



PROJETO MOSAICO DE ÁGUAS

RELATÓRIO

FINAL

ABRIL 2025

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



SUMÁRIO

1. AGRADECIMENTOS.....	6
2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO.....	11
2.1 Objetivos Geral e Específicos.....	11
3. CARACTERIZAÇÃO DO MOSAICO MANTIQUEIRA E SUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (UCs).....	12
4. DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO.....	20
5. CARACTERIZAÇÃO FISIOGRAFICA E AMBIENTAL DAS BACIAS, CURSOS HÍDRICOS MONITORADOS E RELAÇÃO COM AS UCSs.....	27
5.1 Dados de precipitação.....	29
5.2 Monitoramento da vazão.....	30
5.2.1 Método do micromolinete.....	30
5.2.2 Método do flutuador.....	33
6. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUALIDADE DE ÁGUA.....	34
6.1 Determinação de parâmetros in-situ.....	36
6.2 Determinação de parâmetros em laboratório.....	38
6.2.1 Análises estatísticas.....	39
6.3 Análises isotópicas.....	40
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
7.1 Características das sub bacias delimitadas nos arranjos.....	42
7.2 Estações pluviométricas e precipitações.....	56
8. VAZÕES.....	59
8.1 Caracterização físico-química e qualidade da água.....	63
8.2 Análises isotópicas.....	84
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
11. ANEXOS.....	93
Arranjo 01 - PN Itatiaia (PN I) + APA Engenheiro Passos (APAEP).....	93
1.1.1.1. Arranjo 02 - RPPN Pedra da Mina (RPPN PM) + APA Serra da Mantiqueira (APASM).....	95
1.1.1.2. Arranjo 03 - RPPN Agulhas Negras (RPPN AN) + APA Serra do Alambari (APASA).....	97
1.1.1.3. Arranjo 04 - RPPN Gigante do Itaguaré (RPPN GI) + MONA Mantiqueira Paulista (MONA MP).....	99
1.1.1.4. Arranjo 05 - RPPN Cachoeira do Juju (RPPN CJ)+ PE Serra do Papagaio (PESP).....	101
1.1.1.5. Arranjo 06 - FLONA Passa Quatro (FLONA P4).....	103
1.1.1.6. Arranjo 07 - APA São Francisco Xavier (APA SFX).....	105
1.1.1.7. Arranjo 08 - PE Campos do Jordão (PECJ).....	107

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



1.1.1.8. Arranjo 09 - APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (APAMRPS).....	109
1.1.1.9. Arranjo 10 - APA Fernão Dias (APAFD).....	111
Anexo Estatística Descritiva.....	112

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da área de abrangência das UCs do Mosaico Mantiqueira.....	13
Figura 2. Categorias de UCs do Mosaico Mantiqueira.....	14
Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo para a área de abrangência do Mosaico Mantiqueira.....	16
Figura 4. Porcentagem de classes de uso e cobertura do solo (MapBiomias).....	16
Figura 5. Instâncias de criação das UCs do Mosaico Mantiqueira.....	18
Figura 6. Anos de criação das UCs do Mosaico Mantiqueira.....	19
Figura 7. Órgãos gestores das UCs do Mosaico Mantiqueira.....	19
Figura 8: Mapa das UCs contempladas no PMA e Arranjos definidos.....	27
Figura 10: Preparação da ponta de prova de OD para transporte.....	37
Figura 11: Coletor de chuva instalado no arranjo 4.....	41
Figura 12: Amostra de água de chuva coletada nos saquinhos acoplados ao equipamento. Amostra coletada pelo arranjo 3.....	41
Figura 13: Bacias dos arranjos localizados a leste.....	43
Figura 14: Bacias dos arranjos localizados a oeste.....	44
Figura 15: Parâmetros fisiográficos lineares.....	45
Figura 16: Parâmetros fisiográficos zonais.....	46
Figura 17: Parâmetros fisiográficos hipsométricos.....	47
Figura 18: Porcentagens de usos e coberturas nas bacias monitoradas (MapBiomias, 2024)...	53
Figura 19: Porcentagens de solos (classes pedológicas) nas bacias monitoradas.....	53
Figura 20: Estações pluviométricas.....	57
Figura 21: Precipitações nas estações selecionadas.....	59
Figura 22: Vazões e precipitações por arranjos.....	61
Figura 23: Vazões específicas e precipitações por arranjos.....	62
Figura 24: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 1 medidos ex situ com limites de referência da Resolução Conama 357/05.....	64
Figura 25: Gráficos boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 1 medidos ex situ sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	65
Figura 26: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 2 medidos ex situ com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	65
Figura 27: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 2 medidos ex situ sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	66
Figura 28: Gráficos boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 2 medidos in situ..	66
Figura 29: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 3 medidos ex situ com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	67
Figura 30: Gráficos boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 3 medidos ex situ sem limites de referência.....	68
Figura 31: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 3 medidos in situ	

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	68
Figura 32: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 4 medidos ex situ com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	69
Figura 33: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 4 medidos ex situ sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	70
Figura 34: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 5 medidos ex situ com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	71
Figura 35: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 5 medidos ex situ sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	72
Figura 36: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 6 medidos ex situ com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	73
Figura 37: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 6 medidos ex situ sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	74
Figura 38: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 7 medidos ex situ com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	75
Figura 39: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 7 medidos ex situ sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	76
Figura 40: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 7 medidos in situ.	76
Figura 41: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 8 medidos ex situ com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	77
Figura 42: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 8 ex situ sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	78
Figura 43: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 9 medidos ex situ com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	79
Figura 44: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 9 medidos ex situ sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	80
Figura 45: Gráficos boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 9 medidos in situ..	80
Figura 46: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 10 medidos ex situ com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	81
Figura 47: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 10 medidos ex situ sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.....	82
Figura 48. Box Plot do sinal isotópico da água dos rios nos pontos A (verde) e B (laranja) e C (vermelho) e na água de chuva (azul), para cada arranjo. A) $\delta^2\text{H}$ e B) $\delta^{18}\text{O}$. A letra n na parte superior de cada figura refere-se ao número de amostras de chuva coletadas no período de análise. A letra n na parte inferior da figura refere-se ao número de amostras de água de rio coletadas no período de análise.....	85

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes e Subclasses de uso e cobertura do solo do Projeto MapBiomias para a área de abrangência do Mosaico Mantiqueira.....	17
Tabela 2. CBHs Estaduais das UCs do Mosaico Mantiqueira.....	18
Tabela 3: UCs inscritas e selecionadas para realização do Projeto Mosaico de Águas.....	22
Tabela 4: Arranjos definidos para o monitoramento do Projeto Mosaico de Águas (A: ponto de montante; B: ponto de jusante; C: ponto a jusante de B).....	25
Tabela 5. Índices Fisiográficos utilizados para caracterização das bacias hidrográficas monitoradas.....	28
Tabela 6: Padrões de qualidade de água e seus parâmetros.....	35
Tabela 7: Parâmetros segundo Resolução Conama nº357/05.....	39
Tabela 8: Usos e coberturas e solos encontrados por bacias monitoradas.....	48
Tabela 9: Intersecção entre as UCs e as bacias monitoradas.....	54
Tabela 10. Estações pluviométricas utilizadas em cada arranjo.....	57
Tabela 11: Métodos utilizados e vazões obtidas.....	60
Tabela 12 - Resultados das análises estatísticas (teste de Tukey) para comparação do sinal isotópico nos pontos A e B da água do rio em cada arranjo.....	86

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



1. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão a todos que contribuíram para o sucesso do projeto Mosaico de Águas. Sem o apoio de diversas instituições, profissionais e comunidades envolvidas, este projeto não teria sido possível.

Agradecemos imensamente à Coordenação e Conselho Consultivo do Mosaico Mantiqueira pelo espaço propiciado, assim como à do Mosaico Mantiqueira pelo compromisso com a implementação e desenvolvimento das atividades propostas.

Nosso reconhecimento vai também para todas as Unidades de Conservação que se candidataram a participar deste projeto, bem como aos gestores e servidores das UCs, cuja colaboração foi fundamental para o avanço das ações.

Aos moradores do entorno das Unidades de Conservação, nosso agradecimento pela receptividade, parceria e contribuição para a construção de um ambiente de trabalho respeitoso e colaborativo.

Queremos também agradecer às instituições que apoiaram com recursos humanos e financeiros, incluindo a Fundação Florestal, o INEA, o IEF, as RPPNs e as propriedades privadas que, com sua participação, fortaleceram o alcance e a execução do projeto.

Agradecemos de forma especial à Fundação Grupo Boticário pelo financiamento e por acreditar no potencial deste projeto, bem como a todas as instituições que compuseram a equipe técnica e científica, como o INPE, a UNESP, o ITA, a Crescente Fértil, o Instituto Sintropia, a AEDB, a UNIFEI e o CGPDI, pela dedicação e excelência em suas contribuições.

A todos que estiveram conosco ao longo desta jornada, nosso mais profundo agradecimento. O êxito deste projeto é resultado de um trabalho coletivo e de um comprometimento conjunto em prol da conservação e sustentabilidade da Serra da Mantiqueira e suas riquezas hídricas.

Arranjo 1: PN Itatiaia (PN I) + APA Engenheiro Passos (APAEP)

Alexandre Chagas - Biólogo AMAR; Demetrius de Oliveira Costa - Analista Ambiental PNI/ ICMBio; Eduardo da R. Leite - Motorista AMAR; Elisabeth Hulgado - Analista Administrativo PNI/ ICMBio; Felipe Cruz Mendonça - Gestor PNI / ICMBio; Gabriela R. Pontes - Fiscal Ambiental AMAR; Gustavo Wanderley Tomzhinski - Analista Ambiental PNI / ICMBio; Leonardo Cândido - Analista Ambiental PNI/ ICMBio; Maria Conceição de Almeida - Proprietária da Maple Leaf Camping Hostel Day Use Natural Reserve Aquapark; Valmo C. Santos - Fiscal Ambiental AMAR



Arranjo 2: RPPN Pedra da Mina (RPPN PM) + APA Serra da Mantiqueira (APASM)

Alexandre Biondi - SUAL; Fiore Biondi - SUAL; Gilberto Biondi - SUAL; Gilvano Biondi - SUAL; João Dionísio Gonçalves da Cruz - SUAL; José Sávio Monteiro - RPPN Pedra da Mina e Associação de Proprietários da Serra Fina; Patrícia Greco Campos Faraco - Analista Ambiental NGI Mantiqueira/ ICMBio; Silvana de Fátima Biondi - SUAL; Silvano Biondi - SUAL;

Arranjo 3: RPPN Agulhas Negras (RPPN AN) + APA Serrinha do Alambari (APASA)

Coronel Joel Calazans Neto - AMAN; Coronel Marcello Marcondes Cardoso - AMAN; Eliel de Assis Queiroz - RPPN Reserva Agulhas Negras; Francisco Carlos Falsetta - proprietário do Sítio Meio do Meio; General Marcos Vinícius Gomes Bonifácio; General Vinícius - AMAN; Leandro da Silva - Fiscal Ambiental APASA; Soldado da Rocha - AMAN; Valmo C. Santos - gestor APASA; Sargento Gabriela Castilho - AMAN; Sargento Mariana Aidar - AMAN

Arranjo 04 - RPPN Gigante do Itaguaré (RPPN GI) + MONA Mantiqueira Paulista (MONA MP)

Andressa Souza Almeida - RPPN Gigante do Itaguaré; Bruno Natucci Cruz - RPPN Gigante do Itaguaré; Daniel Moreira Villela - Mona MP/ Fundação Florestal; Flávio Ojidos - RPPN Gigante do Itaguaré; Ives Simões Arnone - gestor Mona MP/ Fundação Florestal; João Miguel Mateus dos Santos - RPPN Gigante do Itaguaré; Júlio Cesar Augusto Sesma da Cruz - RPPN Gigante do Itaguaré; Levy Dantas de Mello - RPPN Gigante do Itaguaré; Lucas Rodrigues de Oliveira - RPPN Gigante do Itaguaré; Matheus Gonçalves - RPPN Gigante do Itaguaré; Pedro de Sá Petit Lobão - RPPN Gigante do Itaguaré; Rebeka Caroline Silva - Mona MP/ Fundação Florestal; Rita Maria Borges Franco - RPPN Gigante do Itaguaré; Roberto Novaes - RPPN Gigante do Itaguaré; Rogerio Rodrigues Tortoro - RPPN Gigante do Itaguaré; Tatiana Souza Veiga - Mona MP/ Fundação Florestal

Arranjo 05 - RPPN Cachoeira do Juju (RPPN CJ)+ PE Serra do Papagaio (PESP)

Bismark Mendes - Agentes de Serviço PESP/ IEF; Filipe Condé Alves - RPPN Cachoeira do JUJU; Gilson Vicente Pereira - Agentes de Serviço PESP/ IEF; Hildebrando Alves Netto - RPPN Cachoeira do JUJU; Jeferson de Castro Fernandes - Agentes de Serviço PESP/ IEF; João Francisco Ferreira - Agentes de Serviço PESP/ IEF/ IEF; Lorena Soares Cardoso Brito - PESP/ IEF; Priscila Barbosa Pereira - Agentes de Serviço PESP/ IEF; Rogério Fábio Bitencourt Cabral - RPPN Cachoeira do JUJU; Salmoton Joabe dos Santos - Agentes de Serviço PESP/ IEF; Wakila Ribeiro - Agentes de Serviço PESP/ IEF



Arranjo 06 - FLONA Passa Quatro (FLONA P4)

Anderson Alex Oliveira Duque - Analista Ambiental/ NGI Mantiqueira/ ICMBio; João Paulo da Silva - ATA Apoio ao Uso Público/ NGI Mantiqueira/ ICMBio; Juliana Pierrobon Lopes - Analista Ambiental/ NGI Mantiqueira/ ICMBio; Patrícia Greco Campos Faraco - Analista Ambiental/ NGI Mantiqueira/ ICMBio; Tamirys Analio da Mota - ATA Apoio a Gestão/ NGI Mantiqueira/ ICMBio

Arranjo 07 - APA São Francisco Xavier (APA SFX)

Alexandre Lindenbojm - RPPN Fazenda Mandala; Giuseppe Wembley Farias de Lima - Gestor de manejo e restauração Ambiental - RPPN Fazenda Mandala; José Carlos De Souza Santos - RPPN Fazenda Mandala; Renato Farinazzo Lorza - Gestor APA SFX/ Fundação Florestal; Ricardo Costa Ayres - Analista Administrativo/ APA SFX/ Fundação Florestal

Arranjo 08 - PE Campos do Jordão (PECJ)

Claudia Camila Faria de Oliveira - Gestora PECJ/ Fundação Florestal; Conrado de Carvalho Braz de Faria Sousa - Mineradora Correa; Danilo da Costa Santos - Monitor PECJ/ Fundação Florestal; Gabriel Francisco Morgado - Monitor PECJ/ Fundação Florestal; João Pedro Fernandes Lemes - Monitor PECJ/ Fundação Florestal; Jurandir Pinto da Silva - Monitor PECJ/ Fundação Florestal; Leon Monitor PECJ/ Fundação Florestal; Marcelo Costa Aguiar Pereira - Mineradora Correa; Mayara Lautert - Monitora PECJ/ Fundação Florestal; Paulo Caetano da Silva - Monitor PECJ/ Fundação Florestal; Pedro Donizeti Bonifácio - Monitor PECJ/ Fundação Florestal; Rafael de Souza Oliveira - Mineradora Correa; Valdinei Silva de Assis - Mineradora Correa

Arranjo 09 - APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (APAMRPS)

Eduardo Muccillo Bica de Barcellos - Analista Ambiental/ APAMRPS/ ICMBio; Equipe Rancho do Zé João - Lavrinhas; Fernando Regis de Siqueira - Analista Ambiental/ APAMRPS/ ICMBio; Francisco Tiago de Oliveira Souza - Agente Temporário Ambiental / APAMRPS/ ICMBio; Letícia Domingues Brandão - Chefe do NGI ICMBio Rio Paraíba do Sul/ APAMRPS/ ICMBio; Maria Alice Corrêa Tocantins - Analista Ambiental/ APAMRPS/ ICMBio

Arranjo 10 - APA Fernão Dias (APAFD)

Adalberto Hilário de Almeida - Analista APAFD/ IEF; Alessandro Rocha - RPPN Pico dos Cabritos; Bruno Monteiro Ramos - Instituto Mantiqueiros; Camila Crispim de Oliveira Ramos - Instituto Mantiqueiros; Claire P. Röpke Ferrando - Instituto Mantiqueiros; Maurício Trovarelli - RPPN Pico dos Cabritos; Raquel Junqueira Costa - Gestor APAFD/ IEF; Ursula Olga Röpke - Instituto Mantiqueiros

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Demais apoiadores

Adna Sabará Lemes - CGPDI; Antônio Carlos Ribeiro - assistente de campo; Danilo Fernandes - CGPDI; Ednea Fátima Gouvêa - LabEcoh/DIIAV/INPE; Carlos Daniel Meneghetti - Químico e Técnico do Laboratório - LabEcoh/DIIAV/INPE; Jessica Cristina Pinto de Almeida - CGPDI; Jéssica Ribeiro dos Santos - UNIFEI; Kiria de Carvalho Rocha - Crescente Fértil; Leandro Braz Camilo - assistente de campo; Maria Suzete Viturino (in memorian) - Crescente Fértil; Bárbara Fontes Silva, Bolsista Proatec e Mestranda em Engenharia Ambiental pelo PEAMB da UERJ - Comitê de Bacias do Médio Paraíba do Sul (CBH-MPS); Jéssica Ribeiro dos Santos), discente de Engenharia Ambiental da UNIFEI.

Equipe do Projeto Mosaico de Águas

Benedito Claudio da Silva - Professor do Instituto de Recursos Naturais - IRN da Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI;

Breno Pupin - D.Sc., Bolsista DTI LabEcoh/DIIAV/INPE;

Célia Maria Cerantola de Mattos - Associação Educacional Dom Bosco Resende RJ - cargo - Pesquisadora - CPGE (Centro de Pesquisa);

Daniela Rocha Teixeira Riondet-Costa - Professora Associada 3, Instituto de Recursos Naturais-IRN, Universidade Federal de Itajubá - Unifei;

Ednea Gouveia - Química - Bolsista DTI LabEcoh/DIIAV/INPE;

Érico Monte - jornalista;

Fabiana Alves Fiore - Professora do Departamento de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP;

Isabela Maria Martins - Analista Ambiental na Associação Corredor Ecológico do Vale do Paraíba e Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais (CEMADEN/UNESP);

Laura De Simone Borma - Pesquisadora Titular - LabEcoh/DIIAV/INPE;

Luis Felipe Lenz Cruz Cesar - Diretor Executivo Adjunto - Crescente Fértil;

Maria Alice Correa Tocantins - Analista Ambiental / ICMBio;

Rafael Ávila Matos Cardoso - Aluno do curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP.;

Raquel Filippo Fernandes Hellich - Secretaria Executiva do Mosaico Mantiqueira / Instituto Sintropia;

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Thiago Carlos Lopes Ribeiro - Sócio Administrador / Representante Legal - E&C Pesquisa e Soluções Ambientais;

Vanessa Rodrigues Pereira - Mestre em Engenharia Civil e Ambiental e técnica acadêmica no Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP;

Wilson Cabral de Sousa Junior - Professor/Pesquisador - Núcleo de Estudos em Infraestrutura, Ambiente e Sustentabilidade (NINFA) / ITA.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

A proposta apresentada à Fundação Grupo Boticário teve como objetivo caracterizar a qualidade e a quantidade das águas das nascentes e cursos hídricos em Unidades de Conservação do Mosaico Mantiqueira. Este conta com mais de 100 Unidades de Conservação (UCs) da Serra da Mantiqueira, região que abriga importantes mananciais hídricos de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, além de ser responsável por diversas bacias hidrográficas, como Paraíba do Sul, Médio Paraíba, Rio Grande, Serra da Mantiqueira, Piracaia, Capivari e Jundiá. A área é composta por uma cadeia de montanhas protegidas, que conta com um conjunto de UCs de proteção integral e uso sustentável.

Dada a importância da região para a regulação hídrica, o fornecimento de água (em termos de qualidade e quantidade), a conservação da biodiversidade e a pouca disponibilidade de informações e de gestão integrada das águas, o projeto visou coletar dados sobre a qualidade e quantidade da água das cabeceiras e cursos hídricos, tanto dentro quanto fora das UCs, para realizar a caracterização hídrica desses corpos d'água de modo participativo, com apoio das equipes das unidades de conservação envolvidas no projeto.

A principal meta foi criar um banco de dados público, acessível no site do Mosaico Mantiqueira (<https://mosaicomantiqueira.org.br/>), que pudesse servir como linha de base para a compreensão dos potenciais serviços ecossistêmicos de regulação hídrica fornecidos por Unidades de Conservação. O monitoramento da variabilidade temporal da qualidade e da quantidade de água é aspecto chave no dimensionamento dos serviços ecossistêmicos de regulação e fornecimento hídrico prestados pelas UCs e áreas de entorno.

A estratégia adotada foi baseada na utilização da rede de UCs, com a capacitação de conselheiros e servidores, além da realização de atividades de campo. O financiamento inicial foi concedido pela Fundação Grupo Boticário, por meio do Edital Teia de Soluções, e a execução ocorreu entre os anos de 2022 e 2025. O projeto contou ainda com o apoio de diversas parcerias institucionais em todas as suas frentes, incluindo análises e disponibilização de informações, atividades de campo, e a produção técnica e científica, entre outras ações.

2.1 Objetivos Geral e Específicos

O projeto teve como objetivo geral mensurar, de forma participativa, alguns parâmetros físico-químicos e de qualidade da água e coletar dados preliminares de vazão em cursos hídricos do território do Mosaico Mantiqueira de Unidades de Conservação, com o intuito de produzir uma caracterização inicial das águas superficiais dessas unidades bem como propor um protocolo passível de ser adotado para monitoramento contínuo da qualidade e quantidade de água dentro das UCs.



Os objetivos específicos foram: i) o estabelecimento de um protocolo de monitoramento que permitisse a replicabilidade das ações; ii) o fortalecimento da agenda “água” na Serra da Mantiqueira; iii) o fortalecimento de parcerias, arranjos multissetoriais e da participação social; e iv) o reconhecimento das UCs e do território da Mantiqueira como provedores de serviços ecossistêmicos, especialmente os serviços de regulação e provisão hídrica.

Neste documento estão apresentados os resultados obtidos e discussões no intuito de proporcionar a oportunidade de integração e promoção de políticas públicas para a gestão de recursos hídricos e o estimular o reconhecimento das UCs como prestadoras de serviços ambientais.

3. CARACTERIZAÇÃO DO MOSAICO MANTIQUEIRA E SUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO (UCs)

As unidades de conservação (UCs) são definidas pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). De acordo com o SNUC, uma unidade de conservação refere-se a um espaço territorial e seus recursos ambientais com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. As UCs possuem entre os seus objetivos a manutenção da diversidade biológica, preservação, conservação e restauração de ecossistemas naturais.

A Serra da Mantiqueira (SM) é uma cadeia montanhosa que se estende entre os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais e corresponde a uma das regiões de cabeceiras mais importantes do país com inúmeras nascentes que desaguam para formar importantes cursos d'água, além de apresentar remanescentes florestais com alto grau de conectividade e variabilidade de ecossistemas. Como medida de proteção, foram demarcadas diversas UCs no território e, em busca de uma gestão integrada e participativa, conforme determinado no SNUC, foi criado o Mosaico de Unidades de Conservação da Serra da Mantiqueira, conhecido como Mosaico Mantiqueira, por meio da Portaria do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº 351, de 11 de dezembro de 2006 como um instrumento de gestão e ordenamento territorial das UCs da Serra da Mantiqueira.

A Portaria MMA nº351/2006 reconheceu 18 UCs e suas zonas de amortecimento em sua área de abrangência, incluindo parques nacionais, estaduais e municipais, florestas nacionais, áreas de proteção ambiental e reservas particulares do patrimônio natural. Além disso, também ficou definida a criação de um Conselho Consultivo com atuação como instância de gestão integrada das UCs, o qual é formado por representantes governamentais e representantes da sociedade civil. Com o passar dos anos, outras UCs do território foram adicionadas ao Mosaico Mantiqueira e hoje, no total, 42 UCs integram o Mosaico

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Mantiqueira. A Figura 1 apresenta um mapa da área de abrangência das UCs que compõem o Mosaico Mantiqueira. Vale mencionar que o limite da área de abrangência do Mosaico Mantiqueira foi definido pela união dos limites das 42 UCs desconsiderando as eventuais sobreposições e somam 745.577,98 hectares.

