, das ferramentas e da governança associada ao processo de seleção.

Neste sentido, a presente monografia propõe uma revisão crítica da metodologia adotada no primeiro ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP, instruída pelo conteúdo teórico prático apresentado no curso de pós graduação em Geoprocessamento, levantamento e interpretação de solos do consórcio UNISOLOS, objetivando contribuir para o aperfeiçoamento técnico e participativo da sistemática de seleção de microbacias, fortalecendo os vínculos entre planejamento ambiental e gestão integrada dos recursos hídricos na Bacia do Rio Paraíba do Sul.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil (PNRH)

A Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, instituiu no Brasil a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Essa legislação é um marco na gestão das águas no país, estabelecendo princípios, instrumentos e diretrizes para o uso sustentável dos recursos hídricos, baseada no tripé: descentralização, participação e integração (Trindade e Scheibe, 2019).

A PNRH foi concebida à luz dos princípios fundamentais de gestão das águas pactuados em 1992 na Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente de Dublin, na Irlanda, da qual o Brasil é signatário. Dentre esses princípios, destaca-se o reconhecimento da água doce como um bem finito e essencial, dotado de valor econômico, que deve ser gerido de forma participativa (ONU, 1992).

O novo paradigma da gestão de águas consolidou a ruptura com o modelo de gestão centralizada e de assimetria setorial, vigente no Brasil pelo Código das Águas de 1934 (Sousa Júnior, 2003; Porto e Porto, 2008). O setor hidroelétrico exercia hegemonia na condução das decisões sobre a regulação hídrica desde a década de 1920, pois era o único setor que criava demanda por regulação e, em consequência, assumia o papel de gestor dos recursos hídricos, inclusive com o controle das informações disponíveis sobre a água (Borsoi e Torres, 1997).

A partir da década de 70, os estados começaram a legislar sobre controle de poluição de águas com foco na proteção da saúde humana. No final dos anos 1970, foram criados em âmbito nacional os Comitês Especiais de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEHIB), marco da preocupação efetiva com os usos múltiplos na gestão das águas no Brasil (Brasil, 1978). Experiências de gestão participativa foram logradas pelos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Ceará até o final da década de 1980.

Vasconcelos (2013) destaca que a promulgação da Constituição Federal de 1988 criou a base para a instituição da PNRH. O modelo de gestão de integração participativa descrito por Borsoi e Torres (1997) encontrou respaldo nesse novo contexto constitucional. A CF/1988 reconheceu a água como bem de domínio público, apontando para a necessidade da criação de uma política nacional para integrar as

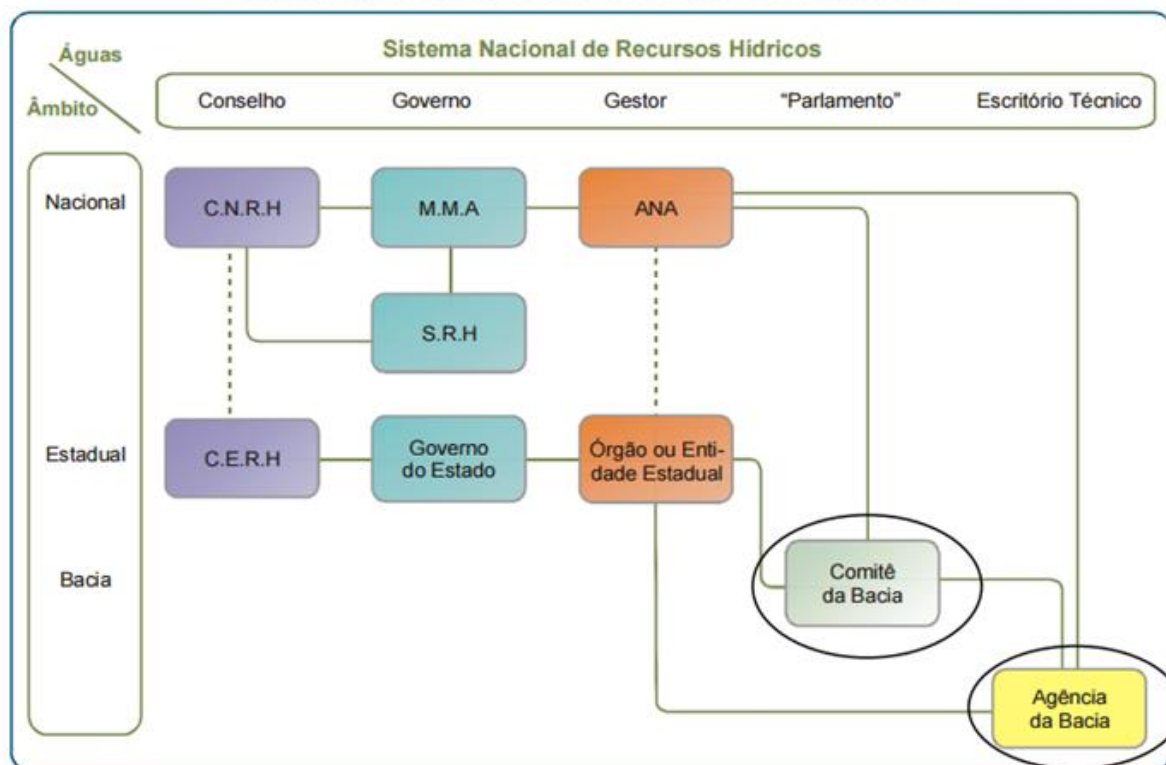
experiências de gestão participativa estaduais. A Constituição também atribui à União, no artigo 21, inciso XIX, a competência para instituir um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de uso das águas (Vasconcelos, 2013).

Para viabilizar a gestão descentralizada, participativa e integrada, A Lei das Águas criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), responsável por coordenar a gestão integrada das águas no território nacional. Para além de integrar as iniciativas já existentes, o SINGREH introduziu organismos colegiados deliberativos (como conselhos e comitês) e executivos (como agências de água) nos diversos níveis federativos e na escala da bacia hidrográfica.

A criação dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) e dos Conselhos de Recursos Hídricos (nacional e estaduais) possibilitou a incorporação de atores tradicionalmente excluídos do processo decisório, como os municípios, usuários de recursos hídricos e organizações da sociedade civil (Serricchio et al., 2005). Ainda segundo os autores, o SINGREH favoreceu a descentralização da gestão dos recursos hídricos, fortalecida pelas agências de bacia, que fornecem suporte técnico, administrativo e financeiro aos comitês, sendo esse elo atuante na instância da bacia hidrográfica o “centro de gravidade” do sistema.

O SINGREH objetiva a gestão mais democrática e colaborativa, permitindo que decisões sejam tomadas em nível local e com participação plural. Além disso, o sistema ampliou a articulação entre os diversos entes federativos, promovendo a integração entre os dados e iniciativas estaduais e nacionais (Formiga-Johnsson et al., 2007; Jacobi, 2006). Na Figura 1 é apresentado o organograma do SINGREH criado pela Lei Federal nº 9.433/97.

Figura 1 – Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Brasil
Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, SNGRH



Fonte: Adaptado de ANA (2002).

No Quadro 1 é apresentada a síntese dos objetivos, princípios, atores e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil (Brasil, 1997).

Quadro 1 – Síntese da Política Nacional de Recursos Hídricos

| | |
|--|--|
| OBJETIVOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; • A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável. | |
| PRINCÍPIOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS: | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento da água como um bem público, finito e vulnerável, dotado de valor econômico; • Uso múltiplo da água • A bacia hidrográfica é a unidade básica de planejamento; • Gestão participativa (poder público, usuários e sociedade civil); | |
| ORGANIZAÇÃO | |
| Conselho Nacional (CNRH) e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos | organismos políticos responsáveis pela supervisão, normatização e regulação do Sistema Nacional/Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos |
| Secretaria de Recursos | responsável pela formulação da Política Nacional de Recursos |

| | |
|---|---|
| Hídricos (SRH/MMA) Agência Nacional de Águas (ANA) | Hídricos (PNRH) responsável pela implementação da PNRH |
| Órgãos gestores estaduais e agências ambientais envolvidas com a gestão das águas | responsáveis pela formulação e/ou implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos |
| Comitê de bacia | organismo político de tomada de decisão quanto à utilização, proteção e recuperação das águas, envolvendo Poder Público, usuários e sociedade civil |
| Agências de água ou de bacia | braço executivo dos comitês de bacia Instrumentos de gestão |
| INSTRUMENTOS DE GESTÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Enquadramentos dos corpos de água em classes de uso; • Planos de bacia, planos estaduais e Plano Nacional de Recursos Hídricos; • Outorga de direitos de uso dos recursos hídricos; • Cobrança pelo uso da água bruta; • Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. | |

Fonte: Adaptado de Serricchio et al. (2005)

Segundo Trindade e Scheibe (2019) a efetivação da PNRH ainda enfrenta desafios importantes, como a insuficiência de suporte técnico e financeiro, a ausência de instrumentos de gestão em diversos estados e a baixa articulação institucional. Vasconcelos (2013) enfatiza que este novo modelo de gestão permanece em construção. A simples existência legal de instrumentos técnicos, institucionais e econômicos não assegura, por si só, a operacionalização e eficácia do SINGREH conforme os princípios fundantes da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Segundo Tucci (2004) o período pós-promulgação da Lei nº 9.433/1997 pode ser dividido em duas fases: a primeira, já concluída, marcada pela consolidação institucional dos recursos hídricos em nível federal e, em diferentes graus, nos estados da Federação; a segunda, ainda em desenvolvimento, voltada ao aperfeiçoamento da legislação setorial, especialmente no saneamento, à implementação e ao desenvolvimento dos instrumentos de gestão, ao fortalecimento do sistema de informações, e ao avanço na formação de recursos humanos e na pesquisa científica e tecnológica.

Um destes marcos legais é a Lei Federal nº 9.984 de 2000, que criou a Agência Nacional de Águas (ANA), responsável pela implementação da PNRH no território nacional, pela execução da outorga e fiscalização do uso dos recursos hídricos de domínio da União, bem como pelo estímulo à criação de comitês de bacia (Brasil, 2000).

Os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) são instâncias fundamentais para a descentralização e a participação social na gestão das águas, exercendo o papel estratégico na efetivação dos princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos. Segundo Barbosa, Jacobi e Musumeci (2016), os CBHs operam como espaços de negociação e deliberação coletiva, nos quais diferentes interesses — do setor produtivo, da sociedade civil, dos usuários e do poder público — podem se confrontar e buscar consensos sobre o uso sustentável dos recursos hídricos.

Esses comitês são considerados o “parlamento das águas” justamente por serem os únicos fóruns com capacidade legal de decidir sobre instrumentos centrais como o enquadramento dos corpos d’água, a definição de diretrizes dos Planos de Bacia e a proposição de mecanismos de cobrança pelo uso da água (ANA, 2021). A atuação dos CBHs em regiões hidrográficas (bacias hidrográficas) envolve múltiplos estados e setores econômicos em conflito de uso dos recursos hídricos.

No apoio técnico e operacional aos CBHs, as Agências de Bacia desempenham função executiva e de assessoramento, sendo essenciais para conferir agilidade, continuidade e capacidade técnica à gestão. Elas são responsáveis pela implementação das decisões dos comitês, pela elaboração de estudos e relatórios técnicos, pelo apoio à cobrança pelo uso da água e pela articulação institucional entre diferentes esferas governamentais e setores da sociedade (Mundim et al., 2020).

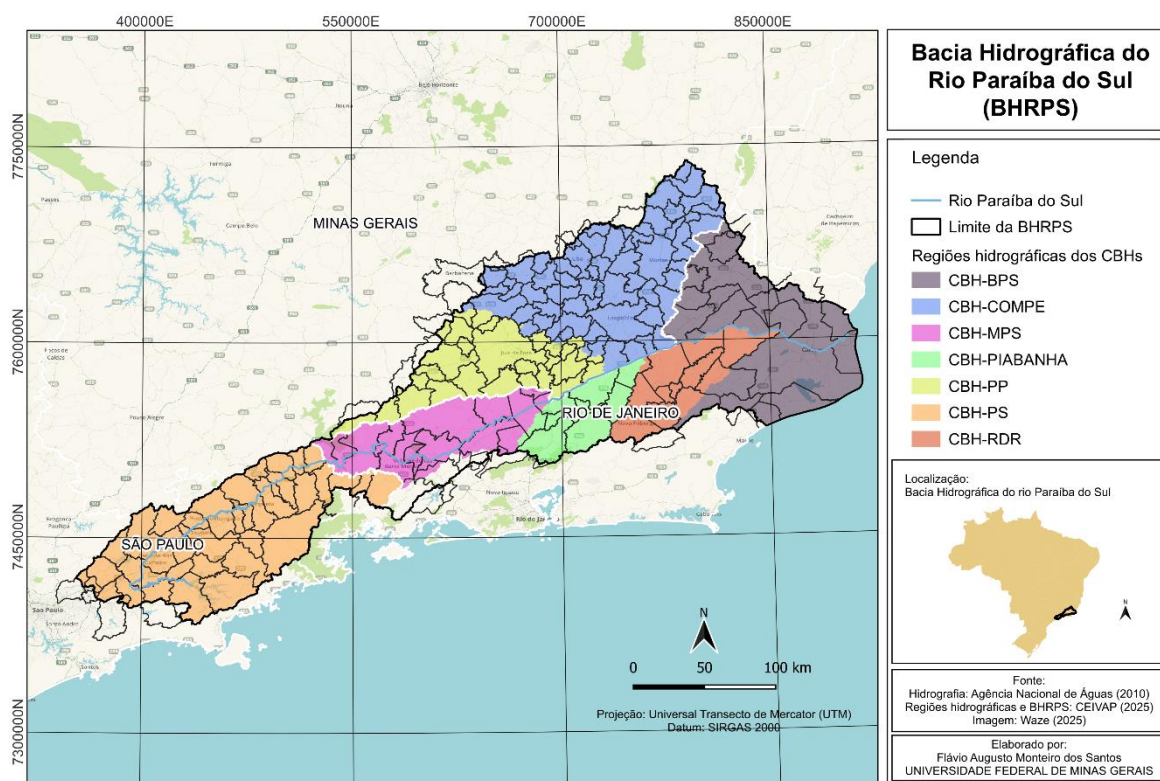
Para Rebouças (2004), a ausência ou fragilidade das agências compromete significativamente a efetividade dos instrumentos da PNRH, tornando os comitês mais dependentes da estrutura estatal e dificultando sua autonomia e capacidade deliberativa. O modelo consagrado pela Lei nº 9.433/97 pressupõe a existência de uma sinergia entre os CBHs e suas respectivas agências, o que nem sempre ocorre, sobretudo em estados com menor capacidade institucional.

A atuação coordenada entre comitês e agência de bacia pode resultar em avanços concretos, como a melhoria da qualidade da água, a alocação negociada dos usos e o fortalecimento da governança (Jacobi et al., 2008). O fortalecimento desta atuação é condição indispensável para que o sistema alcance seus objetivos de gestão democrática, integrada e sustentável dos recursos hídricos no Brasil.

2.2 O Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP)

A Bacia do Rio Paraíba do Sul (BHRPS) está localizada entre os paralelos 20°26' e 23°00' e os meridianos 41°00' e 46°30', com uma área de drenagem total de 62.185 km² (ANDRADE et al., 2015), abrangendo partes dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Estão inseridos na bacia 184 municípios brasileiros, sendo 39 no estado de São Paulo, 88 em Minas Gerais e 57 no Rio de Janeiro (CEIVAP, 2019a), nos quais residem aproximadamente 8,5 milhões de pessoas (IBGE, 2010). A BHRPS possui destacada relevância socioeconômica, sendo responsável por cerca de 10% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, com forte presença industrial, principalmente nas regiões do Vale do Paraíba paulista e fluminense (DENAMBORO, 2015).

O principal curso d'água da BHRPS é o rio Paraíba do Sul, formado pela confluência dos rios Paraitinga ("Águas Claras") e Paraibuna ("Águas Escuras") na represa de Paraibuna, situada nos municípios paulistas de Natividade da Serra e

Redenção da Serra. A nascente do Rio Paraitinga, por estar mais distante da foz, é considerada tecnicamente a nascente oficial do Rio Paraíba do Sul (PATRIANI & CUNHA, 2010). Com extensão superior a 1.100 km, o rio percorre a bacia até sua foz em Atafona, no município fluminense de São João da Barra (CEIVAP, 2011).

O rio Paraíba do Sul é comumente dividido em quatro trechos, de acordo com suas características geomorfológicas:

- Curso superior: da nascente até Guararema/SP, com forte declividade (média de 4,9 m/km) e área drenada de aproximadamente 5.270 km² (CEIVAP, 2011; FCR, 2012);
- Curso médio-superior: de Guararema até Cachoeira Paulista/SP, em terrenos sedimentares menos acidentados (declividade média de 0,19 m/km), abrangendo 6.670 km² (CEIVAP, 2011; FCR, 2012);
- Curso médio-inferior: de Cachoeira Paulista até São Fidélis/RJ, o maior trecho em extensão e área drenada (33.663 km²), passando por terrenos arqueanos, com declividade média de 1,3 m/km. Nesta região está o Pico das Agulhas Negras, ponto culminante da bacia (2.787 m) (CEIVAP, 2011; FCR, 2012);
- Curso inferior: De São Fidélis até a foz, com área de drenagem de cerca de 9.960 km² e declividade média de 0,22 m/km, em terrenos de origem fluvial (CEIVAP, 2011; FCR, 2012).

Entre os principais afluentes do rio destacam-se os rios Paraibuna mineiro, Pomba, Muriaé, Piraí, Piabanha e Dois Rios. A bacia também é marcada por importantes sistemas de transposição, como o Jaguari-Atibainha (Sistema Cantareira), que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, e o Sistema Light-Guandu, que transporta parte significativa da vazão do Paraíba do Sul para o abastecimento do Rio de Janeiro (CEIVAP, 2019a).

Conforme a Lei nº 9.433/1997, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada, integrada e participativa. Nesse contexto, a BHRPS destaca-se historicamente como território de experiências precursoras em gestão participativa. Desde 1979, já existia o Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEEIVAP), responsável por fomentar estudos e deliberações regionais (Pontes e Alvarez, 1995).

A institucionalização formal do Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP – deu-se pelo Decreto Federal nº 1.842, de 22 de março de 1996 (Brasil, 1996), com o objetivo de articular políticas públicas e ações coordenadas entre os estados envolvidos. Em 2008, por meio do Decreto Federal nº 6.591, o colegiado passou a ser denominado Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP), ampliando sua atuação e representatividade (Brasil, 2008).

O CEIVAP funciona como um fórum deliberativo e participativo composto por representantes dos usuários de água (40%), poder público (35%) e organizações civis (25%) dos três estados da bacia. Seu modelo de composição e eleição é referência para o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (Formiga-Johnsson et al., 2007).

Cabe ao CEIVAP aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia, acompanhar sua execução, definir o enquadramento dos corpos hídricos, propor diretrizes para outorga e orientar a aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso da água – política na qual foi pioneiro no Brasil, ao implementá-la em 2002 (Teles, 2004; Jacobi, 2009).

A Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), criada para dar suporte técnico e operacional ao CEIVAP, é considerada a primeira agência de bacia no país, desempenhando um papel essencial na execução de programas e na operacionalização financeira dos recursos arrecadados (Braga et al., 2011). Já foram investidos mais de R\$ 300 milhões em projetos de recuperação, monitoramento e conservação de recursos hídricos, fortalecendo a resiliência ambiental e a segurança hídrica da região.

Dentre os principais instrumentos de planejamento, destaca-se o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul (PIRH-PS), que fundamenta o Plano de Aplicação Plurianual (PAP) e orienta as ações do CEIVAP. Entre os programas executados com base nesse plano, destacam-se:

- Programa Mananciais: Iniciado em 2019, foca na segurança hídrica por meio da conservação e recuperação de microbacias hidrográficas prioritárias;
- PROTRATAR: Programa voltado ao tratamento de águas residuárias, com investimentos em esgotamento sanitário desde 2017;

- Plano de Gerenciamento de Riscos (PGR): Voltado à prevenção e mitigação de impactos de eventos hidrológicos extremos;
- Plano e Programa de Educação Ambiental (PPEA): Promove a participação cidadã e a cultura da sustentabilidade;
- Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS): Auxilia municípios na estruturação da gestão de resíduos.

O Programa Mananciais representa um aprimoramento do Programa Piloto de Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos, voltado à conservação e restauração de áreas estratégicas para a regulação hídrica da bacia (AGEVAP, 2014). Ambas as iniciativas objetivam incentivar e valorizar serviços ecossistêmicos hídricos, integrando dimensões socioambientais e econômicas (Griebell et al., 2019; Santos et al, 2020) para segurança hídrica na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

2.3 A política de investimentos em serviços ambientais para segurança hídrica do CEIVAP

Segurança hídrica é um conceito-chave no planejamento e na gestão dos recursos hídricos no século XXI e pode ser definida como a capacidade de uma sociedade de garantir, de forma sustentável, a disponibilidade e qualidade da água para diversos usos – consumo humano, produção de alimentos, atividades econômicas, equilíbrio ecológico e prevenção de desastres relacionados à água, como inundações e secas (UN-WATER, 2013).

Melo e Johnsson (2017) elaboraram uma revisão sobre o conceito de segurança hídrica, problematizando o conceito para o Brasil. Segundo as autoras, segurança hídrica é um conceito multidimensional, que inclui aspectos quantitativos e qualitativos, ambientais, econômicos, sociais e institucionais. Destacam que, embora o Brasil possua abundância hídrica relativa, o país enfrenta graves desigualdades no acesso, fragilidade institucional e pressões sobre os recursos hídricos. Este cenário demanda que a segurança hídrica seja tema de políticas públicas para o país.

Segundo a classificação da MEA – Millennium Ecosystem Assessment (2005) e reforçada por autores como Daily (1997) e Tundisi (2008), a segurança hídrica é um dos principais “benefícios finais” que a sociedade obtém dos ecossistemas bem conservados. Serviços ecossistêmicos são definidos como os benefícios diretos e

indiretos que os seres humanos obtêm dos ecossistemas, englobando desde a provisão de recursos naturais até funções de regulação, suporte à vida e benefícios culturais (MEA, 2005; Constanza et al., 2017).

A classificação mais comum desses serviços os divide em quatro categorias: serviços de provisão (como a água e alimentos), serviços de regulação (como o controle de enchentes, regulação climática e qualidade da água), serviços de suporte (como a ciclagem de nutrientes e formação de solos) e serviços culturais (relacionados ao lazer, espiritualidade e bem-estar humano) (TEEB, 2010).

Os serviços ecossistêmicos hídricos envolvem, por exemplo, a infiltração e percolação da água no solo promovidas por áreas vegetadas, a recarga de aquíferos, a regulação do ciclo hidrológico, a purificação natural da água por zonas úmidas e matas ciliares, e o amortecimento de eventos hidrológicos extremos (Vanderzaag e Visser, 2020). Esses serviços são fundamentais para a segurança hídrica, pois contribuem diretamente para a manutenção da qualidade e da disponibilidade hídrica, além de reduzir custos de tratamento de água e de infraestrutura de captação.

É importante distinguir, conforme apontado por Veiga Neto (2010), os serviços ecossistêmicos dos chamados serviços ambientais. Enquanto os serviços ecossistêmicos dizem respeito às funções naturais dos ecossistemas e das espécies que os compõem, os serviços ambientais são aqueles que resultam de ações humanas intencionais para conservar, recuperar ou melhorar essas funções ecológicas. Iniciativas como reflorestamento de nascentes, restauração de áreas de preservação permanente (APPs), manejo sustentável do solo e práticas agroecológicas são consideradas prestação de serviços ambientais e frequentemente passíveis de remuneração por meio de instrumentos como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Brauman et al. (2007) demonstraram que áreas naturais bem conservadas são essenciais para manter o equilíbrio do ciclo hidrológico, com impacto positivo na vazão dos rios e na qualidade da água. Em outro estudo de abrangência global, Abell et al. (2017) demonstram que a degradação dos ecossistemas aquáticos compromete não apenas a biodiversidade, mas também o abastecimento de água para populações humanas, alertando para a necessidade de integrar conservação ambiental e gestão hídrica.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul o CEIVAP tem atuado no desenvolvimento de programas que buscam a conservação dos serviços

ecossistêmicos hídricos, através do investimento direto na provisão de serviços ambientais hídricos. O Plano Integrado de Recursos Hídricos do CEIVAP (PIRH) possui agenda específica de investimento em serviços ambientais hídricos (CEIVAP, 2019a) e de compromisso com o fomento desta agenda de investimento nos 7 (sete) comitês afluentes como uma proposta de integração de investimentos.

Segundo Santos et al. (2020), o Programa Piloto de Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos (PSA-Hídrico) do CEIVAP representa a primeira iniciativa estruturada do CEIVAP de investimento em infraestrutura verde na BHRPS. Este Programa Piloto, iniciado em 2014, tinha como objetivo central difundir a ferramenta do PSA como incentivo à conservação e recuperação ambiental na BHRPS em propriedades rurais de municípios contemplados com o Programa.

Como primeira iniciativa e programa piloto, o PSA-Hídrico demandava aprimoramentos para o ganho de escala e tangibilidade de resultados hídricos (Santos et al., 2020). Dentre as fragilidades identificadas para o Programa, a dispersão das ações em propriedades rurais dentro de uma sub-bacia pode ser destacada como um dificultador para o resultado hídrico deste programa Piloto.

O Programa Mananciais do CEIVAP constitui um aprimoramento sistemático do Programa Piloto de PSA-Hídrico, contando com melhorias de escopo para favorecer a concentração das ações na microbacia hidrográfica (CEIVAP, 2019b). O aprimoramento inclui ainda a execução de diagnósticos e ações específicas nas microbacias que abastecem diretamente a população e setores econômicos, como forma de garantir a perenidade e a qualidade dos recursos hídricos.

Para alcançar estes objetivos, no entanto, o Programa Mananciais trata, desde o seu escopo de formação, dos requisitos para a seleção de áreas prioritárias para implantação do Programa. As premissas para a seleção são apresentadas no escopo do Programa (CEIVAP, 2019b), no documento "Orientações para a priorização de sub-bacias e microbacias com vistas à implantação do Programa Mananciais" (Água e Solo, 2021a), e nos memoriais de seleção de microbacias hidrográficas para cada região hidrográfica da BHRPS.

2.4 Metodologias de priorização de áreas para incremento de serviços ambientais hídricos

Há na literatura científica muitos exemplos de estudos dedicados à priorização de áreas (Osuna, 2014; Gasparini et al., 2016; Leal, 2016) e de análise de metodologias de seleção e priorização (Vettorazzi, 2010; Liu et al., 2013; Tambosi et al., 2014) que podem ser adaptados para a seleção de áreas para provisionamento de serviços ambientais hídricos. A priorização de áreas, por sua vez, representa uma estratégia de concentração de esforços técnicos, financeiros e institucionais em locais identificados como de maior potencial de provisão de serviços ambientais hídricos ou onde os riscos à disponibilidade e à qualidade da água são mais críticos (Gasparini et al., 2016).

Leal (2016), por exemplo, ao estudar a priorização de áreas para restauração florestal com foco na conservação da água no Cerrado, defendeu a incorporação de serviços ecossistêmicos como critério orientador da seleção, destacando a necessidade de se considerarem os benefícios hidrológicos da restauração como a redução do escoamento superficial e aumento da infiltração. Identificar estes potenciais confere oportunidades de maximização dos investimentos para a restauração (Tambosi et al., 2014).