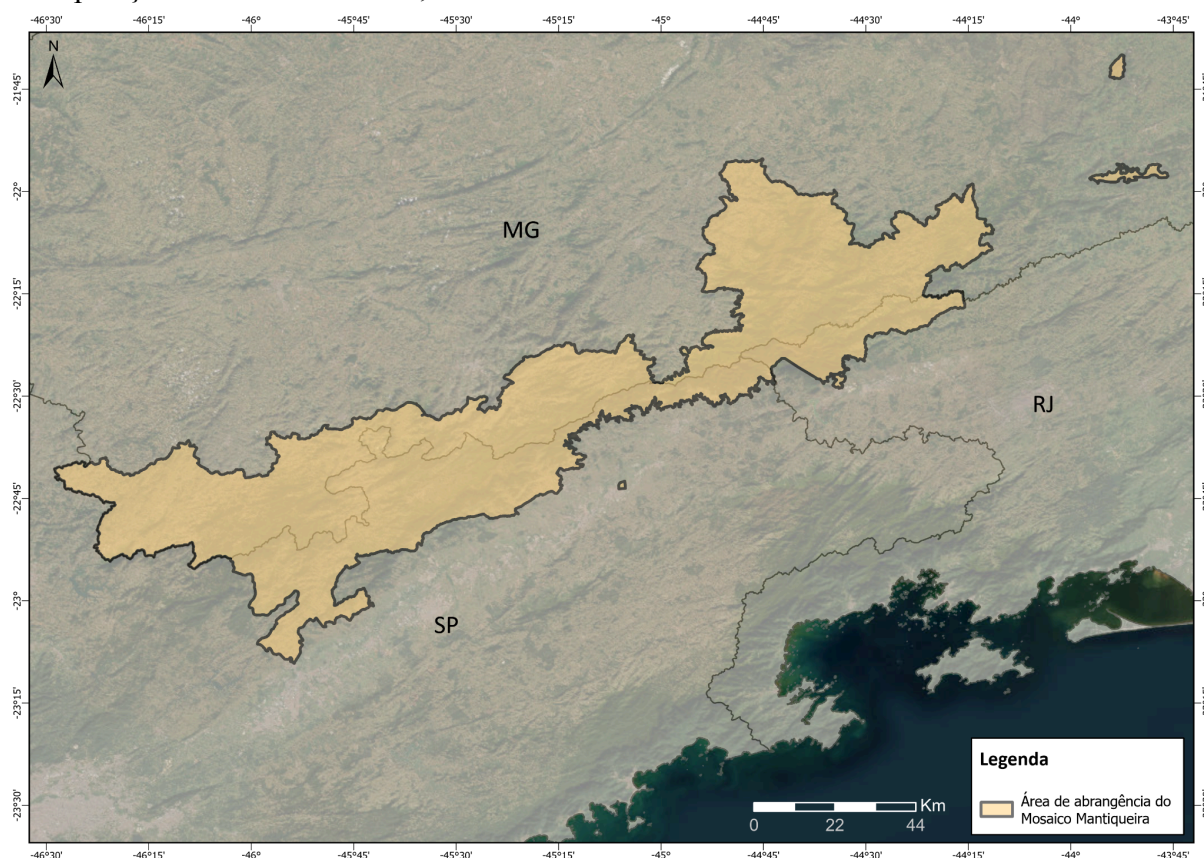


Figura 1. Mapa da área de abrangência das UCs do Mosaico Mantiqueira.

De acordo com o SNUC, as UCs são divididas em dois grupos: Proteção Integral (PI) e Uso Sustentável (US). As unidades de PI possuem o objetivo de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais e compreende as seguintes categorias: Estação Ecológica (EE), Reserva Biológica (REBIO), Parque Nacional (Parna), Parque Estadual (PE), Parque Natural Municipal (PNM), Monumento Natural (MONA) e Refúgio de Vida Silvestre (REVIS). As unidades de US têm o objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais e compreende as seguintes categorias: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RE), Reserva de Fauna (RF), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Vale mencionar que no Estado do Rio de Janeiro, por meio do Decreto Estadual nº40.909 de 17 de agosto de 2007, as RPPNs são consideradas UCs de PI. A distribuição das UCs do Mosaico Mantiqueira em categorias é apresentada na Figura 2.

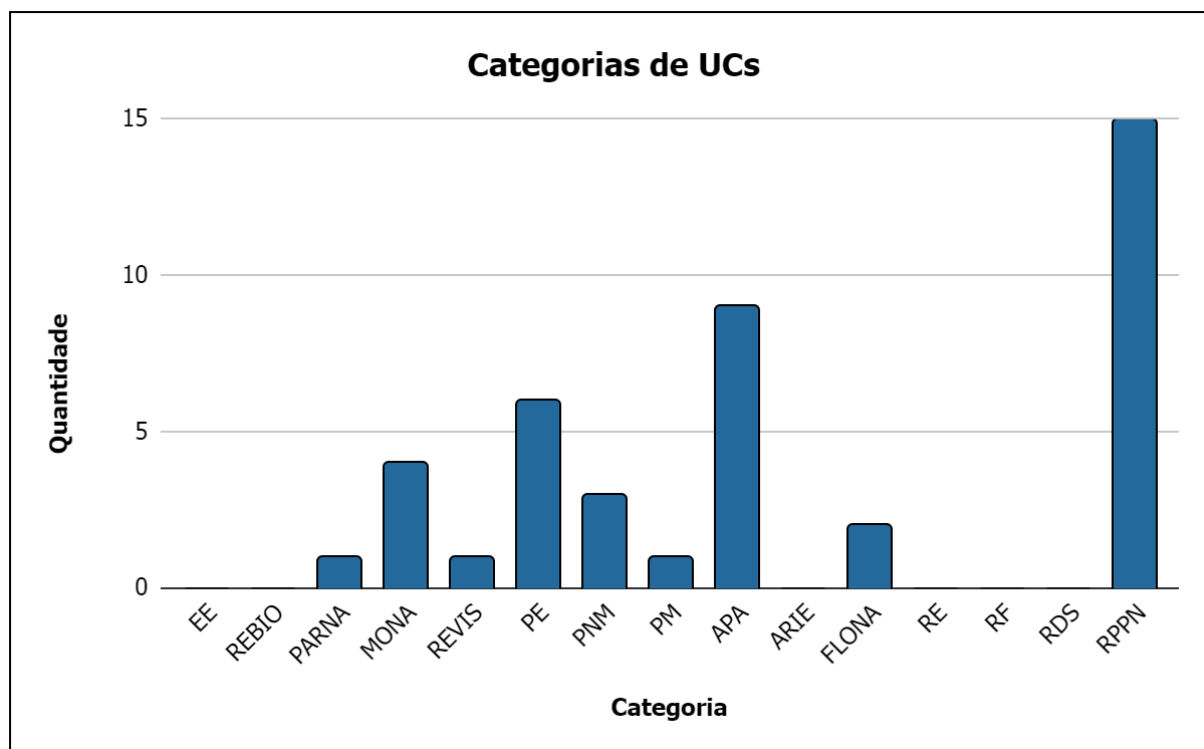


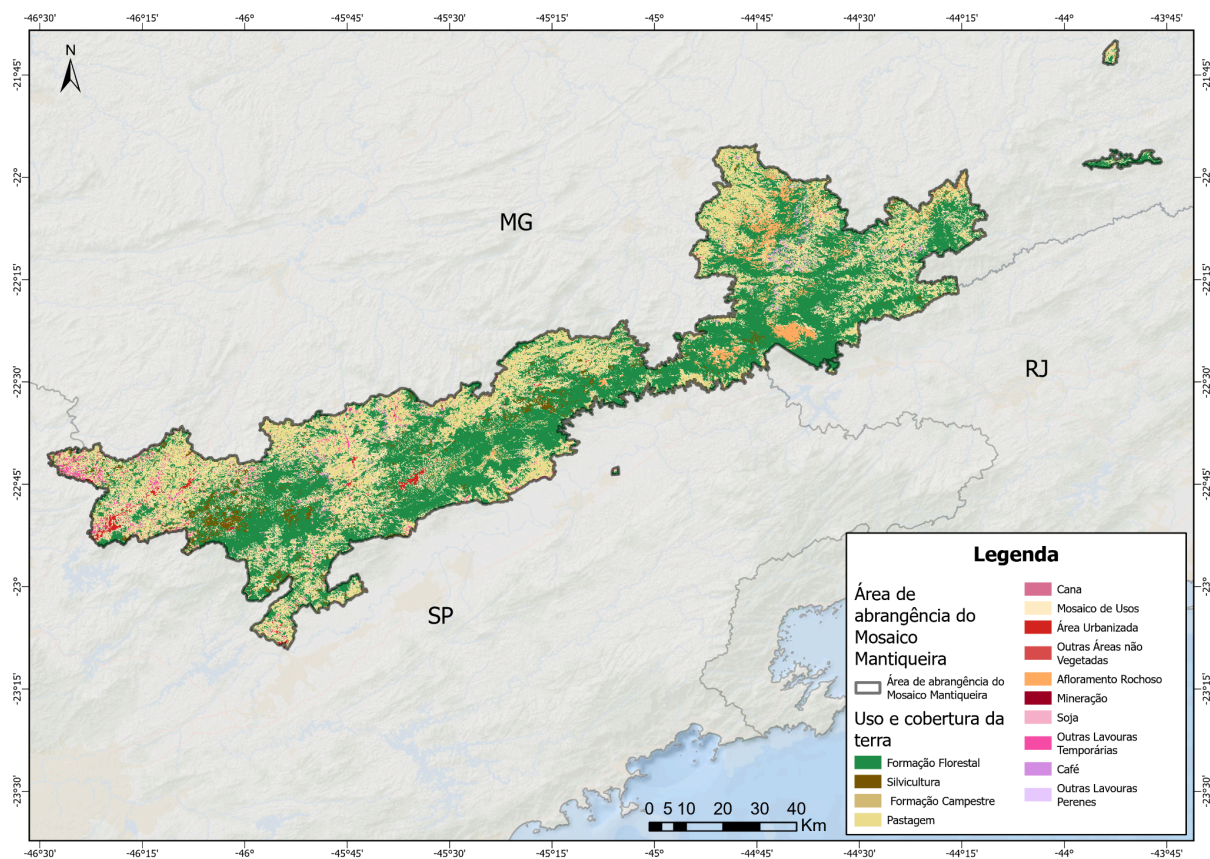
Figura 2. Categorias de UCs do Mosaico Mantiqueira.

Considerando o Decreto Estadual nº 40.909/2007, o Mosaico Mantiqueira abrange 42 UCs, sendo 19 de Proteção Integral (PI) e 23 de Uso Sustentável (US). Entre as unidades de PI, encontram-se diferentes categorias: Parque Nacional (Parna – 1), Monumento Natural (MONA – 4), Reserva Biológica (REVIS – 1), Parque Estadual (PE – 6), Parque Natural Municipal (PNM – 3) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN – 3). Já entre as unidades de US, destacam-se as categorias Área de Proteção Ambiental (APA – 9), Floresta Nacional (FLONA – 2), Parque Municipal (PM – 1) e RPPN (15). Observa-se que a maioria das UCs do Mosaico Mantiqueira pertence à categoria de Uso Sustentável, sendo predominantes as RPPNs, seguidas pelas APAs. No entanto, quando se considera a área de abrangência, as APAs representam cerca de 92% da extensão das áreas protegidas do mosaico.

As Figuras 3 e 4 apresentam a distribuição do uso e cobertura do solo em 2023 na área de abrangência das UCs que compõem o Mosaico Mantiqueira, com base nos dados do Projeto MapBiomias – Coleção 9 da Série Anual de Mapas. Observa-se que, apesar de se tratar de um território formado por UCs, 47% da área é ocupada pela classe Agropecuária. Esse valor pode estar relacionado à predominância de UCs de Uso Sustentável (US), que permitem atividades produtivas, e à presença de grandes extensões territoriais, como as Áreas de Proteção Ambiental (APAs).

Dentro da classe Agropecuária, destacam-se as pastagens, que representam 25,49% da área de abrangência. Essas áreas, muitas vezes subutilizadas, podem apresentar potencial para ações de restauração ecológica, considerando os impactos negativos associados ao seu uso, como a erosão do solo e o assoreamento de corpos d'água. Ainda nessa classe, merece atenção a subclasse "Mosaico de Usos" — definida como “áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura” —, que corresponde a 15,82% da área e tem sido apontada como uma das zonas com maior potencial para regeneração natural.

Por fim, a classe Floresta ocupa 49% da área de abrangência das UCs do Mosaico Mantiqueira, evidenciando a importância da vegetação nativa na composição da paisagem. A Tabela 1 apresenta detalhes sobre as classes e subclasses de uso e cobertura do solo na região.



Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo para a área de abrangência do Mosaico Mantiqueira.

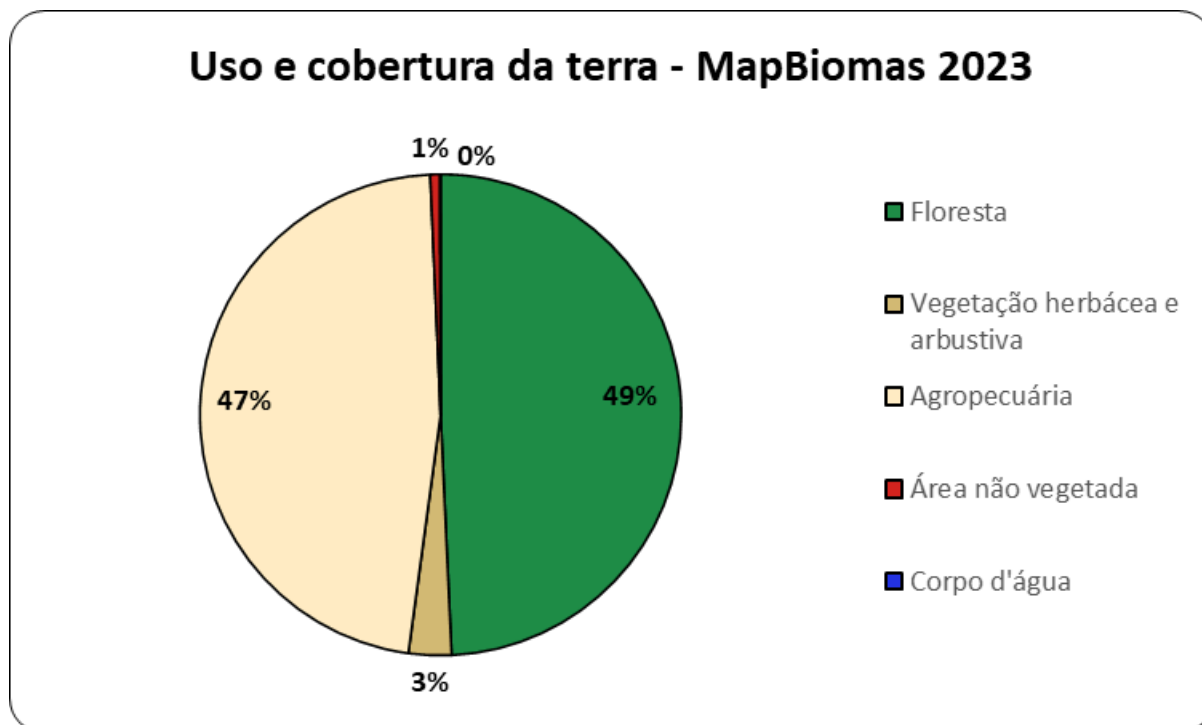


Figura 4. Porcentagem de classes de uso e cobertura do solo (MapBiomas).

Tabela 1. Classes e Subclasses de uso e cobertura do solo do Projeto MapBiomias para a área de abrangência do Mosaico Mantiqueira.

Classe	Sub-classe	Área (ha)	%
Formação Florestal	Formação Florestal	367.454,90	49,27
Vegetação herbácea e arbustiva	Formação campestre	529,07	0,07
	Afloramento rochoso	20.885,70	2,80
Agropecuária	Pastagem	190.089,24	25,49
	Soja	106,00	0,01
	Cana	1,32	0,00
	Outras lavouras temporárias	13.205,42	1,77
	Café	9.398,56	1,26
	Outras lavouras perenes	154,69	0,02
	Silvicultura	20.782,45	2,79
	Mosaico de usos	117.959,47	15,82
Área não vegetada	Área urbanizada	4.384,05	0,59
	Mineiração	16,16	0,00
	Outras áreas não vegetadas	438,51	0,06
Corpo d'água	Rio, lago e oceano	327,05	0,04
Não observado	-	132,01	0,02
Total		745.864,61	100,00

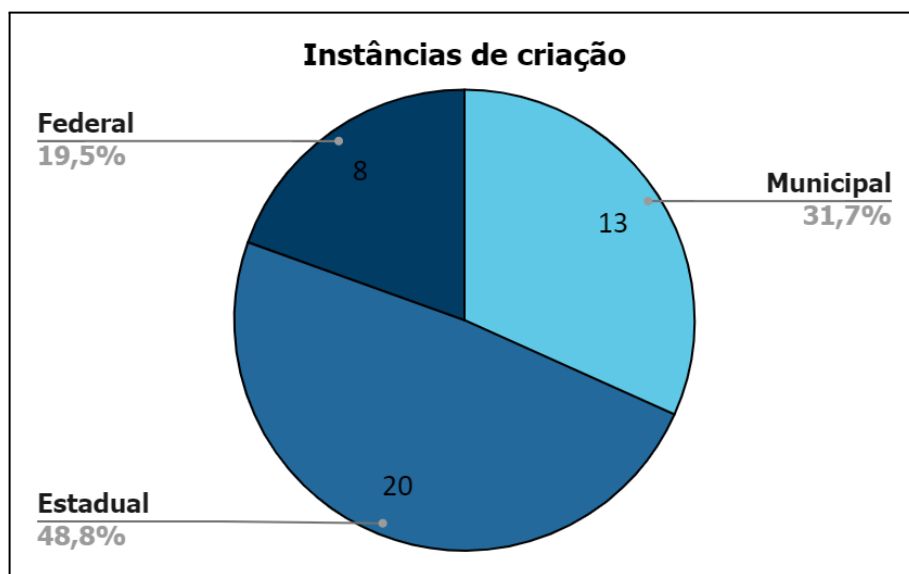
Como pode ser observado na Figura 1, as UCs do Mosaico Mantiqueira estão distribuídas em três estados: Minas Gerais, que abrange 65,64% da área total do Mosaico Mantiqueira, São Paulo, com 28,40%; e Rio de Janeiro, com 5,95%. As UCs também apresentam diferentes esferas de gestão territorial: a maioria possui abrangência municipal (73,8%), seguida pela estadual (21,4%) e, em menor proporção, federal (4,8%). Em relação ao número de unidades, os estados de São Paulo e Minas Gerais concentram 78,6% das UCs do Mosaico Mantiqueira. Além disso, essas unidades estão distribuídas em áreas pertencentes a 45 municípios dos diferentes estados.

As UCs do Mosaico Mantiqueira estão inseridas em nove Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) Estaduais, conforme Tabela 2, com predominância do CBH Paraíba do Sul e CBH Serra Mantiqueira. Os CBHs, parte do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, constituem um espaço para discussões e deliberações sobre a gestão dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica e são formados por representantes do poder público, usuários e sociedade civil com atuação na bacia (BRASIL, 1997; ANA, 2024). O conhecimento sobre os CBHs nos quais as UCs estão inseridas é importante para articular seus Planos de Bacia com os Planos de Manejo das UCs. Além disso, é possível acessar fontes de financiamento para o desenvolvimento de projetos com os recursos arrecadados pela cobrança pelo uso da água gerenciados pelos respectivos CBHs.

Tabela 2. CBHs Estaduais das UCs do Mosaico Mantiqueira.

Todos CBHs	UF
Paraíba do Sul	SP
Serra da Mantiqueira	SP
Rio do Verde	MG
Médio Paraíba do Sul	RJ
Afluentes Mineiros dos Rios Preto e Paraibuna	MG
Rios Jaguari/Piracicaba (SP)	SP
Rio Sapucaí	MG
Rio Verde	MG
Alto Rio Grande	MG

A criação de UCs, uma das estratégias mais eficazes para conservação da biodiversidade, é realizada por ato do poder público (federal, estadual ou municipal) após a elaboração de estudos técnicos e consulta pública. As UCs do Mosaico Mantiqueira foram criadas por diferentes instâncias, sendo a maioria criada por instância estadual (20), seguida pela instância municipal (13) e federal (8), conforme Figura 5. Vale mencionar que os dados sobre a RPPN Terra Una não foram disponibilizados.

**Figura 5.** Instâncias de criação das UCs do Mosaico Mantiqueira.

A Figura 6 apresenta a distribuição dos anos de criação das UCs do Mosaico Mantiqueira. É possível observar que no intervalo de tempo entre 1935-2005, isto é, um intervalo de 70 anos, 18 UCs foram criadas e, em comparação, entre 2005-2024, isto é, um intervalo de 19 anos, 22 UCs foram criadas. Vale mencionar a presença do Parna Itatiaia que

foi criado em 14 de junho de 1937 e que corresponde ao primeiro Parque Nacional estabelecido no Brasil, sendo uma referência para as UCs brasileiras (ICMBIO, 2024).

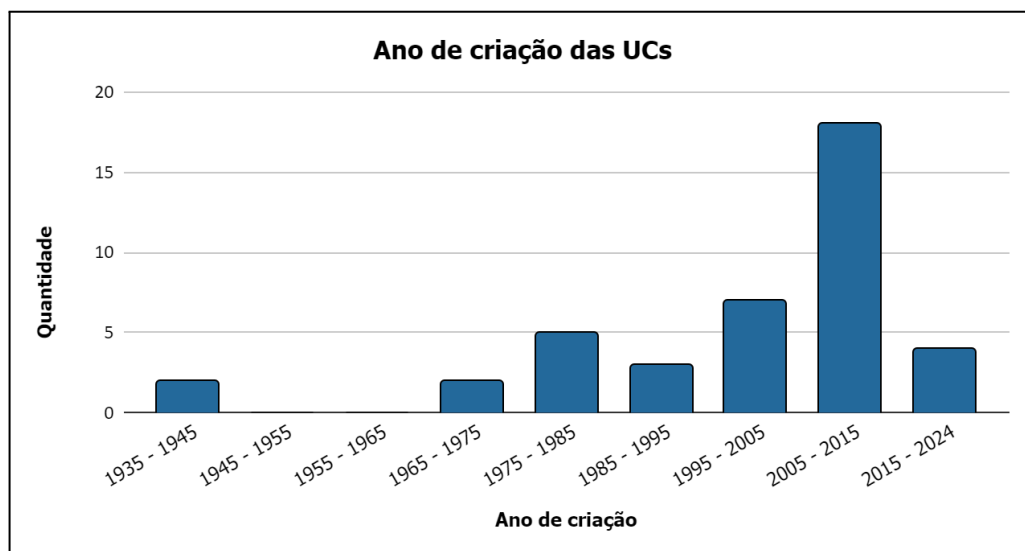


Figura 6. Anos de criação das UCs do Mosaico Mantiqueira.

A gestão das UCs está fundamentada por diversas diretrizes, instrumentos e ações de políticas públicas, como manejo, conservação e pesquisa, aspectos administrativos e operacionais, bem como monitoramento e instrumentos de planejamento. Conforme sua instância de criação e abrangência, as UCs do Mosaico Mantiqueira são geridas por diferentes órgãos: federal, denominado Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio); estaduais, como a Fundação Florestal (FF) no Estado de São Paulo, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) no Estado do Rio de Janeiro e o Instituto Estadual de Florestas (IEF) no Estado de Minas Gerais; bem como Prefeituras Municipais e gestões particulares. A distribuição dos órgãos gestores das UCs do Mosaico Mantiqueira é apresentada no Figura 7.

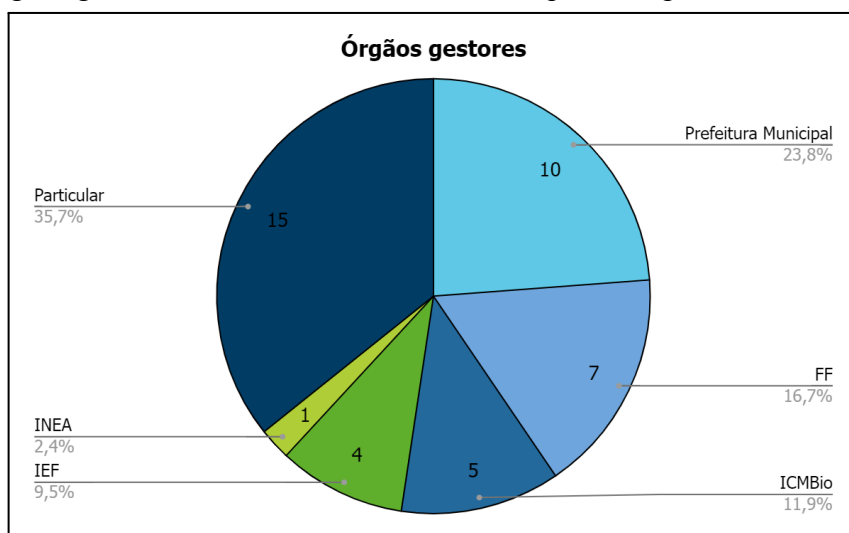


Figura 7. Órgãos gestores das UCs do Mosaico Mantiqueira.

O plano de manejo é um dos instrumentos de gestão de UCs previstos pelo SNUC. Trata-se de um documento técnico que estabelece o zoneamento e as normas que devem determinar o uso da área e o manejo dos recursos naturais com base nos objetivos gerais de cada UC. Entre as UCs do Mosaico Mantiqueira, apenas 25 UCs possuem plano de manejo, enquanto 2 UCs estão em processo de elaboração e 11 UCs não possuem o documento. Durante o levantamento, não foi possível obter as informações de 4 UCs. Ainda de acordo com o SNUC, o plano de manejo de uma UC deve ser elaborado em cinco anos a partir da data de sua criação. Porém, na prática, isso não é observado. A média de intervalo entre a criação da UC e a elaboração do plano de manejo é de aproximadamente 22 anos. Vale ressaltar que, também de acordo com o SNUC, o plano de manejo da UC deverá ser aprovado pelo conselho da unidade.

O Decreto nº 4.340 de agosto de 2022, que regulamenta o SNUC, definiu que as categorias de UCs poderão ter conselho consultivo ou deliberativo. Este decreto definiu a composição e a competência do conselho, bem como especificações de criação e funcionamento do conselho. Entre as atribuições do conselho estão elaboração de regimento interno, contribuir para elaboração e implantação do plano de manejo, integrar a UC aos diferentes setores da sociedade e outras UCs, entre outros. De acordo com o SNUC cada UC do grupo de PI disporá de um conselho consultivo e dependendo da categoria também determina a necessidade de um conselho deliberativo.

Apesar da determinação, muitas UCs do Mosaico Mantiqueira não possuem conselho. De acordo com os dados disponibilizados, 22 UCs não possuem conselho, 19 UCs possuem conselho e 1 UC não disponibilizou a informação. Todas as UCs que possuem, estão com conselhos ativos. Entre as justificativas para que mais da metade das UCs não possuam conselhos, está a escassez de recursos financeiros e humanos, como também a falta de demanda da comunidade local ou instituições interessadas. Além disso, é importante lembrar que 35,7% das UCs do Mosaico Mantiqueira são RPPNs, o que pode dificultar a formação de um conselho.

A existência de um conselho e, principalmente, de um conselho atuante e ativo traz diversos benefícios para a UC e seu entorno, uma vez que aumenta o diálogo e a confiança entre o órgão gestor e os demais setores da sociedade, aumenta a governança e o apoio político da UC junto às comunidades locais, empresas, ONGs e universidades e amplia o conhecimento e enriquece as discussões por meio das contribuições dos conselheiros (MMA, 2024).

4. DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO

O planejamento das atividades do projeto *Mosaico de Águas* envolveu uma série de etapas colaborativas e análises técnicas voltadas à seleção das Unidades de Conservação (UCs) e dos pontos de monitoramento ao longo dos cursos d'água. Esse processo foi conduzido de forma participativa, por meio de reuniões regulares entre a equipe do projeto, os



gestores das UCs e o Conselho Consultivo do Mosaico Mantiqueira, com o objetivo de garantir a inclusão de UCs representativas dos diversos ecossistemas presentes na Serra da Mantiqueira.

A definição dos pontos a serem monitorados no Projeto Mosaico de Águas (julho de 2023 a junho de 2024) envolveu cinco etapas:

1. Seleção das Unidades de Conservação (UCs);
2. Estabelecimento de arranjos, quando possível, e proposta de pontos a serem monitorados em cada arranjo;
3. Realização de reuniões com os gestores das UCs para validação das propostas;
4. Adequação e reposicionamento de pontos, sempre que necessário, com base nas contribuições dos gestores e nas condições de campo;
5. Definição final dos pontos de amostragem e monitoramento, consolidando o planejamento para a etapa de coleta de dados.

O processo de seleção das Unidades de Conservação (UCs) foi realizado por meio da aplicação de um formulário eletrônico (Google Forms). Esse instrumento permitiu a manifestação de interesse das UCs em participar do projeto, por meio de preenchimento das informações fornecidas pelos gestores sobre suas respectivas unidades. Entre os dados solicitados estavam:

- categoria e da UC;
- localização (estado e município em que está inserida);
- bacia hidrográfica em que está inserida;
- delimitação da UC;
- se o curso principal possui nascente na UC;
- existência de nascentes na UC;
- uso e cobertura no entorno da UC;
- se já participou de trabalhos/projetos/pesquisas sobre recursos hídricos;
- se possui conselho, grupos de trabalho e/ou câmaras técnicas;
- possíveis contribuições que a UC pode oferecer para a realização do projeto e pressões sofridas pela UC.

Essa etapa ocorreu de 11/01/2023 a 28/01/2023, resultando no recebimento de 22 inscrições. Após o encerramento das inscrições, a equipe técnica do projeto se reuniu para selecionar as UCs a serem contempladas e avaliar possíveis arranjos.

A seleção das UCs para participação no projeto foi realizada com base em uma análise técnica detalhada dos cursos d'água, utilizando cartas do IBGE (escala 1:50.000), dados do MapBiomas e imagens do satélite Alos Palsar. Embora 22 UCs tenham manifestado interesse, apenas 15 UCs (distribuídas em 10 Arranjos) puderam ser contempladas devido às



limitações de recursos financeiros e de pessoal. Para a definição desse conjunto mais enxuto de unidades, foram estabelecidos critérios de inclusão com o objetivo de garantir a adequação das UCs ao foco do projeto. Os principais critérios considerados foram: o tamanho da UC, sua contribuição em relação à área da bacia hidrográfica e a presença de um corpo hídrico (rio) atravessando a unidade.

Tabela 3: UCs inscritas e selecionadas para realização do Projeto Mosaico de Águas.

Unidade de Conservação	Municípios	Estados	Bacias Hidrográficas	Principal Curso Hídrico	Selecionada
Parque Nacional do Itatiaia	Itamonte, Bocaina de Minas (MG), Resende, Itatiaia (RJ)	MG, RJ	Atlântico Sudeste, Paraná	Rio Campo Belo	X
RPPN Reserva Agulhas Negras	Resende	RJ	Rio Paraíba do Sul	Rio Alambari	X
Parque Natural Municipal Augusto Ruschi	São José dos Campos	SP	Rio Buquira (afluente do Paraíba do Sul)	Sem nomeação específica	
RPPN Gigante do Itaguaré	Cruzeiro	SP	Paraíba do Sul	Ribeirão Brejetuba	X
APA Serrinha do Alambari	Resende	RJ	Médio Paraíba	Rio Pombo	X
MONA Mantiqueira Paulista	Cruzeiro, Piquete	SP	UGRHI 02	Rio Monteiro, Rio Batedor	X
RPPN Pico dos Cabritos	Extrema	MG	Jaguari	Rio Jaguari	
APA Estadual Fernão Dias	Vários municípios	MG	Piracicaba-Jaguari, Cantareira, Sapucaí	Rio Jaguari	X
APA São Francisco Xavier	São José dos Campos	SP	Paraíba do Sul	Rio do Peixe	X

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



FLONA de Lorena	Lorena	SP	Paraíba do Sul	Ribeirão dos Passos, Córrego Tijuco Preto (parcial)	
FLONA de Passa Quatro	Passa Quatro	MG	Rio Passa Quatro, Sub-bacia Rio Cachoeira	Ribeirão Cachoeira, Ribeirão Carlos Tibúrcio	X
PE Campos do Jordão	Campos do Jordão	SP	Serra da Mantiqueira	Rio Sapucaí	X
PE Serra do Papagaio	Aiuruoca, Alagoa, Baependi, Itamonte, Pouso Alto	MG	Rio Grande, Rio Verde	Ribeirão Santo Agostinho	X
RPPN Cachoeira do Juju	Baependi	MG	Rio Verde	Ribeirão Piracicaba	X
APA Serra da Mantiqueira	Vários municípios	MG, SP, RJ	Rio Grande, Paraíba do Sul	Rio Grande e afluentes	X
RPPN Pedra da Mina	Queluz	SP	Paraíba do Sul	Rio Claro	X
APA Estadual Fernão Dias e RPPN Pico dos Cabritos	Vários municípios	MG	Piracicaba-Jaguari, Sapucaí	Rio Jaguari	
APA Engenheiro Passos	Resende	RJ	Médio Paraíba do Sul	Ribeirão da Água Branca	X
APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (Guaratinguetá)	Guaratinguetá	SP	Paraíba do Sul	Mananciais de abastecimento	

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (Lavrinhas, Queluz)	Lavrinhas, Queluz	SP	Paraíba do Sul	Rios do Braço, Claro, Entupido	X
RPPN Dalmúnia	Itamonte	MG	Rio Grande	Rio Dois Irmãos	

Fonte: Respostas do formulário de inscrição (Google Forms: <https://docs.google.com/forms/d/1E38nWQ1N-UtDhwvvIjAiLcHedtICb0jJD1D3BFQvDYc/e/dit?pli=1#responses>)

A seleção dos pontos de monitoramento em cada arranjo levou em consideração os limites das UCs, a existência de áreas conservadas (com cobertura florestal) e antropizadas dentro e fora de cada UC, e a existência de cursos d'água (tributários) desaguardo à montante dos pontos de monitoramento selecionados. Os pontos de monitoramento foram estabelecidos no mesmo curso d'água, sendo um ponto localizado à montante e mais próximo do limite da área protegida/conservada e outro ponto localizado à jusante, após os limites de proteção da UC em questão. Buscou-se posicionar o ponto de jusante antes da contribuição de algum tributário mais significativo.

Estabelecida a proposta inicial dos pontos de monitoramento, foram realizadas reuniões com os gestores das UCs para a confirmação e definição dos pontos. Onde houve aprovação pelos gestores, os pontos foram pré-definidos. Onde não houve aprovação, um novo posicionamento foi realizado. O posicionamento dos pontos foi apresentado à equipe técnica do projeto para confirmação e aprovação em 24/05/2023. Neste processo, apenas os pontos referente a APA Fernão Dias não foram discutidos com a equipe técnica, sendo necessário realizar reuniões extraordinárias, com os gestores da APA Fernão Dias, para a definição dos pontos. Devido à dificuldade de definir os pontos conforme considerações realizadas nos demais arranjos e obter permissão prévia para acesso aos pontos, bem como visando a viabilidade de execução das coletas das amostras pela equipe gestora da UC, a definição dos pontos a serem monitorados na APA Fernão Dias foi realizada junto a equipe técnica do projeto, acatando a proposição dos gestores.

Definidos os pontos, foi solicitado aos gestores das UCs a colaboração para o contato com os proprietários e obtenção das permissões para acesso aos pontos a serem monitorados.

Por meio do processo descrito acima foram estabelecidos 21 pontos de monitoramento distribuídos em 10 Arranjos. Todos os Arranjos são contemplados com dois pontos de monitoramento, com exceção do Arranjo 3 que dispõe de três pontos. Nos Arranjos estipulados, 15 UCs foram atendidas (10 UCs em arranjos e 5 UCs individuais). Os Arranjos, corpos hídricos e pontos a serem monitorados são apresentados na Tabela 2.



Tabela 4: Arranjos definidos para o monitoramento do Projeto Mosaico de Águas (A: ponto de montante; B: ponto de jusante; C: ponto a jusante de B).

Arranjos	Município	Unidades de Conservação	Curso hídrico	Pontos de monitoramento (IdPt)
01	Resende (RJ)	PN Itatiaia (PN I) + APA Engenheiro Passos (APAEP)	Ribeirão da Água Branca	01A
				01B
02	Lavrinhas e Queluz (SP)	RPPN Pedra da Mina (RPPN PM) + APA Serra da Mantiqueira (APASM)	Rio Claro	02A
				02B
03	Itatiaia e Resende (RJ)	RPPN Agulhas Negras (RPPN AN) + APA Serrinha do Alambari (APASA)	Rio Alambari	03A
				03B
				03C
04	Cruzeiro (SP)	RPPN Gigante do Itaguaré (RPPN GI) + MONA Mantiqueira Paulista (MONA MP)	Rio Brejetuba	04A
				04B
05	Baependi (MG)	RRPN Cachoeira do Juju (RPPN CJ)+ PE Serra do Papagaio (PESP)	Rio Piracicaba	05A
				05B
06	Passa Quatro (MG)	FLONA Passa Quatro (FLONA P4)	Rio da Cachoeira	06A
				06B
07	São José dos Campos (SP)	APA São Francisco Xavier (APA SFX)	Ribeirão das Couves	07A
				07B

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



08	Campos do Jordão (SP)	PE Campos do Jordão (PECJ)	Rio Sapucaí-guaçu	08A
				08B
09	Lavrinhas (SP)	APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (APAMRPS)	Ribeirão do Braço	09A
				09B
10	Camanducaia e Sapucaí-Mirim (MG)	APA Fernão Dias (APAFD)	Rio Jaguari	10A
				10B

* APAEP = Área de Proteção Ambiental Engenheiro Passos, APAFD = Área de Proteção Ambiental Fernão Dias, APAMRPS = Área de Proteção Ambiental Mananciais do Rio Paraíba do Sul, APA SFX = Área de Proteção Ambiental São Francisco Xavier, APASA = Área de Proteção Ambiental Serrinha do Alambari, APASM = Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira, FLONA P4 = Floresta Nacional Passa Quatro, MONA MP = Monumento Natural Mantiqueira Paulista, PECJ = Parque Estadual Campos do Jordão, PESP = Parque Estadual Serra do Papagaio, PNI = Parque Nacional do Itatiaia, RPPN AN = Reserva Particular do Patrimônio Natural Agulhas Negras, RPPN CJ = Reserva Particular do Patrimônio Natural Cachoeira do Juju, RPPN GI = Reserva Particular do Patrimônio Natural Gigante do Itaipuaré e RPPN PM = Reserva Particular do Patrimônio Natural Pedra da Mina.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



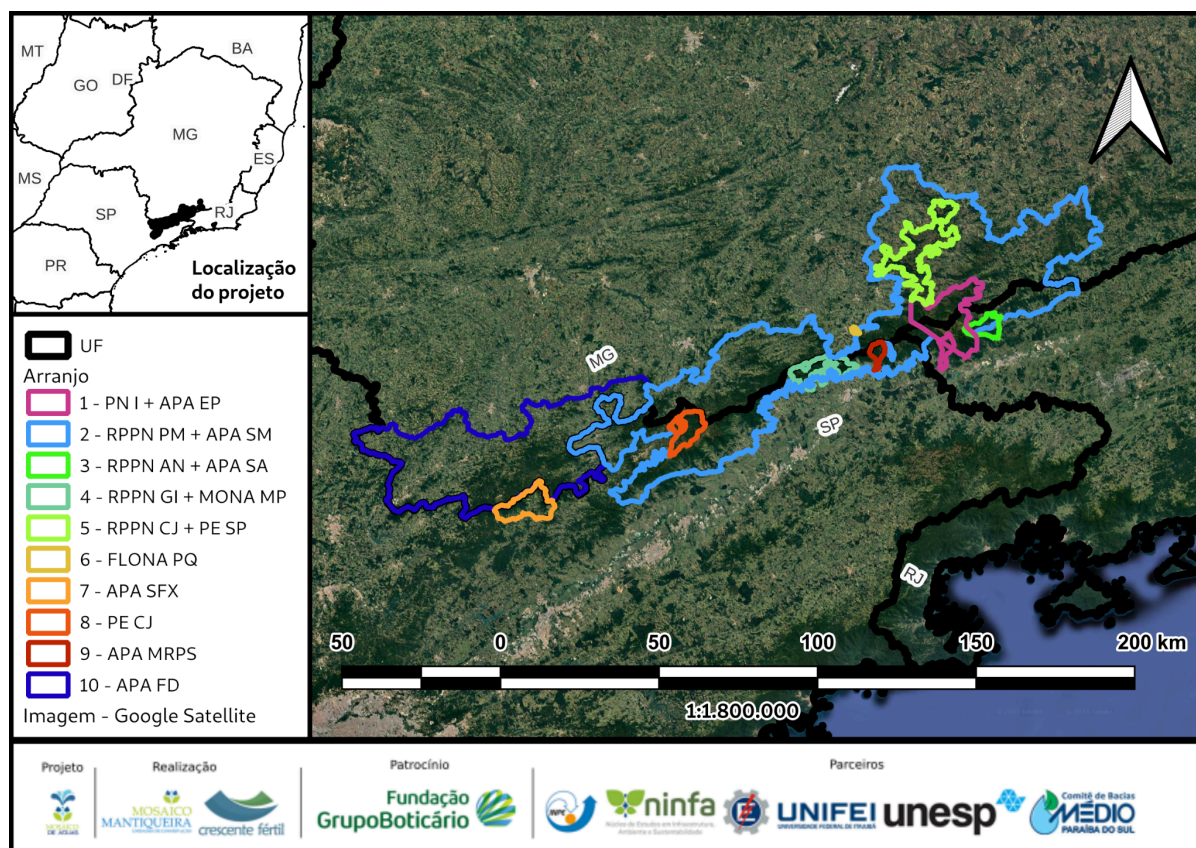


Figura 8: Mapa das UCs contempladas no PMA e Arranjos definidos

5. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA E AMBIENTAL DAS BACIAS, CURSOS HÍDRICOS MONITORADOS E RELAÇÃO COM AS UCSs.

Para a caracterização fisiográfica e ambiental das bacias monitoradas no presente projeto foram utilizados dados:

- do modelo de elevação digital produzido por meio do satélite Alos Palsar (ASF, 2023), para o levantamento das informações fisiográficas;
- do Projeto Mapbiomas – Coleção 8 da Série Anual de Mapas (Projeto MapBiomas, 2024), referente o ano de 2022, para o levantamento de informações de uso e cobertura e;
- do IBGE (IBGE, 2024) para o levantamento de informações pedológicas.

As bacias hidrográficas, com as respectivas redes hidrográficas, referente a cada ponto monitorado, foram delimitadas por meio do software QGIS, que também foi utilizado para determinar os índices fisiográficos apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Índices Fisiográficos utilizados para caracterização das bacias hidrográficas monitoradas.

Índices	Equações	Referências	Observação
Índice de sinuosidade	$I_s = \frac{CP}{DV}$	HORTON, 1945	$I_s < 1,05$ indicam canais retilíneos, $1,05 < I_s < 1,50$ indicam canais sinuosos e $1,50 < I_s$ indicam canais meandrantos. Quanto menos sinuoso, mais rápido é o fluxo de água.
Índice de compacidade	$k_c = \frac{0,282 \cdot P}{\sqrt{A}}$	CHRISTOF OLETTI, 1980	$k_c = 1$ indica que bacia tem formato circular. Quanto maior o valor, menor probabilidade de alagamentos.
Índice de circularidade	$I_c = \frac{A}{\pi \left(\frac{P}{2\pi} \right)^2}$	CHRISTOF OLETTI, 1980	$I_c = 1$ indica que bacia tem formato circular. I_c com valores próximos a 1 indicam maior probabilidade de ocorrência de alagamentos.
Coeficiente de forma	$k_f = \frac{A}{L^2}$	CHRISTOF OLETTI, 1980	$k_f < 1$ indicam bacias alongadas, k_f próximos a 1 e $k_f > 1$ indicam bacias arredondadas. Quanto maior o valor de k_f , maior probabilidade de ocorrência de alagamentos.
Densidade de hidrografia	$D_h = \frac{N}{A}$	HORTON, 1945	Indica quantidade de canais por km^2 , representando o potencial hídrico da região. Apresenta relação com o processo de escoamento estando assim relacionados às características ambientais (clima e geologia, principalmente).

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Índices	Equações	Referências	Observação
Densidade de drenagem	$Dd = \frac{Lt}{A}$	CHRISTOF OLETTI, 1980	Em contexto climático homogêneo, reflete capacidade de infiltração, a formação de canais, susceptibilidade à erosão. Valores mais altos de Dd indicam baixa capacidade de infiltração, portanto maior susceptibilidade à erosão.
Coeficiente de manutenção	$Cm = \frac{1}{Dd} \cdot 1000$	CHRISTOF OLETTI, 1980	Corresponde a área necessária para manter perene cada metro do canal.
Índice de rugosidade	$Ir = H \cdot Dd$	CHRISTOF OLETTI, 1980	Apresenta a relação entre densidade de drenagem e a amplitude altimétrica. Valores de Ir elevados indicam vertentes longas e íngremes.
Gradiente do canal principal	$Gcp = \frac{Acp \cdot 1000}{CP}$	CHRISTOF OLETTI, 1980	Reflete o potencial de energia no canal principal. Quanto maior o valor, mais rápido é o fluxo de água.

* CP = Comprimento do curso principal, DV = Distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e o exutório da bacia, P = Perímetro, A = Área, L = Comprimento do curso principal, N = Número de canais, Lt = Somatória do comprimento de todos os segmentos de drenagem, H = Amplitude altimétrica da bacia e Acp = Amplitude altimétrica do curso principal.

5.1 Dados de precipitação

A busca por dados de precipitação para a área de estudo foi motivada pela necessidade de incorporar informações sobre o volume mensal de chuvas no momento da coleta de dados de vazão e das coletas de amostras para análise físico-química da água. Para isso, foram consultadas diferentes fontes, incluindo o inventário de estações do Hidroweb atualizado em 29/05/2024 (ANA, 2024), além de dados disponibilizados pelo INMET (INMET, 2024) e pelo CEMADEN (CEMADEN, 2024).

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Com base nas coordenadas geográficas das estações disponibilizadas por esses bancos de dados, os dados foram espacializados visando à identificação de estações próximas às bacias monitoradas. No entanto, a partir das fontes consultadas, não foi identificada nenhuma estação meteorológica dentro dos limites dessas bacias. Diante disso, a busca precisou ser ampliada.

Como estratégia para essa ampliação foi gerado um buffer de 6,5 km ao redor bacias contribuintes até o ponto mais a jusante de cada Arranjo (pontos B e C, conforme o caso). As estações inseridas neste polígono foram, então, pré-selecionadas com base na sua localização geográfica. Em seguida, verificou-se se essas estações continham dados disponíveis para o período correspondente ao monitoramento.

Vale destacar que o tamanho do buffer foi definido de forma empírica, sendo progressivamente aumentando até que, em cada área de interesse, fosse identificada pelo menos uma estação com dados disponíveis para o período de monitoramento.

No caso das estações do HIDROWEB, os dados foram filtrados considerando apenas estações pluviométricas com início de operação anterior ao início do monitoramento (01/06/2023) e sem data de encerramento da operação. Após esse filtro, dados das estações inseridas no polígono foram baixados e analisados.

Já os dados do CEMADEN e do INMET foram obtidos diretamente para o período de interesse - mensalmente no caso do CEMADEN e anualmente no caso do INMET.

5.2 Monitoramento da vazão

As vazões foram monitoradas bimestralmente, durante o período de um ano, nos Arranjos 02, 03, 07 e 09. Inicialmente estava prevista a medição de vazão no Arranjo 08, no entanto, dada a potencial ocorrência de trombas d'água no trecho indicado, com altos picos de vazão, este ponto foi retirado da amostra.

As medições de vazão foram realizadas por meio de métodos do tipo área-velocidade, nos quais são mensuradas as velocidades do fluxo de água em uma seção transversal e a área dessa seção. A determinação da vazão é realizada pela multiplicação da velocidade dos fluxos pela área da seção. Para estes casos, foi utilizado um micromolinete para levantamento das velocidades de fluxo.

No entanto, em situações de fluxos extremos que inviabilizaram o uso do micromolinete - seja por questões de segurança em fluxos elevados ou pela incapacidade do equipamento de registrar medições em fluxos muito baixos - optou-se pelo método do flutuador. A seguir, ambos os métodos são detalhados.

5.2.1 Método do micromolinete

Foi utilizado um micromolinete (medidor mecânico de correntes) MCN-1, comercializado pela JCTM, equipado com hélices do tipo A e C. As hélices do tipo A iniciam a rotação em velocidades mais baixas, enquanto as do tipo C exigem velocidades maiores para começar a girar, permitindo a adaptação às condições de fluxo nas seções monitoradas.

O micromolinete determina a velocidade do fluxo por meio da relação entre o número de rotações da hélice e o tempo de medição, conforme descrito por Hershey (2009). Essa correspondência entre rotação e velocidade é previamente calibrada em laboratório. Segundo o fornecedor do equipamento, a relação entre as rotações da hélice e a velocidade do fluxo para a hélice tipo A é dada pela equação 1 e para a hélice tipo C é dada pela equação 2.

$$V = 0,10564.N - 0,00017 \quad (\text{Eq. 1})$$

$$V = 0,46009.N - 0,00501 \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde V é a velocidade (m/s) medida e N é o número de rotações por segundo.

Antes de iniciar as medições em cada seção monitorada, foi verificado o nível de óleo no mecanismo do micromolinete, garantindo sua adequação e completando sempre que necessário, conforme as orientações do fabricante.

As vazões foram determinadas pelo método da meia seção (Figura 9). Nesse método, as verticais são posicionadas no centro de cada subseção, e a delimitação da subseção ocorre considerando metade da distância entre as verticais adjacentes em ambos os lados (Gore & Banning, 2017; Whiting, 2016; Hershey, 2009).

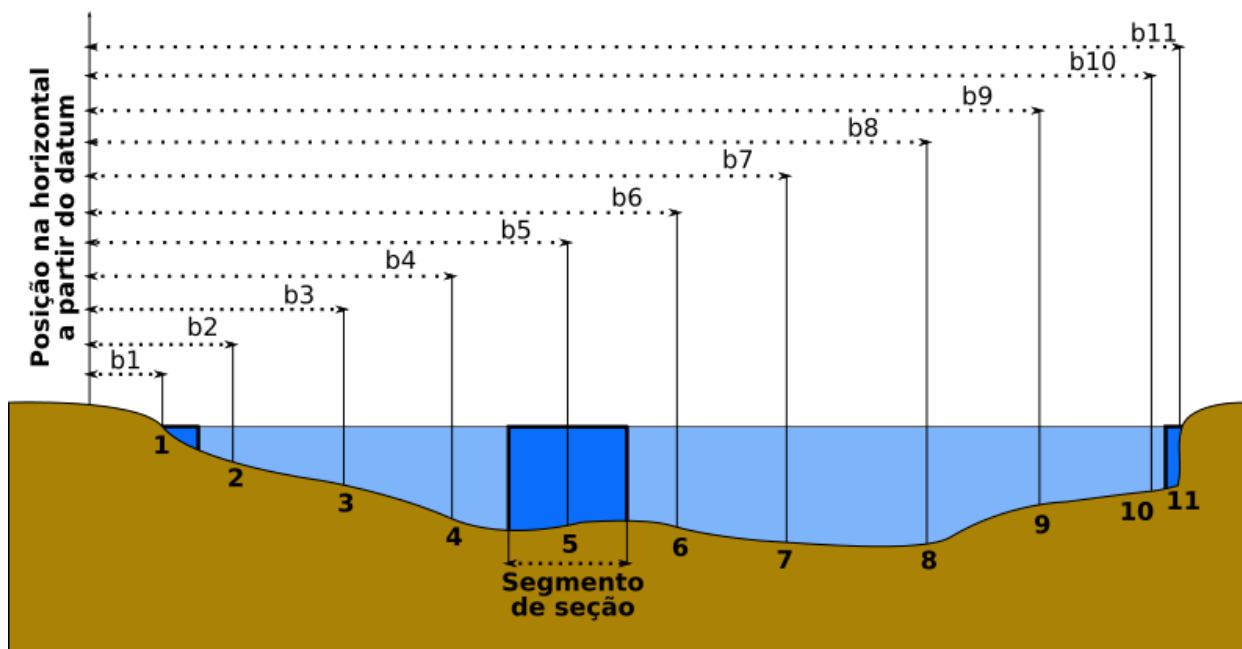


Figura 9: Abordagem de meia seção para o cálculo de vazões. Adaptado de Hershy, 2009

Os cálculos das vazões para as subseções internas, bem como para a primeira e a última subseção, foram realizados utilizando as seguintes equações, respectivamente (Hershey, 2009).

$$q_x = V_x \cdot \frac{b_{x+1} - b_{x-1}}{2} \cdot d_x \quad (\text{Eq. 3})$$

$$q_x = V_x \cdot \frac{b_{x+1} - b_x}{2} \cdot d_x \quad (\text{Eq. 4})$$

$$q_x = V_x \cdot \frac{b_x - b_{x-1}}{2} \cdot d_x \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde:

- q_x é a vazão na subseção,
- b é a distância entre a vertical de referência e a vertical onde as velocidades são medidas,
- d é a profundidade,
- V_x é a velocidade média na vertical,
- x é a posição da vertical.

Após a escolha da seção, foram utilizadas estacas e uma corda para sua demarcação. Sobre a corda, estendeu-se uma trena e, com o auxílio de prendedores, as verticais foram

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



marcadas. Os espaçamentos entre as verticais utilizados foram uniformes e estabelecidos com o objetivo de garantir concentrações de vazão inferiores a 5% nas seções mensuradas. No entanto, valores de até 10% foram aceitos, conforme as recomendações de Hershey (2009).

A definição da quantidade de pontos medidos em cada vertical considerou as condições específicas de cada medição. Fatores que influenciaram a necessidade de um maior número de pontos medidos em uma mesma vertical incluíram:

- Velocidades de fluxos inferiores a capacidade da hélice disponível;
- Profundidade encontrada na vertical;
- Rugosidade dos leitos monitorados (leito composto por rochas) e;
- Irregularidade dos fluxos nos canais devido a existência de grandes rochas;

A quantidade de pontos utilizados para a medição cada vertical foi realizada conforme abaixo:

- Para profundidades inferiores a 0,25m em canais com baixa rugosidade (leito de areia), apenas 1 ponto localizado a 0,6 da profundidade;
- Para profundidades superiores a 0,25m, inicialmente realizaram-se medições em 2 pontos localizados a 0,2 (próximo à superfície) e a 0,8 da profundidade (próximo do leito);
- Um terceiro ponto foi adicionado quando a velocidade encontrada próximo ao leito (0,8 da profundidade) foi superior aquela encontrada próximo à superfície (0,2 da profundidade) ou quando a velocidade próximo à superfície (0,2 da profundidade) foi superior à duas vezes a velocidade próximo ao leito (0,8 da profundidade) (RANTZ et al, 1983).
- Para seções onde havia condições de fluxos mais complexa, 5 pontos foram utilizados (superfície; 0,2; 0,6; 0,8 da profundidade e leito). As medições em superfície foram realizadas logo abaixo da superfície (garantido que o micromolinet estivesse submerso durante todo o período de medição). Do mesmo modo, as medições próximas ao leito foram realizadas o mais próximo do leito possível.

As equações utilizadas para obtenção velocidade média nas verticais são apresentadas nas Equações (Eq.6), (Eq.7), (Eq.8) e (Eq.9), respectivamente para um, dois, três e cinco pontos na vertical (HERSHEY, 2009; CARVALHO, 2008).

$$V_x = V_{0,6P} \quad (\text{Eq.6})$$

$$V_x = \frac{V_{0,2P} + V_{0,8P}}{2} \quad (\text{Eq.7})$$

$$V_x = \frac{V_{0,2P} + 2.V_{0,6P} + V_{0,8P}}{4} \quad (\text{Eq.8})$$

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



$$V_x = \frac{V_{sup} + 3.V_{0,2P} + 3.V_{0,6P} + 2.V_{0,8P} + V_{fundo}}{10} \quad (\text{Eq.9})$$

5.2.2 Método do flutuador

Neste método, um objeto de baixa densidade é lançado em um curso d'água e percorre uma distância previamente conhecida, enquanto seu tempo de deslocamento é registrado. A partir da razão entre a distância percorrida e o tempo gasto, estima-se a velocidade do fluxo. Com a velocidade e a área média das seções transversais percorridas, é possível calcular a vazão (HERSHEY et al., 2009).

Recomenda-se o lançamento de 5 a 10 flutuadores, garantindo um tempo de deslocamento superior a 20 segundos para minimizar erros (DOBRYIAL et al., 2017; WHITING, 2016). Além disso, sugere-se que a distância percorrida pelos flutuadores seja de 4 a 5 vezes a largura do canal (HERSHEY, 2009).

As seções foram subdivididas em quatro subseções, onde os flutuadores foram lançados conforme a recomendação mínima de Hershey (2009). Em cada subseção, foram realizados pelo menos três lançamentos, posicionados a aproximadamente ± 1 m da seção mais a montante. A velocidade foi calculada dividindo a distância percorrida pelo flutuador pelo tempo de deslocamento.

Como a velocidade varia com a profundidade, a velocidade média foi estimada utilizando coeficientes ajustados à rugosidade do leito. Valores entre 0,8 e 0,9 são frequentemente adotados (Gore & Banning, 2017), embora também possam ser determinados por meio das equações de Manning e Chezy (Hershey, 2009). Neste estudo, foi utilizado um coeficiente de 0,8.

As vazões das subseções foram obtidas multiplicando a área de cada subseção - calculada pela média das áreas correspondentes em cada subseção - pela velocidade registrada. Por fim, a vazão total da seção foi determinada pela soma das vazões das subseções (Hershey, 2009).

Dobryial et al. (2017) recomendam a aplicação desse método para rios pequenos e retilíneos com baixo fluxo. Por outro lado, Whiting (2016) afirma que o método do flutuador é uma alternativa válida quando outras técnicas não são viáveis, seja por questões de segurança ou indisponibilidade de equipamentos. No entanto, ressalta que outros métodos apresentam maior precisão, já que a margem de erro do método do flutuador varia entre $\pm 10\%$ e 20% .

6. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUALIDADE DE ÁGUA

Os serviços ecossistêmicos hídricos (SEH) são aqueles conectados ao ciclo hidrológico e que proporcionam benefícios como fornecimento de água potável, regulação de cheias e purificação da água. Sua qualidade e disponibilidade são influenciadas por fatores como vegetação, solo, topografia e clima (BRAUMAN et al., 2007; GRIZZETTI et al., 2016). Para traduzir o conhecimento hidrológico em serviços ecossistêmicos deve-se atentar para os atributos como quantidade, qualidade, localização e tempo de entrega da água.

A qualidade da água é avaliada por meio de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, que indicam sua adequação para diferentes usos, como abastecimento, irrigação, recreação e conservação da vida aquática. No Brasil, a condição de qualidade das águas superficiais é regulamentada pela Resolução Conama nº 357/2005. Em nível estadual vigora o Decreto nº 8468/1976 que, com o objetivo de garantir a prevenção da poluição, estabelece indicadores de qualidade para águas, em função dos diferentes usos requeridos. A partir desses parâmetros e indicadores, importantes índices de qualidade de águas foram desenvolvidos para contribuir com o monitoramento da qualidade dos corpos hídricos. Dentre esses índices destaca-se o Índice de Qualidade da Água (IQA) presente em regulamentações brasileiras como requisito mínimo de monitoramento das águas superficiais no território e utilizado por diversos estados brasileiros, inclusive São Paulo (ANA, 2013). A seguir está detalhada a finalidade de cada um dos instrumentos de monitoramento mencionados:

- Resolução Conama nº 357/2005 - dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- Decreto do Estado de São Paulo 8468/1976 - dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.
- Índice de Qualidade da Água (IQA) - principal índice de qualidade de águas não tratadas adotado no Brasil, para fins de uso do recurso em abastecimento público após tratamento. Seu cálculo envolve o produtório de nove parâmetros, com diferentes pesos previamente atribuídos quando da construção do índice.

A Tabela 6 apresenta os parâmetros avaliados neste estudo e relaciona quais são utilizados pelas normas de avaliação da qualidade de água.

Tabela 6: Padrões de qualidade de água e seus parâmetros

Parâmetros monitorados	Conama 357/2005	Dec. Est. 8468/1976	IQA CETESB	Laboratório de Análise
Alumínio (mg/l)	X		-	LabEcoh/INPE

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Parâmetros monitorados	Conama 357/2005	Dec. Est. 8468/1976	IQA CETESB	Laboratório de Análise
Amônia Livre (mg/l)	-	X	-	LabEcoh/INPE
Cálcio (mg/l)	-		-	LabEcoh/INPE
Carbono inorgânico Dissolvido (mg/l)	-		-	LabEcoh/INPE
Carbono Orgânico Dissolvido (mg/l)	-		-	LabEcoh/INPE
Cloreto (mg/l)	X		-	LabEcoh/INPE
Condutividade (uS/cm ²)	-		-	UNESP
Cor Aparente (uC)	X		-	UNESP
DQO (mg O ₂ /L)	-		-	UNESP
Fluoreto (mg/l)	X		-	LabEcoh/INPE
Fosfato (mg/l)	-		-	LabEcoh/INPE
Magnésio	-		-	LabEcoh/INPE
Nitrato (mg/l)	X	X	-	LabEcoh/INPE
Nitrito (mg/l)	X	X	-	LabEcoh/INPE
Nitrogênio total (mg/l)	-		X	LabEcoh/INPE
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	X	X	X	LabEcoh/INPE
pH	X	X	X	LabEcoh/INPE
Potássio (mg/l)	-		-	LabEcoh/INPE
Salinidade (‰)	X			LabEcoh/INPE
Sódio (mg/l)	-		-	LabEcoh/INPE
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	X		-	LabEcoh/INPE

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Parâmetros monitorados	Conama 357/2005	Dec. Est. 8468/1976	IQA CETESB	Laboratório de Análise
Sulfato (mg/l)	X		-	LabEcoh/INPE
Turbidez (NTU)	X		X	UNESP

*PMA: Parâmetros monitorados no Projeto Mosaico de Águas

6.1 Determinação de parâmetros in-situ

Para a determinação dos parâmetros in situ foram realizadas medições bimestrais nos arranjos A02, A03, A07 e A08, juntamente com a determinação das vazões. Os parâmetros medidos incluíram Condutividade Elétrica, Oxigênio Dissolvido (OD) e pH.

A medição foi realizada utilizando a sonda multiparamétrica AK88, comercializada pela AKSO. A AK88 é um equipamento portátil projetado para análise de qualidade da água, capaz de medir simultaneamente diversos parâmetros físico-químicos, incluindo pH, condutividade elétrica, salinidade, oxigênio dissolvido e temperatura. A sonda conta com três pontas de prova independentes, garantindo precisão e confiabilidade nas medições.

A preparação da sonda AK88 foi iniciada às sextas-feiras que precederam as atividades de campo, seguindo um protocolo padronizado para garantir a calibração e conservação adequada dos sensores. Os procedimentos adotados foram os seguintes:

- **Instalação das pilhas e cabos** das pontas de prova para garantir pleno funcionamento da sonda.
- **Ponta de prova de Oxigênio Dissolvido (OD):** esta foi mantida em um ambiente saturado de ar, utilizando um recipiente plástico contendo uma esponja umedecida com água desmineralizada. A ponta de prova foi armazenada dentro do recipiente, que, por sua vez, foi acondicionado em uma sacola plástica fechada com elástico, assegurando a estabilidade do sensor durante as medições (Figura 10).
- **A ponta de prova de pH** foi mantida em uma solução tampão de pH 7 + KCl, garantindo sua calibração e estabilidade.
- **A ponta de prova de condutividade** foi armazenada em água desmineralizada, evitando contaminações que poderiam comprometer a precisão das leituras.

A aplicação desse protocolo de preparação e armazenamento assegurou a confiabilidade dos dados coletados em campo, minimizando interferências externas e garantindo a precisão das medições realizadas nos diferentes arranjos estudados.



Figura 10: Preparação da ponta de prova de OD para transporte.

A calibração da ponta de prova de OD foi realizada antes de cada medição para evitar variações causadas pela altitude. A calibração foi feita para valores de 100% de saturação de umidade. Após a calibração, a ponta de prova foi removida do equipamento e utilizada nas medições, retornando ao apetrecho logo após. A esponja foi mantida umedecida com água desmineralizada.

As pontas de prova de pH e condutividade foram calibradas todas as manhãs, antes do início das medições. A calibração do pH foi feita com soluções padrão de pH 7, 4 e 10, nessa ordem. A ponta de condutividade foi calibrada com solução padrão de 1.413 μS . Para evitar desperdícios, as soluções foram armazenadas em tubos Falcon no campo.

6.2 Determinação de parâmetros em laboratório

A caracterização físico-química da água foi feita em laboratório a partir de amostragens simples em 12 campanhas mensais. As coletas entre os pontos a montante (A) e a jusante (B) de cada arranjo foram feitas com a maior simultaneidade possível, com cerca de 80% das coletas ocorrendo entre 1 a 3 dias de diferença. Em casos excepcionais, algumas coletas foram realizadas em até 11 dias corridos. As amostras foram coletadas em frascos plásticos e armazenadas em caixas térmicas, conforme as orientações da NBR 9898/87 e do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB e ANA, 2011). Os materiais

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



foram transportados pelos membros das UCs aos laboratórios do INPE e da UNESP para as análises físico-químicas. Para uma completa descrição dos protocolos de coleta, armazenamento e envio de amostras para as análises físico-químicas consultar o documento intitulado Protocolo de análises FQ INPE, disponibilizado como parte dos produtos gerados por esse projeto.

No laboratório da UNESP/SJC, foram avaliados os parâmetros de demanda química de oxigênio (DQO), cor, turbidez e condutividade elétrica (CE), utilizando metodologias baseadas no Standard Methods (APHA, 2019). Os equipamentos empregados nas análises foram: bloco digestor (Dry-Block SL – 16/30), espectrofotômetro UV-Vis (Genesys 50), colorímetro (Aquacolor Cor), turbidímetro (AP2000 IR) e condutivímetro (Tecnopon mCA-150).

No Laboratório de Ecohidrologia Isotópica do INPE (LabEcoh/INPE) foram determinados os seguintes parâmetros físico-químicos da água: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), salinidade, sólidos dissolvidos totais (TDS), Carbono Orgânico Total Dissolvido (TOC) e Carbono Inorgânico (IC), Nitrogênio Total Dissolvido (TN), ânions inorgânicos (F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}) e cátions (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) e alumínio (Al).

O pH, a CE, os TDS e a salinidade foram medidos utilizando o medidor de pH/condutividade modelo 914 da Metrohm. O TOC e o IC foram analisados com o analisador de Carbono Orgânico Total (Shimadzu, modelo TOCVCN). O TN foi medido com o analisador de Carbono Orgânico Total (Shimadzu, modelo TNM-1). Os ânions e cátions foram quantificados por cromatografia líquida de íons com supressão química, utilizando o cromatógrafo Metrohm, modelo 858 Professional IC. O alumínio (Al) foi determinado por Análise de Injeção de Fluxo (FIA), com o sistema QuickChem modelo 8500 da LACHAT, equipado com injetor automático.

6.2.1 Análises estatísticas

Para os dados de caracterização e qualidade da água foram utilizados estatística descritiva e gráficos boxplot dos pontos de cada arranjo por parâmetro. Foram adicionadas nos gráficos linhas de referência para os parâmetros de acordo com limites de qualidade estabelecidos nos enquadramentos da Resolução Conama nº 357/05 (BRASIL, 2005), conforme consta na Tabela 7 abaixo.

Tabela 7: Parâmetros segundo Resolução Conama nº357/05

Parâmetros	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
------------	----------	-----------	------------	-----------

Cor (uC)	< 75	< 75	< 75	-
Turbidez (NTU)	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-
Alumínio (mg/l)	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	-
Cloreto (mg/l)	≤ 250	≤ 250	≤ 250	-
Fluoreto (mg/l)	≤ 1,4	≤ 1,4	≤ 1,4	-
Fósforo (mg/l)	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,15	
Nitrato (mg/l)	≤ 10	≤ 10	≤ 10	
Nitrito (mg/l)	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Salinidade (%)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Sulfato (mg/l)	< 250	< 250	< 250	-
Sólidos dissolvidos Totais (TDS) (mg/l)	< 500	< 500	< 500	< 500
Oxigênio Dissolvido (OD) (mg/l)	> 6	> 5	> 4	> 2

A classe I¹ corresponde às águas de boa qualidade destinadas a usos mais nobres comparado às classes seguintes da tabela, sendo a classe IV a de pior qualidade, destinando-se apenas a harmonia paisagística e a navegação. Ressalta-se que a condição de classe especial, não mencionada na tabela, refere-se às águas de melhor qualidade, destinadas à preservação do equilíbrio natural das comunidades e dos ambientes aquáticos em UCs de proteção integral. Para esta classe deve-se manter as condições naturais do corpo d'água e não há limites de referência estabelecidos na Resolução Conama.

6.3 Análises isotópicas

No Laboratório de Ecoidrologia Isotópica do INPE (LabEcoh), foram realizadas análises dos isótopos estáveis da água – hidrogênio (²H) e oxigênio (¹⁸O). Esses isótopos funcionam como traçadores naturais do movimento da água na atmosfera e na hidrosfera,

¹ De acordo com a Resolução Conama 357/05, águas enquadradas na classe I, desde que não prejudiquem a qualidade da água, podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças consumidas cruas ou frutas desenvolvidas rente ao solo.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



sendo amplamente utilizados, há décadas, para aprofundar o entendimento do ciclo hidrológico e dos processos climáticos (Dansgaard, 1953, 1954; Gat, 1996).

No contexto desse projeto, as análises isotópicas tiveram dois objetivos principais i) verificar se a água do rio coletada nos pontos A e B (ou C, conforme o arranjo) correspondia à mesma massa d'água, avaliando assim a possibilidade de contribuição significativa de outros cursos d'água entre os pontos que pudesse influenciar os valores de vazão ou a concentração dos compostos físico-químicos; ii) investigar a existência (ou não) de variabilidade isotópica entre as águas de chuva e as águas dos rios dos diferentes arranjos como forma de inferir possíveis diferenças nas origens das águas dos rios que fluem nas diferentes UCs contempladas no projeto.

As amostras analisadas incluíram tanto água de chuva quanto água de rio, coletadas nos mesmos pontos previamente definidos para a caracterização físico-química e o monitoramento da qualidade da água. A coleta seguiu os procedimentos descritos no documento “Protocolo de Análises FQ – INPE”.

De forma resumida, as amostras de água de rio foram coletadas diretamente nos pontos de interesse, acondicionadas em frascos de 30 ml, seladas com parafilme e mantidas sob refrigeração a 4 °C até o momento das análises. A equipe do projeto forneceu frascos e caixas térmicas com gelo reciclável para garantir a integridade das amostras durante o transporte e armazenamento. As coletas foram realizadas mensalmente pelas equipes das UCs participantes, totalizando 12 coletas de água de rio no período de agosto de 2023 a julho de 2024. O número de amostras de água de chuva coletadas variou conforme a frequência e a intensidade dos eventos de precipitação, bem como a disponibilidade das equipes locais para a realização da amostragem logo após cada chuva.

Para a coleta da água de chuva, foi confeccionado pela equipe do projeto um coletor específico disponibilizado para cada arranjo. O equipamento (Figura 11) consiste em um funil acoplado a um saco plástico (Figura 12), inserido em um tubo coletor. Após cada evento de precipitação, o saco plástico contendo a amostra era recolhido, identificado e armazenado sob refrigeração, e posteriormente enviado ao INPE para análise.



Figura 11: Coletor de chuva instalado no arranjo 4.

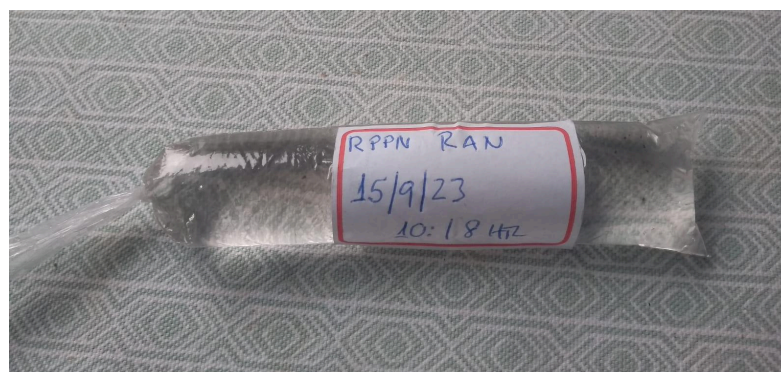


Figura 12: Amostra de água de chuva coletada nos saquinhos acoplados ao equipamento. Amostra coletada pelo arranjo 3.

As análises isotópicas foram realizadas utilizando um analisador modelo L2130-i da marca Picarro, equipado com vaporizador modelo A0211 e injetor automático ALS-G Autosampler. Antes das análises, as amostras foram filtradas em membranas de 0,22 μm para garantir a qualidade dos resultados obtidos.

Os resultados (valores isotópicos para 2H e 18O) referente a todas as coletas de água da chuva e dos rios foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) em um delineamento inteiramente casualizado (DIC). As médias foram comparadas pelo teste de

Tukey ($p \leq 0,05$), sendo todas as análises realizadas com auxílio do software estatístico AgroEstat v. 1.1 (Barbosa; Maldonado, 2015).

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Características das sub bacias delimitadas nos arranjos

As sub-bacias delimitadas e seus arranjos podem ser observadas na Figura 13 (Arranjos 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 09) e Figura 14 (Arranjos 07, 08 e 10). O conjunto das bacias de cada Arranjo podem ser observadas em detalhe no Anexo 1: Imagem das Bacias.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