Rosa et al. (2016) trazem uma importante contribuição ao enfatizarem a priorização de áreas com maior relação custo-benefício para a restauração florestal. A pesquisa defende que a seleção de microbacias deve incluir análises econômicas, a fim de garantir que os investimentos públicos obtenham o maior retorno possível em termos de serviços ecossistêmicos gerados por real investido.

A priorização, portanto, deve considerar critérios estratégicos, correlacionados em graus de importância em ambiente multicritério. Vettorazzi (2010) utilizou esta estratégia para comparar os métodos de Combinação Linear Ponderada e Média Ponderada Ordenada para seleção de área para recuperação ambiental de bacias hidrográficas. O autor concluiu que ambos os métodos são especialmente eficazes para esse tipo de análise, pois permitem incorporar diferentes variáveis ambientais e sociais de forma estruturada, conferindo transparência ao processo decisório.

Chaves e Piau (2008), que utilizaram uma abordagem multicritério em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para mapear áreas críticas em relação à conservação de recursos hídricos, enfatizaram a importância da ponderação dos

critérios conforme os objetivos do planejamento. Essa abordagem foi posteriormente adotada por diversos autores, como Silva et al. (2014), que a adaptaram esta metodologia à realidade da bacia do rio São Francisco, reforçando sua flexibilidade e aplicabilidade em diferentes contextos hidrográficos brasileiros.

Liu et al. (2013) propõem o uso de modelagens ecológicas baseadas em SIG para identificar áreas prioritárias com base em simulações hidrológicas. A pesquisa mostra que a integração de modelos como o SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) pode aumentar a precisão da seleção ao quantificar impactos de intervenções em termos de vazão, qualidade da água e recarga. Trabalhos mais recentes, como o de Saad et al. (2020), avançam nesse sentido ao integrar dados de sensoriamento remoto com modelagens hidrológicas e estatísticas multivariadas para calibrar cenários de conservação, mostrando que a precisão dos modelos aumenta consideravelmente quando associada a dados locais e históricos de uso da terra.

A priorização espacial orienta a aplicação racional dos recursos humanos e financeiros, fortalece a governança territorial e é reconhecida como uma das estratégias mais custo-efetivas para garantir o abastecimento hídrico sustentável em médio e longo prazo (Malczewski, 2004; Tambosi et al., 2014). Além de priorizar espacialmente, as metodologias de seleção devem contribuir para a integração entre políticas públicas setoriais como saneamento, agricultura e meio ambiente, promovendo uma abordagem territorial da segurança hídrica (Saad et al., 2020).

O trabalho de Osuna (2014) também contou com uma combinação de geoprocessamento e análise multicritério na identificação de áreas estratégicas para proteção de mananciais urbanos em Bogotá, Colômbia. A autora incorporou critérios como densidade populacional, qualidade da água e riscos antrópicos, demonstrando a importância de considerar também variáveis sociais e urbanas em programas de PSA. Hayashi et al. (2013) também apontam para a necessidade de abordagens mais integradas e multiescalares na priorização de áreas de preservação ambiental em regiões metropolitanas, onde os conflitos pelo uso da terra são mais acentuados e os efeitos da urbanização sobre os mananciais são mais intensos.

A literatura também destaca metodologias com forte componente participativo e territorial, como as de Renó e Soares (2003), que propuseram a construção de indicadores socioambientais de base comunitária para apoiar a gestão de microbacias em regiões rurais. Essa abordagem permite identificar oportunidades de atuação onde

já existe organização social ativa, facilitando a implementação de projetos com protagonismo local.

Essa perspectiva também é defendida por Kageyama et al. (2004), que ressaltam o papel das redes sociais territoriais no sucesso de programas de conservação, sugerindo que a capital social local pode ser tão determinante quanto os fatores biofísicos para o êxito das iniciativas. A seleção de áreas que utiliza estes indicadores como critério oportuniza incorporar a dimensão social à seleção de áreas.

Essa visão é fundamental para o Programa Mananciais, sobretudo diante do compromisso com o uso eficiente dos recursos da cobrança pelo uso da água. A importância da eficiência econômica também é destacada por Goldstein et al. (2012), que desenvolveram uma metodologia para maximizar os retornos dos investimentos em conservação a partir da análise simultânea de múltiplos serviços ecossistêmicos, como regulação hídrica, sequestro de carbono e biodiversidade.

Essa abordagem participativa também está presente nas orientações do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA, 2018), que recomenda o mapeamento de atores locais e a identificação de arranjos institucionais como pré-condições para a efetividade de programas de investimento em serviços ambientais. Wunder et al. (2008) alertam para os riscos de programas de PSA mal desenhados – ou mesmo no contexto mais amplo dos programas de investimento em serviços ambientais - que ignoram as especificidades sociais e institucionais locais, levando à baixa adesão e à ineficiência dos incentivos.

Ademais, iniciativas de priorização em contextos urbanos, como a de Schmidt et al. (2003), ressaltam a importância de incorporar o uso do solo urbano, o risco de contaminação de aquíferos e a vulnerabilidade social como variáveis integradoras. Esses elementos são determinantes para garantir a efetividade das ações de conservação em áreas sob pressão urbana. O estudo de Matos et al. (2019), por exemplo, propôs a priorização de áreas em bacias urbanas com base em indicadores de saúde pública, qualidade da água e densidade habitacional, defendendo que a conservação ambiental urbana não pode se dissociar de agendas de justiça ambiental.

Por fim, a adoção de uma abordagem adaptativa, conforme defendida por Pahl-Wostl (2007), pode ser o caminho mais promissor para lidar com a complexidade e incertezas inerentes à gestão integrada de recursos hídricos e à priorização de áreas para Investimento em Serviços Ambientais (ISA). Ao considerar o arcabouço teórico

da melhoria contínua (Deming, 1986), o Programa Mananciais apresenta-se como uma política pública em aperfeiçoamento progressivo. A seleção de áreas, por exemplo, pode, a cada ciclo, incorporar novas variáveis, como os resultados de estudos estratégicos que estão sendo produzidos em complementação ao Plano Integrado de Recursos Hídricos do CEIVAP e/ou da aplicação de novas tecnologias de processamento de dados, sensoriamento remoto, geoprocessamento, modelagem digital, inteligência artificial, que possam contribuir para fortalecer o diálogo com a ciência e os territórios, ampliando a efetividade e reconhecimento do Programa Mananciais como referência nacional em investimentos em serviços ambientais hídricos.

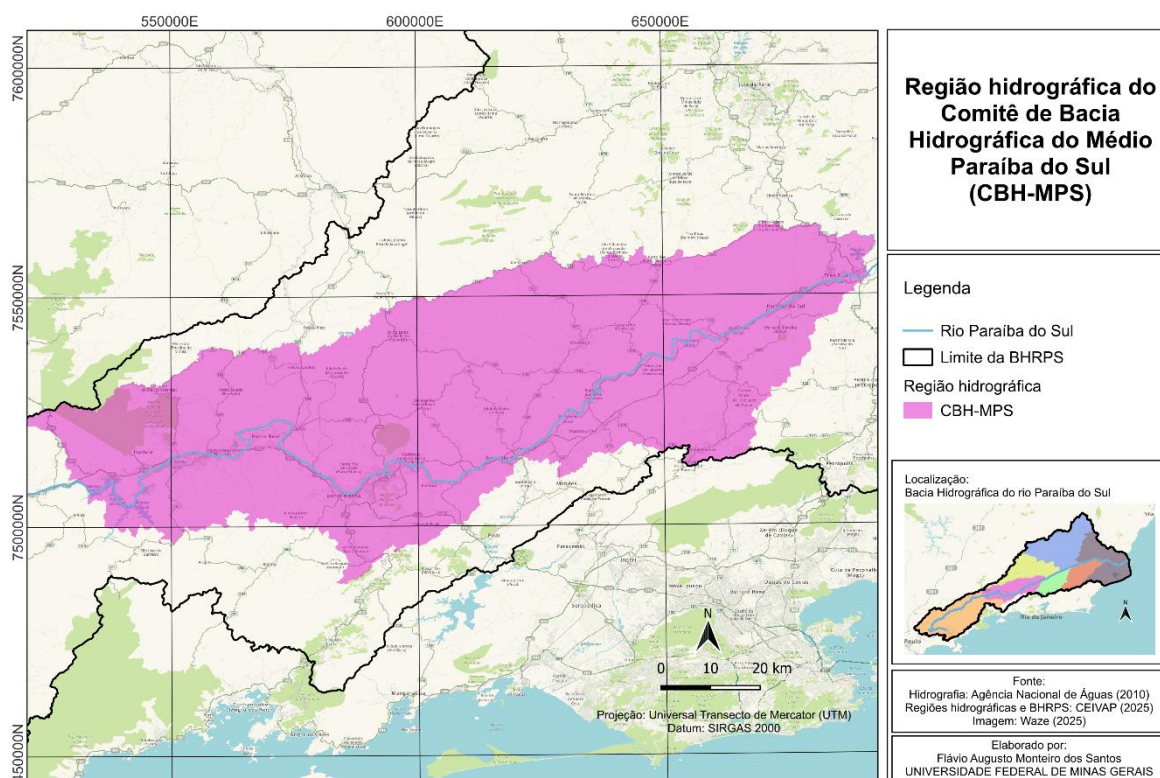
3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A metodologia de seleção de áreas prioritárias para o Programa Mananciais do CEIVAP tem como referência territorial a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (BHRSP), localizada na divisa entre os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais e que se divide em 7 (sete) regiões hidrográficas de atuação dos Comitês de Bacia dos Afluentes do rio Paraíba do Sul, conforme já apresentado na Figura 2.

O presente estudo, no entanto, elegeu a região hidrográfica do Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (CBH-MPS), apresentado na Figura 3, como área de estudo piloto para aplicação da metodologia de seleção de áreas prioritárias para o Programa Mananciais revista.

Figura 3 – Região hidrográfica do Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (CBH - MPS)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul é formada por território de 16 municípios fluminenses: Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta

Redonda, Pinheiral, Valença, Rio das Flores, Comendador Levy Gasparian, Barra do Piraí, Miguel Pereira, Vassouras, Paty do Alferes, Paraíba do Sul e Três Rios.

Segundo o Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA, 2023) nesta região hidrográfica estão localizados 83 pontos de captação de água bruta para abastecimento público, sendo a área de contribuição de vazão superficial para estes pontos de captação objeto da aplicação da metodologia de seleção proposta neste trabalho.

A aplicação da metodologia revista objetiva eleger a microbacia alvo – denominação atribuída à bacia hidrográfica com o melhor desempenho no processo de seleção – para ser contemplada com recursos do 2º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP.

3.2 Procedimento

As atividades previstas para execução deste estudo foram executadas em 3 (três) etapas subsequentes, descritas a seguir:

3.2.1 Etapa 1: “Análise crítica do “Manual de Seleção de Áreas Prioritárias para implantação do Programa Mananciais do CEIVAP”

Na etapa preliminar, foi realizada a leitura integral do documento intitulado “Orientações para a priorização de sub-bacias e microbacias com vistas à implantação do programa mananciais”, que consiste no documento que orientou a seleção de áreas prioritárias para implantação do 1º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP (2020 a 2024).

Este documento elaborado por Água e solo (2021a) consiste em um manual técnico de 45 páginas disponibilizado para acesso público através do site do Programa Mananciais do CEIVAP (2025) e será citado, no âmbito deste trabalho, como “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”.

Após leitura integral, o documento foi submetido à análise de viés para identificação de influências e distorções relacionados a autoria do documento. A análise de viés foi realizada através da aplicação da ferramenta PROMPT (Open University, 2025), acrônimo para: *Provenance* (Origem); *Relevance* (Relevância); *Objectivity* (Objetividade); *Method* (Método); *Presentation* (Apresentação); *Timeliness*

(Atualidade); adaptada ao contexto do presente estudo como estrutura lógica para avaliar a qualidade das informações ou dados apresentados no “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”.

Na sequência, foi realizada a identificação de pontos críticos de conteúdo do documento e sua aplicabilidade como um manual de procedimentos operacionais para ser replicada na seleção das áreas prioritárias para o 2º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP. Os pontos críticos foram assimilados como Oportunidades de Melhoria (OMs) sendo associada uma medida corretiva para compor a revisão (na forma de adaptações, correções e inclusões) do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”.

3.2.2 Etapa 2: “Revisão dos critérios e proposta de sistemática de seleção para aprimoramento do referido manual”

Baseado nas observações de melhoria identificados na Etapa 1, foram apresentadas e discutidas as adaptações, correções e inclusões para a revisão do documento “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”.

Foram mantidos os princípios metodológicos de seleção para o Programa Mananciais com a aplicação da Avaliação Multicritério (AMC) em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), com a utilização da técnica de Combinação Linear Ponderada (CLP) para o Processo Analítico Hierárquico (*Analytic Hierarchy Process* – AHP).

3.2.3 Etapa 3: “Piloto da seleção de áreas com a metodologia adaptada”

O manual de seleção revisto para o 2º ciclo do Programa Mananciais foi testado em escala piloto, simulando a seleção de da microbacia alvo para o 2º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

A escolha da área para testagem da metodologia se justifica por ser esta a única região hidrográfica que já possui uma microbacia alvo escolhida para o 2º ciclo do Programa Mananciais. A microbacia alvo está localizada na sub-bacia do rio Pau d’alho, manancial de abastecimento distrito de Arrozal do município de Piraí/RJ. Esta microbacia foi selecionada com a aplicação da metodologia de seleção do 1º ciclo do

Programa Mananciais, excepcionalidade proposta pelo CBH-MPS para pactuar a escolha da microbacia alvo do 1º ciclo (microbacia do alto curso do rio das Flores), conforme a Resolução CBH-MPS nº 102/2021.

Na Etapa 3, foram descritos os procedimentos de obtenção de dados, pré-processamento, processamento e análise dos critérios de elegibilidade e de priorização nos níveis 1 e 2 (região hidrográfica e de sub-bacias, respectivamente) até a definição das sub-bacias prioritárias para o 2º ciclo do programa. Estes procedimentos de análise foram realizados em Sistema de Informações Geográficas (SIG) e em planilhas eletrônicas, utilizando o software *Quantum GIS* 3.34.10 “Prizren” e o software *Microsoft Excel*® 2010, respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados da Etapa 1

No Quadro 2 é apresentado o resultado da análise de viés com a aplicação da ferramenta PROMPT para o “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”.

Quadro 2 – Matriz PROMPT da análise de viés do documento “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”

| CIRITÉRIO | RELAÇÃO DE VIÉS | AValiação |
|--------------------------------------|--|---|
| <i>Provenance</i> (Origem) | <i>Quem produziu a informação? Estão claramente dispostas? São afetadas por elementos gráficos?</i> | O documento foi produzido pela empresa de consultoria ambiental Água e solo em 2021 (pág. ii). Procedimentos e critérios de seleção foram adaptados de outros trabalhos como INEA (2018) (pag. 10). No documento não fica claro quem são os atores responsáveis pela consolidação da metodologia de seleção, mas indica que a metodologia foi apresentada e debatida junto aos comitês de bacia afluentes e ao GT-Mananciais do CEIVAP (pág.17). |
| <i>Relevance</i> (Relevância) | <i>As informações apresentadas atendem ao escopo e à finalidade do documento?</i> | O documento apresenta descrição da metodologia de seleção de áreas prioritárias, incluindo os níveis de seleção, critérios de elegibilidade e de hierarquização e referência à procedimentos adotados para aplicação da seleção (págs. 18 e 19). No entanto, ao escopo que se pretende como “Manual” demanda complementações como a descrição detalhada da sequência de procedimentos em sequência lógica desde a obtenção dos dados, tratamento, pré-processamento, parâmetros de geoprocessamento aplicados e validação dos resultados de forma que os procedimentos adotados possam ser adequadamente replicados. |
| <i>Objectivity</i> (Objetividade) | <i>Quem financiou, onde foi conduzido e, conseqüentemente, há algum potencial de viés na interpretação dos resultados? Foi publicado em um periódico revisado por pares? As descobertas são evidenciadas por referências confiáveis?</i> | Trata-se de um manual técnico elaborado por empresa de consultoria financiada com os recursos geridos pelo CEIVAP, financiadora do Programa Mananciais a que se destina o manual. Identifica-se que o manual foi analisado e aprovado pela AGEVAP que atua como corpo técnico do CEIVAP. Não foram identificadas publicações do manual ou processo de revisão por pares (pág.ii). Não foram utilizadas referências externas para comparação dos resultados e grande parte dos dados utilizados na análise não foram referenciados. |

| | | |
|------------------------------------|--|---|
| | <i>O autor deixa clara sua própria posição e/ou visões alternativas?</i> | São identificadas sugestões e comentários do autor sobre pontos específicos da metodologia de seleção, associados à possibilidade de personalização da metodologia pelos CBHs. O autor também insere “nota explicativa” evidenciando sua posição acerca do critério de priorização de sub-bacias pela quantidade de pessoas atendidas manancial (pág. 22). |
| <i>Method (Método)</i> | <i>Está claro como o trabalho foi realizado? Os métodos eram apropriados? Permite que o autor chegue a uma conclusão sólida e razoável?</i> | A maioria dos procedimentos de obtenção de dados; tratamento e geoprocessamento não foram descritos. O documento cita o procedimento de obtenção da área das sub-bacias para as regiões hidrográficas de Minas Gerais (pág. 9). No entanto, são ausente informações sobre os parâmetros utilizados no geoprocessamento destas informações. A fonte de dados oficiais não é a mesma para o território dos três estados em que se localiza a BHRPS (pág. 9). Não foram descritos procedimentos de tratamento de dados para o geoprocessamento nos demais estados, tornando imprecisa a conclusão de aplicabilidade da metodologia para todas as 7 (sete) regiões hidrográficas da BHRPS. |
| <i>Presentation (Apresentação)</i> | <i>O autor ou a fonte da informação pode ser considerado uma autoridade confiável no assunto? As informações foram revisadas por pares por indivíduos apropriados?</i> | A empresa de consultoria responsável pela elaboração do documento possui experiência na elaboração destes estudos, tendo atendido requisitos de experiência para contratação por licitação pública. No entanto, o documento não foi analisado e aprovado por pares ou passou por processos de validação por terceiros. Há menção de que a metodologia de seleção foi aprovada por pares, no caso o GT-Mananciais do CEIVAP (pág. 17) mas o procedimento descrito no manual foi revisto e aprovado pela AGEVAP. estudos participativos, tendo sido registrado no documento a participação dos comitês de bacia na definição da metodologia de seleção, inclusive com a proposição de critérios específicos para a seleção em determinadas regiões hidrográficas. |
| <i>Timeliness (Atualidade)</i> | <i>Quando a informação foi produzida? É recente ou obsoleto? Foi citado recentemente por outras pessoas?</i> | O documento foi aprovado em abril de 2021 (pág. 2). Na ocasião, não haviam sido concluídos importantes estudos complementares ao Plano Integrado de Recursos Hídricos (PIRH) do CEIVAP. O estudo de disponibilidade hídrica (Profil, 2024) e o Plano de Gerenciamento de Risco (2022) são importantes documentos norteadores da política de segurança hídrica da BHRPS e devem ser considerados pelo Programa Mananciais do CEIVAP. Não há informação sobre citação do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” por terceiros. No entanto, foram publicados |

| |
|--|
| memoriais descritivos da aplicação da metodologia de seleção para cada uma das 7 (sete) regiões hidrográficas, fazendo referência ao manual. |
|--|

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Open University (2025).

O “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” foi elaborado por empresa de consultoria ambiental contratada pela AGEVAP para apoio à implantação do 1º ciclo do Programa Mananciais. Como produto de contrato e da atuação direta da AGEVAP como agente técnico do CEIVAP (CEIVAP, 2019a), o documento faz referência à participação do Grupo de Trabalho Mananciais (GT-Mananciais) do CEIVAP na definição da metodologia (Água e solo, 2021a, p.17). Há ainda menção no documento sobre a possibilidade de adaptação da metodologia à realidade da região hidrográfica de cada CBH afluentes (Água e solo, 2021a, p.16).

Entretanto, no documento não fica claro o papel dos atores responsáveis pela consolidação da metodologia e dos procedimentos metodológicos para execução da seleção. A consolidação dos procedimentos pela própria empresa que elaborou o documento sem a testagem da metodologia por pares ou por agente externo pode resultar em uma metodologia com alto grau de viés e distorções no processo de decisão participativa e na qualidade do trabalho.

Veronez e Montañó (2017) analisando a qualidade de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) concluíram que a qualidade da informação apresentada ao órgão licenciador é, em geral, baixa. O indicativo de um alto grau de viés nestes documentos advém da necessidade de atendimento de requisitos legais/contratuais e o processo de aprovação também com alto grau de viés na medida em que é feito apenas por um gestor. Os autores apontam a necessidade de investimentos na capacitação de gestores públicos e consultores ambientais.

O alto grau de viés fica explícito também na descrição sequencial e na metodologia detalhada de (1) obtenção de dados; (2) tratamento inicial dos dados e (3) descrição dos parâmetros utilizados nas análises de geoprocessamento. Há omissão de procedimentos utilizados e, conseqüentemente, de replicabilidade do processamento realizado. Tendo sido a empresa responsável por executar o geoprocessamento das informações e elaborar o “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” sem que o mesmo fosse utilizado por terceiros, a replicabilidade do processamento apresenta lacunas.

São identificadas lacunas na obtenção dos dados geoespaciais, por exemplo, para a geolocalização dos pontos de captação de água para abastecimento público. Para as regiões hidrográficas fluminenses os dados de INEA (2023) já estão associados às respectivas “Áreas de Interesse para Proteção de Mananciais (AIPMs)” não demandando pré-processamento. Para as regiões hidrográficas da BHRPS no estado de Minas Gerais, os dados de COPASA (2022) demandaram pré-processamento para obtenção das áreas de contribuição para os pontos de captação. O manual não identifica dados para as captações da região hidrográfica do CBH-PS (estado de São Paulo).

No manual consta, por exemplo, a informação de que a delimitação das áreas de contribuição para os pontos de captação das regiões hidrográficas de Minas Gerais foi realizada por software de GIS utilizando Modelos Digitais de Elevação (MDEs) com resolução espacial de 30 m exportadas do sistema *Earth Explorer do U.S. Geological Survey*. O manual indica que foi realizado pré-processamento através da correção de depressões espúrias e de geração de matrizes de direção de fluxo e fluxo acumulado e que, a partir destes dados foi obtida a área de drenagem para cada ponto de captação de água (Água e solo, 2021a).

No entanto, não consta no manual quais foram os parâmetros de correção e de geração dessas matrizes, tampouco descreve os procedimentos de validação dos dados obtidos no geoprocessamento. Assim, a replicabilidade por terceiros, que se pretende como principal objetivo para um manual orientativo, fica severamente comprometida.

Ainda que os procedimentos possam ser repetidos por testagem, há a necessidade de incorporação ao manual desta etapa de pré-processamento e validação das áreas das sub-bacias geradas. Não há informação se a metodologia aplicada é a mesma utilizada por INEA (2023) para a definição das “Áreas de Interesse para Proteção de Mananciais (AIPMs)”.

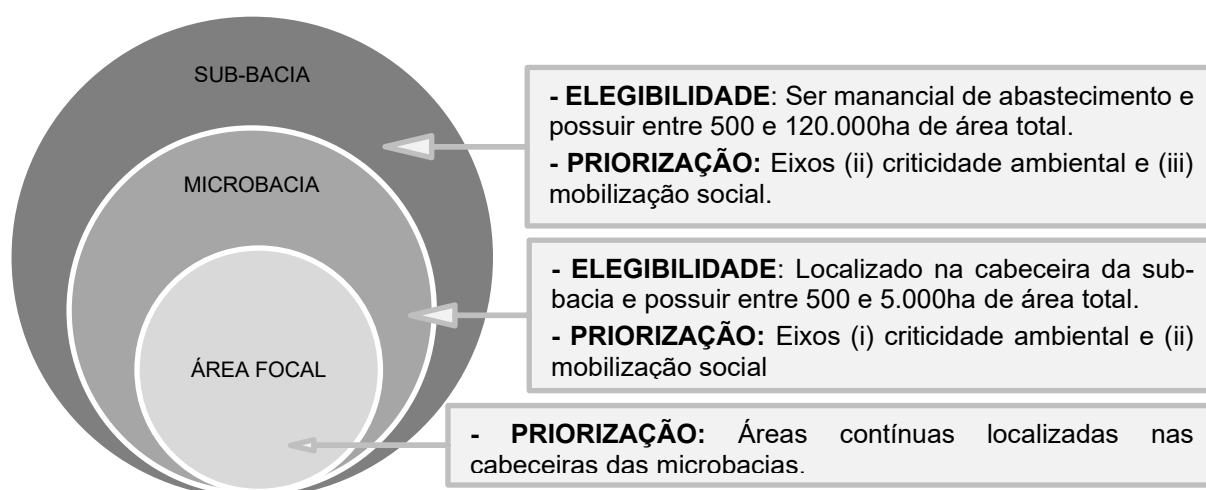
Não há menção no documento sobre a realização de testagem ou de validação da metodologia por terceiros. Não foram identificados estudos ou ensaios com a utilização do manual para orientação dos procedimentos de seleção, tampouco a validação por pares. Assim, ainda que o manual tenha sido elaborado por autoria com experiência atestada, o alto grau de viés associado ao documento que se destina a orientação de procedimentos técnicos pode comprometer a sua capacidade de replicabilidade e, conseqüentemente, sua efetividade.

Considerando ainda que o “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” foi editado em 2021 e que nos anos seguintes foram publicados importantes estudos de Segurança Hídrica que complementam o Plano Integrado de Recursos Hídricos (PIRH) do CEIVAP como o estudo de disponibilidade hídrica (CEIVAP, 2024) e o Plano de Gerenciamento de Risco (CEIVAP, 2022), fica evidenciada a necessidade de revisão do documento para aplicação no 2º Ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP previsto para 2025 (CEIVAP, 2019a).

Na sequência, foram identificados os principais elementos que compõem a metodologia de seleção descrita no “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” e que, no processo de revisão da metodologia podem ser tratados como oportunidade de melhoria da metodologia. O processo de melhoria contínua (Deming, 1986) é premissa do Programa Mananciais do CEIVAP, conforme descrito no seu escopo (CEIVAP, 2019a).

Ainda no contexto amplo da metodologia, são descritos 3 (três) níveis ou escalas de aplicação de critérios de elegibilidade e de critérios de priorização conforme ilustrados na Figura 4.

Figura 4 – Níveis de aplicação dos critérios de elegibilidade e de priorização para a seleção de áreas prioritárias nas regiões hidrográficas da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No primeiro nível de seleção proposto no manual estão as sub-bacias, definidas como sendo a área de drenagem do escoamento superficial para o ponto de captação de água destinada ao abastecimento público (CEIVAP, 2019b). A sub-bacia, portanto,

já é delimitada como um manancial de abastecimento público, ou “Área de Interesse para Proteção de Mananciais” (AIPMs) descrita por Napoleão e Ikemoto (2018) e INEA (2023). Ainda assim, esta característica aparece como um critério de elegibilidade de seleção das sub-bacias. Não há no manual nenhuma referência à análise qualitativa do ponto de captação para elegibilidade de área. Captações sem uso atual ou futuro podem acabar sendo selecionadas.