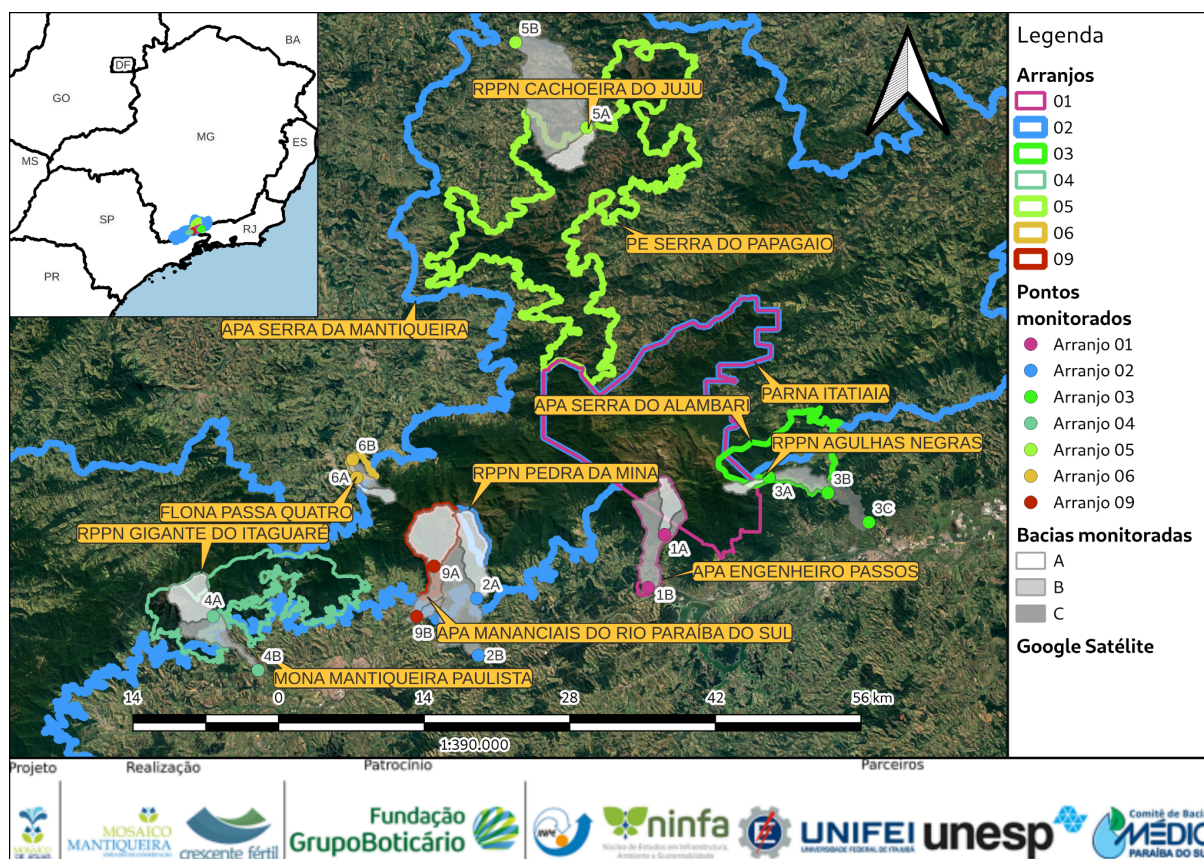


Figura 13: Bacias dos arranjos localizadas a leste

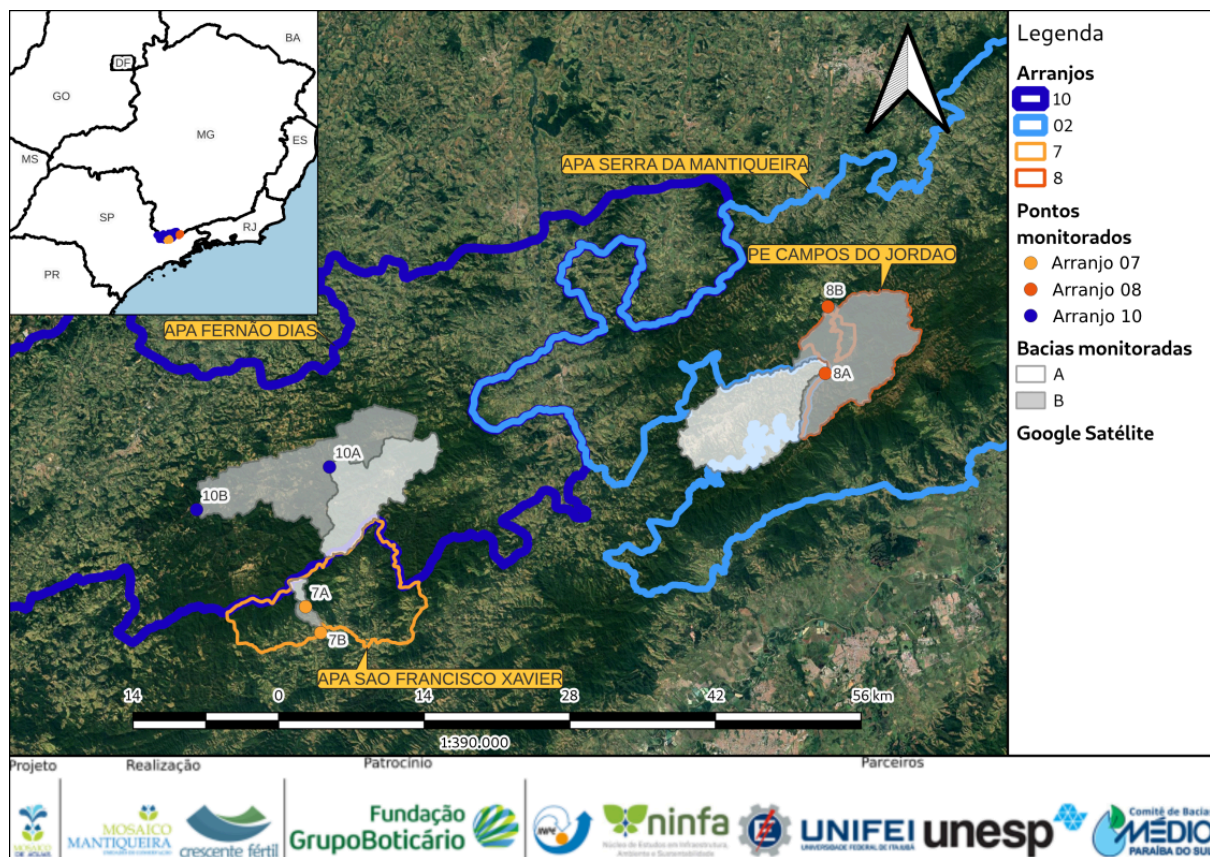
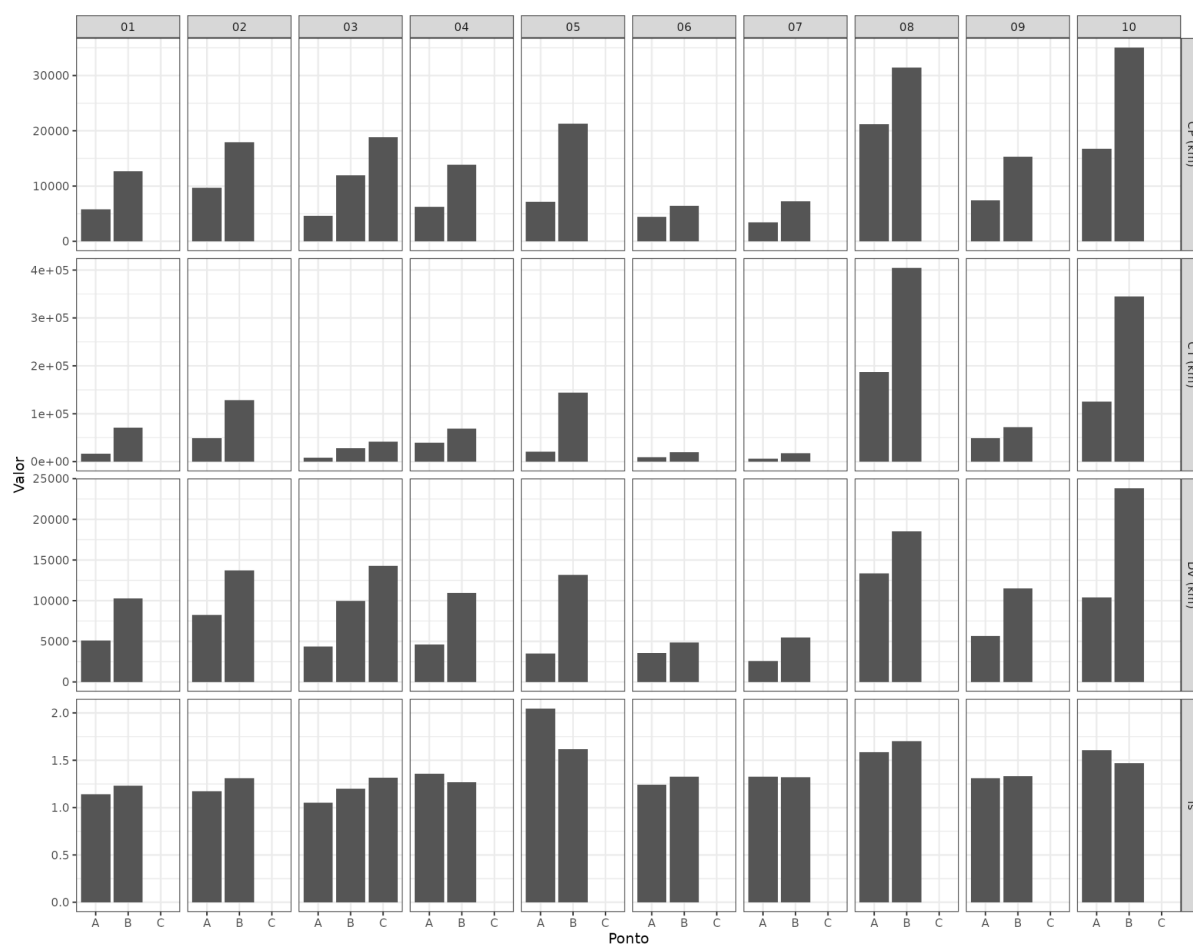


Figura 14: Bacias dos arranjos localizados a oeste

De modo geral, analisando visualmente, há boa correspondência entre os dados de hidrografia gerados no *GRASS* e aqueles produzidos pelo IBGE em escala 1:50.000 (IBGE, 2023), porém divergências podem ser encontradas.

São resumidas nas Figura 15, 16 e 17 as características fisiográficas das bacias contempladas no presente projeto.



DV = Distância vertical (linha reta) entre a nascente e o ponto monitorado, CP = Comprimento do curso principal, CT = Somatória do comprimento de toda a rede de drenagem e Is = Índice de sinuosidade

Figura 15: Parâmetros fisiográficos lineares

Projeto



Realização

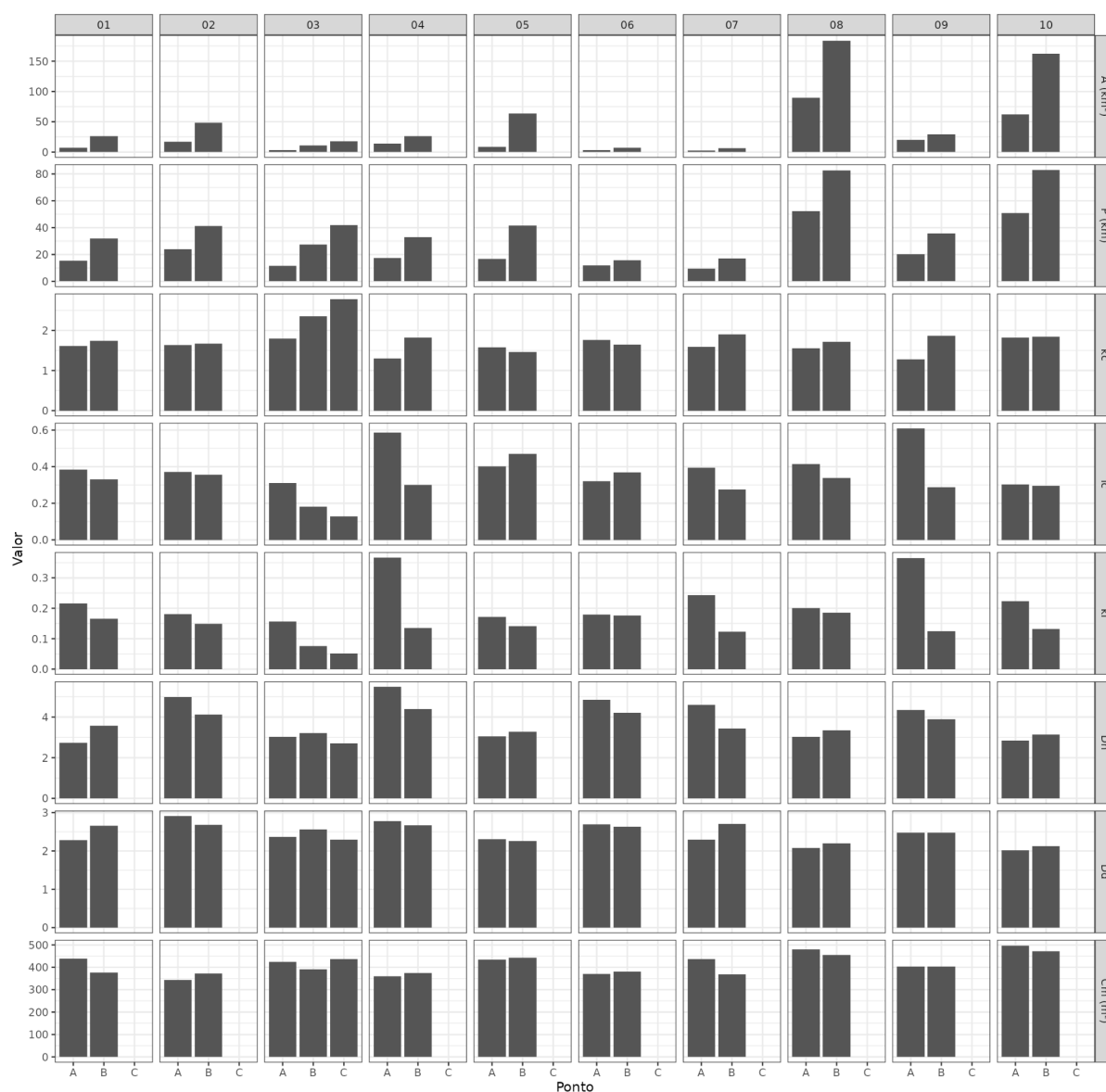


Patrocínio



Parceiros





A = Área, P = Perímetro, kc = coeficiente de compacidade, Ic = Índice de circularidade, Cm = Coeficiente de manutenção, Dh = Densidade hidrográfica e Dd = Densidade de drenagem.

Figura 16: Parâmetros fisiográficos zonais

Projeto



Realização

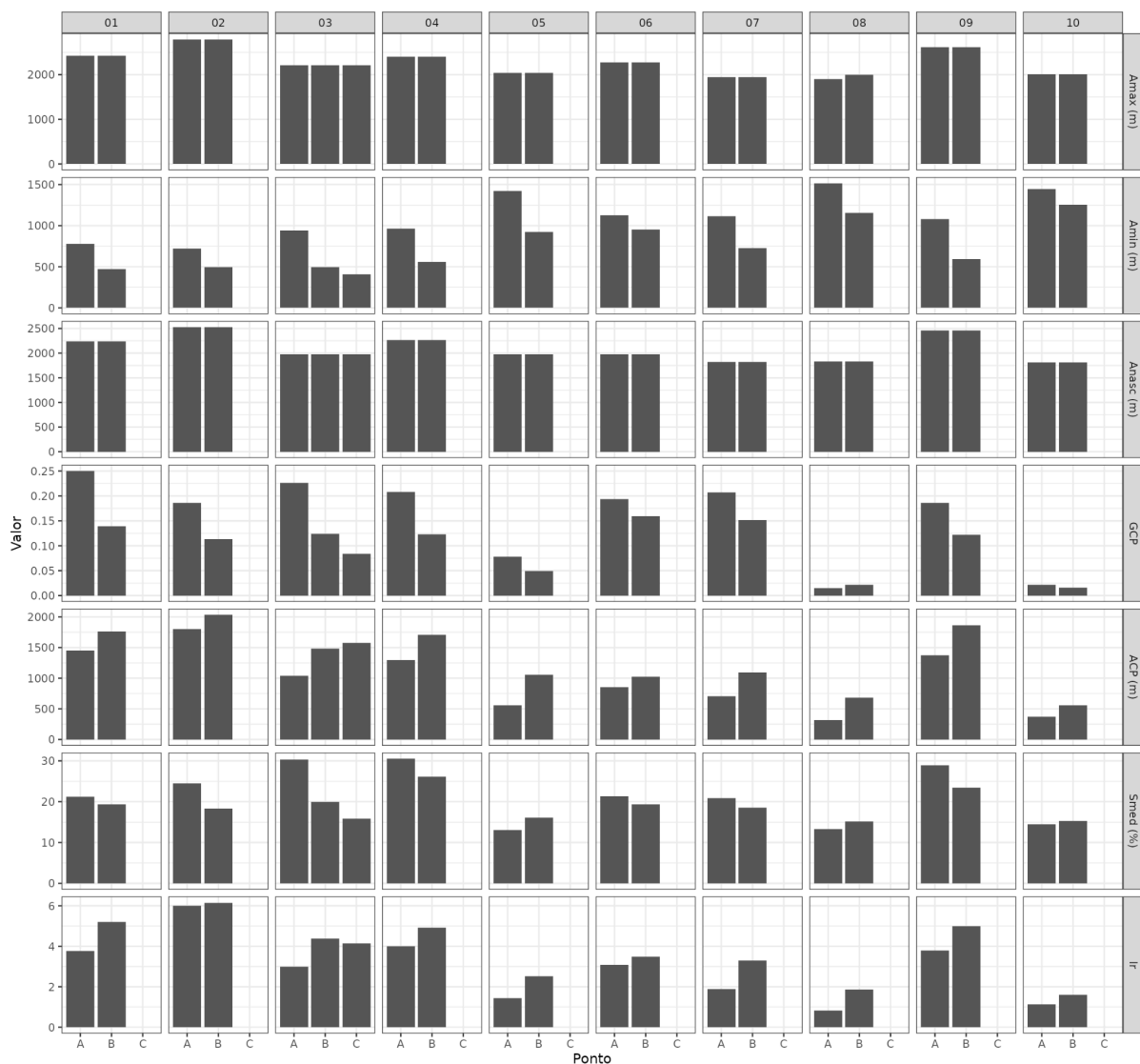


Patrocínio



Parceiros





Amax. = Altitude máxima na bacia, Amin = Altitude mínima na bacia, Anasc= Altitude da nascente, GCP = Gradiente do curso principal, Smed = Declividade média na bacia, ACP = Amplitude altimétrica do curso principal, Aws = Amplitude altimétrica da bacia e Ir = Índice de rugosidade.

Figura 17: Parâmetros fisiográficos hipsométricos.

É esperado que alguns parâmetros apresentem valores mais elevados ao se deslocar de montante para jusante. É o caso de CP, CT, DV, A, P, ACP e Is. Para outros é esperado que apresentem redução, como GCP e Smean. Com exceção dos parâmetros GCP, Smean e Is, observa-se o comportamento esperado em todos os demais. GCP e Smean apresentam elevação no Arranjo 05. Is apresenta redução nos Arranjos 04, 05 e 10.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Com relação a forma da bacia, os parâmetros k_f e I_c apresentam comportamento semelhante, apresentando valores maiores ao se deslocar de montante para jusante, com exceção do Arranjos 05 e 06. Como os valores de k_c são superiores a 1, este parâmetro apresenta comportamento inverso ao de I_c , pois quanto mais arredondada é a forma da bacia, os valores devem ser próximos a 1. Os resultados indicam que quanto mais a jusante, mais alongada é a bacia, excetuando-se os Arranjos 05 e 06.

Quanto ao potencial hídrico nas bacias, D_d e D_h apresentam comportamentos semelhantes em todos os arranjos, mas não apresentam padrão ao se deslocar de montante para jusante. Quanto maiores os valores de D_d e D_h , menos áreas são necessárias para manter cada metro de canal (C_m).

GCP e Smean indicam a energia do fluxo no canal e apresentam comportamento semelhante em todos os arranjos, reduzindo a energia ao se deslocar para jusante.

São encontradas nas bacias os seguintes usos e coberturas (MapBiomias, 2024): Área urbana, Afloramento rochoso, Café, Floresta plantada, Formação campestre, Formação florestal, Mosaico de usos, Outras áreas não vegetadas, Outras culturas perenes, Outras culturas temporárias, Pastagem e Rios. A classe de uso e cobertura predominante nas bacias é a Formação Florestal, com exceção do Arranjo 05, onde a classe de uso e cobertura predominante é a Pastagem.

Quanto aos solos, são encontrados nas bacias as seguintes classes pedológicas de solos (IBGE, 2024): CHd - Cambissolo Húmico Distrófico, CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico, LAd - Latossolo Amarelo Distrófico, LAw - Latossolo Amarelo Ácrico, LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, LVw - Latossolo Vermelho Ácrico e PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico. São resumidos na Tabela 8 as classes de usos e coberturas (MapBiomias, 2024) e solos (IBGE, 2023) encontrados na bacias monitoradas e na Tabela 9 as intersecções destas bacias com as Ucs.

Tabela 8: Usos e coberturas e solos encontrados por bacias monitoradas.

Bacia	Uso e cobertura	Solos
1A	Formação florestal (78,53%), Afloramento rochoso (20,78%) e Mosaico de usos (0,68%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (59,6 %), CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (23,38 %) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (17,02 %)

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Bacia	Uso e cobertura	Solos
1B	Formação florestal (69,2%), Pastagem (13,73%), Mosaico de usos (8,89%), Afloramento rochoso (7,81%), Floresta plantada (0,19%) e Outras culturas temporárias (0,18%)	LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (32,61 %), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (32,61 %), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (28,1 %) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (6,69 %)
02A	Formação florestal (61,07%), Afloramento rochoso (21,29%), Mosaico de usos (9,93%), Pastagem (5,22%), Floresta plantada (2,13%), Outras culturas temporárias (0,33%) e Café (0,03%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (46,15 %), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (30,89 %) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (22,95 %)
02B	Formação florestal (48,67%), Pastagem (19,24%), Mosaico de usos (19,24%), Afloramento rochoso (7,99%), Floresta plantada (4,41%), Outras culturas temporárias (0,35%), Café (0,03%), Outras culturas perenes (0,03%), Outras áreas não vegetadas (0,02%) e Rios (0,02%)	LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (40,46 %), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (40,46 %), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (14,28 %) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (4,8 %)
03A	Formação florestal (95,88%), Afloramento rochoso (2,53%) e Mosaico de usos (1,58%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (91,74 %) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (8,26 %)
03B	Formação florestal (70,36%), Pastagem (14,88%), Mosaico de usos (13,07%), Afloramento rochoso (0,77%), Outras culturas temporárias (0,71%), Floresta plantada (0,11%), Outras áreas não vegetadas (0,1%) e Rios (0,01%)	LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (72,21 %) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (27,79 %)

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Bacia	Uso e cobertura	Solos
03C	Formação florestal (58,86%), Pastagem (21,96%), Mosaico de usos (16,94%), Outras culturas temporárias (1,6%), Afloramento rochoso (0,46%), Floresta plantada (0,07%), Outras áreas não vegetadas (0,06%) e Rios (0,04%)	LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (65,95 %), LAd - Latossolo Amarelo Distrófico (17,34 %) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (16,71 %)
04A	Formação florestal (85,51%), Mosaico de usos (8,67%), Afloramento rochoso (4,62%), Floresta plantada (0,5%), Pastagem (0,48%) e Café (0,22%)	CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (58,11 %) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (41,89 %)
04B	Formação florestal (72,31%), Mosaico de usos (12,67%), Pastagem (11,37%), Afloramento rochoso (2,58%), Floresta plantada (0,71%), Café (0,33%) e Outras culturas temporárias (0,04%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (41,27 %), CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (31,98 %) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (26,75 %)
05A	Pastagem (47,42%), Formação florestal (29,42%), Formação campestre (21,86%), Mosaico de usos (1,21%) e Café (0,1%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (43,12 %), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (43,12 %) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (13,77 %)
05B	Pastagem (52,85%), Formação florestal (31,34%), Formação campestre (11,23%), Mosaico de usos (3,74%), Café (0,71%), Outras culturas perenes (0,06%), Outras culturas temporárias (0,04%) e Floresta plantada (0,02%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (46,77 %), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (46,77 %) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (6,46 %)
6A	Formação florestal (69,39%), Pastagem (15,79%), Mosaico de usos (10,41%), Afloramento rochoso (3,38%), Floresta plantada (0,83%) e Café (0,21%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (98,72 %) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (1,28 %)

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Bacia	Uso e cobertura	Solos
06B	Formação florestal (65,57%), Pastagem (21,04%), Mosaico de usos (9,4%), Floresta plantada (2,25%), Afloramento rochoso (1,61%), Café (0,1%) e Outras culturas perenes (0,03%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (96,4 %), LVw - Latossolo Vermelho Ácrico (2,99 %) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (0,61 %)
07A	Formação florestal (97,87%), Mosaico de usos (1,28%), Pastagem (0,28%) e Café (0,28%), Outras culturas perenes (0,28%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (50,04 %), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (24,98 %) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (24,98 %)
07B	Formação florestal (72,57%), Mosaico de usos (16,21%), Pastagem (9,6%), Café (0,75%), Outras culturas temporárias (0,35%) e Área urbana (0,31%), Outras culturas perenes (0,2%)	LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (40,72 %), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (40,72 %) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (18,57 %), Área Urbana (0 %)
08A	Formação florestal (51,14%), Mosaico de usos (24,14%), Área urbana (11,54%), Pastagem (10,73%), Afloramento rochoso (1,85%), Floresta plantada (0,4%), Outras áreas não vegetadas (0,1%), Outras culturas temporárias (0,04%), Rios (0,03%) e Café (0,02%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (91,22 %), Área Urbana (5,76 %) e PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (3,02 %)
08B	Formação florestal (69,97%), Mosaico de usos (14,32%), Pastagem (7,31%), Área urbana (5,65%), Afloramento rochoso (2%), Floresta plantada (0,65%), Outras áreas não vegetadas (0,05%), Rios (0,02%), Outras culturas temporárias (0,02%) e Café (0,01%)	CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (88,54 %), LAw - Latossolo Amarelo Ácrico (7,17 %), Área Urbana (2,82 %) e PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (1,48 %)

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Bacia	Uso e cobertura	Solos
09A	Formação florestal (77,28%), Afloramento rochoso (13,54%), Mosaico de usos (5,73%), Floresta plantada (2,68%), Pastagem (0,58%) e Café (0,19%)	CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (55,79 %) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (44,21 %)
09B	Formação florestal (60,3%), Pastagem (14,55%), Mosaico de usos (11,45%), Afloramento rochoso (9,41%), Floresta plantada (3,64%), Outras culturas temporárias (0,21%), Outras áreas não vegetadas (0,17%), Rios (0,13%) e Café (0,13%)	CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (38,67 %), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (35,15 %) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (26,19 %)
10A	Formação florestal (83,96%), Mosaico de usos (9,39%), Floresta plantada (4,15%), Pastagem (1,88%), Afloramento rochoso (0,47%) e Outras culturas temporárias (0,11%), Rios (0,01%), Café (0,01%), Outras culturas perenes (0,01%)	LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (33,27 %), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (33,27 %) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (33,27 %), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (0,18 %)
10B	Formação florestal (71,3%), Mosaico de usos (13,05%), Floresta plantada (7,73%), Pastagem (6,86%), Outras culturas temporárias (0,49%), Afloramento rochoso (0,33%), Café (0,18%), Rios (0,03%) e Outras culturas perenes (0,02%)	LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (33,31 %), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (33,31 %), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (33,31 %) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (0,07 %)

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



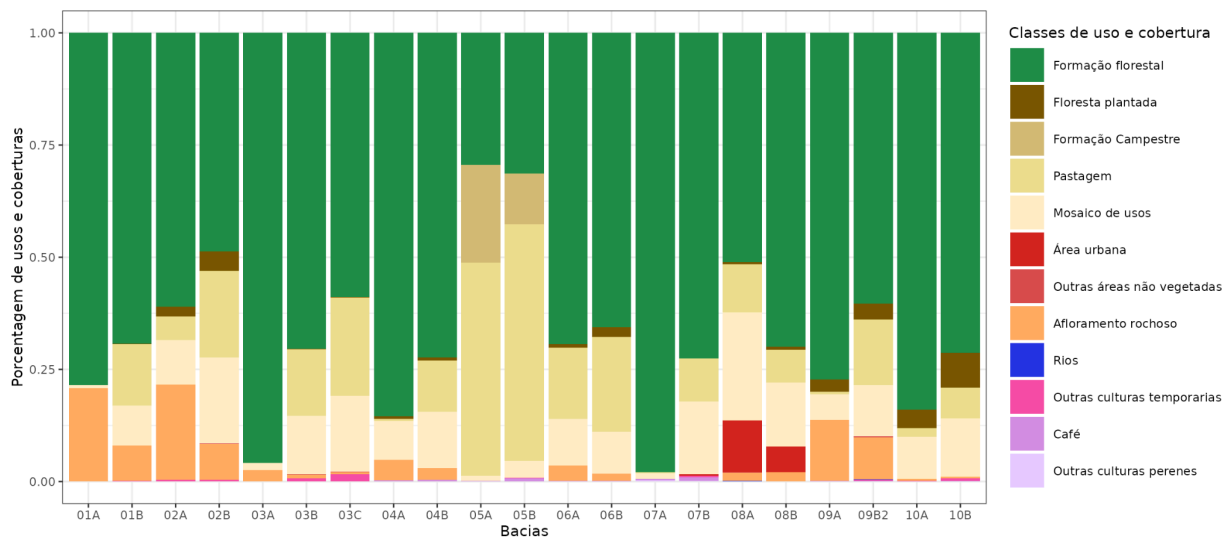


Figura 18: Porcentagens de usos e coberturas nas bacias monitoradas (MapBiomias, 2024)

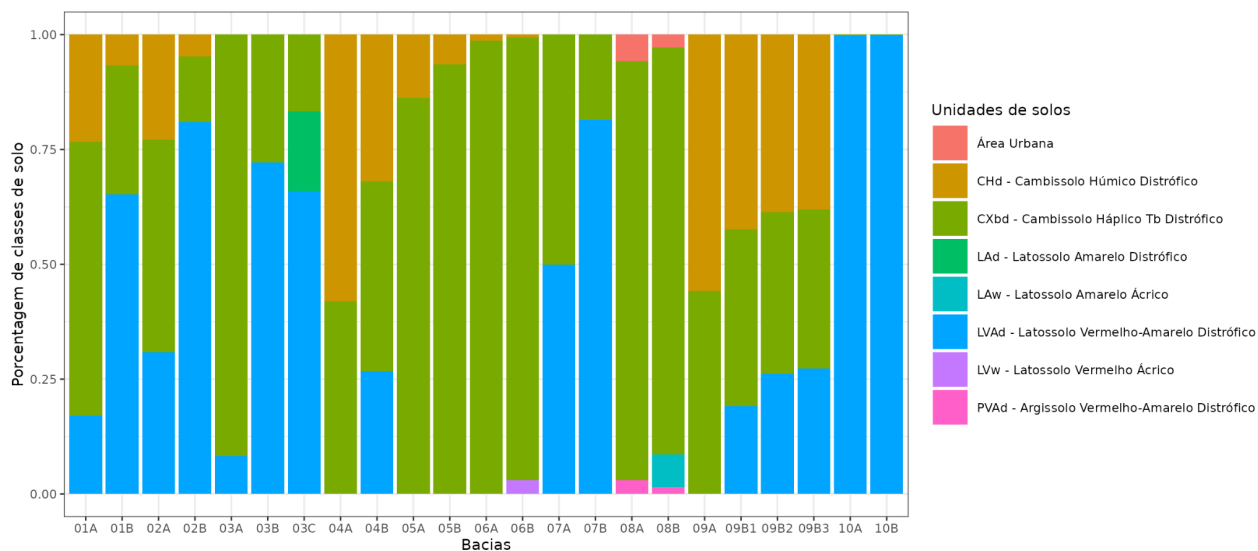


Figura 19: Porcentagens de solos (classes pedológicas) nas bacias monitoradas.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Tabela 9: Intersecção entre as UCs e as bacias monitoradas.