Outro critério de elegibilidade definido na metodologia é dado em função da área total da sub-bacia. São definidos como limites mínimo de 500 ha e máximo de 120.000 ha a área total de uma sub-bacia elegível pelo Programa Mananciais. Este mesmo limite máximo é adotado por INEA (2023) para a região que concentra as AIPMs de maior área como a região hidrográfica do baixo Paraíba do Sul. Segundo Água e Solo (2021a) estes limites foram definidos em função da distribuição da extensão de área das bacias hidrográficas contempladas no programa Rio Rural que analisou a distribuição do tamanho de microbacias para o estado do Rio de Janeiro, sendo uma referência funcional para a metodologia de seleção proposta.

São associadas pontuações aos critérios de elegibilidade, sendo 10 pontos para atendimento ao critério e 0 ponto para não atendimento. Não fica clara a informação do cômputo destes pontos na nota final de priorização das sub-bacias. A mensuração da elegibilidade gera incerteza sobre o procedimento de descarte das sub-bacias que não atenderam aos critérios, ou seja, que receberam nota 0 nesta etapa de análise de elegibilidade.

As sub-bacias eleitas são então ranqueadas para estabelecimento da ordem de prioridade de recebimento do Programa Mananciais. A priorização considera critérios de (i) criticidade ambiental e (ii) mobilização social, que são espacializados e analisados para a área total da sub-bacia, atribuindo-se notas para cada categoria de resultados previamente estabelecido para cada critério.

Não foram identificados no manual as premissas adotadas para a distribuição das notas entre essas categorias de resultados. Para os critérios que conferem mais de um resultado possível no interior da sub-bacia, a nota do critério é obtida com a ponderação dos resultados pela área de sua distribuição na sub-bacia. Na Tabela 1 são apresentados os critérios de priorização no nível das sub-bacias e no eixo analítico de ‘criticidade ambiental’.

Tabela 1 – Matriz de critérios do eixo “criticidade ambiental” para a priorização de sub-bacias do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”

| MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|--|--|---|--|-------------|
| EIXO CRITICIDADE AMBIENTAL | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [CS 1] População | Relevância para abastecimento público. | Não informado. | Não informado | 0 |
| | | | Entre 0 e 5.000 | 2 |
| | | | Entre 5.000 e 20.000 | 4 |
| | | | Entre 20.000 e 100.000 | 6 |
| | | | Entre 100.000 e 500.000 | 8 |
| [CS 2] Área | Tamanho da área do manancial. | Recorte pelo tamanho da área via SIG. | Acima de 500.000 | 10 |
| | | | Abaixo de 20.000 ha | 10 |
| | | | De 20.000 a 40.000 ha | 8 |
| | | | De 40.000 a 60.000 ha | 6 |
| | | | De 60.000 a 80.000 | 4 |
| [CS 3] APPs | Grau de Cobertura das Áreas de Preservação Permanente (APPs) | Conhecido a partir do mapeamento do uso e cobertura do solo nas APPs | De 80.000 a 120.000 ha | 2 |
| | | | Muito baixo (Cobertura <10%) | 2 |
| | | | Baixo (entre 10 e 20%) | 4 |
| | | | Médio (entre 20 e 40%) | 10 |
| | | | Alto (entre 40 e 50%) | 8 |
| [CS 4] Nascentes | Densidade de nascentes (Nascentes/km ²) | Caso não existam dados oficiais, serão usados os extremos das drenagens (ANA) para obter pontos e gerar buffers de 50 metros. | Muito alto (Cobertura >50%) | 2 |
| | | | De 0 a 5 | 2 |
| | | | De 5 a 10 | 4 |
| | | | De 10 a 15 | 6 |
| | | | De 15 a 20 | 8 |
| [CS 5] Erosão | Suscetibilidade à erosão | Para perda de solo, propõe-se o uso do InVest SDR (<i>Sediment Delivery Ratio</i>) (já existem resultados para os CBHs afluentes do Estado do Rio de Janeiro) | Acima de 20 | 10 |
| | | | Muito alta (Solo exposto) | 10 |
| | | | Alta (Pastagens) | 8 |
| | | | Média (Agrosilvicultura) | 6 |
| | | | Baixa (Vegetação secundária, Restinga, Mangue) | 4 |
| [CS 6] Restauração | Áreas Prioritárias para a restauração da vegetação nativa (Índice de Potencialidade Ambiental para | Consulta à Resolução CERHI (RJ) nº 218/2019. | Muito baixa (Cordões arenosos, dunas) | 2 |
| | | | Muito baixa | 2 |
| | | | Baixa | 4 |
| | | | Média | 6 |
| | | | Alta | 8 |

| | | | |
|---------------|----------------------------------|------------|----|
| | Restauração Florestal) | Muito alta | 10 |
| [CS 7] | Fragmentos florestais de | Baixa | 2 |
| Conectividade | vegetação nativa (Conectividade) | Média | 4 |
| | | Alta | 6 |
| | | Muito Alta | 10 |

Onde: CS = Critério para Sub-bacias

Fonte: Água e Solo (2021a).

Segundo Água e Solo (2021a) os critérios de criticidade ambiental orientam a priorização de sub-bacias que apresentam demanda de investimentos ambientais e que mantêm algum grau de infraestrutura verde para potencializar estas ações. Essa premissa de seleção está descrita também no escopo do Programa Mananciais do CEIVAP (CEIVAP, 2019b).

Souza et al. (2018) também realizaram estudo de priorização de áreas para conservação florestal em microbacias visando à manutenção da disponibilidade de água, em quantidade e em qualidade ao abastecimento público. Na definição dos critérios a serem utilizados na análise, os autores citam a importância de serem utilizados critérios espacialmente explícitos e baseados em dados confiáveis.

Observa-se que não estão disponíveis informações sobre a forma de verificação para todos os critérios. A forma de verificação inclui a citação da fonte de dados utilizada e os procedimentos de espacialização. Alguns dos critérios propostos por Água e Solo (2021a), como o [CS 5] Erosão e o [CS 6] Restauração possuem descrição de verificação apenas no território do estado do Rio de Janeiro. Ainda que seja indicada no manual que o procedimento seja replicado para os estados de São Paulo e Minas Gerais, não são apresentadas as fontes dos dados a ser utilizada na espacialização nas regiões hidrográficas destes estados.

Segundo Água e Solo (2021a) alguns dados são de difícil obtenção, como é o caso da população atendida pelo manancial [CS 1] População. A manutenção dos critérios cuja base de dados é deficiente ou imprecisa pode resultar em distorções no resultado final da priorização de sub-bacias dentro da região hidrográfica.

Por outro lado, são observados potenciais sobreposições de resultados tendo em vista que alguns critérios são índices gerados com base em dados utilizados como outros critérios desta seleção. O [CS 3] APPs, o [CS4] Erosão e o [CS7] Conectividade são dados de entrada para espacialização do índice [CS6] Restauração (Áreas prioritárias para restauração florestal visando à proteção e recuperação de mananciais

- APRF). Além disso, o manual informa que este índice não está disponível para os estados de SP e MG, recomendando sua definição sem descrever o procedimento.

Tambosi et al. (2014) usaram um índice que combinava conectividade de habitat e persistência de espécies para seleção de áreas objetivando a conectividade ecológica. Os autores obtiveram resultados mais robustos utilizando os índices do que utilizando critérios isolados. No entanto, é importante analisar se os índices foram calculados com base nos dados utilizados como critérios simples, o que pode gerar uma superestimação de determinadas áreas.

Além dos critérios de “criticidade ambiental” a priorização das sub-bacias considera os critérios de “mobilização social”. A incorporação destes critérios se baseia na premissa de que são os proprietários e proprietárias das terras que decidem o que fazer em relação ao manejo do solo e dos recursos naturais, sendo imprescindível priorizar comunidades que já tenham experienciado projetos coletivos de conservação e recuperação ambiental (Água e solo, 2021a).

Na Tabela 2 são apresentados os critérios de priorização no nível das sub-bacias e no eixo analítico de ‘mobilização social’.

Tabela 2 – Matriz de critérios do eixo “mobilização social” para a priorização de sub-bacias do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”

| MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|--|---|--------------------|---|-------------|
| EIXO MOBILIZAÇÃO SOCIAL | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [CS 8] ATER | Ação de sindicatos e organizações de assistência técnica | Não informado. | Com ações | 10 |
| | | | Sem ações | 0 |
| [CS 9] Prefeitura | Ações/projeto de prefeituras municipais | Não informado. | Com ações | 10 |
| | | | Sem ações | 0 |
| [CS 10] Projetos | Existência e/ou experiências logradas de outros projetos (concluídos ou em curso) | Não informado. | Com Programa Piloto de PSA Hídrico do CEIVAP, Projetos financiados pelos CBHs, Conexão Mata Atlântica, Programa Rio Rural (RJ), Projeto Nascentes (SP), Programa Microbacias (SP), Bolsa Verde (MG) | 7 |
| | | | Com outros projetos (1-2) | 1 |
| | | | Com outros projetos (3-4) | 2 |
| | | | Com outros projetos | 3 |

| | | | | |
|---------|---------------|----------------|--------------|----------------|
| | | | (<4) | |
| | | | Sem projetos | 0 |
| | | | Até 20% | 0 |
| [CS 11] | Área | Consulta | aos | Entre 21 e 40% |
| CAR | cadastrada no | dados públicos | do SICAR | Entre 41 e 60% |
| | CAR | | | Entre 61 e 80% |
| | | | | Acima de 80% |
| | | | | 8 |

Onde: CS = Critério para Sub-bacias

Fonte: Água e solo (2021a).

Para os critérios [CS 8], [CS 9] e [CS 10] a espacialização dos dados está associada ao território municipal. Considerando a ordem de grandeza das sub-bacias, é esperado algum grau de compatibilidade entre o indicador e área da sub-bacia, uma vez que a sub-bacia potencialmente se estende por uma região extensa do município, como um ou mais distritos. Não está claro na metodologia se foram espacializadas as áreas de ocorrência dos projetos e coletivos mobilizados identificados para o município.

Na situação em que uma sub-bacia estiver localizada em um município com protagonismo em projetos ambientais em que exista coletivos organizados, mas não diretamente localizados no interior desta sub-bacia é possível inferir que esta terá maior grau de mobilização da comunidade local do que uma sub-bacia que não goza deste referencial.

No “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” consta a informação de que alguns dados para análise dos critérios de seleção são de difícil obtenção. A regionalização dos dados dos projetos ambientais e da atuação de ATER e outros coletivos dentro do município exige um intenso trabalho de pesquisa e validação de dados, que podem ser reduzidos se utilizados em um nível mais seletivo da análise, como por exemplo no nível de seleção das microbacias.

Tambosi et al. (2014) citam ainda a importância de empregar critérios objetivos à análise, isto é, baseados em dados quantificáveis. Para este eixo analítico destaca-se como critério que atende a este requisito o [C11] CAR. Este critério, além de indicar o potencial comprometimento da comunidade com o cumprimento legal - sendo este um dos principais ativos de mobilização para participação do proprietário rural no Programa Mananciais- é também um indicador da quantidade de propriedades existentes na sub-bacia.

O grau de importância deste critério, no entanto, não se destaca entre os demais critérios de mobilização social na ponderação para obtenção da nota final das

sub-bacias que atenderam aos critérios de elegibilidade em cada região hidrográfica. Na Tabela 3 são apresentados os “pesos” de cada critério na composição da nota final para as sub-bacias.

Tabela 3 – Matriz com a ponderação (pesos) para composição da nota final de priorização de sub-bacias do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”

| EIXO ANALÍTICO | CRITÉRIO | PESO | NOTA FINAL |
|-----------------------|----------------------|------|---|
| Críticidade Ambiental | [CS 1] População | 0,05 | $Nota\ Final = \frac{\sum_{i=1}^{11}(C_i * p_i)}{11}$ |
| | [CS 2] Área | 0,05 | |
| | [CS 3] Apps | 0,1 | |
| | [CS 4] Nascentes | 0,05 | |
| | [CS 5] Erosão | 0,1 | |
| | [CS 6] Restauração | 0,1 | |
| | [CS 7] Conectividade | 0,05 | |
| Mobilização Social | [CS 8] ATER | 0,15 | |
| | [CS 9] Prefeitura | 0,05 | |
| | [CS 10] Projetos | 0,15 | |
| | [CS 11] CAR | 0,15 | |

Onde: CS = Critério para Sub-bacias
 Fonte: Água e solo (2021a).

Segundo Água e solo (2021a) a escolha dos pesos foi realizada de forma que os critérios de criticidade ambiental e os de mobilização social contribuíssem com 50% cada um na composição da nota final. Observa-se que não há associação de grau de importância ao critério baseado em índice, [CS 6] Restauração, em relação aos demais critérios de “criticidade ambiental”. Da mesma forma, não é atribuída ponderação nos critérios de “mobilização social” para destaque do critério indicador direto de mobilização na sub-bacia, [CS 11] CAR.

As 5 (cinco) sub-bacias com a maior nota final dentro da região hidrográfica são então consideradas as “sub-bacias prioritárias” e seguirão para o próximo nível de seleção, o nível das microbacias. Não há informação sobre a premissa adotada para a definição da quantidade de sub-bacias que seguirão para análise no nível das microbacias.

A análise neste novo nível de seleção, depende de procedimento de pré-processamento da seleção, com a transformação das sub-bacias em microbacias. Segundo o manual, as sub-bacias com área total de até 5.000ha são automaticamente consideradas microbacias seguindo para aplicação dos critérios de elegibilidade. As

sub-bacias com área total superior a 5.000ha serão desmembradas em microbacias delimitadas em SIG.

A metodologia de demarcação das microbacias é realizada em função da rede de drenagem, baseados no ordenamento topológico da rede de drenagem proposta por Otto (Otto, 1989). A rede de drenagem da sub-bacia contendo a mesma sequência de codificação de Otto (1989) é agrupada até que contemplem a drenagem das cabeceiras da sub-bacia. Na sequência são definidas as áreas de contribuição para a rede de drenagem agrupada, formando as chamadas “ottobacias”. O processo de agregação em níveis pode ser repetido até que seja gerada uma “ottobacia” com área maior que seguirá para análise de elegibilidade e priorização. A análise para delimitação da microbacia é feita individualmente para cada sub-bacia (Água e solo, 2021a).

Ainda que o procedimento seja descrito no manual, não é especificada a origem e escala dos dados de hidrografia utilizados para delimitação das microbacias. Além disso, a definição das microbacias não considera aspectos relacionados à territorialidade (Raffestin, 1980).

As microbacias delimitadas são então submetidas a análise de elegibilidade, considerando a localização em área de cabeceira no interior da sub-bacia prioritária e a adequação dimensional mínima de 500ha e máxima de 5.000ha, conforme já apresentado no esquema da Figura 4.

Não são atribuídas nota de elegibilidade. As microbacias eleitas são ranqueadas com base na aplicação de critérios dos eixos analíticos de “criticidade ambiental” e “mobilização social” apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Matriz de critérios dos eixos “criticidade ambiental” e “mobilização social” para a priorização de microbacias do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”

| MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE MICROBACIAS | | | | |
|---|---|---|------------------|-------------|
| EIXO CRITICIDADE AMBIENTAL | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [CM 1] UC | Áreas de Proteção Ambiental (APA), UCs de uso sustentável e em zonas de amortecimento de UCs de proteção integral | A partir de mapas oficiais do Ministério do Meio Ambiente de delimitação de Unidades de Conservação | Até 10% | 2 |
| | | | Entre 11 e 20% | 4 |
| | | | Entre 21 e 30% | 6 |
| | | | Entre 31 e 50% | 8 |
| | | | > 50% | 10 |

| | | | | |
|-----------------------|---|---|--|----|
| | | | Não informado | 0 |
| | | | Entre 0 e 5.000 | 2 |
| | | | Entre 5.000 e 20.000 | 4 |
| [CM 2] População | Relevância para abastecimento público | Não informado. | Entre 20.000 e 100.000 | 6 |
| | | | Entre 100.000 e 500.000 | 8 |
| | | | Acima de 500.000 | 10 |
| [CM 3] Área | Tamanho da área do manancial | Recorte tamanho da área via SIG | Abaixo de 20.000 ha | 10 |
| | | | De 20.000 a 40.000 ha | 8 |
| | | | De 40.000 a 60.000 ha | 6 |
| | | | De 60.000 a 80.000 ha | 4 |
| | | | De 80.000 a 120.000 ha | 2 |
| [CM 4] APPs | Grau de Cobertura das Áreas de Preservação Permanente (APPs) | Conhecido a partir do mapeamento do uso e cobertura do solo nas APPs | Muito baixo (Cobertura <10%) | 2 |
| | | | Baixo (entre 10 e 20%) | 4 |
| | | | Médio (entre 20 e 40%) | 10 |
| | | | Alto (entre 40 e 50%) | 8 |
| | | | Muito alto (Cobertura >50%) | 2 |
| [CM 5] Nascentes | Densidade de nascentes (Nascentes/km ²) | Caso não exista dados oficiais, serão usados extremos das drenagens (ANA) para obter pontos e gerar buffers de 50 metros. | De 0 a 1,5 | 2 |
| | | | De 1,6 a 3 | 4 |
| | | | De 3,1 a 4,5 | 6 |
| | | | De 4,6 a 5 | 8 |
| | | | Acima de 5 | 10 |
| [CM 6] Erosão | Suscetibilidade à erosão | Para perda de solo, propõe-se o uso do InVest SDR (<i>Sediment Delivery Ratio</i>) (já existem resultados para os CBHs afluentes do Estado do Rio de Janeiro) Consulta aos mapas de uso e cobertura do solo | Muito alta (Solo exposto) | 10 |
| | | | Alta (Pastagens) | 8 |
| | | | Média (Agrosilvicultura) | 6 |
| | | | Baixa (Vegetação secundária, Restinga, Mangue) | 4 |
| | | | Muito baixa (Cordões arenosos, dunas) | 2 |
| [CM 7] Restauração | Áreas Prioritárias para a restauração da vegetação nativa (Índice de Potencialidade | Consulta à Resolução CERHI (RJ) nº 218/2019. Não há informação para SP e MG. | Muito baixa | 2 |
| | | | Baixa | 4 |
| | | | Média | 6 |

| | | | | |
|---------------|---|--|------------|----|
| | Ambiental para Restauração Florestal) | Consulta à Resolução CERHI (RJ) nº 218/2019. | Alta | 8 |
| | | | Muito alta | 10 |
| | | | Baixa | 2 |
| [CM 8] | Fragmentos florestais de vegetação nativa (Conectividade) | Não informado. | Média | 4 |
| Conectividade | | | Alta | 6 |
| | | | Muito Alta | 10 |

EIXO MOBILIZAÇÃO SOCIAL

| | | | | |
|------------|---|--------------------------------------|---|----|
| [CM 9] | Ação de sindicatos e organizações de assistência técnica | Não informado. | Com ações | 10 |
| ATER | | | Sem ações | 0 |
| [CM 10] | Ações/projeto de prefeituras municipais | Não informado | Com ações | 10 |
| Prefeitura | | | Sem ações | 0 |
| | | | Com Programa Piloto de PSA Hídrico do CEIVAP, Projetos financiados pelos CBHs, Conexão Mata Atlântica, Programa Rio Rural (RJ), Projeto Nascentes (SP), Programa Microbacias (SP), Bolsa Verde (MG) | 7 |
| [CM 11] | Existência e/ou experiências logradas de outros projetos (concluídos ou em curso) | Não informado. | Com outros projetos (1-2) | 1 |
| Projetos | | | Com outros projetos (3-4) | 2 |
| | | | Com outros projetos (<4) | 3 |
| | | | Sem projetos | 0 |
| | | | Até 20% | 0 |
| [CM12] | Área cadastrada no CAR | Consulta aos dados públicos do SICAR | Entre 21 e 40% | 2 |
| CAR | | | Entre 41 e 60% | 4 |
| | | | Entre 61 e 80% | 10 |
| | | | Acima de 80% | 8 |

Onde: CM = Critério para Microbacias.
Fonte: Água e solo (2021a).

Os critérios para priorização das microbacias são os mesmos utilizados na priorização das sub-bacias. Há apenas a inclusão do critério [CM 1] %UC e redefinição das classes dos critérios [CM 2] População, [CM 3] Área [CM 5] Nascentes. A

utilização da mesma matriz de critérios para a seleção em diferentes níveis pode fragilizar o processo de seleção devido a escalabilidade dos dados utilizados. Informações sobre a origem e escala dos dados são escassas.

Da mesma forma, é utilizada a mesma matriz de ponderação utilizada para priorização das sub-bacias no nível das microbacias. Na Tabela 5 é apresentada a matriz para ponderação das notas obtidas com os critérios de priorização no nível de seleção das microbacias.

Tabela 5 – Matriz com a ponderação (pesos) para composição da nota final de priorização de microbacias previstos no “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”

| EIXO ANALITICO | CRITÉRIO | PESO | NOTA FINAL |
|-----------------------|----------------------|------|---|
| Criticidade Ambiental | [CM 1] %UC | 0,15 | $Nota\ Final = \frac{\sum_{i=1}^{12}(C_i * p_i)}{12}$ |
| | [CM 2] População | 0,05 | |
| | [CM 3] Área | 0,05 | |
| | [CM 4] %Apps | 0,1 | |
| | [CM 5] Nascentes | 0,05 | |
| | [CM 6] Erosão | 0,1 | |
| | [CM 7] Restauração | 0,1 | |
| | [CM 8] Conectividade | 0,05 | |
| Mobilização Social | [CM 9] ATER | 0,15 | |
| | [CM 10] Prefeitura | 0,05 | |
| | [CM 11] Projetos | 0,15 | |
| | [CM 12] CAR | 0,15 | |

Onde: CM = Critério para Microbacias.

Fonte: Água e Solo (2021a).

A microbacia com a maior nota final é então considerada a microbacia alvo do Programa Mananciais na região hidrográfica.

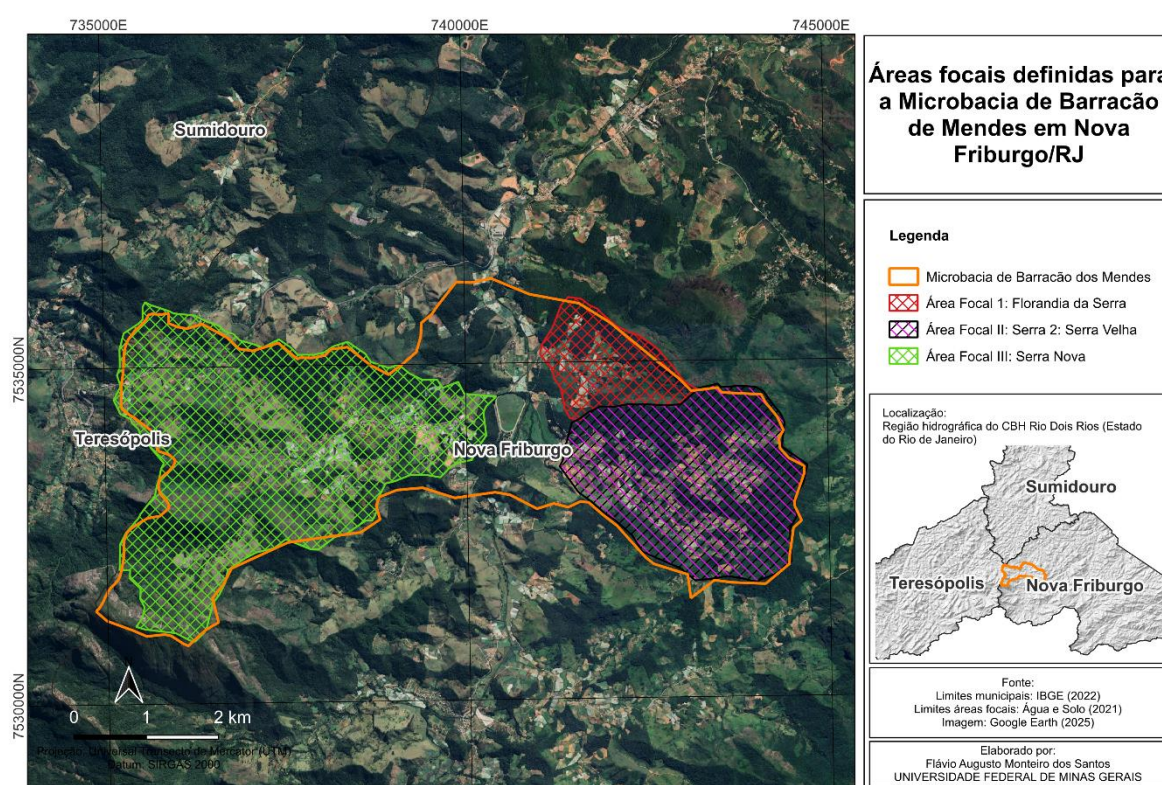
A seleção da microbacia alvo é ratificada pelos comitês de bacia atuante na região hidrográfica, de modo que cada comitê possuirá 01 (uma) microbacia alvo para receber o Projeto Participativo de Incremento de Serviços Ambientais (PRISMA).

A metodologia de seleção de áreas para o 1º ciclo do Programa Mananciais considera ainda um terceiro nível de seleção com a definição das áreas focais da microbacia alvo. As áreas são regiões ou zonas da microbacia alvo onde serão concentrados os esforços prioritários para a elaboração dos PRISMAs. A definição das áreas focais constitui, portanto, um planejamento estratégico de execução dos PRISMAs, partindo da premissa de concentrar os esforços do programa nas cabeceiras das microbacias, especialmente aquelas de maior extensão territorial ou de maior desmembramento de áreas em propriedades e posses.

No nível de seleção das áreas focais não são atribuídos critérios de elegibilidade, uma vez que o PRISMA se destina a toda a extensão da microbacia alvo, mas é definido como critério de priorização as regiões de cabeceira da microbacia alvo como sendo de área focal para intervenções na microbacia.

Na Figura 5 é apresentada a distribuição das áreas focais na microbacia de Barracão dos Mendes localizada em Nova Friburgo/RJ e que integra o 1º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP.

Figura 5 – Áreas focais definidas para a microbacia de Barracão dos Mendes na Região hidrográfica do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Dois Rios em Nova Friburgo/RJ



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise sistemática da metodologia de seleção permitiu definir 14 (quatorze) objetos que representam Oportunidades de Melhoria (OMs) e aprimoramento metodológico para execução da seleção de áreas no 2º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP. No Quadro 3 são listados todos estes elementos, sendo apresentado para cada um deles uma proposta de correção, complementação e/ou inclusão com potencial de aprimoramento da metodologia detalhados na Etapa 2 do presente estudo.

Quadro 3 – Síntese da análise sistemática de conteúdo do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”

| CÓDIGO | OBJETO | DESCRIÇÃO | MEDIDA CORRETIVA |
|--------|---|---|---|
| [OM 1] | Validação da metodologia de seleção de áreas do Programa Mananciais | O alto grau de viés observado no manual pode ser superado com a incorporação de processo de validação externa da metodologia. | Definição de sistemática para testagem e validação da metodologia no manual revisto por (1) testagem externa realizada por parceiros do Programa Mananciais e/ou (2) validação por pares. |
| [OM 2] | Memorial referencial de origem dos dados utilizados | As fontes de dados utilizadas para o geoprocessamento não estão referenciadas no manual, o que dificulta a replicação do procedimento de seleção. | Incluir descrição de origem e obtenção dos dados utilizados no geoprocessamento. |
| [OM 3] | Descrição sistemática dos procedimentos de pré-processamento | Para que o manual apresente replicabilidade é necessário descrever todos os procedimentos e parâmetros utilizados no pré-processamento da seleção de áreas | Incluir descrição do procedimento de pré-processamento incluindo a obtenção dos dados, tratamento, pré-processamento e avaliação de conformidade. Alternativamente, utilizar bibliografia consagrada como referencial para o procedimento |
| [OM 4] | Inclusão do nível macro de seleção das regiões hidrográficas. | A metodologia atual não contempla a seleção ao nível das regiões hidrográficas, assumindo que todas as regiões estão contempladas com o Programa, potencializando um efeito contrário de integração pretendida com o Programa | Inclusão de mais um nível de seleção com critérios de elegibilidade para a inclusão das regiões hidrográficas no Programa Mananciais que estimule os CBHs afluentes à mobilização de cofinanciamento e coexecução do Programa Mananciais |
| [OM 5] | Revisão do critério de elegibilidade das sub-bacias | A metodologia atual considera como critério que as sub-bacias sejam mananciais de abastecimento. Como os dados de entrada são as AIPMs este critério deixa de ter aplicabilidade. Entretanto, é necessária uma avaliação qualitativa do manancial, sendo selecionadas AIPMs de captação regulares | Revisão do critério de elegibilidade de sub-bacias para “AIPMs de captação de água para abastecimento público regular”. |

| | | | |
|---------|---|--|---|
| [OM 6] | Inclusão do eixo “Segurança Hídrica” para priorização de sub-bacias. | A metodologia atual não contempla a critérios baseados nos recentes estudos relacionados à Segurança Hídrica que complementam o Plano Integrado de Recursos Hídricos (PIRH) do CEIVAP. | Inclusão de mais um eixo analítico de critérios para priorização na escala de sub-bacia, ajustada a escala de dados dos estudos de Disponibilidade Hídrica e do plano de Gerenciamento de Risco da BHRPS. |
| [OM 7] | Utilização de critérios independentes entre si, a fim de evitar sobreposição de resultados. | Foram utilizados critérios baseados em índices cujos dados de entrada também são utilizados para definição de outros critérios de seleção. | Revisão e diversificação dos critérios dos eixos “criticidade ambiental” e “mobilização social” a fim de evitar dados especializados em sobreposição. |
| [OM 8] | Utilização de critérios que dependam de dados de fácil obtenção para toda a região hidrográfica em análise. | Critérios como “População atendida pelo manancial”; “Atuação de ATER e sindicatos” e “experiências em outros projetos” são citados como critérios com dados de difícil obtenção para toda a sub-bacia ou microbacias da região hidrográfica, devendo ser evitados. | Revisão dos critérios com a definição de metodologia de tratamento de dados secundários para assegurar a representação isonômica de toda a região hidrográfica nos dados utilizados para análise de priorização de áreas. |
| [OM 9] | A ponderação deve associar grau de importância à critérios específicos. | Os critérios baseados em índices (critérios multifatores) e os critérios propostos pelos comitês de bacia devem receber ponderação suficiente para destaque de importância na seleção das áreas. | Revisão da matriz de ponderação dos critérios para definição da nota final de priorização nos níveis de sub-bacia e microbacia. |
| [OM 10] | Seleção de, no máximo, 3 (três) sub-bacias prioritárias. | As sub-bacias prioritárias seguem no processo de seleção no nível microbacia. Menor quantidade de sub-bacias implica na menor quantidade relativa de microbacias para seguir na seleção. Análise específicas que demandem, por exemplo, a coleta de dados passam a ser viáveis neste conjunto. | Revisão do procedimento de entrada das sub-bacias prioritárias no nível de seleção das microbacias, com a redefinição da quantidade de sub-bacias prioritárias de 5 (cinco) para 3 (três). |
| [OM 11] | Delimitação das microbacias base com em | A delimitação das microbacias deve ser baseada em aspectos geomorfológicos e | Revisão do procedimento de delimitação das microbacias no pré-processamento para |

| | | | |
|---------|--|---|--|
| | informações de territorialidade. | de socioculturais que compõem o território. | seleção no nível microbacia. A delimitação deve ser feita com a identificação e inclusão de áreas públicas. |
| [OM 12] | Utilização de critérios específicos para os níveis de seleção de sub-bacia e de microbacia | Na metodologia original os critérios utilizados para priorização das sub-bacias são replicados para o nível das microbacias, com ajustes pontuais em alguns critérios. A replicação desconsidera a escalabilidade dos dados e cria distorções na priorização na definição da microbacia alvo. | Definição de matriz específica de critérios para o nível de seleção de microbacias. Os critérios de priorização das microbacias serão distribuídos nos eixos analíticos “potencial ambiental” e “potencial social”. |
| [OM 13] | Etapa de validação da seleção da microbacia alvo em campo. | Necessária a inclusão de uma etapa conclusiva da seleção de microbacia como requisito à escolha da microbacia alvo do Programa Mananciais. | A microbacia com a maior nota de priorização receberá uma visita técnica para validação das informações de delimitação de territorialidade, hidrografia e coleta de dados sobre interesse de proprietários na adesão do programa para serem critérios de elegibilidade da microbacia alvo. |
| [OM 14] | Zoneamento da microbacia para definição das áreas focais | Necessário o zoneamento de toda a área da microbacia para definição das áreas focais em função da dinâmica da água validada em campo. | A microbacia alvo, com base nas informações coletadas em campo, receberá um zoneamento das áreas focais para início das atividades de elaboração do PRISMA. |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.2 Resultados da Etapa 2

O alto grau de viés observado na constituição do “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais”, identificado como objeto de melhoria [OM 1], pode ser superado com a incorporação de um sistema de testagem e validação da metodologia descrita no manual em uma versão revista para seleção de áreas para o 2º ciclo do Programa Mananciais. A testagem e validação externa asseguram a qualidade, confiabilidade e integridade da metodologia e ainda contribuem para aprimorar a metodologia (Mulligan et al., 2009).

Especialmente para o que se destina – seleção de áreas que receberam aporte significativo de investimentos de recursos financeiros públicos – a metodologia de seleção de áreas do Programa Mananciais deve ser aprimorada para redução do grau de viés e aumento da sua confiabilidade.

A criação de uma matriz de responsabilidade (Scholtes et al., 2003) que define atribuições delegadas à Secretaria do Programa Mananciais como autora da metodologia e de parceiros do Programa Mananciais a quem se delega a função de testar a metodologia pode ser apontada como uma forma de superar o alto grau de viés da metodologia utilizada no 1º ciclo do Programa Mananciais. Como parceiros podem ser citados técnicos dos órgãos gestores (ANA, INEA, IGAM, SEMA), membros dos comitês (técnicos e pesquisadores) que aplicariam a metodologia proposta pela Secretaria do Programa Mananciais.

Outra forma de validação da metodologia que pode ser aplicada à metodologia é a avaliação por pares. Neste caso, a metodologia revista para o 2º ciclo do Programa, pode ser apresentada para a comunidade científica em diferentes produtos (artigos científicos, resumos, notas e livros técnicos) que possuem a etapa de avaliação por pares. Segundo Mulligan et al. (2009) avaliação por pares continua sendo percebida como a base para confiabilidade do meio científico e publicação de uma revisão sobre a metodologia pode contribuir para sua validação e aprimoramento.

A ausência de informações sobre o a origem dos dados utilizados no geoprocessamento [OM 2] e dos procedimentos de pré-processamento de dados geoespaciais [OM 3] pode ser superada pela incorporação de memorial descritivo ao manual. Para a origem dos dados utilizados recomenda-se a incorporação de uma tabela com a descrição da origem e do link de acesso ao repositório utilizado para obtenção dos dados, conforme indicado no próprio “Manual de Seleção do 1º ciclo do Programa Mananciais” para os procedimentos de obtenção das cenas SRTM.

O procedimento de pré-processamento pode ainda ser executado em conformidade à protocolos de referência como Valeriano et al. (2010) ou de manuais técnicos para Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) específicos como Andrade e Paiva (2013). A padronização dos procedimentos de pré-processamento contribuirá para a replicabilidade da definição das Áreas de Interesse para Proteção de Mananciais (AIPMs) para as regiões hidrográficas que receberão o Programa Mananciais na BHRPS.

Quanto a elegibilidade das regiões hidrográficas, conforme a [OM 4], a inclusão deste novo nível hierárquico de seleção, corrige e regulamenta a premissa de integração dos CBHs afluentes ao Programa Mananciais do CEIVAP. Conforme definido na Deliberação CEIVAP nº 276/2019 (CEIVAP, 2019b) é objetivo do Programa promover a integração das agendas de investimento em serviços ambientais dos CBHs afluentes e não as substituir. A integração depende, portanto, de um compromisso individual do CBH afluente com a execução do Programa Mananciais do CEIVAP na sua respectiva região hidrográfica.

A elegibilidade de cada uma das 07 (sete) regiões hidrográficas será avaliada pela existência de documento legal (deliberação, resolução ou norma) emitido pelo CBH afluente declarando o compromisso de cofinanciar e coexecutar o 2º ciclo do Programa Mananciais na sua respectiva Região Hidrográfica.

Para o 1º ciclo do Programa Mananciais, foram emitidos documentos desta natureza pelos CBHs afluentes, como por exemplo a Deliberação nº 46/2021 do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Preto e Paraibuna (CBH-PS1), que no seu artigo 4º versa sobre o aporte de recursos para cofinanciamento da execução do Programa Mananciais na sua respectiva região hidrográfica:

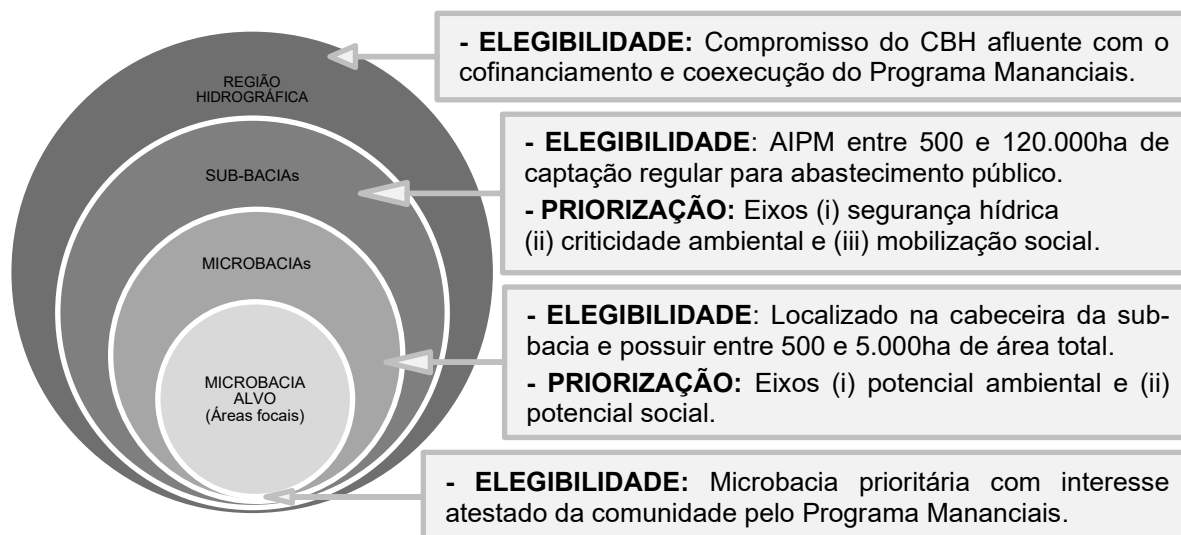
“Artigo 4º - Uma vez concluído o “Projeto Participativo de Incremento de Serviços Ambientais na Microbacia Alvo – PRISMA”, serão definidas estratégias para aplicação do recurso financeiro do CBH Preto e Paraibuna, que deverá ser aportado a título de contrapartida junto ao Programa Mananciais do CEIVAP, na região hidrográfica do CBH Preto e Paraibuna (CBH-PS1, 2021).

O aporte de recursos financeiro, contudo, não garante o engajamento do CBH afluente na execução do PRISMA. É necessário o envolvimento do CBH afluente na coexecução, integrando as atividades coletivas e participativas desde a elaboração do PRISMA até o acompanhamento da execução das intervenções e constituição das Unidades Gestoras do PRISMA (UGPs). Essas unidades funcionam como espaços de governança da execução do Programa na microbacia alvo e dependem do engajamento dos CBHs afluentes.

Assim, para o 2º ciclo, além do compromisso do aporte de recursos financeiros deve ser exigido também o compromisso com a coexecução para um efetivo engajamento do CBH afluente ao PRISMA, sendo este um novo critério de

elegibilidade [NCE 1] para o novo primeiro nível de seleção: a região hidrográfica, conforme ilustrado pela Figura 6.

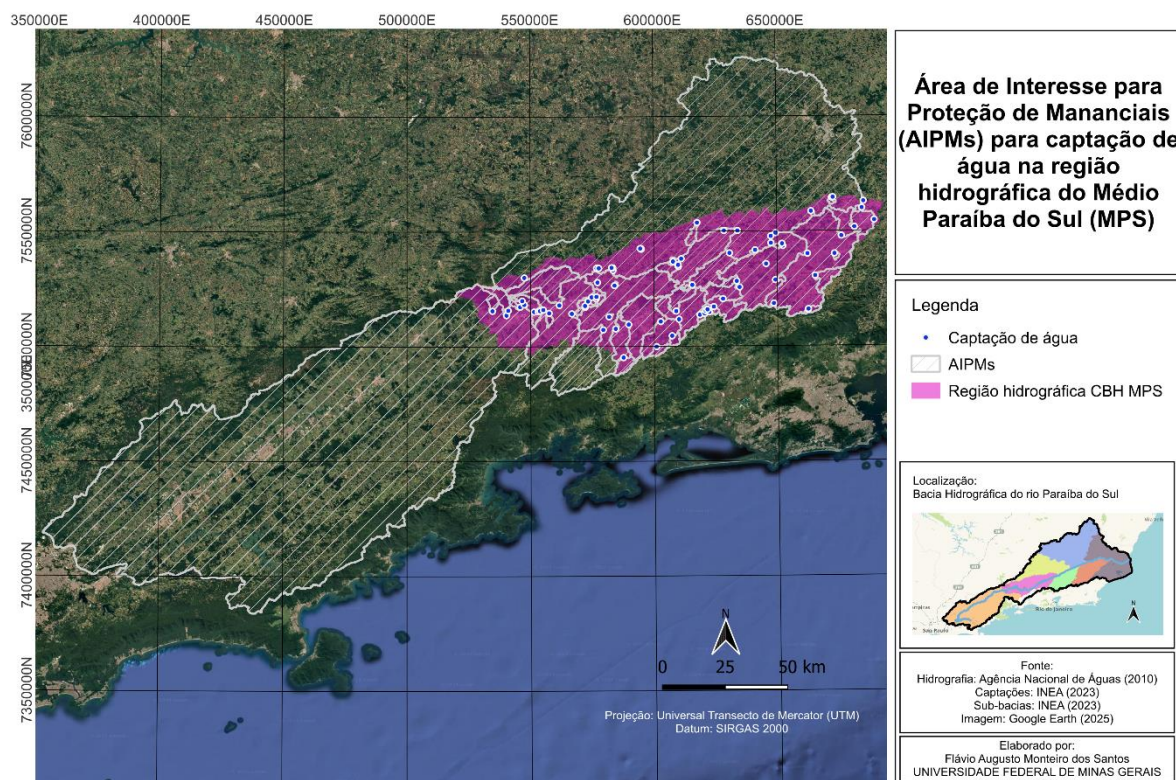
Figura 6 – Níveis propostos para aplicação dos critérios de elegibilidade e de priorização para a seleção de áreas prioritárias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Uma vez eleita a região hidrográfica integrante do 2º ciclo do Programa, são definidas as AIPMs de cada ponto de captação de água catalogados pelo órgão gestor ambiental (SEMA, IGAM e INEA) na BHRPS. As AIPMs constituem os dados de entrada para análise das sub-bacias prioritárias, o segundo nível de seleção. Na Figura 7 é apresentado o mapa com a localização das AIPMs dos pontos de captação para a região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

Figura 7 – Áreas de Interesse para Proteção de Mananciais (AIPMs) na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

É possível constatar a existências de AIPMs que excedem os limites da região hidrográfica onde estão localizadas as captações para abastecimento público. A circunscrição da AIPMs à região hidrográfica não é um critério de elegibilidade no nível de sub-bacia. No entanto, com a manutenção do critério de elegibilidade [NCE 2] de área total entre os limites de 500 ha e 120.000 ha, reduz-se a possibilidade de priorização de áreas extensas que ultrapassem significativamente os limites da região hidrográfica.

O outro critério de elegibilidade da sub-bacia prioritária deve ser revisto, conforme apontado na [OM 5]. O novo critério de elegibilidade [NCE 3] considera uma análise qualitativa da captação para a qual a AIPM se destina. Captações fora de uso ou com prazo de substituição determinado, devem ser descartadas da seleção. No Quadro 4 é apresentada a Matriz de Elegibilidade para os Níveis 1 e 2 propostas para o 2º Ciclo do Programa Mananciais do CEIAP.

Quadro 4– Matriz de elegibilidade dos níveis 1 e 2 de seleção de áreas prioritárias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

| MATRIZ DE ELEGIBILIDADE | | | |
|--------------------------------|---|---|--|
| NÍVEL | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO |
| 1 – REGIÃO HIDROGRÁFICA | [NCE 1]: Compromisso de cofinanciamento e coexecução do CBH afluente na execução do 2º ciclo do Programa Mananciais. | Análise do documento legal (deliberação ou resolução do CBH) com menção expressa ao aporte de recurso financeiro e operacional à execução do PRISMA do 2º ciclo do Programa Mananciais. | (ATENDE) ▶ Seguir para seleção no NÍVEL 2. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da região hidrográfica da seleção. |
| | [NCE 2]: O exutório da sub-bacia está localizado um ponto de captação de água para abastecimento público regular. | Identificação na base de dados oficial da existência do ponto de captação e validação da informação sobre regularidade da captação. | (ATENDE) ▶ Seguir para [NCE 3]. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da AIPM. |
| 2 – SUB-BACIA | [NCE 3]: A sub-bacia possui entre 500 ha e 120.000ha. | Identificação da extensão de área da sub-bacia pelo software de SIG. | (ATENDE) ▶ Seguir para Priorização das sub-bacias habilitadas. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da AIPM. |

Onde: NCE = Novo Critério de Elegibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As AIPMs eleitas em cada região hidrográfica participante do 2º ciclo passam a ser consideradas “sub-bacias habilitadas”. Estas sub-bacias seguem para a etapa de ranqueamento de prioridade para cada região hidrográfica. A seleção de prioridade é processada de forma independente em cada região hidrográfica e terá como resultado a lista de “sub-bacias prioritárias” da região hidrográfica para continuidade do processo de seleção.

Na etapa de priorização das sub-bacias para o 2º ciclo do Programa Mananciais, são aplicadas as medidas corretivas referente às [OM 6], [OM 7], [OM 8], [OM 9] e [OM 10] já apresentadas no Quadro 3.

Conforme a [OM 6], as sub-bacias atendidas pelo Programa Mananciais do CEIVAP devem refletir o macroplanejamento de segurança hídrica da BHRPS pelo CEIVAP. À época em que foi concebido o Programa, não haviam sido produzidos os estudos de disponibilidade hídrica (CEIVAP, 2024), quadro de demandas (CEIVAP,

2025a), balanço hídrico (2025b) e o plano de Gerenciamento de Riscos (CEIVAP, 2022).

Estes estudos que complementam o Plano Integrado de Recursos Hídricos do CEIVAP (CEIVAP, 2019a), constituem um diagnóstico de situação da segurança hídrica da BHRPS. Sendo o Programa Mananciais do CEIVAP uma das principais ferramentas de promoção da segurança hídrica da BHRPS com ações estruturais diretas na bacia, é imprescindível que a seleção das áreas objeto de investimento do Programa estejam associadas a este macroplanejamento.

O novo eixo analítico “Segurança Hídrica da BHRPS” será constituído por 5 (cinco) critérios, sendo 2 (dois) critérios de priorização baseados nos estudos de disponibilidade hídrica; 2 (dois) baseados no Plano de Gerenciamento de Risco e 1 (um) critério especial selecionado pelo CBH afluente para este eixo de seleção de sub-bacia na sua respectiva região hidrográfica.

O critério especial atende ao escopo do Programa Mananciais (CEIVAP, 2019a) que prevê a inclusão de critérios de seleção definidos pelo CBH afluente na seleção da microbacia alvo na sua respectiva região hidrográfica. A inclusão objetiva atender prioridades locais, bem definidas e democraticamente pactuadas entre os membros do Comitê Afluente.

Brancaion et al (2010) destacam a importância da aplicação de critérios locais na seleção de áreas para restauração ecológica. Segundo os autores, o sucesso das ações de restauração florestal depende, por exemplo, da seleção de áreas que utilizam critérios relacionados a especificidades ecológicas, sociais e econômicas de cada região

Com a inclusão de critérios especiais em todos os eixos analíticos de priorização (tanto no nível das sub-bacias quanto das microbacias), é esperado maior engajamento do CBH Afluente no processo de seleção aplicado à sua região hidrográfica e nas ações de intervenção que futuramente serão realizadas.

Na Tabela 6 são apresentados os novos critérios de seleção de sub-bacias [NCS] para o eixo “Segurança Hídrica”, sendo definidos os procedimentos de verificação, classes de resultado da análise e nota.

Tabela 6 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “segurança hídrica da BHRPS” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

| NOVA MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|---|---|---|---------------------------------|-------------|
| EIXO SEGURANÇA HÍDRICA DA BHRPS | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [NCS 1] Quadro das demandas | Demanda hídrica espacializada consolidada para a BHRPS | Sobreposição da área da sub-bacia com o mapa da demanda hídrica espacializada consolidada para a BHRPS. | 0 m ³ /s | 0 |
| | | | Até 0,01 m ³ /s | 5 |
| | | | Acima de 0,01 m ³ /s | 10 |
| [NCS 2] Balanço Hídrico | Percentual da disponibilidade hídrica do curso d'água consumido considerando as demandas atuais anuais | Análise da drenagem da sub-bacia habilitada em relação à distribuição do Índice de Comprometimento Hídrico para a vazão de referência Q95 no cenário atual para o período anual | <25% | 2 |
| | | | 25 a 50 | 4 |
| | | | 50 a 75 | 6 |
| | | | 75 a 100 | 8 |
| | | | Maior que 100 | 10 |
| [NCS 3] Risco de estiagem | Risco de estiagem no cenário 1 (baixa magnitude de impacto) | Sobreposição da sub-bacia com o mapa da distribuição de risco ambiental de estiagem considerando o cenário 1 para a BHRPS | Baixo | 2 |
| | | | Moderado | 6 |
| | | | Alto | 10 |
| [NCS 4] Risco de cheias | Risco de cheias no cenário 1 (baixa magnitude de impacto) | Sobreposição da sub-bacia com o mapa da distribuição de risco ambiental de cheias considerando o cenário 1 para a BHRPS | Baixo | 2 |
| | | | Moderado | 6 |
| | | | Alto | 10 |
| [NCS 5] Especial 1 | Critério especial de segurança hídrica definido pelo CBH afluente para sua respectiva região hidrográfica | Banco de dados dos mapas gerados nos estudos de “disponibilidade hídrica (CEIVAP, 2021; CEIVAP, 2025a e CEIVAP, 2025b) | Classe 1 | 2 |
| | | | Classe 2 | 4 |
| | | | Classe 3 | 6 |
| | | | Classe 4 | 10 |

Onde: NCS = Novo Critério de seleção das Sub-bacias

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

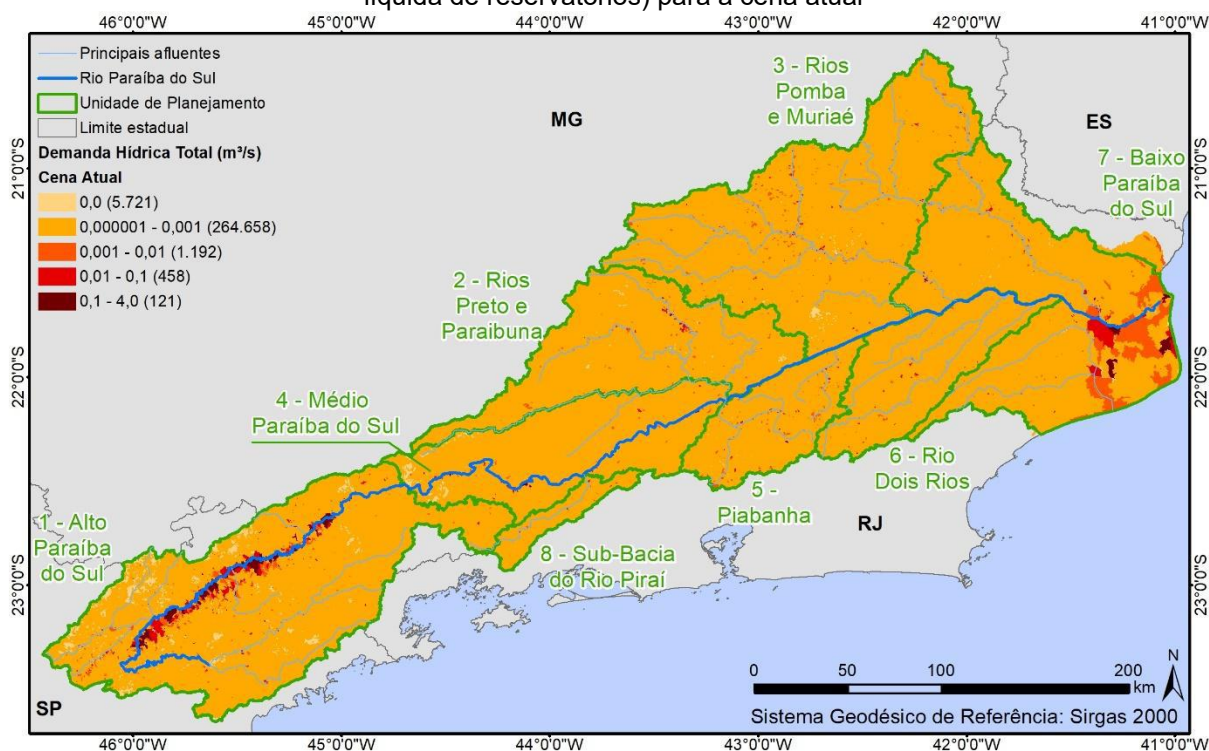
Para determinação da nota obtida pela sub-bacia nos critérios [NCS 1], [NCS 2], [NCS 3], [NCS 4] e, eventualmente no [NCS 5], deverá ser aplicada ponderação pela área ocupada por cada classe de resultado no interior da sub-bacia.