Bacias	Intersecção entre as UCs e as bacias monitoradas
01A	APA Engenheiro Passos (95.89% da bacia), Parna Itatiaia (81.89% da bacia)
01B	APA Engenheiro Passos (94.83% da bacia), Parna Itatiaia (37.56% da bacia), sem sobreposição com UCs (1.41% da bacia)
02A	APA Serra da Mantiqueira (99.92% da bacia), RPPN Pedra da Mina (36.33% da bacia), APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (0.28% da bacia)
02B	APA Serra da Mantiqueira (64.11% da bacia), sem sobreposição com UCs (35.8% da bacia), RPPN Pedra da Mina (12.75% da bacia), APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (0.17% da bacia)
03A	Parna Itatiaia (80.79% da bacia), APA Serrinha do Alambari (26.39% da bacia), RPPN Agulhas Negras (1.5% da bacia), sem sobreposição com UCs (0.42% da bacia)
03B	APA Serrinha do Alambari (75.4% da bacia), Parna Itatiaia (24.53% da bacia), sem sobreposição com UCs (2.43% da bacia), RPPN Agulhas Negras (0.46% da bacia)
03C	APA Serrinha do Alambari (46.36% da bacia), sem sobreposição com UCs (40.28% da bacia), Parna Itatiaia (14.75% da bacia), RPPN Agulhas Negras (0.27% da bacia)
04A	APA Serra da Mantiqueira (99.92% da bacia), Mona Mantiqueira Paulista (99.22% da bacia), RPPN Gigante do Itaguaré (24.8% da bacia)
04B	APA Serra da Mantiqueira (81.21% da bacia), Mona Mantiqueira Paulista (76.44% da bacia), sem sobreposição com UCs (18.02% da bacia), RPPN Gigante do Itaguaré (13.6% da bacia)

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Bacias	Intersecção entre as UCs e as bacias monitoradas
05A	APA Serra da Mantiqueira (99.9% da bacia), PE Serra do Papagaio (95.45% da bacia), RPPN Cachoeira do Juju (0.57% da bacia)
05B	APA Serra da Mantiqueira (99.92% da bacia), PE Serra do Papagaio (22.85% da bacia), RPPN Cachoeira do Juju (0.08% da bacia)
06A	APA Serra da Mantiqueira (85.9% da bacia), sem sobreposição com UCs (13.93% da bacia)
06B	APA Serra da Mantiqueira (57.46% da bacia), FLONA Passa Quatro (26.28% da bacia), sem sobreposição com UCs (16.22% da bacia)
07A	APA São Francisco Xavier (98.39% da bacia), sem sobreposição com UCs (1.47% da bacia), APA Fernão Dias (0.08% da bacia)
07B	APA São Francisco Xavier (97.71% da bacia), sem sobreposição com UCs (2.22% da bacia), APA Fernão Dias (0.03% da bacia)
08A	Sem sobreposição com UCs (86.36% da bacia), APA Serra da Mantiqueira (13.46% da bacia), PE Campos do Jordão (0.11% da bacia)
08B	APA Serra da Mantiqueira (55.67% da bacia), sem sobreposição com UCs (44.15% da bacia), PE Campos do Jordão (44.11% da bacia)
09A	APA Serra da Mantiqueira (99.91% da bacia), APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (99.11% da bacia), RPPN Pedra da Mina (0.11% da bacia)
9B1	APA Serra da Mantiqueira (96.22% da bacia), APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (84.77% da bacia), sem sobreposição com UCs (3.78% da bacia), RPPN Pedra da Mina (0.08% da bacia)

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Bacias	Intersecção entre as UCs e as bacias monitoradas
09B2	APA Serra da Mantiqueira (92.67% da bacia), APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (77.26% da bacia), sem sobreposição com UCs (7.26% da bacia), RPPN Pedra da Mina (0.08% da bacia)
09B3	APA Serra da Mantiqueira (91.3% da bacia), APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (76.13% da bacia), sem sobreposição com UCs (8.71% da bacia), RPPN Pedra da Mina (0.08% da bacia)
10A	APA Fernão Dias (98.26% da bacia), sem sobreposição com UCs (1.46% da bacia), APA São Francisco Xavier (0.22% da bacia)
10B	APA Fernão Dias (99.3% da bacia), sem sobreposição com UCs (0.56% da bacia), APA São Francisco Xavier (0.09% da bacia)

* APA = Área de Proteção Ambiental, FLONA = Floresta Nacional, MONA = Monumento Natural, Parna = Parque Nacional, PE = Parque Estadual e RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural.

7.2 Estações pluviométricas e precipitações

Na Figura 20 são apresentadas as estações pluviométricas do Inventário de estações do HIDROWEB, as estações do CEMADEN, as estações do INMET e as estações selecionadas para determinação da chuva no período de monitoramento desse projeto.

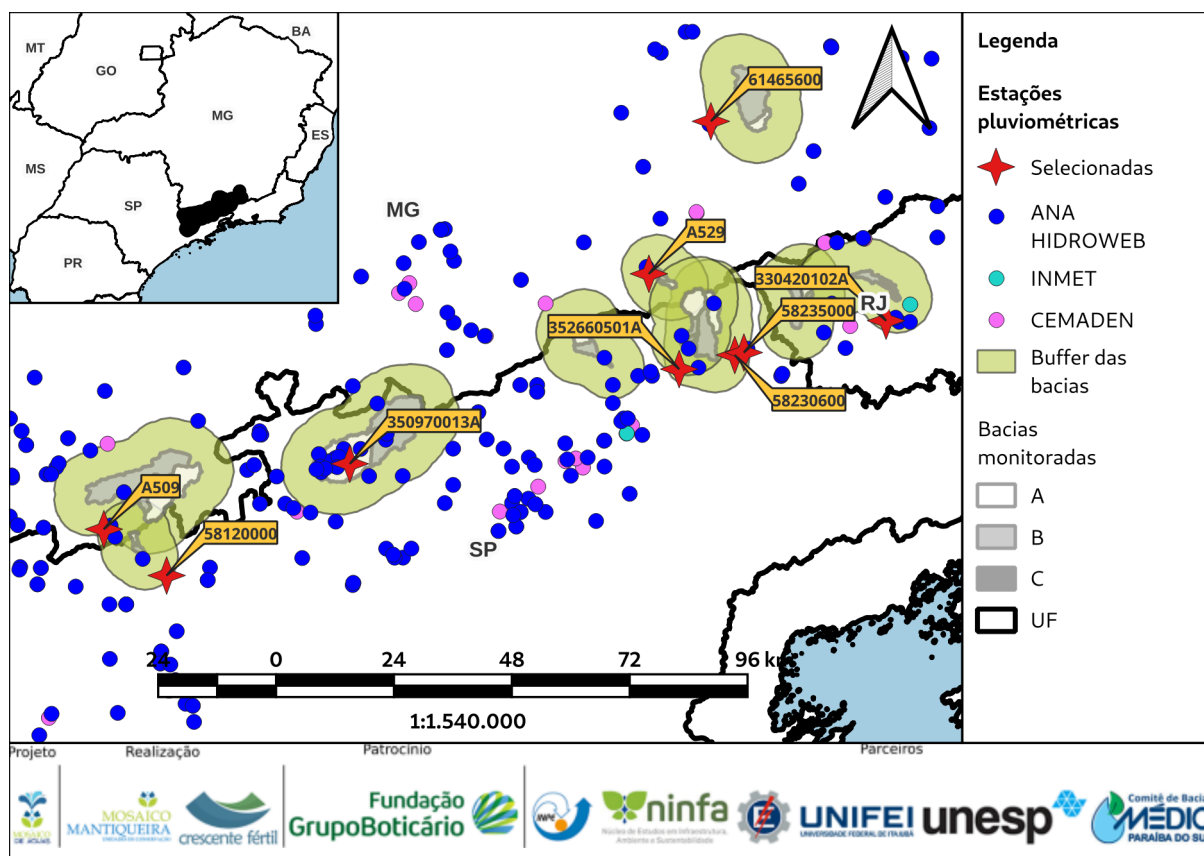


Figura 20: Estações pluviométricas.

Exceto nos Arranjos 01 e 04 não foi possível encontrar estações com dados no período de monitoramento e dentro do limite do *Buffer* de 6,5 km. Todavia, as estações mais próximas que atendem aos critérios de período de dados se encontravam dentro do *Buffer* da bacia vizinha mais próxima. Na Tabela 10 são apresentadas as estações pluviométricas utilizadas em cada arranjo.

Tabela 10. Estações pluviométricas utilizadas em cada arranjo.

Arranjo	Código da Estação	Instituição
01	58235000 / 2244163	HIDROWEB *
02	58230600 / 2244170	HIDROWEB *
03	330420102A	CEMADEN

04	352660501A	CEMADEN
05	61465600 / 2244171	HIDROWEB *
06	A529	INMET
07	58120000 / 2245212	HIDROWEB *
08	350970013A	CEMADEN
09	352660501A	CEMADEN
10	A509	INMET

*: as estações telemétricas e as estações convencionais do HIDROWEB possuem a mesma localização - Código estação telemetria / Código estação convencional

Na Figura 21 é apresentado o acumulado mensal de precipitação entre o período de Julho de 2023 a Junho de 2024 nas estações selecionadas. De modo geral, os registros do HIDROWEB e do INMET são realizados a cada hora, com exceção da estação 2244170, onde os registros são a cada 30 minutos. As estações do CEMADEN realizam registros a cada hora, porém durante as precipitações os registros são realizados a cada 15 minutos. Falhas nos dados não foram tratadas.

Projeto



Realização

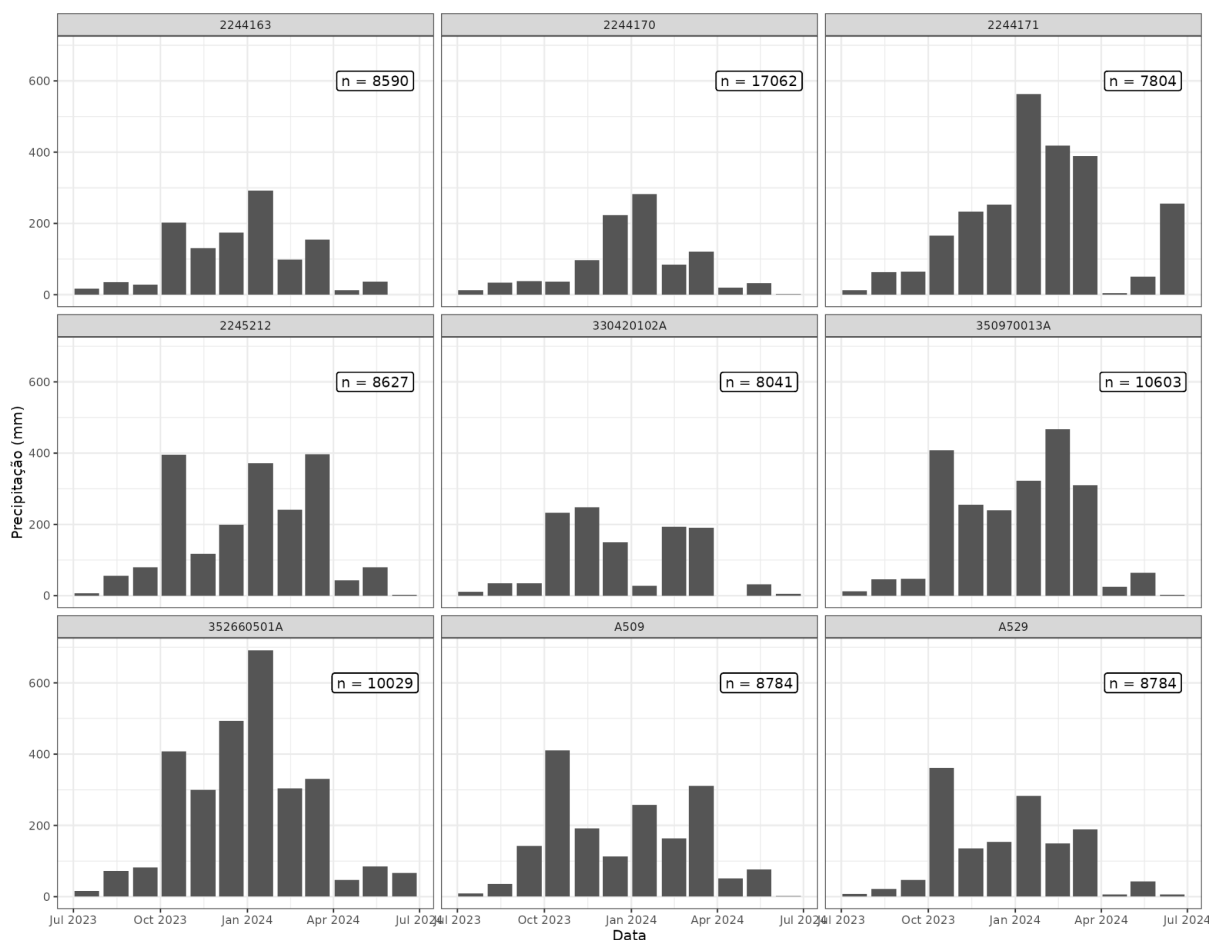


Patrocínio



Parceiros





n: número de registros de precipitação

Figura 21: Precipitações nas estações selecionadas

8. VAZÕES

As campanhas vazões foram monitoradas bimestralmente durante o período de um ano. Foram priorizados o uso do método do molinete, porém devido a questões de segurança ou limitação dos equipamentos disponíveis, o método do flutuador foi utilizado. Destaca-se que no Arranjo 09 - 09A optou-se por não utilizar o método do flutuador devido às incertezas relacionadas às características do canal (grandes rochas no leito do rio). Portanto, em Set/2023, o método do molinete foi utilizado de maneira não convencional nos pontos 09A e 09B. Em Nov/2023 e Jan/2024 não foram determinadas as vazões no Arranjo 09 - 09A por questões de segurança. A partir de Nov/2023 as determinações de vazões no Arranjo 09 -

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



09B foram realizadas à +/- 1,5 km do ponto originalmente planejado (Poço do Major), pois apresenta melhores condições para determinação de vazões.

Um resumo das vazões determinadas e métodos utilizados para sua determinação são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Métodos utilizados e vazões obtidas.

Bacia	Jul/2023 (m³/s)	Set/2023 (m³/s)	Nov/2023 (m³/s)	Jan/2024 (m³/s)	Mar/2024 (m³/s)	Mai/2024 (m³/s)
02A	0,179	0,203	0,664	1,515	0,682	0,227
02B	0,42	0,532	1,128	2,495	1,211	0,488
03A	0,075	0,068	0,208	0,466	0,266	0,063
03B	0,224	0,108	0,398	0,962	0,603	0,204
03C	0,245	0,233	0,64	1,394	0,821	0,249
07A	0,057	0,035	0,146	2,121	0,283	0,115
07B	0,168	0,071	0,288	3,7	0,64	0,272
09A	0,161	0,079			1,017	0,26
09B	0,176	0,169	2,838	3,047	1,459	0,296

*: Aquisição de hélice tipo A - medições de velocidades em fluxos menores, **Verde**: Método do Micromolinete, **Amarelo**: Método do Flutuador, **Laranja**: Método do Micromolinete - Não convencional e **Vermelho**: Não realizado

Na Figura 22 e Figura 23 são apresentadas o acumulado de precipitação mensal e as vazões determinadas bimestralmente e vazões específicas.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



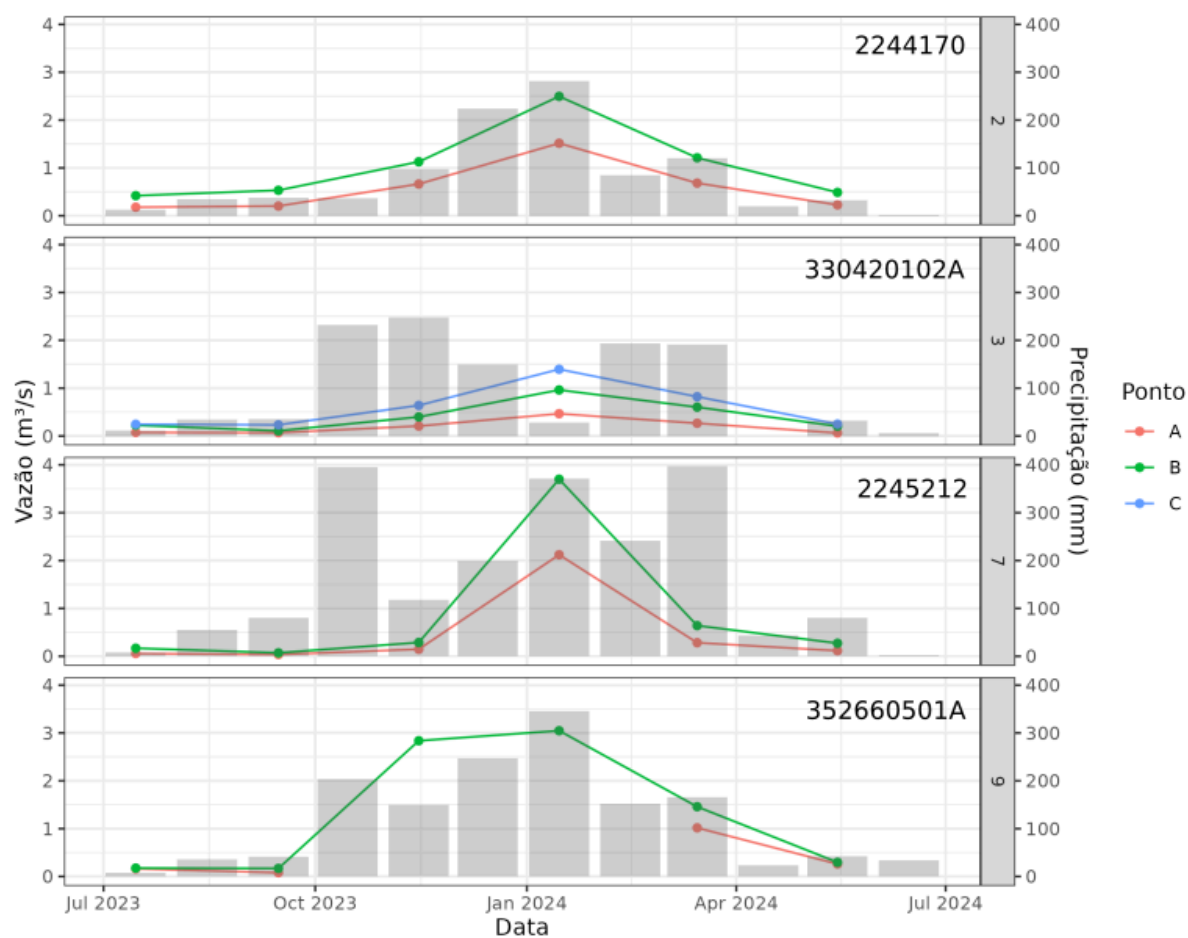


Figura 22: Vazões e precipitações por arranjos

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



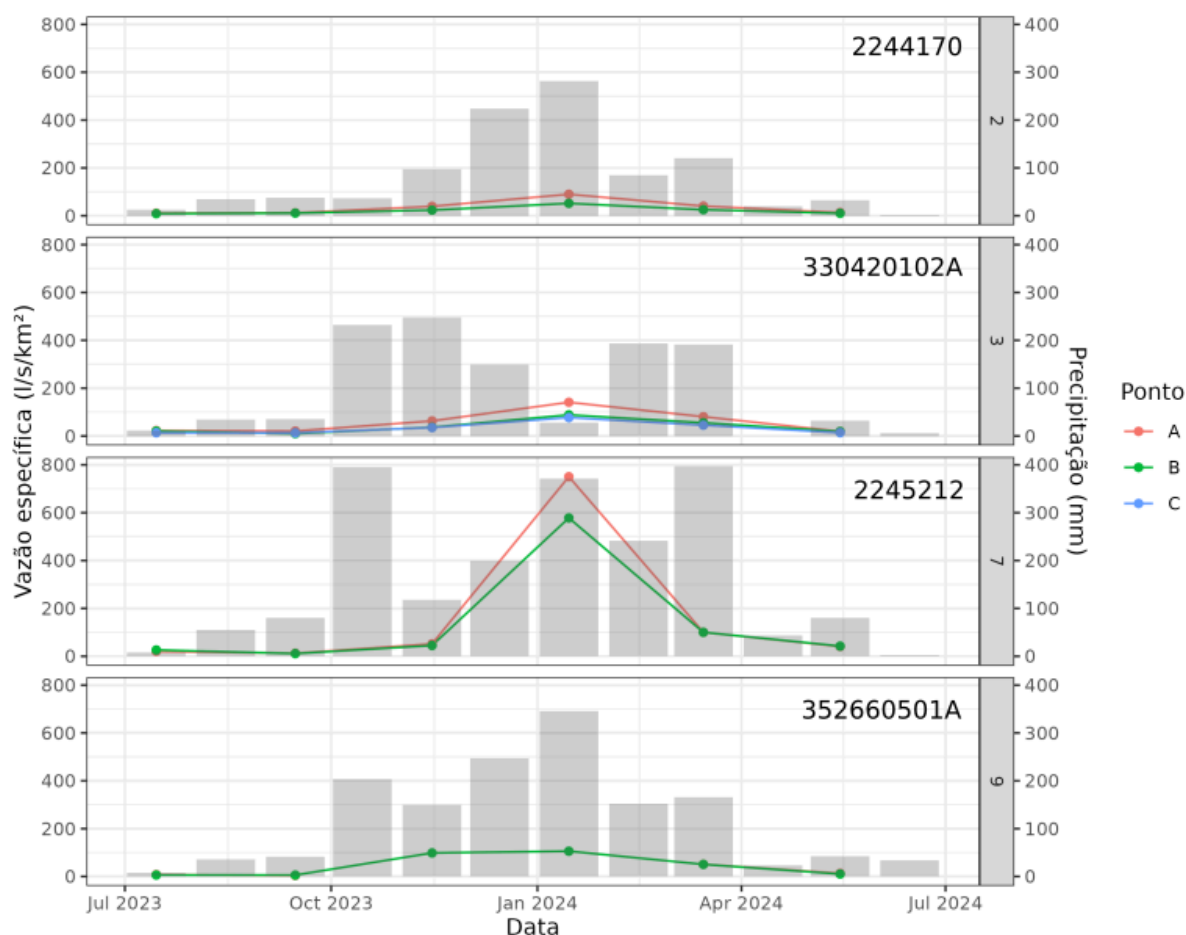


Figura 23: Vazões específicas e precipitações por arranjos

Vale destacar que nenhuma das bacias possuem estações pluviométricas dentro de seus limites. Apenas no Arranjo 03 não são coincidentes o pico da vazão e valores mais altos de precipitação mensal.

As vazões determinadas elevam-se consideravelmente no começo do ano. A maior vazão registrada ocorreu em Janeiro de 2024, no Arranjo 07-07 B ($3,7 \text{ m}^3/\text{s}$) e a menor em Setembro/2023, no Arranjo 07 - 07A. Também pode ser percebido que, principalmente durante o período de maiores vazões, as vazões específicas nos pontos a jusante são inferiores àquelas encontradas nos pontos a montante. Esses resultados indicam que a cobertura do solo preservada pela UCs propicia um aumento na produção hídrica das bacias, uma vez que nessas áreas a produção de vazão por km^2 é maior do que a de áreas que incluem coberturas antropizadas. A maior produção hídrica ocorre devido à proteção natural das coberturas florestais, que facilitam a infiltração de água no solo e garantem a manutenção das vazões nos períodos de estiagem. As diferenças são maiores no período chuvoso devido à maior umidade

Projeto



Realização



Patrocínio



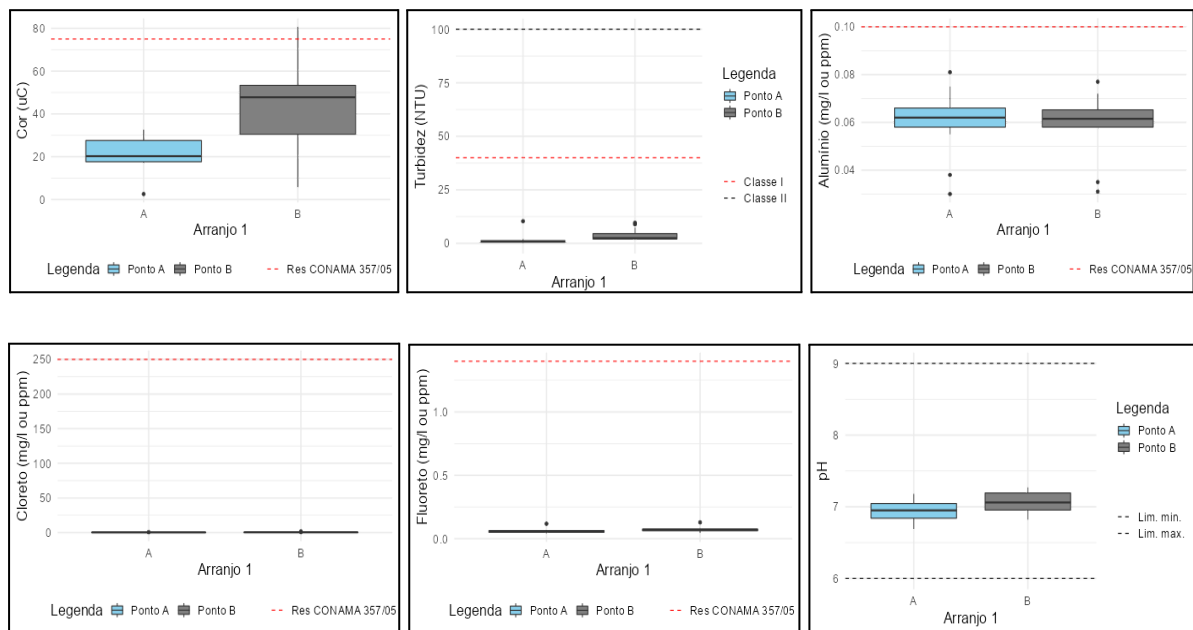
Parceiros



do solo durante as chuvas. Nas áreas de solo mais desprotegido, monitoradas pelos pontos de jusante, há uma menor taxa de infiltração e mais escoamento superficial, que escoar em alta velocidade e cessa rapidamente. O resultado desse processo é que há uma redução do armazenamento de água da bacia e, por consequência, reduz também a produção específica de vazão fora das áreas de proteção das UCs.