Os [NCS 1] e [NCS 2] estão baseados nos estudos de atualização do quadro de demandas (CEIVAP, 2025a) e de balanço hídrico (CEIVAP, 2025b), respectivamente. No [NCS 1] é considerado o mapa com a espacialização da demanda de consumo de água entre todos os setores (exceto transposições e evaporação líquida de reservatórios) para a cena atual.

O estudo de atualização do quadro de demandas (CEIVAP, 2025a) inclui outros produtos como as demandas consolidadas para cada setor de consumo, bem como a demanda em cenários prospectivos de maior ou menor dinâmica econômica, que variam significativamente entre as regiões hidrográficas. Portanto, esses produtos podem ser utilizados pelo CBH afluente como [NCS 5].

Na Figura 8 é apresentado a espacialização da demanda de consumo de água entre todos os setores (exceto transposições e evaporação líquida de reservatórios) para a cena atual.

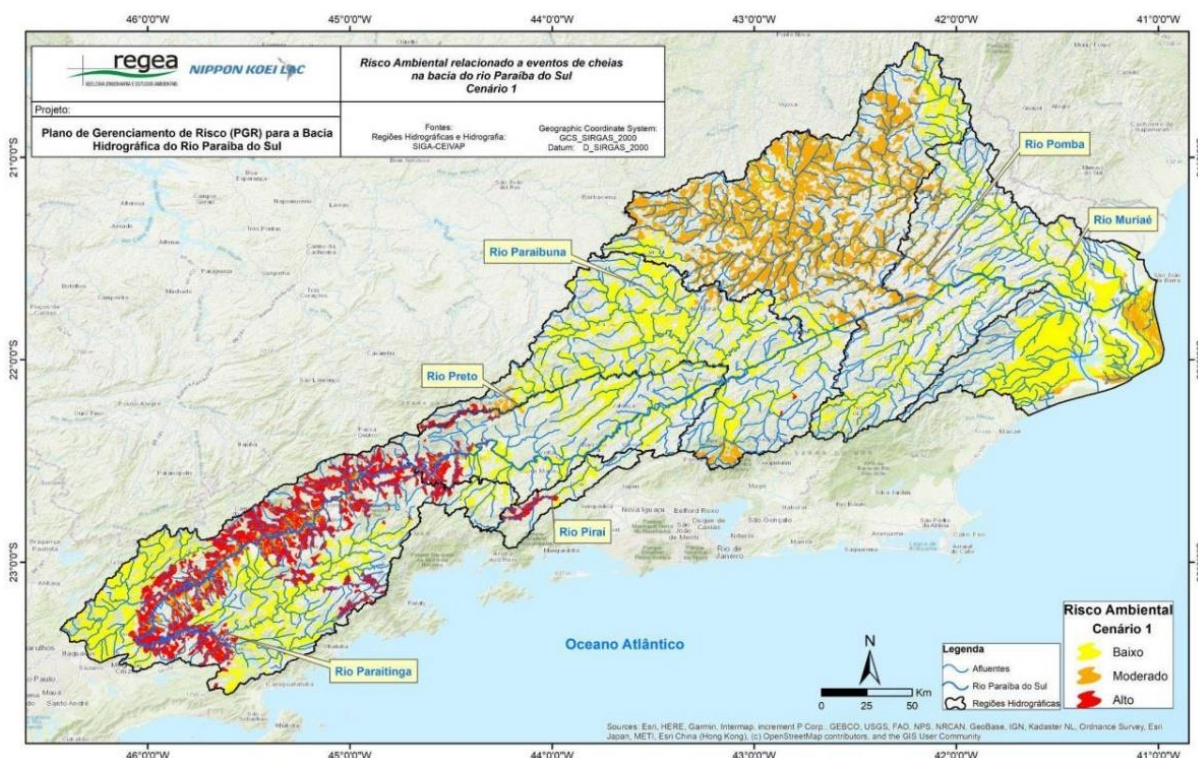
Figura 8 – Demanda de consumo de água entre todos os setores (exceto transposições e evaporação líquida de reservatórios) para a cena atual



Fonte: CEIVAP (2025a).

Já o [NCS 2] considera a distribuição do Índice de Comprometimento Hídrico (ICH) em cada sub-bacia. Dentre os produtos apresentados no estudo do Balanço Hídrico (CEIVAP, 2025b) o [NCS 2] utiliza a vazão de referência Q_{95} considerando o

Figura 11 – Risco ambiental, cenário 1, relacionado a eventos de cheia na bacia do rio Paraíba do Sul



Fonte: CEIVAP (2022).

Os mapas utilizados para análise dos critérios [NCS 3] e cheias [NCS 4] são apresentados no Atlas de Gerenciamento de Riscos, produto do PGR. O Atlas inclui outros mapas de risco e impacto (ambiental, social e econômico) de outros eventos que possuem maior ou menor grau de relevância local por região hidrográfica. Riscos como movimento de massa para as regiões hidrográficas do CBH-PIABANHA e CBH-R2R; de intrusão salina para o CBH-BPSI; de contaminação com cargas perigosas para o CBH-MPS, entre outros podem ser representativos para compor uma análise local, sendo acrescentados à priorização de sub-bacias como critério especial [NCS 5].

Com a inclusão deste novo eixo analítico, o nível de seleção de sub-bacias passa a contar com 03 (três) eixos analíticos: (i) segurança hídrica da BHRPS; (ii) criticidade ambiental e; (iii) mobilização social, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Eixos analíticos propostos para priorização de sub-bacias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para o eixo analítico “criticidade ambiental”, conforme as observações de melhoria [OM 7] e [OM 8], são propostos novos critérios de priorização como medida corretiva. Este eixo passa a contar com 5 (cinco) critérios, sendo 3 (três) critérios simples ou critérios de base, 1 (um) critério composto (índice) e 1 (um) critério especial definido pelo CBH afluente para sua respectiva região hidrográfica.

Os critérios deste eixo analítico objetivam analisar aspectos relacionados à área total, solos, água e de áreas prioritárias para restauração ecológica (ou florestal). A escolha dos critérios simples objetiva reduzir a sobreposição e superestimação em relação ao critério baseado no índice. Esta premissa deve estar presente também na seleção do critério especial a ser feita pelos CBHs afluentes.

Na Tabela 7 são apresentados os novos critérios de seleção de sub-bacias [NCS] para o eixo “criticidade ambiental”, sendo definidos os procedimentos de verificação, classes de resultado da análise e nota.

Tabela 7 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “criticidade ambiental” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

| NOVA MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|--|--|---|------------------------|------|
| EIXO CRITICIDADE AMBIENTAL | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [NCS 6] Área | Tamanho da Área de Interesse para Proteção de Mananciais (AIPM) | Cálculo da área total da AIPM pelo software de GIS | Abaixo de 20.000 ha | 10 |
| | | | De 20.001 a 40.000 ha | 8 |
| | | | De 40.001 a 80.000 ha | 4 |
| | | | De 80.001 a 120.000 ha | 2 |
| [NCS 7] Classe de solo | Distribuição de solos com maior aptidão para reservação de água na microbacia | Sobreposição da área da sub-bacia com áreas que apresentam predominio de solos com aptidão para reservação de água | Latossolos | 10 |
| | | | Argissolos | 8 |
| | | | Cambissolos | 6 |
| | | | Gleissolos | 4 |
| [NCS 8] Conversão | Potencial de conversão de uso do solo para modelos produtivos mais sustentáveis. | Sobreposição da área da sub-bacia com áreas que apresentam potencial para conversão produtiva para sistemas mais sustentáveis, conforme mapa de uso e cobertura do solo do Map Biomas | Pastagem | 10 |
| | | | Agrossilvicultura | 8 |
| | | | Solo exposto | 6 |
| | | | Área urbana | 2 |
| [NCS 9] Restauração | Áreas Prioritárias para a restauração ecológica (ou florestal) | Sobreposição da área da sub-bacia com áreas classificadas no mais alto grau de prioridade de restauração ecológica identificada nos mapas oficiais do Estado | Muito Baixa (<2%) | 2 |
| | | | Baixa (<2% e >10%) | 4 |
| | | | Média (<11% e >20%) | 6 |
| | | | Alta (<21%) | 10 |
| [NCS 10] Especial 2 | Critério especial de segurança hídrica definido pelo CBH afluente para sua | Utilização de dados oficiais, correlação direta com as sub-bacias. Definição de | Classe 1 | 2 |
| | | | Classe 2 | 4 |
| | | | Classe 3 | 6 |

| | | | |
|--------------------------------|---|----------|----|
| respectiva região hidrográfica | classes e notas junto aos CBHs afluentes. | Classe 4 | 10 |
|--------------------------------|---|----------|----|

Onde: NCS = Novo Critério de seleção das Sub-bacias
 Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os critérios [NCS 6] e [NCS 9] estão presentes na metodologia original, porém receberam alteração nas classes de resultado, na distribuição das notas e na padronização do procedimento de certificação para seleção no 2º ciclo do Programa. Os novos critérios [NCS 7] e [NCS 8] e [NCS 10] objetivam incorporar os solos e sua aptidão para provimento de serviços ambientais hídricos à priorização das sub-bacias e estimular o engajamento do CBH afluente no processo de seleção com a inclusão de critérios locais [NCS 10].

O [NCS 6] constitui um critério de fácil verificação, sendo privilegiadas as sub-bacias habilitadas que possuem menor área total. Quanto menor a área da sub-bacia, menor grau de fracionamento em microbacias, maior sobreposição de características da sub-bacia no nível de microbacia e maior concentração espacial das intervenções promovidas pelo Programa. O CBH afluente pode incluir como [NCS 10] critérios relacionados à morfologia das sub-bacias, complementando esta análise de área.

A incorporação do [NCS 7] objetiva uma análise direta sobre o solo, compartimento estratégico nos ecossistemas terrestres, privilegiando sub-bacias que apresentam classes de solo com maior aptidão para provimento de serviços ambientais hídricos. Solos da Ordem dos Latossolos são profundos, bem drenados, porosos, alta estabilidade estrutural, possuindo maior aptidão para reservação de água com recarga de aquíferos (Embrapa, 2018). Argissolos também possuem aptidão ao manejo para produção de água, com maior capacidade de retenção do que de transmissão. Cambissolos, Gleissolos e Espodossolos possuem menor aptidão (Embrapa, 2018; Monzatto et al. 2002).

O [NCS 8] considera classes de uso e cobertura dos solos com potencial de conversão e/ou de significativo incremento para produção de serviços ambientais hídricos. Pastagens e áreas degradadas, áreas agrícolas e urbanas podem ser manejadas com inventivos do Programa Mananciais para otimizarem a produção de serviços ambientais hídricos.

A manutenção do [NCS 9] como um critério baseado em índice se justifica pela necessidade de adesão do Programa Mananciais à outras agendas de recuperação ambiental desenvolvidas pelos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

A utilização do mapa com a distribuição das áreas consideradas prioritárias para restauração ecológica e/ou florestal pelos órgãos ambientais estaduais busca sinergia de esforços e parcerias além de utilizar uma métrica direta da demanda pela recuperação ambiental que é ofertada pelo Programa Mananciais.

A definição das áreas prioritárias para restauração é um produto multicritério (índice) obtido por diferentes metodologias. Assim, é imprescindível que se obtenha informações sobre os critérios utilizados por cada estado na definição das áreas prioritárias para restauração, evitando metodologias que utilizam critérios semelhantes aos [NCS 6], [NCS 7] e [NCS 8], para evitar a sobreposição na análise de prioridade.

Da mesma forma, o critério incorporado pelo CBH afluente, deve ser analisado sobre o mesmo aspecto em relação a todos os demais critérios utilizados neste eixo analítico. Deve-se analisar não só a independência do [NCS 10], como sua objetividade, mensuração e distribuição na região hidrográfica.

O último eixo analítico para o nível “Sub-bacia” é o eixo de “mobilização social”. Objetiva-se com a incorporação destes critérios que a sub-bacia prioritária apresente maior potencial de engajamento de parceiros locais na mobilização da comunidade residente na microbacia alvo. A seleção baseada no potencial de mobilização intrínseco à comunidade residente na microbacia será objetivo da priorização no nível de seleção de microbacia, com aplicação dos critérios do eixo “potencial social”, conforme esquema já apresentado na Figura 6.

A correção do objetivo da seleção no eixo “mobilização social”, atende à [OM 9], passando a contemplar o arcabouço político-institucional de escala municipal para receber e apoiar as ações futuras do Programa Mananciais na microbacia alvo. Ainda que uma sub-bacia habilitada não contemplem toda a extensão territorial de um município ou se expanda por mais de um município, a utilização do recorte municipal se alinha à premissa de que o município é o grande parceiro local da execução do Programa Mananciais.

Os novos critérios previstos para este eixo analítico atendem às medidas corretivas de consistência e confiabilidade de dados [OM 8] e de evitar sobreposições [OM 7]. São previstos 2 (dois) critérios relacionados à consolidação de políticas públicas de base para o Programa Mananciais (Plano Municipal da Mata Atlântica e Plano Municipal de Saneamento Básico), 1 (um) critério relacionado à condução de Programas e/ou projetos de conservação e recuperação ambiental em propriedades

particulares na zona rural, 1 (um) relacionando ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) e 1 (um) critério especial definido pelo CBH Afluente.

Na Tabela 8 são apresentados os novos critérios de seleção de sub-bacias [NCS] para o eixo “mobilização social”, sendo definidos os procedimentos de verificação, classes de resultado da análise e nota.

Tabela 8 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “mobilização social” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

| NOVA MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|---|---|---|--|-------------|
| EIXO MOBILIZAÇÃO SOCIAL | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [NCS 11] PMMA | Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA) | Consulta ao órgão ambiental estadual sobre a situação do PMMA para o(s) município(s) onde se localiza a sub-bacia, seguida da consulta ao município para averiguação da existência e de evidência de projetos derivados do PMMA | Sem PMMA | 0 |
| | | | Ao menos 1 município da sub-bacia com PMMA | 5 |
| | | | Ao menos 1 município da sub-bacia com PMMA e projeto derivado | 10 |
| [NCS 12] PMSB | Plano Municipal de Saneamento (PMSB) | | Sem PMSB | 0 |
| | | Consulta ao banco de dados do CEIVAP que relaciona a situação do PMSB dos municípios da BHRPS seguida da consulta ao município para averiguação da existência de projetos de saneamento rural. | Ao menos 1 município da sub-bacia com PMSB | 5 |
| | | | Ao menos 1 município da sub-bacia com PMSB e projeto de saneamento rural | 10 |
| [NCS 13] Projeto | Experiência com projetos de conservação e recuperação na zona rural | Consulta ao banco de dados do CEIVAP e/ou do órgão ambiental estadual que relaciona o município como contemplado com projetos de conservação e recuperação ambiental em propriedades | Não possui projetos | 0 |
| | | | Ao menos 1 projeto municipal | 5 |
| | | | Dois ou mais projetos | 10 |

| | | particulares na zona rural. | | |
|------------------------|---|---|----------------|----|
| [NCS 14] CAR | Percentual da área da sub-bacia inscrita no Cadastro Ambiental Rural (CAR) | Consulta aos dados públicos do SICAR e sobreposição da área cadastrada à área da sub-bacia. | Até 30% | 0 |
| | | | Entre 31 e 60% | 5 |
| | | | Acima de 60% | 10 |
| [NCS 15] Especial 3 | Critério especial de segurança hídrica definido pelo CBH afluente para sua respectiva região hidrográfica | Utilização de dados oficiais, correlação direta com as sub-bacias. Definição de classes e notas junto aos CBHs afluentes. | Classe 1 | 2 |
| | | | Classe 2 | 4 |
| | | | Classe 3 | 6 |
| | | | Classe 4 | 10 |

Onde: NCS = Novo Critério de seleção das Sub-bacias

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA) é um instrumento de planejamento estratégico criado no contexto da Lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428/2006), com o objetivo de orientar a conservação, a recuperação e o uso sustentável da vegetação nativa e dos recursos naturais associados ao bioma Mata Atlântica no âmbito municipal (SOS Mata Atlântica, 2017). Já os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) são instrumentos de planejamento e gestão para garantir a universalização e a sustentabilidade dos serviços de saneamento previstos nas Leis Federais nº 11.445/2007 e nº 14.026/2020 (BRASIL, 2014).

Municípios que contam com PMMA e PMSB são potencialmente mais sensíveis e instrumentalizados para apoiar a mobilização do Programa Mananciais. Portanto, os [NCS 11] PMMA e [NCS 12] PMSB atribuem maior nota a sub-bacias localizadas em municípios com maior potencial de apoio futuro ao Programa. Além disso, os órgãos ambientais estaduais e o próprio CEIVAP possuem banco de dados público que relacionam a condição dos municípios da bacia em relação à situação atual de PMMA e PMSB.

Utilizando esta mesma fonte de dados, são listados os municípios contemplados com programa e projetos federais, estaduais, municipais e/ou particulares que objetivam a conservação e a recuperação ambiental em propriedades rurais. Estes dados são utilizados na análise do [NCS 13] Projeto. A expertise do município na execução destes programas indica igualmente maior potencial de apoio futuro ao Programa Mananciais.

O [NCS 14] CAR foi adaptado em relação à metodologia original, sendo redefinidas as classes de resultados e nota associada. O percentual da área da sub-bacia cadastrada no CAR, indica a sensibilidade da comunidade rural para o atendimento da adequação ambiental rural.

Para o [NCS 15] Especial 3 podem ser inclusos pelo CBH Afluente, por exemplo, avaliações da sub-bacia em relação à sua participação em políticas públicas promovidas pelo próprio CBH, atuação de órgãos de assistência técnica e extensão rural, sindicatos rurais, associação de moradores, produtores e de defesa do meio ambiente, entre outros.

Os critérios distribuídos entre os três eixos analíticos são associados pelo método da Combinação Linear Ponderada (CLP), este método prevê a combinação dos fatores (critérios) pela aplicação de um peso (ponderação) à cada um deles, seguido da soma dos resultados. Conforme adotado na metodologia original, a CLP assume a premissa de que cada eixo analítico contribui com 1/3 da Nota Final de priorização das sub-bacias.

Atendendo a [OM 9], a ponderação para os critérios assume também a premissa de associar grau de importância aos critérios baseados em índice e de análise direta. Além destes, a ponderação também associa maior grau de importância para os critérios especiais, inclusos pelo CBH afluente.

Na Tabela 9 são apresentados os “pesos” de cada critério na composição da nota final para as sub-bacias para seleção do 2º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP.

Tabela 9 – Matriz com a ponderação (pesos) para composição da nota final de priorização de sub-bacias para o 2º ciclo do Programa Mananciais”

| EIXO ANALITICO | CRITÉRIO | PESO | NOTA FINAL |
|----------------------------|-------------------------|------|---|
| Segurança Hídrica na BHRPS | [NCS 1] Demanda | 0,50 | $Nota\ Final = \frac{\sum_{i=1}^{15}(Ci * pi)}{15}$ |
| | [NCS 2] Balanço Hídrico | 1,0 | |
| | [NCS 3] Estiagem | 0,75 | |
| | [NCS 4] Cheias | 0,75 | |
| | [NCS 5] Especial 1 | 2,0 | |
| Críticidade Ambiental | [NCS 6] Área | 0,5 | |
| | [NCS 7] Solos | 0,5 | |
| | [NCS 8] Conversão | 0,5 | |
| | [NCS 9] Restauração | 1,5 | |
| | [NCS 10] Especial 2 | 2,0 | |
| Mobilização Social | [NCS 11] PMMA | 0,5 | |
| | [NCS 12] PMSB | 0,5 | |
| | [NCS 13] Projetos | 1,0 | |
| | [NCS 14] CAR | 1,0 | |

Onde: NCS = Novo Critério de seleção para Sub-bacias.
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

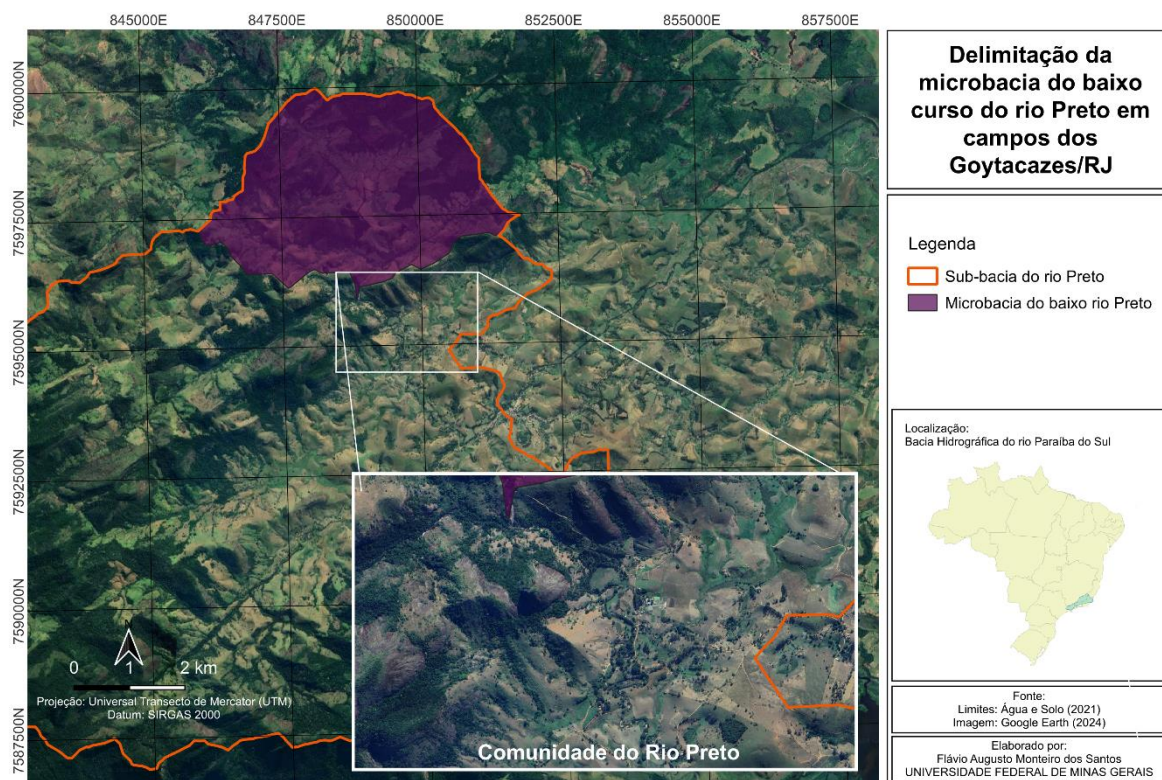
As 3 (três) sub-bacias com a maior nota final, são identificadas como sub-bacias prioritárias da respectiva região hidrográfica e seguem para a seleção no nível das microbacias, conforme a [OM 10]. Com menor número de sub-bacias prioritárias é esperado maior detalhamento da priorização.

Da mesma forma que na metodologia original, as sub-bacias prioritárias serão desmembradas em microbacias para posterior análise de elegibilidade e priorização dentro de cada região hidrográfica. As sub-bacias que possuem até 5.000ha são consideradas microbacias automaticamente. Para delimitação de microbacias a metodologia original será complementada com a etapa de validação do território da microbacia, assegurando a melhor representação da comunidade ao agrupamento das “ottobacias”.

Esta medida corretiva associada a [OM 11] será realizada com a fotointerpretação das “ottobacias” agregadas para agregação das zonas com maior concentração de imóveis residenciais e/ou comerciais locais à área de drenagem das “ottobacias”. A fotointerpretação de imagens de satélite deve considerar a série histórica mais longa disponível para consulta pública. Recursos alternativos como mapa de uso e cobertura do solo obtidos no MapBiomias (MapBiomias, 2025) também poderão ser consultados. A incorporação de “sedes” ou “centros” de comunidades locais será o principal critério para agregação da hidrografia e delimitação das ottobacias.

Na Figura 13 é apresentada a localização da microbacia do baixo curso do rio Preto, localizada no município de campos dos Goytacazes/RJ e selecionada como microbacia alvo do 1º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do CBH Baixo paraíba do Sul e Itabapoana (CBH-BPSI). A delimitação desta microbacia não considerou a inclusão da sede da comunidade, resultando em prejuízos para mobilização e engajamento da comunidade às ações de intervenção previstas para a microbacia.

Figura 13 – Delimitação da microbacia do baixo curso do rio Preto, microbacia alvo do 1º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do CBH-BPSI



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As microbacias delimitadas serão submetidas à análise de elegibilidade no nível das microbacias. Serão selecionadas as microbacias de cabeceira com área 500 e 5.000ha, conforme mostrado no Quadro 5.

Quadro 5– Matriz de elegibilidade completa (Níveis 1, 2 e 3) de seleção de áreas prioritárias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

| MATRIZ DE ELEGIBILIDADE | | | |
|--------------------------------|---|---|--|
| NÍVEL | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO |
| 1 – REGIÃO HIDROGRÁFICA | [NCE 1]: Compromisso de cofinanciamento e coexecução do CBH afluente na execução do 2º ciclo do Programa Mananciais. | Análise do documento legal (deliberação ou resolução do CBH) com menção expressa ao aporte de recurso financeiro e operacional à execução do PRISMA do 2º ciclo do Programa Mananciais. | (ATENDE) ▶ Seguir para seleção no NÍVEL 2. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da região hidrográfica da seleção. |
| 2 – SUB-BACIA | [NCE 2]: O exutório da sub-bacia está localizado | Identificação na base de dados oficial da existência do ponto de | (ATENDE) ▶ Seguir para [NCE 3]. |

| | | | |
|-------------------|---|---|--|
| | um ponto de captação de água para abastecimento público regular. | captação e validação da informação sobre regularidade da captação. | (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da AIPM. |
| | [NCE 3]: A sub-bacia possui entre 500 ha e 120.000ha. | Identificação da extensão de área da sub-bacia pelo software de SIG. | (ATENDE) ▶ Seguir para Priorização das sub-bacias habilitadas. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da AIPM. |
| 3 – MICROBACIA | [NCE 4]: A microbacia está localizada na região de cabeceira da sub-bacia prioritária. | Identificação visual da localização da microbacia no interior da sub-bacia prioritária. | (ATENDE) ▶ Seguir para [NCE 5]. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da microbacia. |
| | [NCE 5]: A microbacia possui entre 500 ha e 5.000ha. | Identificação da extensão de área da sub-bacia pelo software de SIG. | (ATENDE) ▶ Seguir para Priorização das microbacias. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da microbacia. |

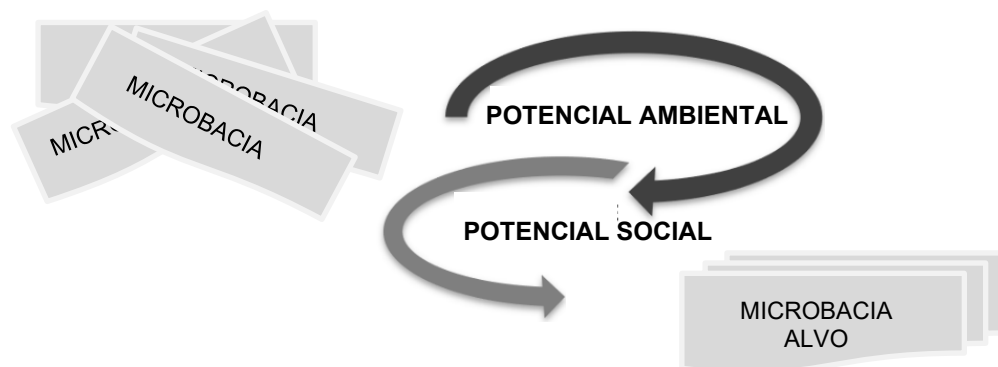
Onde: NCE = Novo Critério de Elegibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No nível de microbacia, serão aplicados critérios específicos para ranqueamento de prioridade. Entende-se, portanto, que na escala de microbacia (entre 500 e 5.000ha) o espaço territorial de comunidade rural deve ser analisado com rigor de especificidade e não generalização. A reaplicação dos critérios de priorização do nível sub-bacia para o nível microbacia pode contribuir para distorções na seleção da microbacia alvo. Como medida corretiva para a [OM 13] foram propostos critérios específicos para priorização no nível de microbacia.

Os novos critérios consideram a premissa de que a extensão territorial das sub-bacias é compatível com a extensão territorial distrital municipal. Os critérios propostos estão dimensionados para esta escala de observação, sendo divididos em 2 (dois) eixos analíticos: (i) potencial ambiental e (ii) potencial social, conforme ilustrado na Figura 14.

Figura 14 – Eixos analíticos propostos para priorização de microbacias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No eixo “potencial ambiental” estão inclusos 3 (três) critérios, sendo 1 (um) relacionado a densidade de nascentes; 1 (um) índice de Topográfico de Umidade (TWI) e 1 (um) critério especial definido pelo CBH afluente, conforme mostrado na Tabela 10.

Tabela 10 – Matriz de priorização de microbacias com critérios para o eixo analítico “potencial ambiental” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

| NOVA MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|--|---|---|------------------|------|
| EIXO POTENCIAL AMBIENTAL | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [NCM 1] Nascentes | Densidade de nascentes (Nascentes/km ²) | Demarcação de nascentes como ponto de origem de cursos d'água de 1ª ordem utilizando hidrografia oficial em maior escala disponível que contemple toda a região hidrográfica. | De 0 a 5 | 2 |
| | | | De 6 a 15 | 4 |
| | | | De 16 a 20 | 8 |
| | | | Acima de 21 | 10 |
| [NCM 2] TWI | Índice Topográfico de Umidade do Solo | Sobreposição da área da microbacia com o mapa da distribuição do Índice Topográfico de Umidade do Solo (TWI). | Baixo (< 5) | 6 |
| | | | Médio (>6 e <14) | 2 |
| | | | Alta (<15) | 10 |
| [NCM 3] Especial 4 | Critério especial de segurança hídrica definido pelo CBH afluente para sua respectiva região hidrográfica | Utilização de dados oficiais, correlação direta com as sub-bacias. Definição de classes e notas junto aos CBHs afluentes. | Classe 1 | 2 |
| | | | Classe 2 | 4 |
| | | | Classe 3 | 6 |
| | | | Classe 4 | 10 |

Onde: NCM = Novo Critério de seleção da Microbacia alvo

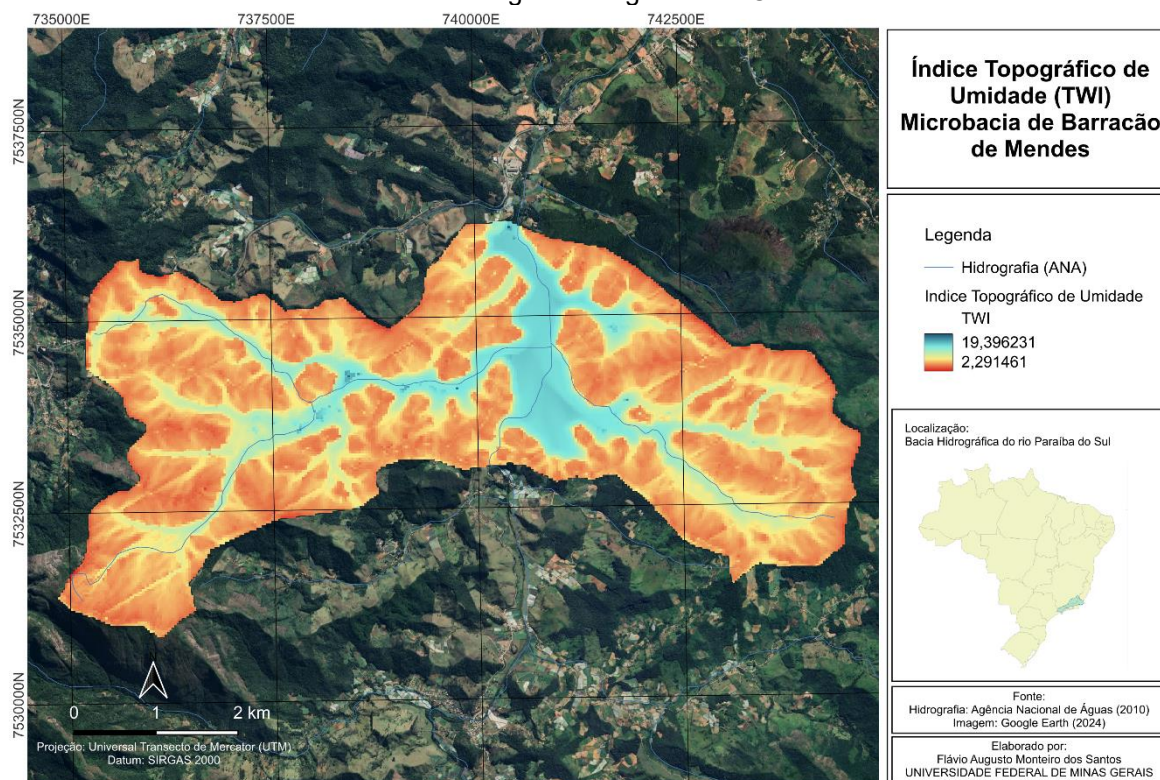
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O [NCM 1] Nascentes objetiva privilegiar a escolha de microbacias com maior densidade de nascentes, não só como métrica da sua capacidade de provimento hídrico, mais como potencial demandadora de intervenções de revegetação. Este potencial se relaciona à obrigatoriedade de Adequação Ambiental Rural (Brasil, 2012) e a oferta do Programa Mananciais para apoio à execução do Programa de Regularização Ambiental (PRA) constitui um ativo para engajamento da comunidade às intervenções futuras na microbacia alvo.

Já o [NCM 2] TWI considera a distribuição do Índice Topográfico de Umidade (*Topographic Wetness Index* - TWI). O TWI utiliza como parâmetros a declividade local e a área de contribuição específica à montante para cada unidade do mapa, indicando assim a variação da propensão física do terreno ao acúmulo de umidade (Beven e Kirkby, 1979). Valores altos de deste índice ($TWI > 15$) indicam áreas propensas ao acúmulo de umidade na microbacia, são potenciais produtoras de serviços ambientais hídricos. Já os valores baixos ($TWI < 5$) indicam áreas propensas à eventos de seca, queimadas e baixa aptidão agrícola, com grande potencial de conversão para usos conservacionistas.

O TWI para a microbacia pode ser obtido através de geoprocessamento, utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE) da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial de 30m. Utilizando o aplicativo *Quantum GIS* via extensão "*Open Topography*", ferramenta SAGA '*Topographic Wetness Index*' e representa a distribuição espacial do TWI para a microbacia. Na Figura 15 é apresentado o mapa gerado seguindo este procedimento para a microbacia de Barracão dos Mendes no município de Nova Friburgo/RJ.

Figura 15 – Mapa do Índice Topográfico de Umidade (TWI) para a microbacia de Barracão dos Mendes, no município de Nova Friburgo/RJ, definida como microbacia alvo do 1º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do CBH-R2R



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Por se tratar de um índice especializado, a nota do critério depende da ponderação do resultado do índice pela sua área de distribuição no interior da microbacia. Outros critérios de priorização podem ser apresentados e discutidos junto ao CBH afluente para a inclusão como [NCM 3] Especial 4.

No eixo analítico “potencial social” estão inclusos os critérios de análise do potencial da microbacia para adesão ao Programa Mananciais. Estes critérios estão associados a escala de comunidade, cujos dados são de difícil obtenção [OM 8]. Ainda que seja sugerida a validação de campo [OM 13] nesta revisão de metodologia, a validação aplicada ainda nesta etapa de priorização de microbacias pode representar um alto custo operacional. Portanto, são propostos para este eixo, indicadores baseados em dados secundários na escala da comunidade rural, mantendo a objetividade da seleção e a viabilidade da obtenção de dados [OM 8].

Os critérios previstos para o eixo “potencial social” analisam a oferta de equipamentos públicos associados a mobilização social no interior da microbacia, as áreas cadastradas no CAR, bem como a inclusão de um critério especial pelo CBH

afluente. Na Tabela 11 é apresentada a matriz de priorização de microbacias com critérios para o eixo analítico “potencial social”.

Tabela 11 - Matriz de priorização de microbacias com critérios para o eixo analítico “potencial social” para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

| NOVA MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|---|---|--|------------------------------------|-------------|
| EIXO POTENCIAL SOCIAL | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [NCM 4] Equipamentos | Número de equipamentos públicos como escolas e postos de saúde na comunidade | Análise da distribuição da rede de saúde, educação e segurança do município para identificação de equipamentos públicos no interior da microbacia. | Nenhum | 0 |
| | | | Apenas 1 | 2 |
| | | | 2 ou mais | 8 |
| | | | Equipamentos de diferente natureza | 10 |
| [NCM 5] CAR | Percentual da área da sub-bacia inscrita no Cadastro Ambiental Rural (CAR) | Consulta aos dados públicos do SICAR e sobreposição da área cadastrada à área da sub-bacia. | Classe 1: Menor registro | 0 |
| | | | Classe 2: Menor registro +A | 4 |
| | | | Classe 3: Menor registro +2A | 8 |
| | | | Classe 4: Menor registro +3A | 10 |
| [NCM 6] Especial 5 | Critério especial de segurança hídrica definido pelo CBH afluente para sua respectiva região hidrográfica | Utilização de dados oficiais, correlação direta com as sub-bacias. Definição de classes e notas junto aos CBHs afluentes. | Classe 1 | 2 |
| | | | Classe 2 | 4 |
| | | | Classe 3 | 6 |
| | | | Classe 4 | 10 |

Onde: NCM = Novo Critério de seleção da Microbacia alvo

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os equipamentos públicos existentes na microbacia, utilizados como [NCM 4] têm como potencial apoiar as ações de mobilização social na comunidade. Ações diretas como reuniões de engajamento, capacitações, reuniões de Unidades Gestoras dos PRISMAs (UGPs) entre outros, podem ser facilitadas a partir da existência destes equipamentos na microbacia. Escolas, unidades de saúde e segurança podem ser facilitadoras para reconhecimento local, com a identificação de atores chave na comunidade e definição de estratégias conjuntas de comunicação e engajamento.

A reaplicação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) no nível de microbacia objetiva medir o potencial de adesão da comunidade ao Programa Mananciais.

Microbacias com maior percentual de área cadastrada no CAR indicam maior grau de sensibilidade da comunidade pela adesão ambiental.

Os critérios de ambos os eixos analíticos estão associados à ponderação das notas, atendendo a [OM 9] e a equidade da distribuição de pesos entre os dois eixos, com participação de 50% na nota final para cada eixo.

Na Tabela 12 são apresentados os “pesos” de cada critério na composição da nota final para as microbacias para seleção do 2º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP.

Tabela 12 – Matriz com a ponderação (pesos) para composição da nota final de priorização de microbacias para o 2º ciclo do Programa Mananciais

| EIXO ANALITICO | CRITÉRIO | PESO | NOTA FINAL |
|---------------------|----------------------|------|---|
| Potencial ambiental | [NCM 1] Nascentes | 1,0 | $Nota\ Final = \left(\frac{\sum_{i=1}^6 (C_i * p_i)}{6}\right) * f_c$ |
| | [NCM 2] TWI | 1,5 | |
| | [NCM 3] Especial 4 | 2,5 | |
| Potencial social | [NCS 4] Equipamentos | 1,5 | |
| | [NCS 5] CAR | 1,5 | |
| | [NCS 6] Especial 5 | 2,0 | |

Onde: NCS = Novo Critério de seleção para Sub-bacias.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A ponderação para os critérios assume a premissa de associar grau de importância aos critérios baseados em índice e de análise direta. Além destes, a ponderação também associa maior grau de importância para os critérios especiais, inclusive pelo CBH afluente. Entretanto, a ponderação não associa à microbacia a ordem de prioridade em relação à sub-bacia em que está localizada, sendo para tanto definido um fator de correção (f_c).

O fator de correção (f_c) atribuí à nota final da microbacia o grau de prioridade da sua sub-bacia de origem, conforme hierarquização no nível das sub-bacias. O fator de correção é calculado com base na maior nota obtida entre as três sub-bacias prioritárias que avançaram para o nível de seleção das microbacias. A sub-bacia com maior nota final associa às microbacias localizadas no seu interior o $f_c = 1,0$. Para as demais microbacias o F_c é calculado como a razão entre a nota obtida pela sua sub-bacia de origem em relação à nota obtida pela sub-bacia com $f_c = 1,0$.

As microbacias prioritárias seguirão para o último nível de seleção, o nível das áreas focais, considerando a hierarquização pela nota final obtida. Diferentemente da metodologia original, a microbacia alvo só definida após análise de elegibilidade no

nível de área focal. Objetiva-se com esta alteração a adoção da medida corretiva para a [OM 13] e [OM 14]. Estas medidas preveem a inclusão de uma etapa final de validação das informações de seleção no campo, com a coleta de dados primários para definição das áreas focais e assertividade na escolha da microbacia alvo.

Assim, a microbacia prioritária com a maior nota de priorização será visitada por equipe técnica especializada para coleta de dados de campo objetivando caracterizar a expectativa de adesão de proprietários rurais ao Programa Mananciais. Serão realizadas entrevistas com os proprietários rurais e/ou tomadores de decisão sobre a gestão do uso do solo local (posseiros de terra, arrendatários, condôminos, etc.). A análise quantitativa destas entrevistas deve permitir caracterizar o percentual das propriedades geolocalizadas pelos polígonos do Cadastro Ambiental Rural que declaram interesse na participação do Programa Mananciais.

Esta pesquisa social exploratória utilizará como ferramenta questionários semiestruturados para entrevista com a comunidade (Richardson, 2017), sendo a coleta de dados estruturada por conglomerados (cabeceiras, e zona central da microbacia) até a obtenção de

Caso o interesse de adesão da comunidade ao Programa Mananciais seja inferior à 60% a segunda microbacia prioritária deverá ser visitada para realização do mesmo diagnóstico. Mesmo procedimento deve ser adotado até que a microbacia prioritária visitada expresse significativo potencial de adesão às intervenções previstas no Programa Mananciais do CEIVAP.

A microbacia prioritária com potencial de adesão > 60% será considerada a microbacia alvo do 2º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica participante, seguindo para a etapa de zoneamento e definição das áreas focais que serão utilizadas no PRISMA.

No Quadro 6 é apresentada a matriz de elegibilidade considerando todos os 4 níveis de seleção proposta para a metodologia revista.

Quadro 6 – Matriz de elegibilidade completa (Níveis 1, 2 e 3) de seleção de áreas prioritárias para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

| MATRIZ DE ELEGIBILIDADE | | | |
|--------------------------------|--|---|--|
| NÍVEL | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO |
| 1 – REGIÃO HIDROGRÁFICA | [NCE 1]: Compromisso de cofinanciamento e coexecução do CBH afluente na execução do 2º ciclo do Programa Mananciais. | Análise do documento legal (deliberação ou resolução do CBH) com menção expressa ao aporte de recurso financeiro e operacional à execução do PRISMA do 2º ciclo do Programa Mananciais. | (ATENDE) ▶ Seguir para seleção no NÍVEL 2. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da região hidrográfica da seleção. |
| | [NCE 2]: O exutório da sub-bacia está localizado um ponto de captação de água para abastecimento público regular. | Identificação na base de dados oficial da existência do ponto de captação e validação da informação sobre regularidade da captação. | (ATENDE) ▶ Seguir para [NCE 3]. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da AIPM. |
| 2 – SUB-BACIA | [NCE 3]: A sub-bacia possui entre 500 ha e 120.000ha. | Identificação da extensão de área da sub-bacia pelo software de SIG. | (ATENDE) ▶ Seguir para Priorização das sub-bacias habilitadas. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da AIPM. |
| | [NCE 4]: A microbacia está localizada na região de cabeceira da sub-bacia prioritária. | Identificação visual da localização da microbacia no interior da sub-bacia prioritária. | (ATENDE) ▶ Seguir para [NCE 5]. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da microbacia. |
| 3 – MICROBACIA | [NCE 5]: A microbacia possui entre 500 ha e 5.000ha. | Identificação da extensão de área da sub-bacia pelo software de SIG. | (ATENDE) ▶ Seguir para Priorização das microbacias. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da microbacia. |
| | [NCE 6]: A microbacia possui mais de 60% das propriedades inscritas no CAR com interesse de aderirem ao Programa Mananciais | Aplicação de questionário aos proprietários e/ou tomadores de decisão das propriedades inscritas no CAR da microbacia prioritária | (ATENDE) ▶ ELEITA A COMO MICROBACIA ALVO. (NÃO ATENDE) ▶ Exclusão da microbacia prioritária, recrutamento da |

Onde: NCE = Novo Critério de Elegibilidade
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Por fim, a microbacia alvo receberá o zoneamento para definição das áreas focais, conforme a [OM 14]. O Zoneamento deverá considerar aspectos como a hidrografia, hipsometria, uso e cobertura da terra e distribuição dos solos.

Para tanto, recomenda-se que o levantamento de campo seja complementado com a caracterização quali-quantitativa dos recursos hídricos e o levantamento dos solos da microbacia alvo. O diagnóstico de campo indicará as áreas da microbacia alvo para intervenções específicas como recuperação ambiental, recomposição florestal, drenagem de estradas rurais, entre outras.

4.3 Resultados da Etapa 3

Para testagem da metodologia revisada, foi considerado inicialmente que a Resolução CBHMPS nº 102/2021 será revogada com a inclusão do compromisso do CBH Médio Paraíba do Sul no aporte de recursos financeiros e humanos para cofinanciamento e coexecução do 2º ciclo do Programa Mananciais na sua respectiva região hidrográfica.

Atendendo assim ao [NCE 1], procede-se à delimitação das Áreas de Interesse de Proteção e Recuperação de Mananciais (AIPMs) para cada ponto de captação de água para abastecimento público da Região Hidrográfica. Para o estado do Rio de Janeiro, além da identificação e caracterização de todos os pontos de captação, o Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2023) também fornece a delimitação das respectivas AIPMs para estas captações, sendo dispensado o procedimento de delimitação das AIPMs.

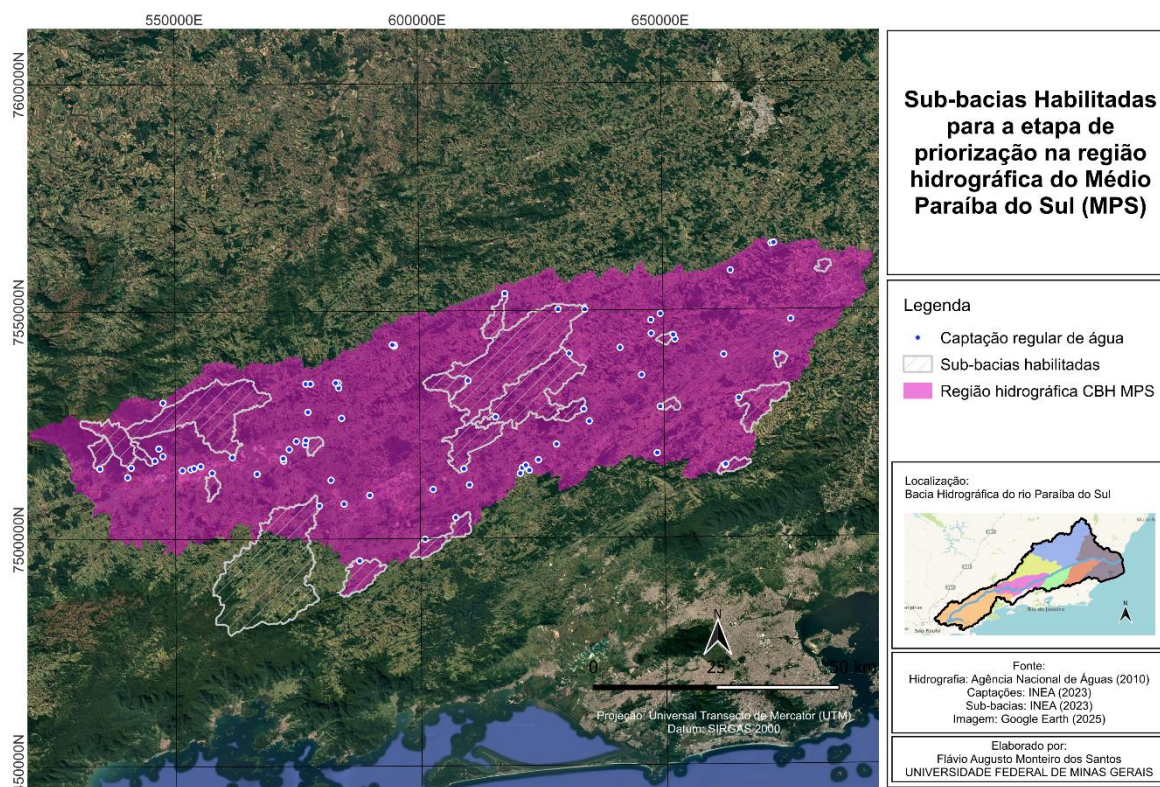
Segundo (INEA, 2023), na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, são catalogados 83 (oitenta e três) pontos de captação de uso regular ou temporário, que resultam em 642.827 ha de AIPMs, conforme já apresentado na Figura 7. Muitas dessas AIPMs possuem área que excedem a área da região hidrográfica, como os pontos de captação no próprio rio Paraíba do Sul, como é o caso da captação que abastece o distrito sede do município de Resende/RJ, por exemplo.

No nível 2 de seleção (nível de sub-bacias), o primeiro critério de elegibilidade seleciona apenas as captações “ativas”, sendo excluídos com uso de ferramentas de seleção do QGIS os pontos de captação de uso temporário (ou *standby*) identificados por INEA (2023). Dos 83 pontos captação, são mantidos 74 (setenta e quatro) com a aplicação do [NCE 2].

Na sequência, aplicando as mesmas ferramentas de seleção do QGIS são excluídas as AIPMs que possuam área inferior à 500 ha. São identificadas 27 (vinte e sete) pequenas AIPMs que variam de 5 a 486 ha que não atendem ao [NCE 3]. A partir do mesmo procedimento, são excluídas as 24 (vinte e quatro) AIPMs com área maior que 120.000ha para atendimento ao [NCE 3].

Com a aplicação dos critérios de elegibilidade às AIPMs da região hidrográfica do médio Paraíba do Sul, são identificadas 23 (vinte e três) sub-bacias habilitadas que seguirão para o processo de priorização no nível de seleção das sub-bacias. Dentre as sub-bacias habilitadas, estão as sub-bacias do rio das Flores, Pau d’alho e rio Bananal, descritos na Resolução do CBHMPS nº 102/2021 como microbacias alvo para o 1º, 2º e 3º ciclo do Programa Mananciais, respectivamente. A Figura 16 apresenta o mapa com as sub-bacias habilitadas para a etapa de priorização no nível 2 de seleção.

Figura 16 – Sub-bacias habilitadas para priorização no nível 2 (sub-bacias), conforme metodologia de seleção revista para o 2º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do CBH-MPS

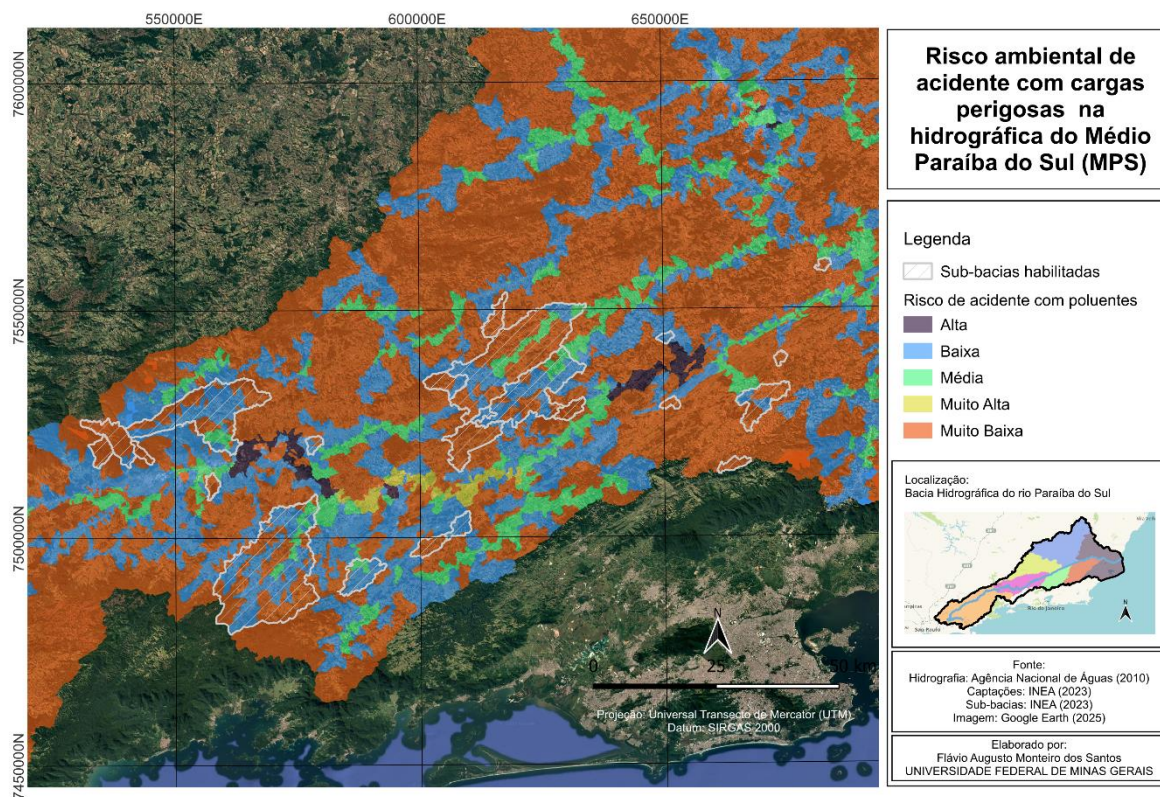


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise da Figura 18 evidencia que a maior parte das sub-bacias habilitadas está localizada no interior da região hidrográfica do MPS. Destaca-se como exceção a sub-bacia do rio Bananal, AIPM da captação de água para abastecimento do distrito sede do município de Barra Mansa/RJ, cuja região de cabeceira encontra-se na região hidrográfica do CBHPS no estado de São Paulo. Esta condição não exclui a sub-bacia da etapa de priorização, no entanto, como a maioria dos dados utilizados possui distribuição limitada ao estado do Rio de Janeiro ou à região hidrográfica do MPS, toda análise de sobreposição relativa a esta microbacia terá como referência apenas a área da sub-bacia inclusa no interior da região hidrográfica.