8.1 Caracterização físico-química e qualidade da água

Os resultados das medições dos parâmetros físico-químicos foram organizados na ordem dos arranjos e estão apresentados nas Figuras 24 a 47. Os gráficos foram agrupados em 3 blocos: a) os parâmetros medidos *ex situ* com limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05 (cor, turbidez, alumínio, cloreto, fluoreto, fosfato, nitrato, nitrito, pH, salinidade, sulfato, TDS); b) demais parâmetros medidos *ex situ* (condutividade, DQO, carbono inorgânico dissolvido, carbono orgânico total dissolvido, amônio, cálcio, cloreto, magnésio, potássio e sódio); c) parâmetros medidos *in situ* (condutividade, OD e pH). Os valores dos limites de cada parâmetro podem ser consultados no item 3.2.8 da metodologia.



Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



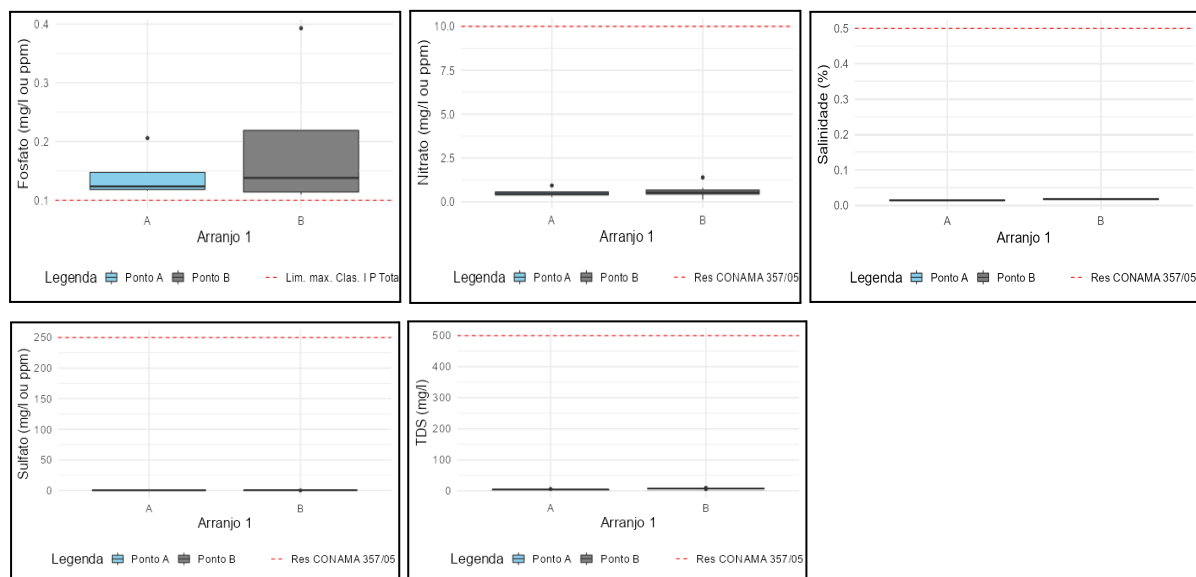
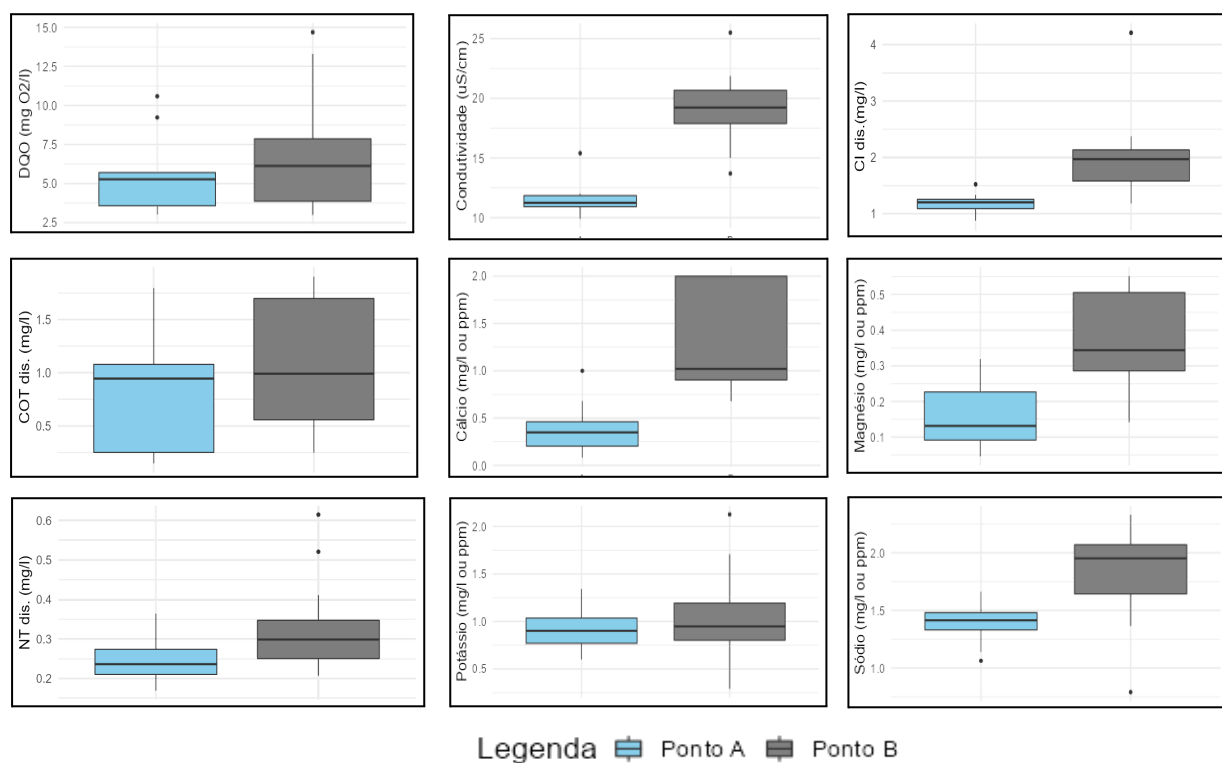


Figura 24: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 1 medidos *ex situ* com limites de referência da Resolução Conama 357/05.



Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Figura 25: Gráficos boxplot para os parâmetros físico-químicos do **Arranjo 1** medidos *ex situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

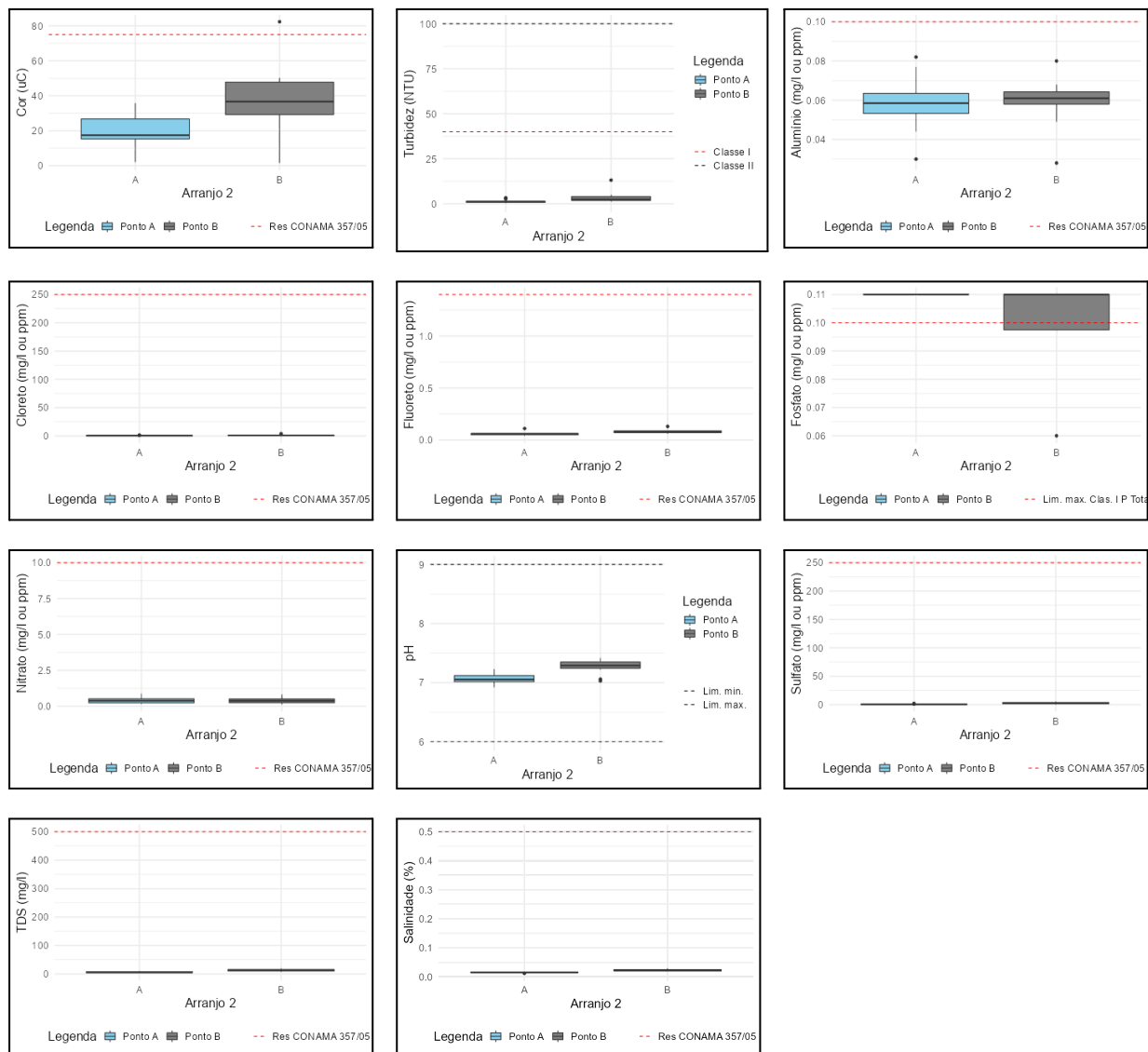


Figura 26: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do **Arranjo 2** medidos *ex situ* com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

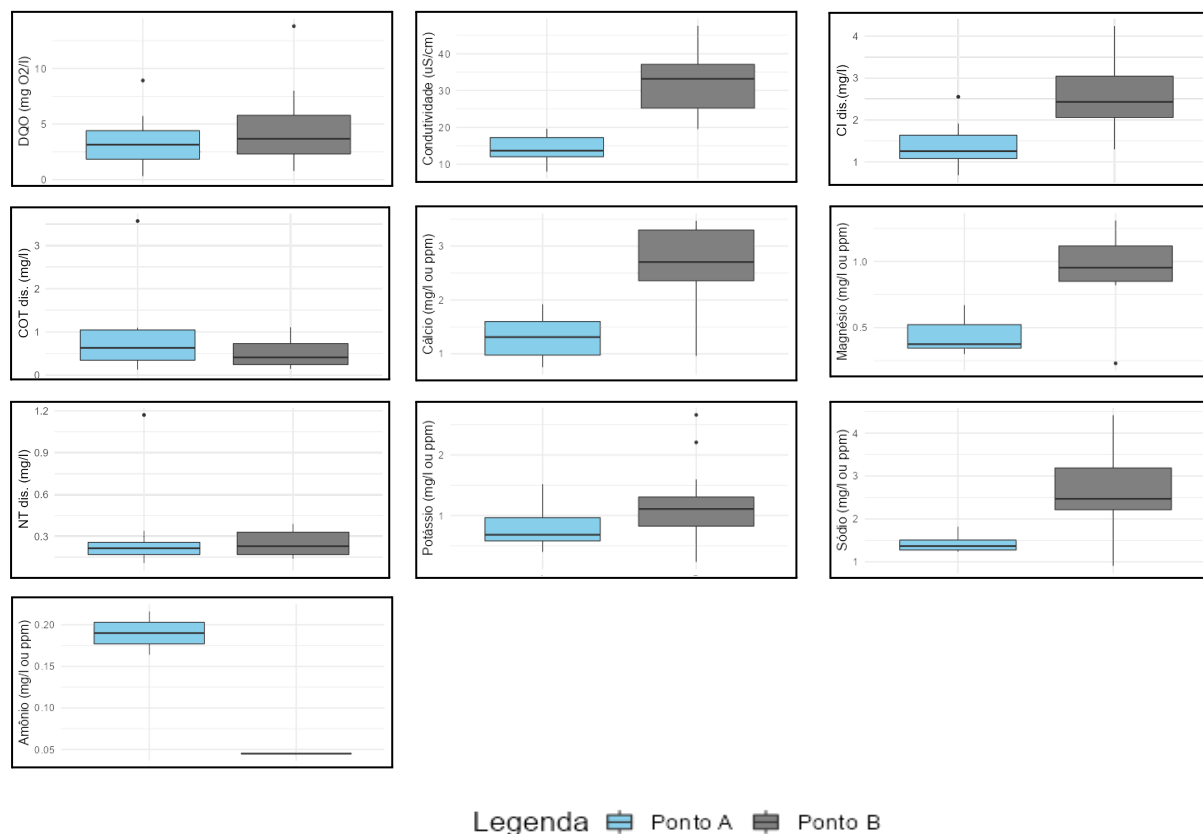


Figura 27: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 2 medidos *ex situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

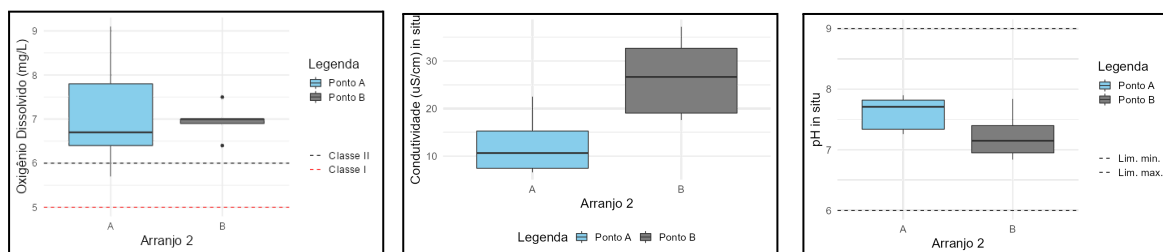


Figura 28: Gráficos boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 2 medidos *in situ*.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



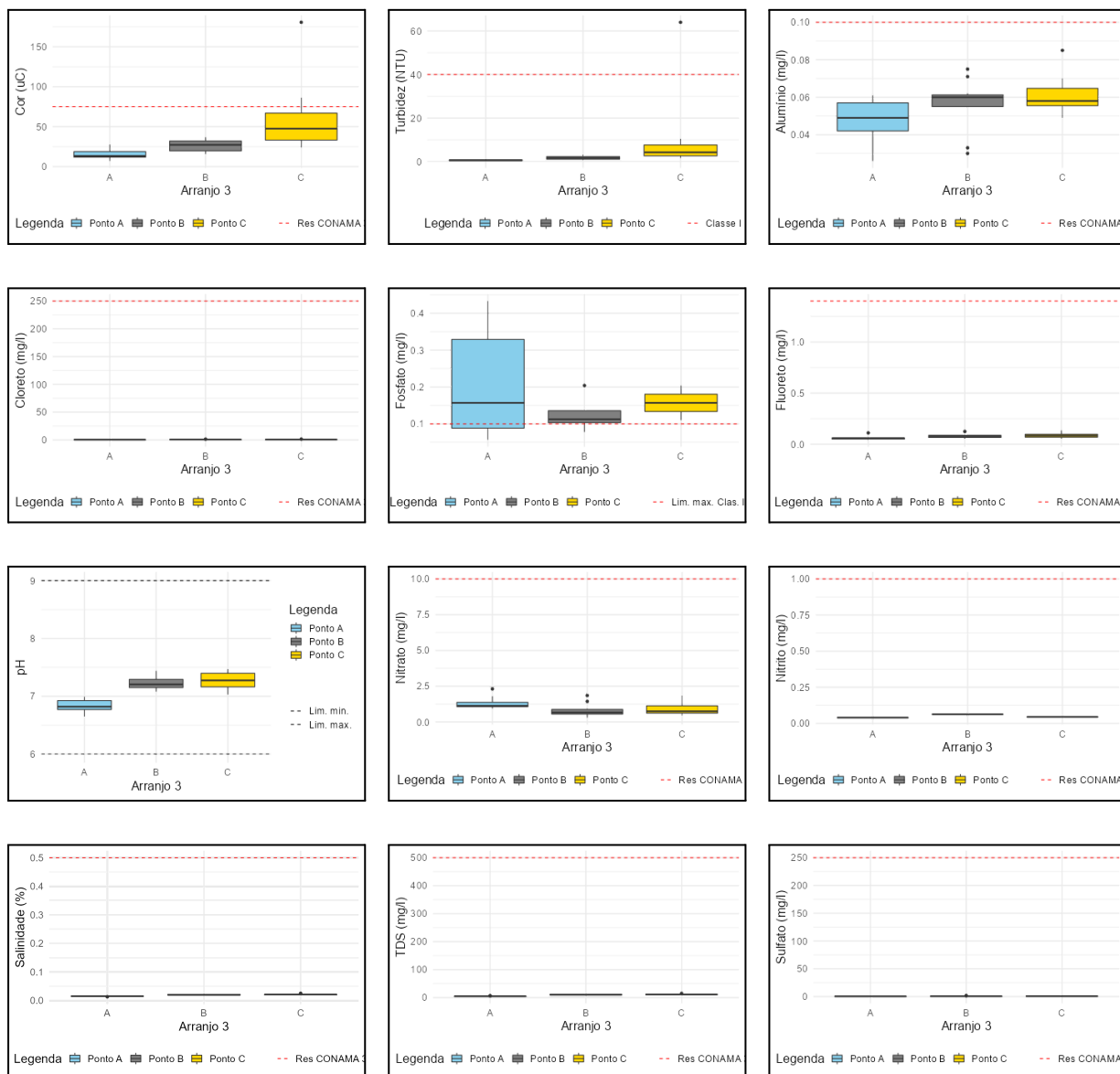
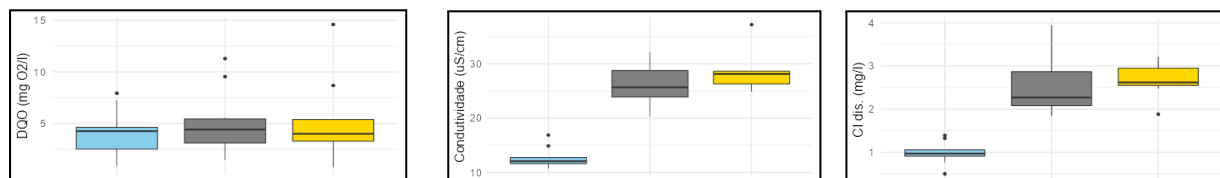


Figura 29: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 3 medidos *ex situ* com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.



Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



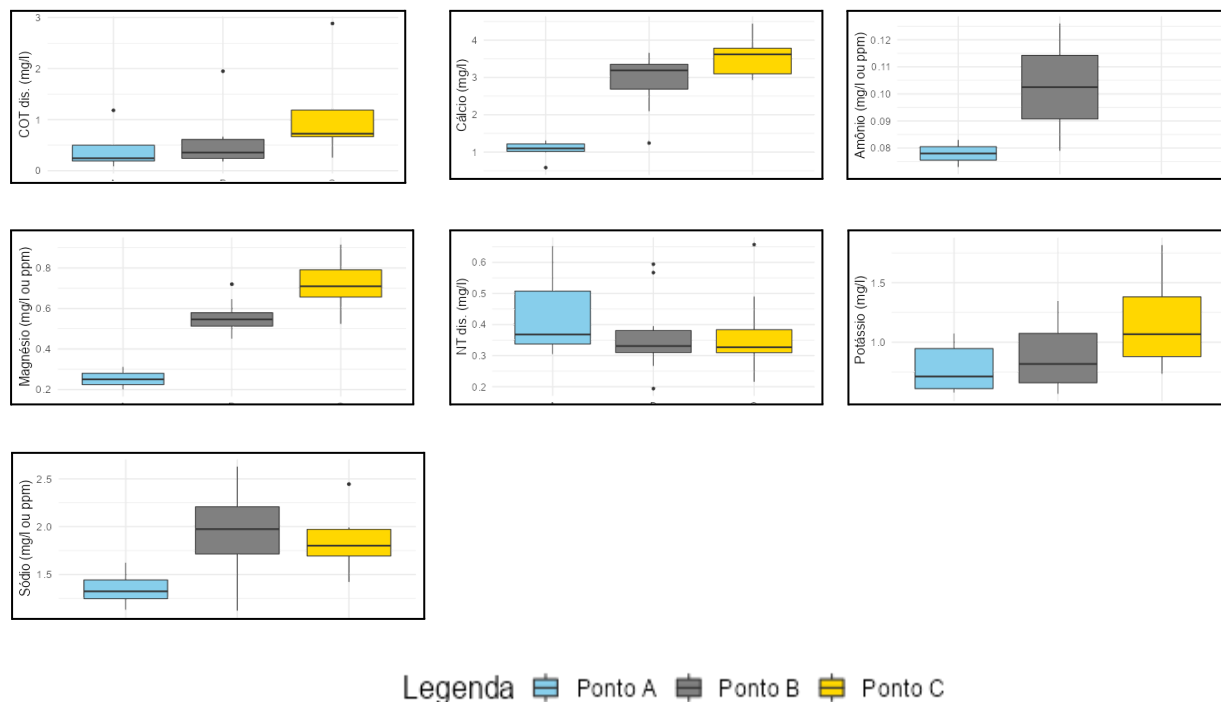


Figura 30: Gráficos boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 3 medidos *ex situ* sem limites de referência.