Para priorização de sub-bacias no eixo analítico “segurança hídrica na BHRPS” foram aplicados os critérios [NCS 1], [NCS 2], [NCS 3], [NCS 4] e definido, de forma simulada, o [NCS 5] Especial 1 como sendo o risco para acidente com cargas perigosas (CEIVAP, 2021). O [NCS 5] foi calculado com base no mapa do risco para evento crítico “Acidente com cargas Perigosas” na região do Médio Paraíba do Sul, apresentado na Figura 17. As classes de resultado e as notas para o [NCS 5] foram as mesmas que aquelas utilizadas para os [NCS 3], [NCS 4], já apresentados.

Figura 17 – Distribuição do risco ambiental para acidentes com cargas perigosas para a região hidrográfica do CBH-MPS



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os mapas digitais elaborados por CEIVAP (2021), CEIVAP (2025a) e CEIVAP (2025b) utilizados para análise dos critérios de segurança hídrica foram obtidos no site SIGAWeb, repositório de dados do CEIVAP (SIGAWeb, 2025). Os mapas digitais foram submetidos ao pré-processamento com a correção de geometrias inválidas, utilizando a ferramenta “correção de geometrias” do QGIS.

Após o pré-processamento, foram analisadas as sobreposições da área das sub-bacias hierarquizadas com as classes de resultado dos mapas temáticos para cada critério deste eixo analítico. Para tanto, foram extraídas as intercessões entre as feições dos mapas temáticos. Utilizando o cálculo de área, seguida da extração para planilha eletrônica, foi determinado o percentual da área da sub-bacia ocupada por cada classe de resultado do critério. As informações foram exportadas para o software Excel® para cômputo da nota final para cada sub-bacia.

Na planilha digital, as classes de resultado dos mapas temáticos foram associadas às notas e ponderada pelo percentual em área para obtenção da nota de cada critério por sub-bacia. Já para o critério [NCS 2], dada a indisponibilidade dos

mapas digitais com acesso público, as classes de resultado e as notas foram adaptadas, conforme mostrado na Tabela 13. Assim, a nota deste critério foi atribuída em função da presença/ausência de trechos de acordo com cada classe do Balanço Hídrico.

Tabela 13 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “segurança hídrica da BHRPS” adaptada para seleção na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul

| NOVA MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|-------------|
| EIXO SEGURANÇA HÍDRICA DA BHRPS | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [NCS 1] Quadro das demandas | Demanda hídrica espacializada consolidada para a BHRPS | Sobreposição da área da sub-bacia com o mapa da demanda hídrica espacializada consolidada para a BHRPS. | 0 m ³ /s | 0 |
| | | | Até 0,01 m ³ /s | 5 |
| | | | Acima de 0,01 m ³ /s | 10 |
| [NCS 2] Balanço Hídrico | Percentual da disponibilidade hídrica do curso d'água consumido considerando as demandas atuais | Análise da drenagem da sub-bacia habilitada em relação à distribuição do Índice de Comprometimento Hídrico para a vazão de referência Q95 no cenário atual para o período anual | Possui trecho com <25% do balanço | 2 |
| | | | Possui trecho com 25 a 50 | 6 |
| | | | Possui trecho com 50 a 75% | 8 |
| | | | Possui trecho com >75% | 10 |
| [NCS 3] Risco de estiagem | Risco de estiagem no cenário 1 (baixa magnitude de impacto) | Sobreposição da sub-bacia com o mapa da distribuição de risco ambiental de estiagem considerando o cenário 1 para a BHRPS | Baixo | 2 |
| | | | Moderado | 6 |
| | | | Alto | 10 |
| [NCS 4] Risco de cheias | Risco de cheias no cenário 1 cenário 1 (baixa magnitude de impacto) | Sobreposição da sub-bacia com o mapa da distribuição de risco ambiental de cheias considerando o cenário 1 para a BHRPS | Baixo | 2 |
| | | | Moderado | 6 |
| | | | Alto | 10 |
| [NCS 5] Cargas | Risco de acidentes com cargas perigosas no cenário 1 cenário 1 (baixa magnitude de impacto) | Sobreposição da sub-bacia com o mapa da distribuição de risco ambiental de acidentes com cargas perigosas considerando o cenário 1 para a BHRPS | Classe 1 | 2 |
| | | | Classe 2 | 4 |
| | | | Classe 3 | 6 |
| | | | Classe 4 | 10 |

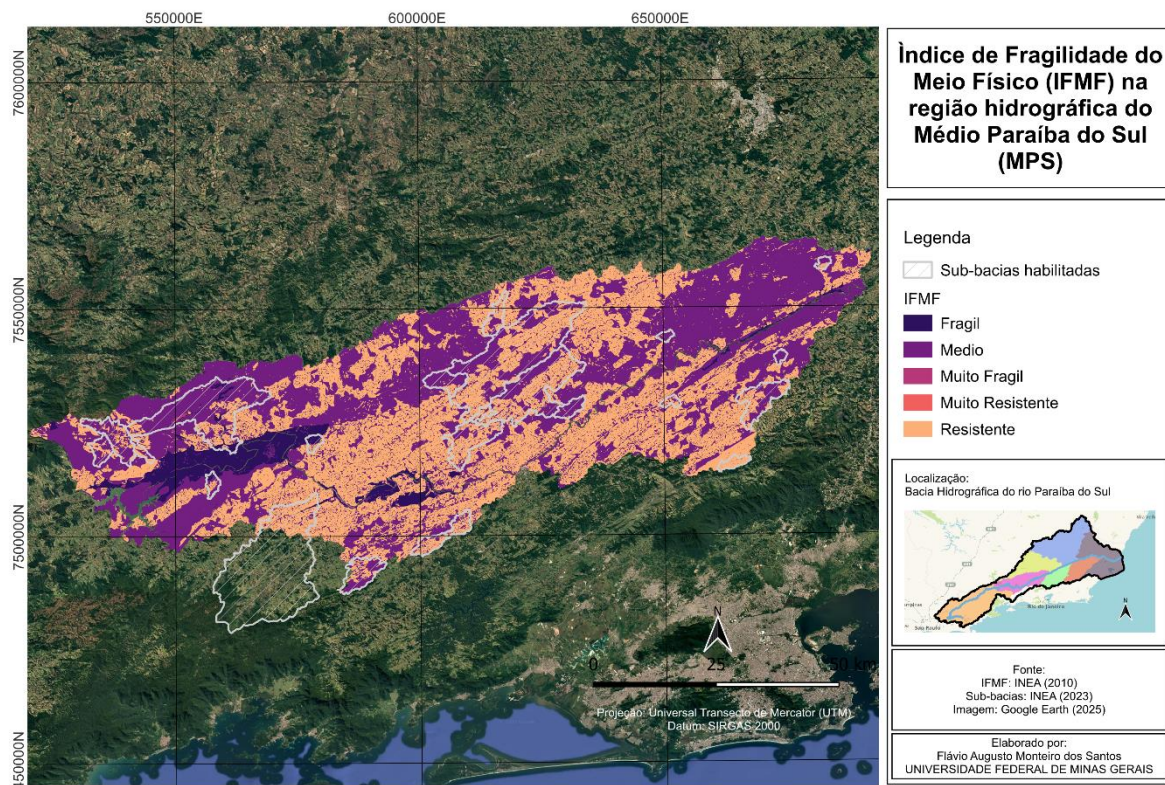
Onde: NCS = Novo Critério de seleção das Sub-bacias
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para cada sub-bacia habilitada, foi realizado o somatório das notas em cada critério deste eixo analítico multiplicadas pelo peso ponderal específico de cada critério (descritos na Tabela 10) e apresentados no Apêndice A.

A análise de priorização das sub-bacias seguiu com a aplicação dos critérios do eixo “Criticidade Ambiental”. Utilizando o mapa do Índice de Fragilidade do Meio Físico (IFMF), Uso e cobertura do Solo e Prioridade de Restauração Florestal obtido no portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e no Portal Geolnea do INEA, foram realizados os mesmos procedimentos de pré-processamento, processamento e análise descritos para os critérios do eixo analítico “Segurança Hídrica”.

Para o [NCS 10] Especial 2 foi utilizado o Índice de Fragilidade do Meio Físico (IFMF), elaborado por INEA (2010) para a região hidrográfica do médio Paraíba do Sul. Esse índice é gerado a partir de uma integração de dados que compreendem os aspectos considerados instáveis para o meio físico, constantes nos mapeamentos da classificação geológica e compartimentação geomorfológica, atribuídos pesos de acordo com a relevância do parâmetro e diante da totalidade espacial de suas ocorrências no território (INEA, 2010). Na Figura 18 é apresentado o mapa com o IMPF para a região hidrográfica do CBH-MPS.

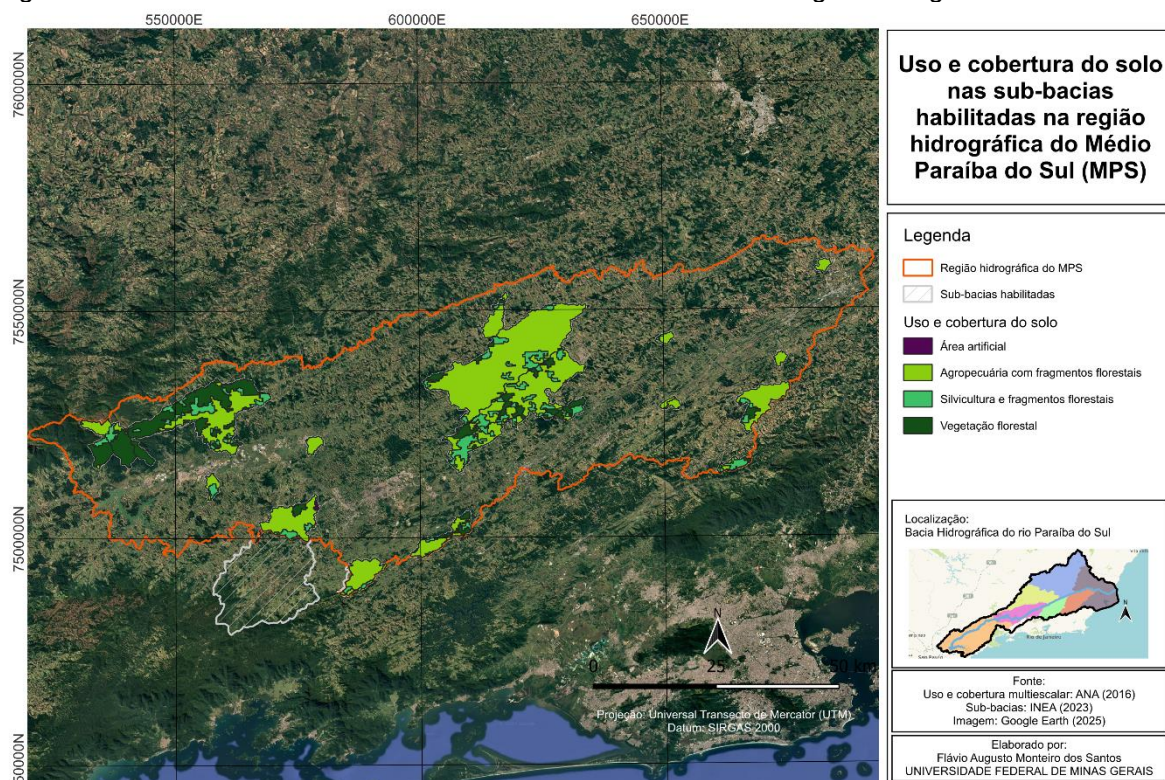
Figura 18 – Distribuição do Índice de Fragilidade do Meio Físico (IFM) para a região hidrográfica do CBH-MPS



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

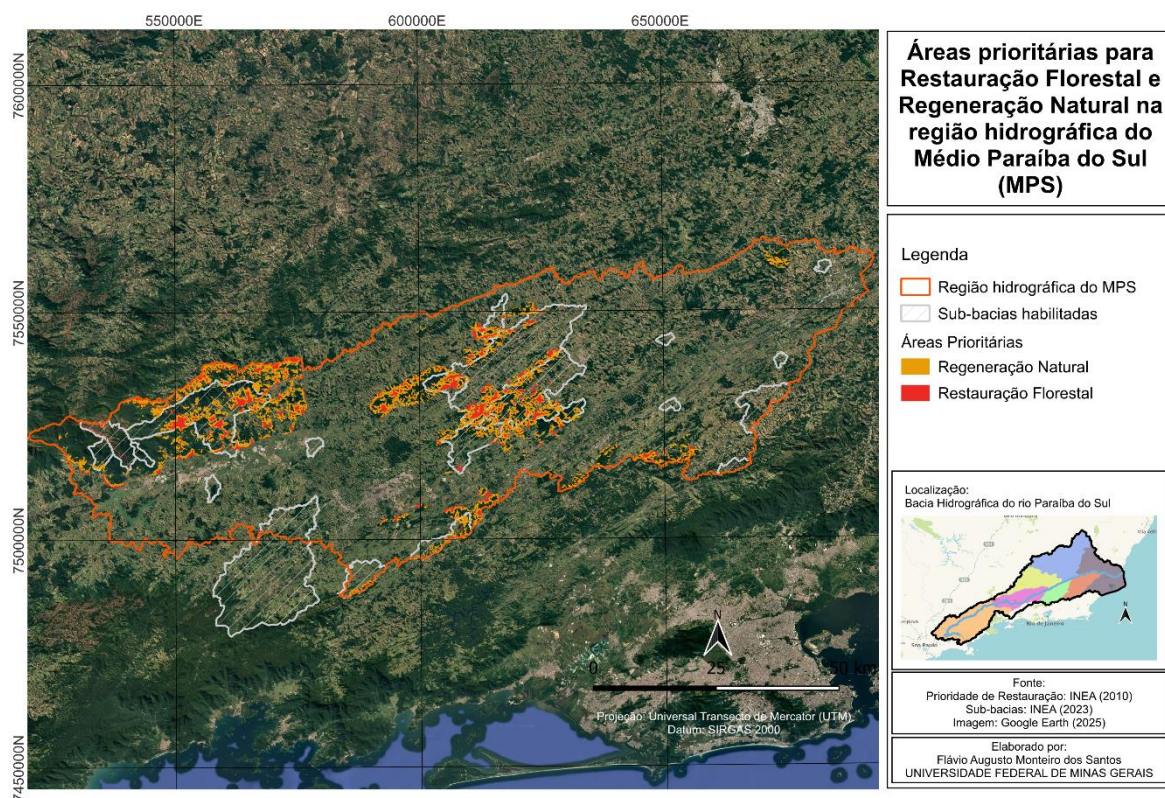
Os critérios [NCS 8] e [NCS 9] tiveram classes de resultado adaptadas em função das classificações contidas nos mapas temáticos de uso e cobertura do solo para o estado do Rio de Janeiro (ANA, 2020) e de prioridade para restauração florestal no estado do Rio de Janeiro (INEA, 2017), conforme mostrados nas Figuras 19 e 20.

Figura 19 – Uso e cobertura do solo nas sub-bacias habilitadas na região hidrográfica do CBH-MPS



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 20 – Prioridade de restauração florestal nas sub-bacias habilitadas na região hidrográfica do CBH-MPS



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise dos dados utilizados no [NCS 9] indicou que entre as sub-bacias habilitadas há um total de 22.939 ha de área classificada como de mais alto grau de prioridade para restauração e condução da regeneração natural, o que representa um ativo para mobilização e engajamento de atores para ganho de escala do Programa Mananciais.

Para definição das classes de resultado do [NCS 9] foi considerada a amplitude dos resultados de percentual de área da sub-bacia com áreas prioritárias para restauração florestal e/ou regeneração florestal. Foram definidas 4 classes de resultado com a nota corresponde. A Tabela 14 apresenta a matriz com os critérios de priorização para o eixo analítico “Críticidade Ambiental” adaptados para a região hidrográfica do CBH-MPS.

Tabela 14 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “críticidade ambiental” adaptado para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do CBH-MPS

| NOVA MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|---|---|--|---|-------------|
| EIXO CRÍTICIDADE AMBIENTAL | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [NCS 6] Área | Tamanho da Área de Interesse para Proteção de Mananciais (AIPM) | Cálculo da área total da AIPM pelo software de GIS | Abaixo de 20.000 ha | 10 |
| | | | De 20.001 a 40.000 ha | 8 |
| | | | De 40.001 a 80.000 ha | 4 |
| | | | De 80.001 a 120.000 ha | 2 |
| [NCS 7] Classe de solo | Distribuição de solos com maior aptidão para reservação de água na microbacia | Sobreposição da área da sub-bacia com áreas que apresentam predomínio de solos com aptidão para reservação de água | Latossolos | 10 |
| | | | Argissolos | 8 |
| | | | Cambissolos | 6 |
| | | | Gleissolos | 4 |
| | | | Espodossolos | 2 |
| [NCS 8] Conversão | Potencial de conversão do solo para modelos produtivos sustentáveis. | Sobreposição da área da sub-bacia com áreas que apresentam potencial para conversão produtiva para sistemas mais sustentáveis, conforme mapa de uso e cobertura do solo. | Pastagem | 10 |
| | | | Agropecuária | 8 |
| | | | Silvicultura ou área com vegetação nativa | 6 |
| | | | Área Artificial | 2 |

| | | | | |
|------------------------|--|---|---------------------|----|
| | | | Muito Baixa (<2%) | 2 |
| [NCS 9] Restauração | Áreas Prioritárias para a restauração ecológica (ou florestal) | Sobreposição da área da sub-bacia com áreas classificadas no mais alto grau de prioridade de restauração florestal e regeneração natural. | Baixa (<2% e >10%) | 4 |
| | | | Média (<11% e >20%) | 6 |
| | | | Alta (<21%) | 10 |
| [NCS 10] Especial 2 | Índice de Fragilidade do Meio Físico (IFMF) | Sobreposição da área da sub-bacia com áreas classificadas em função do Índice de Fragilidade do Meio Físico (IFMF) | Resistente | 2 |
| | | | Médio | 6 |
| | | | Frágil | 8 |
| | | | Muito Frágil | 10 |

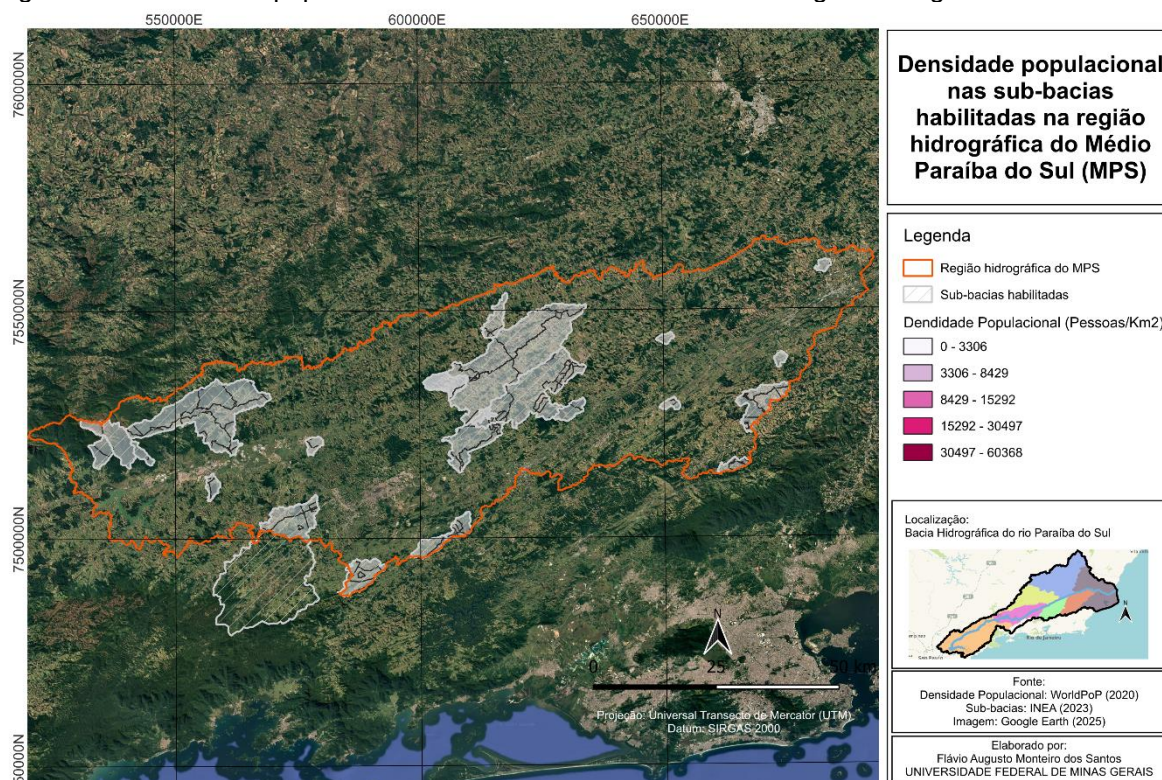
Onde: NCS = Novo Critério de seleção das Sub-bacias
 Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

No Apêndice B são apresentados os resultados da aplicação dos critérios do eixo analítico de “Críticidade Ambiental”.

Por fim, foram definidas as notas para os critérios no eixo analítico de “mobilização social”. Os dados para cálculo das notas dos [NCS 11], [NCS 12] e [NCS 13] foram obtidos através de consulta direta ao site do Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (SIGA/CEIVAP) e no Portal do INEA.

Para o [NCS 15] Especial 3, foi utilizada a densidade populacional estimada pela WorldPop (www.worldpop.org - Escola de Geografia e Ciências Ambientais, Universidade de Southampton (WorldPop, 2020). A densidade populacional indica, por exemplo maior demanda de investimento em serviços ambientais, o que pode representar um entrava ao sucesso efetivo do programa dado a limitação dos recursos disponibilizados pelo CEIVAP para investimento em intervenções. Na Figura 21 é apresentado o mapa com a distribuição da densidade populacional para as sub-bacias habilitadas na região hidrográfica do médio Paraíba do Sul.

Figura 21 – Densidade populacional nas sub-bacias habilitadas na região hidrográfica do CBH-MPS



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Além do [NCS 15], foram ajustadas as classes de resultado para o [NCS 14] CAR. Para este último, os dados de entrada foram obtidos diretamente no site do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SiCAR). Os dados do CAR foram pré-processados, sendo excluídos os cadastrados com status “Cancelado” e os polígonos exorbitantes, que representam anomalias do cadastro. Foram identificadas 7.053 feições válidas, sendo 1.750 cadastros nas sub-bacias habilitadas.

Considerando que o Cadastro Ambiental Rural ainda não foi validado pelo órgão ambiental estadual, as sobreposições foram ignoradas através da diluição das feições sobrepostas, utilizando a ferramenta “dissolver” do QGIS. Considerando a amplitude dos resultados, sendo a sub-bacia do rio Bonsucesso é a que apresenta maior cobertura para com o CAR (96%) e a sub-bacia do rio Campo Belo aquela com o menor percentual (15%) foram definidas as classes de resultado para o [NCS 14].

A matriz com os critérios para o eixo analítico “mobilização social” é apresentada na Tabela 15.

Tabela 15 – Matriz de priorização de sub-bacias com critérios para o eixo analítico “mobilização social” adaptados para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul

| NOVA MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS | | | | |
|--|--|---|--|------|
| EIXO MOBILIZAÇÃO SOCIAL | | | | |
| CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | VERIFICAÇÃO | RESULTADO | NOTA |
| [NCS 11] PMMA | Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA) | Consulta ao órgão ambiental estadual sobre a situação do PMMA para o(s) município(s) onde se localiza a sub-bacia, seguida da consulta ao município para averiguação da existência e de evidência de projetos derivados do PMMA | Sem PMMA | 0 |
| | | | Ao menos 1 município da sub-bacia com PMMA | 5 |
| | | | Ao menos 1 município da sub-bacia com PMMA e projeto derivado | 10 |
| [NCS 12] PMSB | Plano Municipal de Saneamento (PMSB) | | Sem PMSB | 0 |
| | | Consulta ao banco de dados do CEIVAP que relaciona a situação do PMSB dos municípios da BHRPS seguida da consulta ao município para averiguação da existência de projetos de saneamento rural. | Ao menos 1 município da sub-bacia com PMSB | 5 |
| | | | Ao menos 1 município da sub-bacia com PMSB e projeto de saneamento rural | 10 |
| [NCS 13] Projeto | Experiência com projetos de conservação e recuperação na zona rural | Consulta ao banco de dados do CEIVAP e/ou do órgão ambiental estadual que relaciona o município como contemplado com projetos de conservação e recuperação ambiental em propriedades particulares na zona rural. | Não possui projetos | 0 |
| | | | Ao menos 1 projeto municipal | 5 |
| | | | Dois ou mais projetos | 10 |
| [NCM 5] CAR | Percentual da área da sub-bacia inscrita no Cadastro Ambiental Rural (CAR) | Consulta aos dados públicos do SICAR e sobreposição da área cadastrada à área da sub-bacia. | 15,01 a 35,25% | 0 |
| | | | 35,26 a 55,50% | 4 |
| | | | 55,51 a 75,75% | 8 |
| | | | 75,76 a 96% | 10 |
| | | | | |

| | | | | |
|------------------------|---|---|----------|----|
| [NCS 15] Especial 3 | Critério especial de segurança hídrica definido pelo CBH afluente para sua respectiva região hidrográfica | Utilização de dados oficiais, correlação direta com as sub-bacias. Definição de classes e notas junto aos CBHs afluentes. | Classe 1 | 2 |
| | | | Classe 2 | 4 |
| | | | Classe 3 | 6 |
| | | | Classe 4 | 10 |

Onde: NCS = Novo Critério de seleção das Sub-bacias

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os resultados da análise dos critérios de priorização de sub-bacias para o eixo analítico “mobilização social” são apresentados no Apêndice C.

Consolidando os resultados da aplicação dos critérios nos três eixos analíticos, foi obtida a Nota Final de cada sub-bacia habilitada na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. O resultado final da priorização é apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultado da priorização de sub-bacias da metodologia de seleção para o 2º Ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul

| SUB-BACIA Habilitada | PRIORIZAÇÃO SUB-BACIAS Sub-bacias Prioritárias | | NOTA FINAL DA SUB-BACIA |
|---------------------------------|--|----------------|-------------------------------|
| | MANANCIAL | MUNICÍPIO | |
| Rio Bonsucesso | Córrego Parque da Concórdia | Valença | 104,00 |
| Ribeirão Santana | Ribeirão Santana (Cachoeira dos Macacos) | Valença | 94,64 |
| Ribeirão da Água Branca | Ribeirão da Água Branca | Resende | 90,08 |
| Rio Barra Mansa | Rio Barra Mansa | Barra Mansa | 89,94 |
| Rio Bonito (Valença) | Rio Bonito | Valença | 88,22 |
| Rio das Flores (Valença) | Rio das Flores | Valença | 85,63 |
| Córrego Pau D'Alho | Córrego Pau D'Alho | Piraí | 83,59 |
| Córrego Maria Preta | Córrego Maria Preta | Pinheiral | 83,17 |
| Córrego sem ID 3 | Manancial de abastecimento do distrito de Werneck | Paraíba do Sul | 82,79 |
| Rio das Flores (Barra do Piraí) | Rio das Flores | Barra do Piraí | 80,25 |
| Rio Bonito (Itatiaia) | Ribeirão Bonito | Itatiaia | 76,50 |
| Córrego sem ID 4 | Nascente da Fazenda Tangará | Rio das Flores | 76,47 |
| Rio Bonito (Bonsucesso) | Rio Bonsucesso | Valença | 74,49 |
| Rio Alegre | Rio Cananéia | Vassouras | 72,78 |
| Ribeirão das Minhocas | Ribeirão das Minhocas | Barra do Piraí | 71,26 |

| | | | |
|------------------------|----------------------------|--------------------|--------------|
| Rio Pirapetinga | - | Resende | 69,56 |
| Rio Campo Belo | Campo Belo | Itatiaia | 69,02 |
| Rio Bananal | Rio Bananal | Barra Mansa | 67,01 |
| Córrego sem ID 2 | Córrego Fazenda do Carlito | Cm. Levy Gasparian | 65,66 |
| Córrego Cruz das Almas | Córrego Cruz das Almas | Resende | 61,86 |
| Córrego do Sertão | Córrego de Sertão | Paty do Alferes | 61,39 |
| Córrego sem ID 1 | Riacho dos Palmares | Paty do Alferes | 60,00 |
| Ribeirão Lima | - | Quatis | 49,60 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Conforme a metodologia revista, as três sub-bacias prioritárias para o 2º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul são: Sub-bacia do Rio Bonsucesso (1.644 ha), seguida do Ribeirão Santana (2355,67 ha), ambas localizadas no município de Valença/RJ e a sub-bacia do Ribeirão Água Branca (2003,76 ha) que se localiza no município de Resende/RJ.

Todas estas sub-bacias prioritárias possuem dimensão adequada para seleção no terceiro nível. Assim, as sub-bacias prioritárias são automaticamente caracterizadas como microbacias prioritárias para o 2º ciclo do Programa Mananciais na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

Considerando os critérios de elegibilidade no nível de microbacia, evidencia-se que todas as microbacias atendem aos critérios [NCE 4] e [NCE 5]. A seleção segue então para priorização no nível das microbacias. Considerando o período para finalização deste trabalho e a necessidade de requerimento de informações junto às prefeituras para análise dos critérios no eixo “potencial social”, este teste piloto será encerrado no nível das microbacias com a indicação das microbacias, em ordem de prioridade, para o 2º ciclo: Rio Bonsucesso (1.644 ha), seguida do Ribeirão Santana (2355,67 ha), ambas localizadas no município de Valença/RJ e a sub-bacia do Ribeirão Água Branca (2003,76 ha) que se localiza no município de Resende/RJ.

O resultado parcial da seleção, no entanto, já é suficiente para indicar que não há correlação com os resultados apresentados na aplicação da metodologia do 1º Ciclo (Água e Solo, 2021a) descrito no memorial de seleção para a região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (Água e Solo, 2021b) e oficializado pela Resolução nº 121/21

do CBHMPS que indicam a microbacia do rio Pau d'alho como microbacia alvo para o 2º ciclo do Programa Mananciais do CEIVAP.

5 CONCLUSÃO

O manual de seleção para o 1º ciclo do Programa Mananciais orientou a seleção das 7 (sete) microbacias que receberam ações do Programa entre os anos de 2020 e 2025. O documento norteador do procedimento de seleção apresentou um alto grau de viés, sendo identificadas oportunidades de melhoria e aprimoramento da metodologia para utilização no 2º ciclo do Programa.

A metodologia revista e aprimorada considera quatro níveis escalares de seleção, com a aplicação de eixos analíticos específicos para cada nível, inserindo critérios de seleção relacionados à segurança hídrica na BHRPS, criticidade ambiental, capacidade de mobilização social, potencial ambiental e potencial social que resultam na seleção de uma microbacia alvo do Programa Mananciais para a região hidrográfica participante do 2º ciclo.

A metodologia revista aplicada em escala piloto à região hidrográfica do médio Paraíba do Sul elegeu a microbacia do Rio Bonsucesso (1.644 ha), seguida do Ribeirão Santana (2355,67 ha), ambas localizadas no município de Valença/RJ, e a sub-bacia do Ribeirão Água Branca (2003,76 ha), que se localiza no município de Resende/RJ, como as microbacias prioritárias para o 2º ciclo do Programa.

A metodologia revista será apresentada ao GT-Mananciais do CEIVAP e aos CBHs afluentes para análise e validação externa para aplicação da metodologia na etapa de seleção de áreas do 2º ciclo do Programa Mananciais previsto para o ano de 2026.

REFERÊNCIAS

ABELL, R. et al. Beyond the Source: The Environmental, Economic and Community Benefits of Source Water Protection. **The Nature Conservancy**, 2017.

ÁGUA E SOLO. **Memorial Descritivo de Priorização de Sub-bacias e Microbacias no CBH-MPS**. 1. ed. São Paulo: Água e Solo, 2021b.

ÁGUA E SOLO. **Orientações para a priorização de sub-bacias e microbacias com vistas à implantação do Programa Mananciais**. 1. ed. São Paulo: Água e Solo, 2021a.

ANDRADE, M. V. A. et al. **Estudo de avaliação dos impactos da cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Brasília: ANA, 2015.

AGEVAP – ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Pagamento por Serviços Ambientais com foco em Recursos Hídricos (PSA-HÍDRICO)**. Rio de Janeiro: AGEVAP, 2014.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Comitês de Bacia Hidrográfica: papel e funcionamento**. Brasília, DF: ANA, 2021. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/biblioteca>. Acesso em: 13 jun. 2025.

BARBOSA, L. G.; JACOBI, P. R.; MUSUMECI, E. M. Os Comitês de Bacias Hidrográficas como espaços de negociação e deliberação coletiva. In: **Anais do Seminário sobre Gestão de Recursos Hídricos**, 2016.

BORSOI, Z. M. F.; TORRES, S. D. A. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, p. 143–165, dez. 1997.

BRAGA, B. et al. **Gestão de recursos hídricos: desafios atuais e perspectivas**. 2. ed. São Paulo: Synergia, 2011.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regula o uso da água e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 13 jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Cria a Agência Nacional de Águas – ANA, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm. Acesso em: 13 jun. 2025.

BRASIL. Decreto nº 1.842, de 22 de março de 1996. **Institui o Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP e dá outras providências**. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 25 mar. 1996. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D1842.htm. Acesso em: 13 jun. 2025.

BRASIL. Ministério do Interior; Ministério das Minas e Energia. Portaria Interministerial nº 90, de 29 de março de 1978. **Institui o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), com objetivos de estudo integrado e classificação dos cursos d'água de domínio da União**. Diário Oficial da União, Brasília, 29 mar. 1978.

BRAUMAN, K. A.; DAILY, G. C.; DUARTE, T. K.; MOONEY, H. A. The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 32, p. 67-98, 2007.

CEIVAP - COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul (PIRH-PS)**. Rio de Janeiro: Agência da Bacia, 2011.

CEIVAP - COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Deliberação CEIVAP nº 276, de 12 de novembro de 2019. **Aprova o Programa de Investimento em Serviços Ambientais para Conservação e Recuperação de Mananciais – Programa Mananciais do CEIVAP**. Resende, 12 nov. 2019b. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/deliberacao/2019/deliberacao-ceivap-276.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2025

CEIVAP - COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Rio de Janeiro: CEIVAP, 2019a. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br>. Acesso em: 13 jun. 2025.

CHAVES, H. M. L.; PIAU, L. G. G. Seleção de áreas prioritárias para conservação ambiental com uso de SIG e análise multicritério. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 61–70, 2008.

COSTANZA, R. et al. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1–16, 2017.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente. **Declaração de Dublin sobre Água e Desenvolvimento Sustentável**. Dublin: ICWE, 1992. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ay834e/ay834e.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2025.

DAILY, G. C. **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997.

DEMING, W. Edwards. **Out of the Crisis**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, 1986

DENAMBORO, R. **A construção institucional do CEIVAP e os desafios da governança da água na Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

FCR – FUNDAÇÃO COPPETEC. **Estudo de diagnóstico ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Rio de Janeiro: Fundação Coppetec, 2012.

FORMIGA-JOHNSON, R. M.; SILVA, A. C.; FONSECA, C. G. Governança da água: o papel dos comitês de bacia e das agências de água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 95-109, 2007.

GASPARI, A. P.; BRITO, M. M.; RIBEIRO, L. C. S. Priorização de microbacias hidrográficas para ações de conservação de solo e água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 2, p. 304–315, 2016.

GRIEBELL, R. et al. Pagamento por serviços ambientais: potencialidades e limitações como instrumento de gestão hídrica. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 14, n. 6, 2019.

GOLDSTEIN, J. H. et al. Integrating ecosystem-service tradeoffs into land-use decisions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 19, p. 7565–7570, 2012.

HAYASHI, S. N. et al. Abordagem integrada para priorização de áreas para restauração ecológica: uma proposta aplicada ao Sistema Cantareira. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1095-1103, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 jun. 2025.

JACOBI, P. R. Governança da água e participação: desafios da implementação de uma política ambiental no Brasil. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2089-2098, 2009.

KAGEYAMA, P. Y. et al. Restauração ecológica de ecossistemas naturais: princípios e práticas. **Revista Floresta**, v. 34, n. 3, p. 253–276, 2004.

LEAL, L. C. **Restauração florestal no Cerrado com foco em serviços ecossistêmicos hídricos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, 2016.

LIU, J. et al. Using SWAT model and GIS for watershed prioritization based on hydrological and ecological indicators. **Ecological Indicators**, v. 15, p. 46–52, 2013.

MALCZEWSKI, J. **GIS and Multicriteria Decision Analysis**. New York: Wiley, 2004.

MATOS, R. P. et al. Critérios de priorização para ações de conservação ambiental urbana: uma proposta metodológica aplicada à bacia do rio Cocó. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 24, e29, 2019.

MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MELO, M. C.; JOHNSON, R. M. F. O conceito emergente de segurança hídrica. **Sustentare**, Três Corações, v. 1, n. 1, p. 72–92, ago./dez. 2017.

MUNDIM, G. C.; GOMES, V.; VARGAS, A. B. Agências de Água como promotoras da governança hídrica: desafios e perspectivas. **Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, v. 19, n. 3, p. 345–363, 2020.

OSUNA, F. R. **Priorización de áreas para protección de cuencas urbanas en Bogotá**. Universidad Nacional de Colombia, 2014.

PATRIANI, D.; CUNHA, C. A. **O Rio Paraíba do Sul: da nascente à foz**. São José dos Campos: INPE, 2010.

PONTES, L. M.; ALVAREZ, V. V. H. Gestão de bacias hidrográficas no Brasil: a experiência do CEIVAP. **Revista GEOSUL**, v. 10, n. 20, 1995.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

REBOUÇAS, A. C. Governança da água no Brasil: desafios e perspectivas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2004. p. 587–606.

RENÓ, D.; SOARES, C. P. B. Indicadores socioambientais na gestão participativa de bacias. **Revista GEOUSP**, n. 15, p. 75–89, 2003.

ROSA, M. R. et al. Custo-efetividade na seleção de áreas prioritárias para restauração. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 4, p. 1–12, 2016.

SAAD, A. R. et al. Combining hydrologic models and remote sensing to identify priority areas for water conservation. **Water Resources Management**, v. 34, p. 2893–2907, 2020.

SANTOS, F. A. M. *et al.* Program outcomes of Payments for Watershed Services in Brazilian Atlantic Forest: how to evaluate to improve decision-making and the socio-environmental benefits. **Water**, Basel, v. 12, n. 9, p. 2441, 31 ago. 2020.

SCHMIDT, D.; CASTRO, C.; FERREIRA, R. Modelos de avaliação de risco para gestão de aquíferos urbanos. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 5, n. 2, 2003.

SERRICCHIO, C.; et al. **Prêmio CAIXA melhores práticas em gestão local 2003-2004: O CEIVAP e a gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul**. Rio de Janeiro: GESTEC/CAIXA, 2005.

SILVA, A. M. et al. Aplicação de SIG para priorização de áreas de conservação ambiental: estudo de caso da bacia do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 40-47, 2014.

SOUSA JUNIOR, W. C. de. **O domínio das águas no Brasil: aspectos institucionais e legais**. Brasília: ANA, 2003.

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; PINTO, S. R. R.; METZGER, J. P. A framework to optimize restoration programs using multicriteria analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 132, p. 128–135, 2014.

TEEB – THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY. **Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB**. Geneva: UNEP, 2010.

TELES, A. C. B. O CEIVAP como protótipo da gestão de recursos hídricos no Brasil. *Cadernos de Debate*, v. 1, p. 1–20, 2004. Disponível em: <https://www.agevap.org.br>. Acesso em: 13 jun. 2025.

TELES, C. L. **Cobrança pelo uso da água: o caso do CEIVAP**. Brasília: ANA, 2004.

TRINDADE, L. SCHEIBE, L. F. Gestão das águas por bacia hidrográfica: reflexões críticas sobre o tripé descentralização, participação e integração. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 22, 2019.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no século XXI: gestão e planejamento em uma abordagem ambiental**. São Carlos: Editora Rima, 2008.

UNESCO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019: não deixar ninguém para trás**. Paris: UNESCO, 2019

UN-WATER. Water Security and the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief. **United Nations University**, 2013.

VAN DER ZAAG, P.; VISSER, M. Ecosystem services for water policy: insights from a comprehensive review. **Water International**, v. 45, n. 7-8, p. 716–735, 2020.

VASCONCELOS, M. E. G. Avaliação ambiental estratégica para a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos. In: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A., orgs. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

VEIGA NETO, F. C. de. Serviços Ambientais e Pagamentos por Serviços Ambientais: bases conceituais e metodológicas. **Revista Brasileira de Direito e Economia**, v. 10, n. 1, p. 101–122, 2010.

VETTORAZZI, C. A. **Avaliação multicritérios, em ambiente SIG, na definição de áreas prioritárias à restauração florestal visando à conservação de recursos hídricos**. Tese (Livre-docência) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2010.

WUNDER, S. et al. **Pagamentos por Serviços Ambientais: perspectivas para a**

Amazônia Legal. Brasília: CIFOR, 2008.

APÊNDICE A – Resultado da priorização das sub-bacias habilitadas no eixo analítico “Segurança hídrica na BHRPS”

| PRIORIZAÇÃO SUB-BACIAS Eixo analítico Segurança Hídrica na BHRPS | | | [NCS 1] Demandas | | | [NCS 2] Balanço Hídrico | | | [NCS 3] Estiagem | | | [NCS 4] Cheias | | | [NCS 5] Cargas | | | NOTA FINAL DA SUB-BACIA NO EIXO |
|---|----------------------------------|--------------------|---------------------|------|-------|----------------------------|------|-------|---------------------|------|-------|-------------------|------|-------|-------------------|------|-------|---------------------------------------|
| SUB-BACIA Habilitada | MANANCIAL | MUNICÍPIO | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | |
| Córrego Cruz das Almas | Córrego Cruz das Almas | Resende | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 4,00 | 1,00 | 4,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 19,50 |
| Córrego do Sertão | Córrego de Sertão | Paty do Alferes | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Córrego Maria Preta | Córrego Maria Preta | Pinheiral | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Córrego Pau D'Alho | Córrego Pau D'Alho | Piraí | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Córrego sem ID 1 | Riacho dos Palmares | Paty do Alferes | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 4,00 | 1,00 | 4,00 | 7,64 | 0,75 | 5,73 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,73 |
| Córrego sem ID 2 | Córrego Fazenda do Carlito | Cm. Levy Gasparian | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 23,50 |
| Córrego sem ID 3 | Manancial distrito de Werneck | Paraíba do Sul | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Córrego sem ID 4 | Nascente da Fazenda Tangará | Rio das Flores | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 23,50 |
| Ribeirão da Água Branca | Ribeirão da Água Branca | Resende | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Ribeirão das Minhocas | Ribeirão das Minhocas | Barra do Piraí | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Ribeirão Lima | - | Quatis | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Ribeirão Santana | Ribeirão Santana (Cach. Macacos) | Valença | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Rio Alegre | Rio Cananéia | Vassouras | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 4,00 | 1,00 | 4,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 19,50 |
| Rio Bananal | Rio Bananal | Barra Mansa | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 4,00 | 1,00 | 4,00 | 6,84 | 0,75 | 5,13 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,42 | 2,00 | 4,84 | 17,97 |
| Rio Barra Mansa | Rio Barra Mansa | Barra Mansa | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 3,68 | 0,75 | 2,76 | 2,66 | 2,00 | 5,32 | 20,08 |
| Rio Bonito (Bonsucesso) | Rio Bonsucesso | Valença | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,78 | 2,00 | 5,56 | 19,06 |
| Rio Bonito (Itatiaia) | Ribeirão Bonito | Itatiaia | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Rio Bonito (Valença) | Rio Bonito | Valença | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Rio Bonsucesso | Córrego Parque da Concórdia | Valença | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Rio Campo Belo | - | Itatiaia | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Rio das Flores (Valença) | Rio das Flores | Valença | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 4,00 | 1,00 | 4,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,66 | 2,00 | 5,32 | 20,82 |
| Rio das Flores (Barra do Piraí) | Rio das Flores | Barra do Piraí | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,00 | 0,75 | 1,50 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 17,50 |
| Rio Pirapetinga | - | Resende | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 10,00 | 0,75 | 7,50 | 2,88 | 0,75 | 2,16 | 2,57 | 2,00 | 5,14 | 19,30 |

APÊNDICE B – Resultado da priorização das sub-bacias habilitadas no eixo analítico “Criticidade ambiental”

| PRIORIZAÇÃO SUB-BACIAS Eixo analítico criticidade ambiental | | | [NCS 6] Área | | | [NCS 7] Solos | | | [NCS 8] Conversão | | | [NCS 9] Restauração | | | [NCS 10] IFMF | | | NOTA FINAL DA SUB-BACIA NO EIXO |
|--|----------------------------------|--------------------|-----------------|------|-------|------------------|------|-------|----------------------|------|-------|------------------------|------|-------|------------------|------|-------|---------------------------------------|
| SUB-BACIA Habilitada | MANANCIAL | MUNICÍPIO | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | |
| Córrego Cruz das Almas | Córrego Cruz das Almas | Resende | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,24 | 0,50 | 3,62 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 3,12 | 2,00 | 6,24 | 19,86 |
| Córrego do Sertão | Córrego de Sertão | Paty do Alferes | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 9,92 | 0,50 | 4,96 | 7,55 | 0,50 | 3,77 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 3,33 | 2,00 | 6,66 | 20,39 |
| Córrego Maria Preta | Córrego Maria Preta | Pinheiral | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,96 | 0,50 | 3,98 | 6,77 | 0,50 | 3,38 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 3,40 | 2,00 | 6,80 | 34,17 |
| Córrego Pau D'Alho | Córrego Pau D'Alho | Pirai | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 9,19 | 0,50 | 4,60 | 7,59 | 0,50 | 3,79 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 2,10 | 2,00 | 4,20 | 32,59 |
| Córrego sem ID 1 | Riacho dos Palmares | Paty do Alferes | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 9,63 | 0,50 | 4,81 | 6,44 | 0,50 | 3,22 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 2,87 | 2,00 | 5,74 | 18,77 |
| Córrego sem ID 2 | Córrego Fazenda do Carlito | Cm. Levy Gasparian | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 8,00 | 0,50 | 4,00 | 8,00 | 0,50 | 4,00 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 1,33 | 2,00 | 2,66 | 15,66 |
| Córrego sem ID 3 | Manancial distrito de Werneck | Paraíba do Sul | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 9,31 | 0,50 | 4,65 | 8,03 | 0,50 | 4,02 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 7,06 | 2,00 | 14,12 | 27,79 |
| Córrego sem ID 4 | Nascente da Fazenda Tangará | Rio das Flores | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 8,00 | 0,50 | 4,00 | 7,78 | 0,50 | 3,89 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 4,29 | 2,00 | 8,58 | 21,47 |
| Ribeirão da Água Branca | Ribeirão da Água Branca | Resende | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,40 | 0,50 | 3,70 | 6,12 | 0,50 | 3,06 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 2,66 | 2,00 | 5,32 | 32,08 |
| Ribeirão das Minhocas | Ribeirão das Minhocas | Barra do Pirai | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 9,87 | 0,50 | 4,93 | 6,94 | 0,50 | 3,47 | 4,00 | 1,50 | 6,00 | 3,43 | 2,00 | 6,86 | 26,26 |
| Ribeirão Lima | - | Quatis | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 9,96 | 0,50 | 4,98 | 7,92 | 0,50 | 3,96 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 3,83 | 2,00 | 7,66 | 21,60 |
| Ribeirão Santana | Ribeirão Santana (Cach. Macacos) | Valença | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,80 | 0,50 | 3,90 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 2,87 | 2,00 | 5,74 | 34,64 |
| Rio Alegre | Rio Cananéia | Vassouras | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 8,00 | 0,50 | 4,00 | 9,16 | 0,50 | 4,58 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 3,10 | 2,00 | 6,20 | 19,78 |
| Rio Bananal | Rio Bananal | Barra Mansa | 8,00 | 0,50 | 4,00 | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,52 | 0,50 | 3,76 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 3,89 | 2,00 | 7,78 | 20,54 |
| Rio Barra Mansa | Rio Barra Mansa | Barra Mansa | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 6,43 | 0,50 | 3,22 | 8,65 | 0,50 | 4,32 | 6,00 | 1,50 | 9,00 | 5,91 | 2,00 | 11,82 | 33,36 |
| Rio Bonito (Bonsucesso) | Rio Bonsucesso | Valença | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,78 | 0,50 | 3,89 | 2,00 | 1,50 | 3,00 | 4,02 | 2,00 | 8,04 | 24,93 |
| Rio Bonito (Itatiaia) | Ribeirão Bonito | Itatiaia | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,60 | 0,50 | 3,80 | 13,60 | 0,50 | 6,80 | 0,00 | 1,50 | 0,00 | 3,95 | 2,00 | 7,90 | 23,50 |
| Rio Bonito (Valença) | Rio Bonito | Valença | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,60 | 0,50 | 3,80 | 6,00 | 1,50 | 9,00 | 3,71 | 2,00 | 7,42 | 30,22 |
| Rio Bonsucesso | Córrego Parque da Concórdia | Valença | 8,00 | 0,50 | 4,00 | 9,97 | 0,50 | 4,99 | 27,96 | 0,50 | 13,98 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 3,02 | 2,00 | 6,04 | 44,00 |
| Rio Campo Belo | - | Itatiaia | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 6,00 | 0,50 | 3,00 | 3,29 | 0,50 | 1,64 | 6,00 | 1,50 | 9,00 | 2,69 | 2,00 | 5,38 | 24,02 |
| Rio das Flores (Valença) | Rio das Flores | Valença | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,14 | 0,50 | 3,57 | 4,00 | 1,50 | 6,00 | 3,37 | 2,00 | 6,74 | 26,31 |
| Rio das Flores (Barra do Pirai) | Rio das Flores | Barra do Pirai | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 7,35 | 0,50 | 3,67 | 10,00 | 1,50 | 15,00 | 3,29 | 2,00 | 6,58 | 35,25 |
| Rio Pirapetinga | - | Resende | 8,00 | 0,50 | 4,00 | 8,24 | 0,50 | 4,12 | 6,75 | 0,50 | 3,38 | 2,00 | 1,50 | 3,00 | 2,63 | 2,00 | 5,26 | 19,76 |

APÊNDICE C – Resultado da priorização das sub-bacias habilitadas no eixo analítico “Mobilização Social”

| PRIORIZAÇÃO SUB-BACIAS Eixo analítico mobilização social | | | [NCS 11] PMMA | | | [NCS 12] PMSB | | | [NCS 13] Projetos | | | [NCS 14] CAR | | | [NCS 15] Concentração | | | NOTA FINAL DA SUB-BACIA NO EIXO |
|---|----------------------------------|--------------------|------------------|------|-------|------------------|------|-------|----------------------|------|-------|-----------------|------|-------|--------------------------|------|-------|---------------------------------------|
| SUB-BACIA HABILITADA | MANANCIAL | MUNICÍPIO | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | NOTA | PESO | TOTAL | |
| Córrego Cruz das Almas | Córrego Cruz das Almas | Resende | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 22,50 |
| Córrego do Sertão | Córrego de Sertão | Paty do Alferes | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 5,00 | 1,00 | 5,00 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 4,00 | 2,00 | 8,00 | 23,50 |
| Córrego Maria Preta | Córrego Maria Preta | Pinheiral | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 5,00 | 1,00 | 5,00 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 8,00 | 2,00 | 16,00 | 31,50 |
| Córrego Pau D'Alho | Córrego Pau D'Alho | Piraí | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 8,00 | 2,00 | 16,00 | 33,50 |
| Córrego sem ID 1 | Riacho dos Palmares | Paty do Alferes | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 5,00 | 1,00 | 5,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 8,00 | 2,00 | 16,00 | 23,50 |
| Córrego sem ID 2 | Córrego Fazenda do Carlito | Cm. Levy Gasparian | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 8,00 | 2,00 | 16,00 | 26,50 |
| Córrego sem ID 3 | Manancial distrito de Werneck | Paraíba do Sul | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 5,00 | 1,00 | 5,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 37,50 |
| Córrego sem ID 4 | Nascente da Fazenda Tangará | Rio das Flores | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 5,00 | 1,00 | 5,00 | 4,00 | 1,00 | 4,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 31,50 |
| Ribeirão da Água Branca | Ribeirão da Água Branca | Resende | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 40,50 |
| Ribeirão das Minhocas | Ribeirão das Minhocas | Barra do Piraí | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 27,50 |
| Ribeirão Lima | - | Quatis | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 10,50 |
| Ribeirão Santana | Ribeirão Santana (Cach. Macacos) | Valença | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 42,50 |
| Rio Alegre | Rio Cananéia | Vassouras | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 5,00 | 1,00 | 5,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 8,00 | 2,00 | 16,00 | 33,50 |
| Rio Bananal | Rio Bananal | Barra Mansa | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 4,00 | 2,00 | 8,00 | 28,50 |
| Rio Barra Mansa | Rio Barra Mansa | Barra Mansa | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 8,00 | 2,00 | 16,00 | 36,50 |
| Rio Bonito (Bonsucesso) | Rio Bonsucesso | Valença | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 4,00 | 2,00 | 8,00 | 30,50 |
| Rio Bonito (Itatiaia) | Ribeirão Bonito | Itatiaia | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 5,00 | 1,00 | 5,00 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 35,50 |
| Rio Bonito (Valença) | Rio Bonito | Valença | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 8,00 | 1,00 | 8,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 40,50 |
| Rio Bonsucesso | Córrego Parque da Concórdia | Valença | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 42,50 |
| Rio Campo Belo | Campo Belo | Itatiaia | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 5,00 | 1,00 | 5,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 10,00 | 2,00 | 20,00 | 27,50 |
| Rio das Flores (Valença) | Rio das Flores | Valença | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 8,00 | 2,00 | 16,00 | 38,50 |
| Rio das Flores (Barra do Piraí) | Rio das Flores | Barra do Piraí | 10,00 | 0,50 | 5,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 0,00 | 2,00 | 0,00 | 27,50 |
| Rio Pirapetinga | - | Resende | 0,00 | 0,50 | 0,00 | 5,00 | 0,50 | 2,50 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 10,00 | 1,00 | 10,00 | 4,00 | 2,00 | 8,00 | 30,50 |