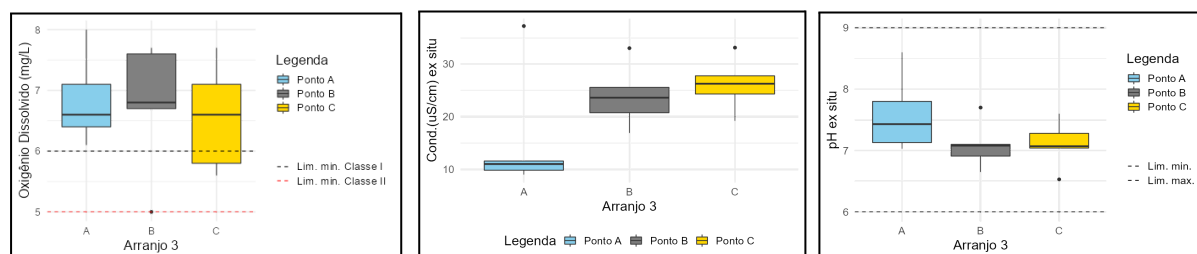


Figura 31: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 3 medidos *in situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

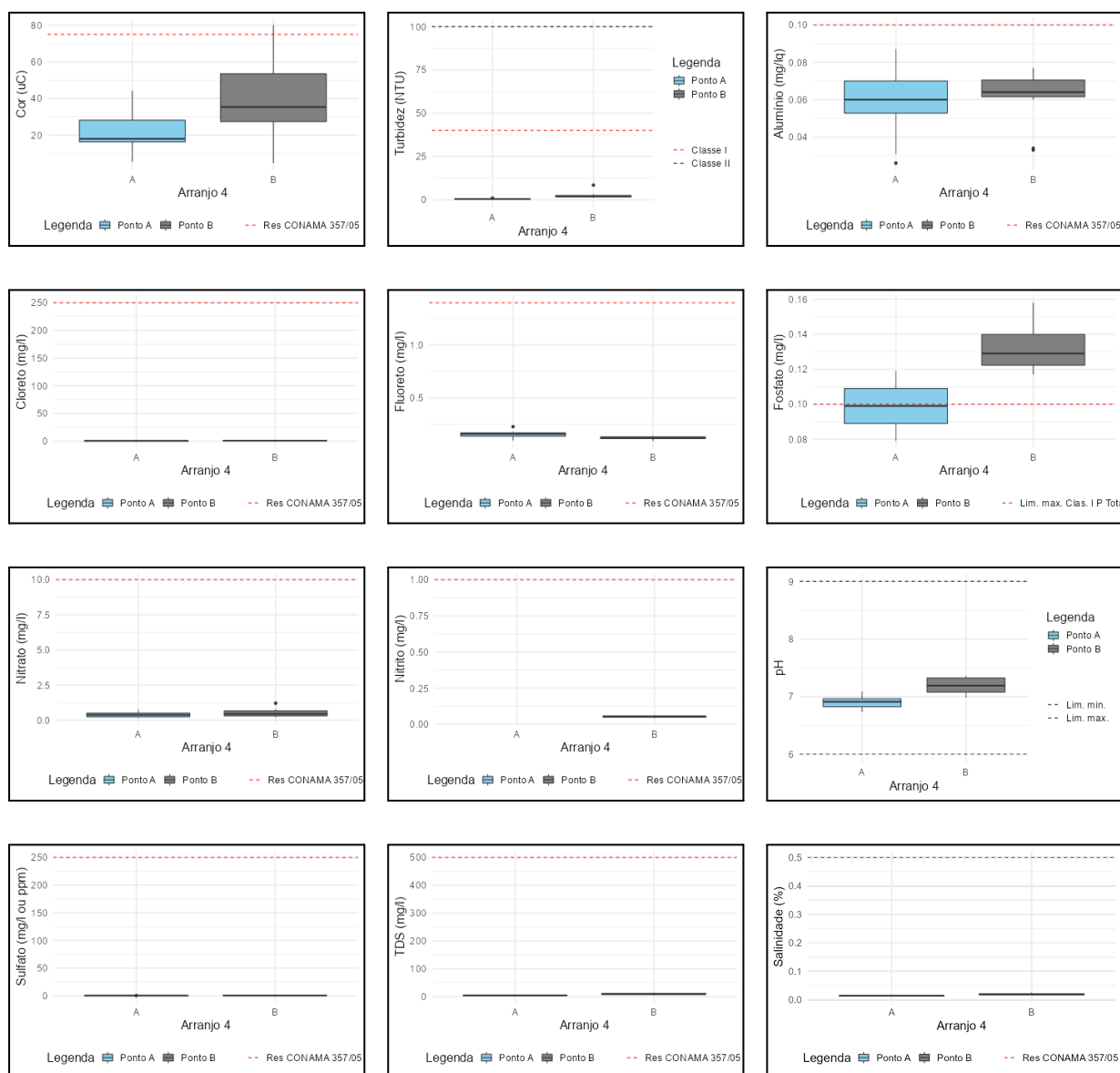


Figura 32: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do **Arranjo 4** medidos *ex situ* com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



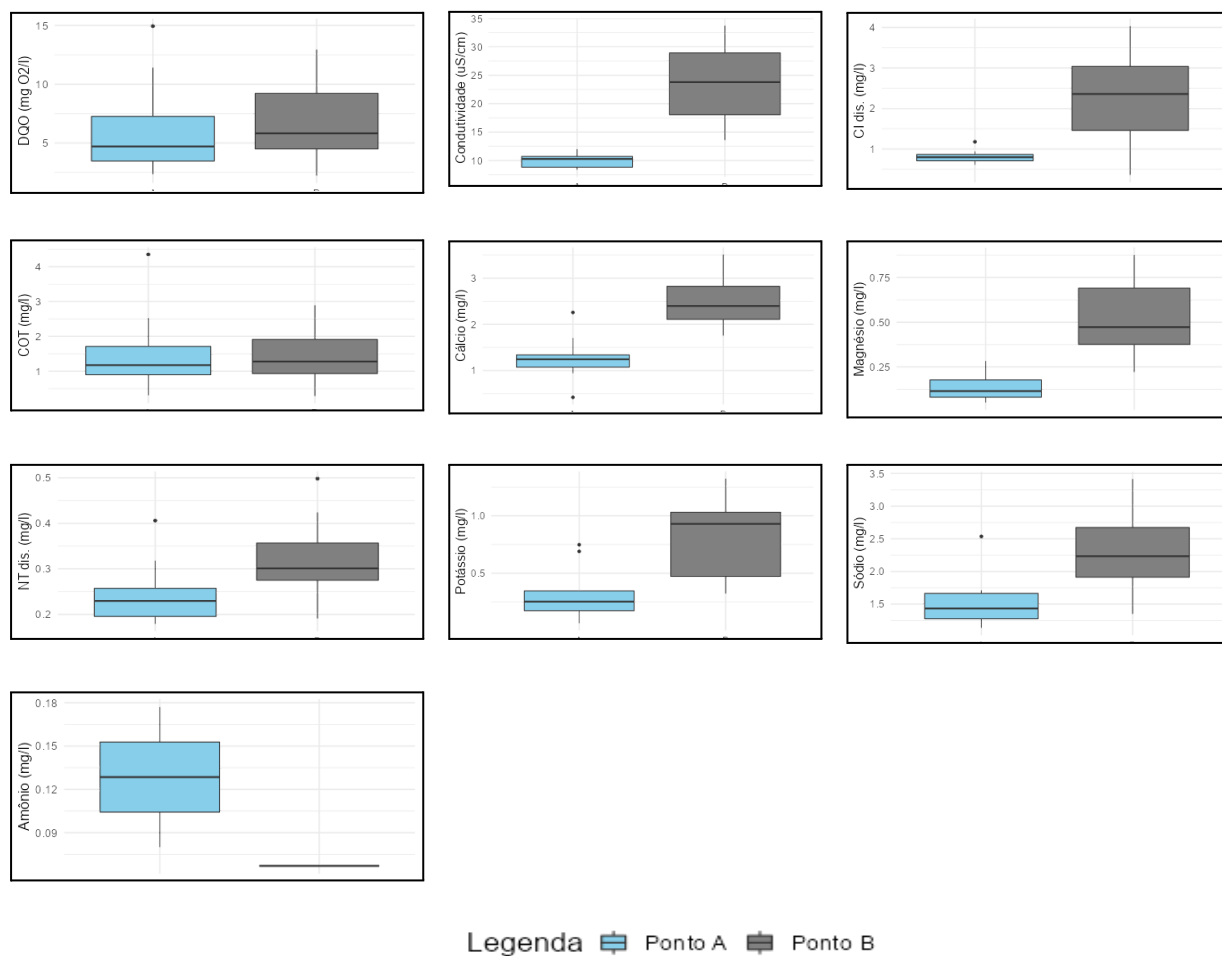


Figura 33: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 4 medidos *ex situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



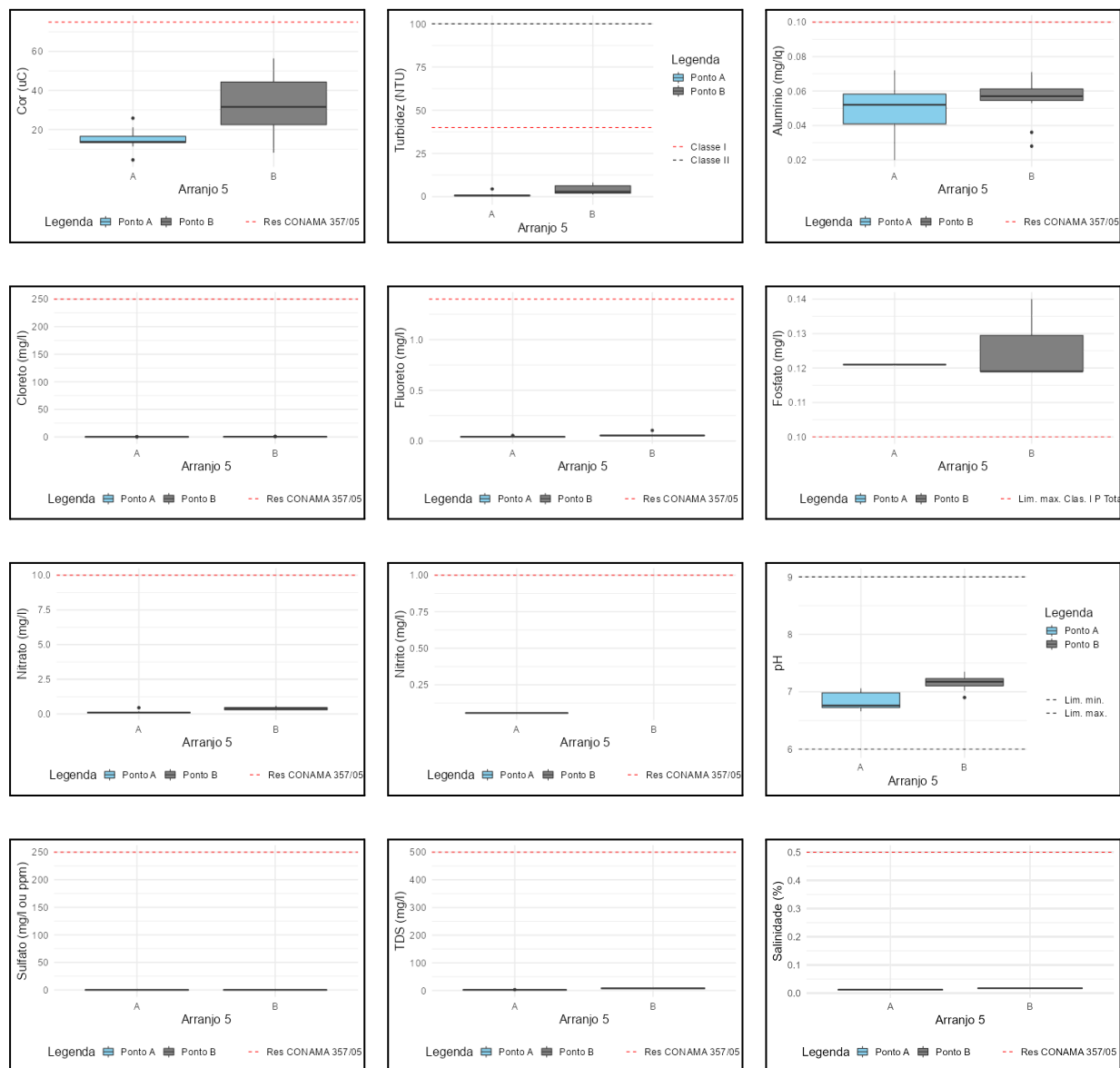


Figura 34: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do **Arranjo 5** medidos *ex situ* com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização

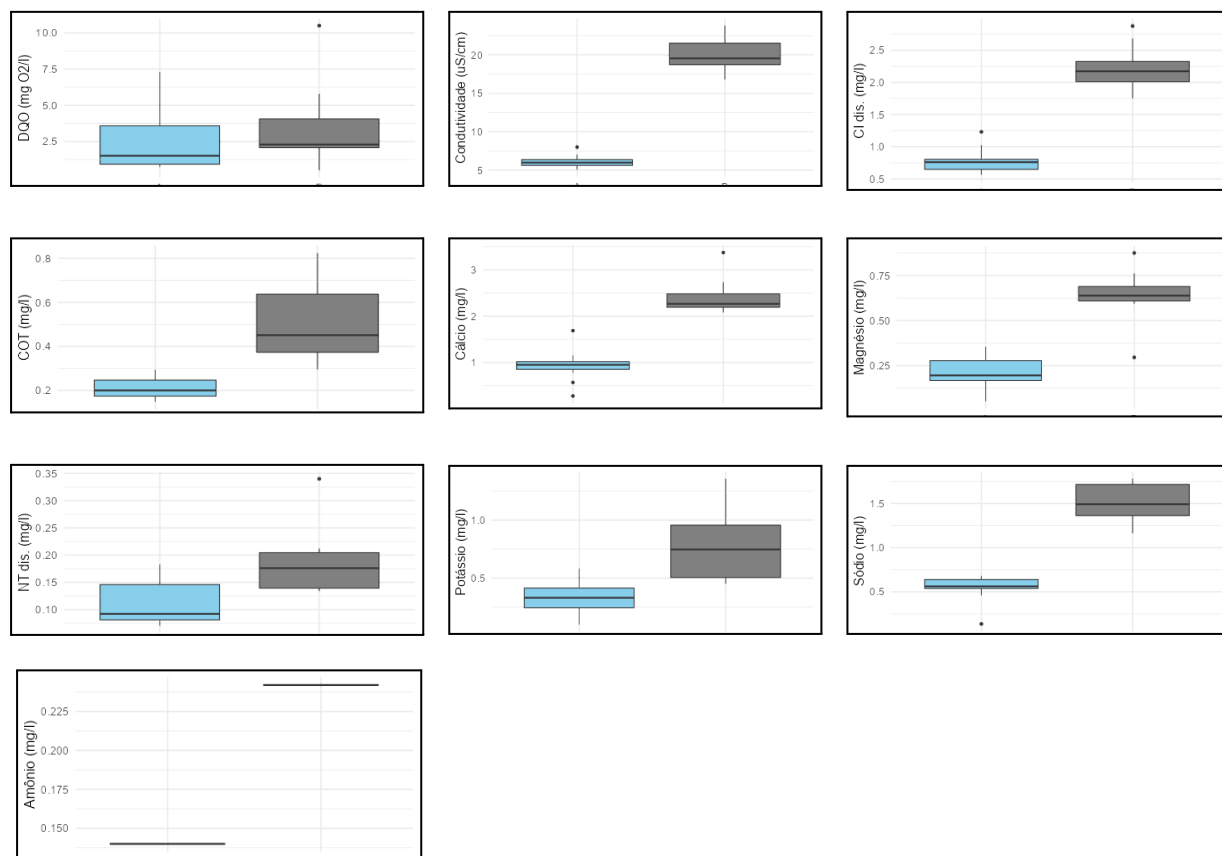


Patrocínio



Parceiros





Legenda Ponto A Ponto B

Figura 35: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 5 medidos *ex situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



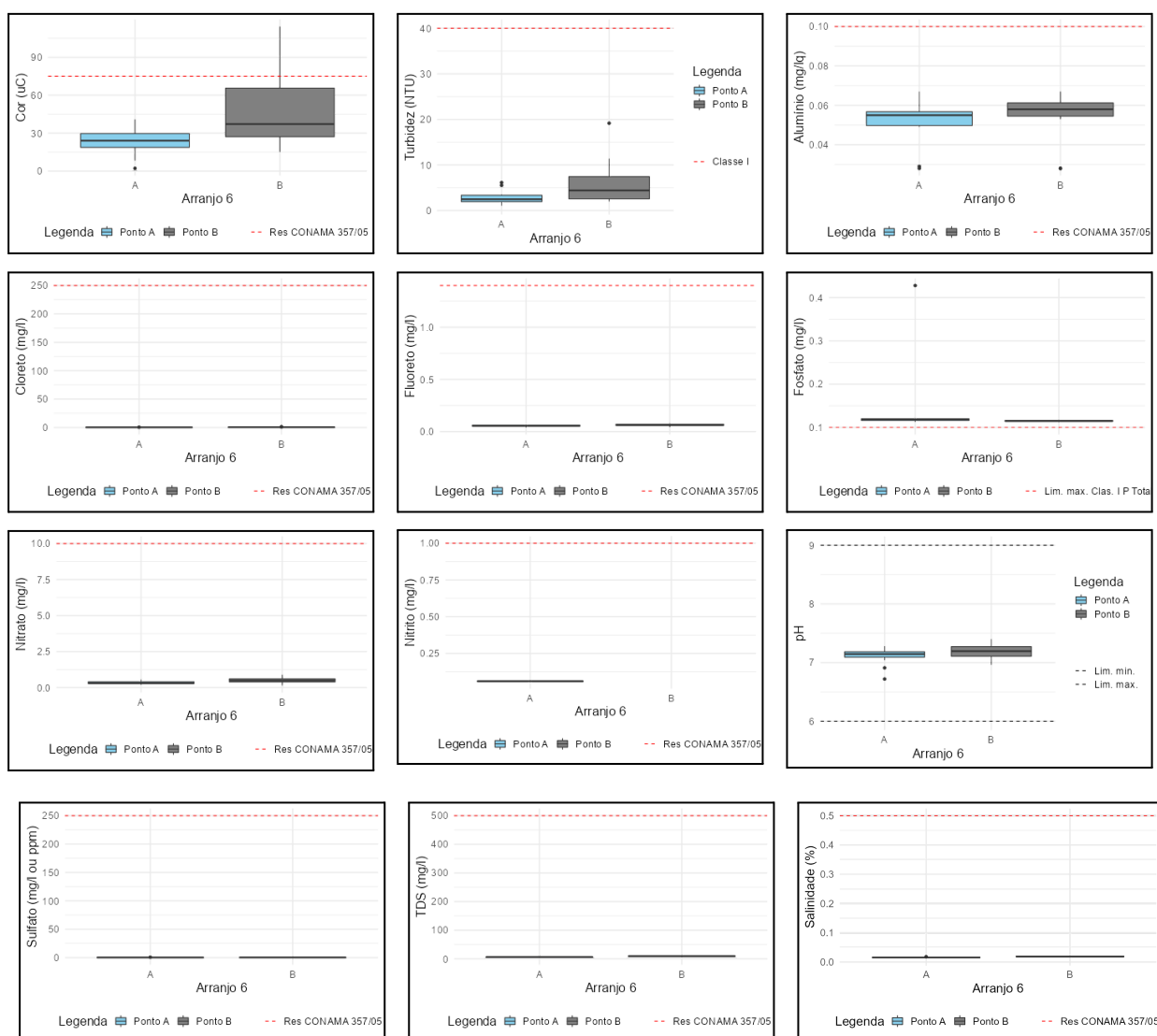


Figura 36: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 6 medidos *ex situ* com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



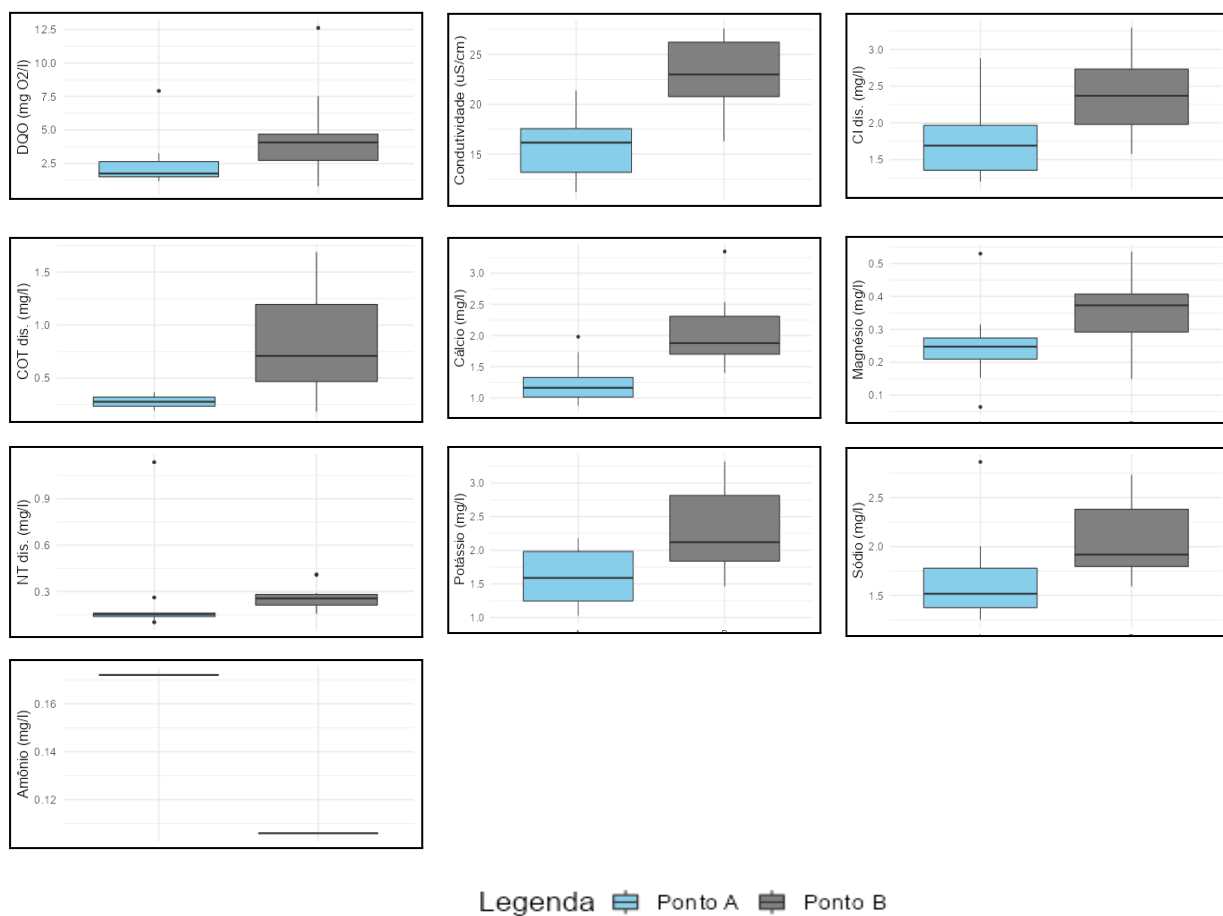


Figura 37: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 6 medidos *ex situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



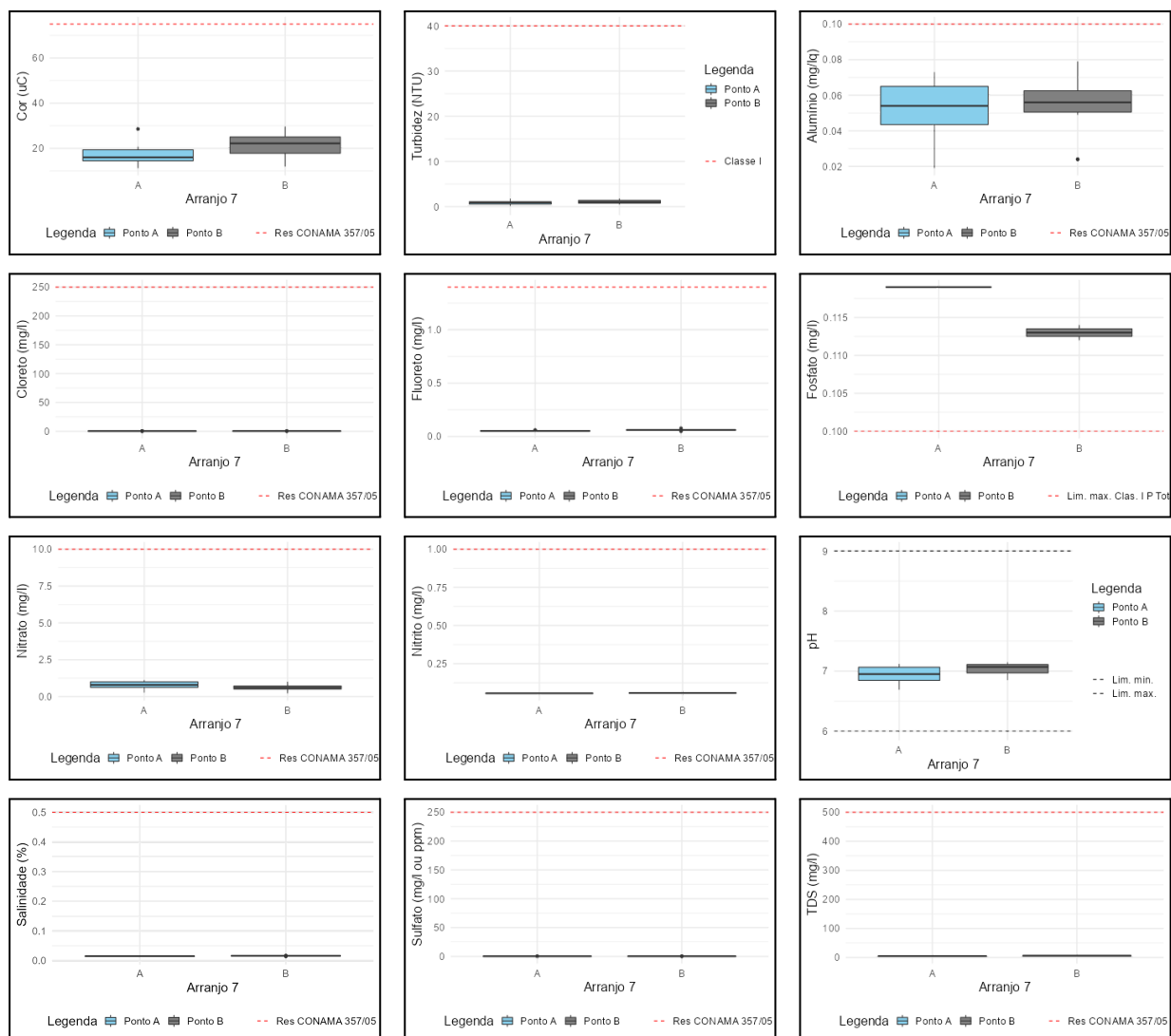


Figura 38: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 7 medidos *ex situ* com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



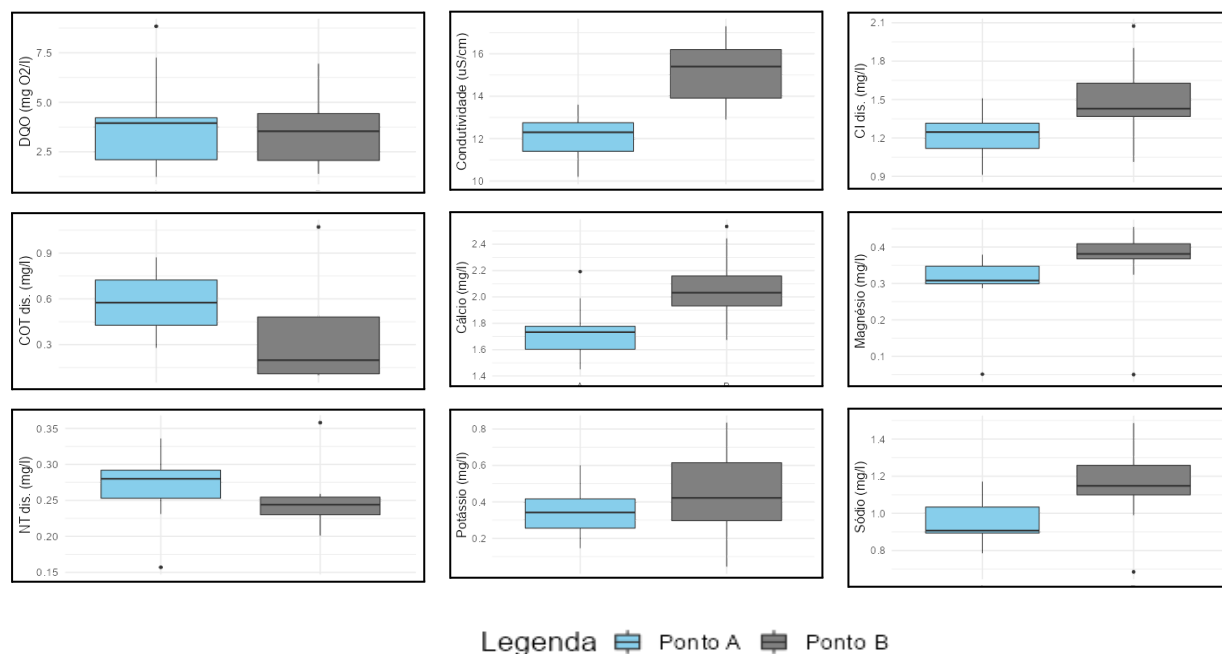


Figura 39: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do **Arranjo 7** medidos *ex situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

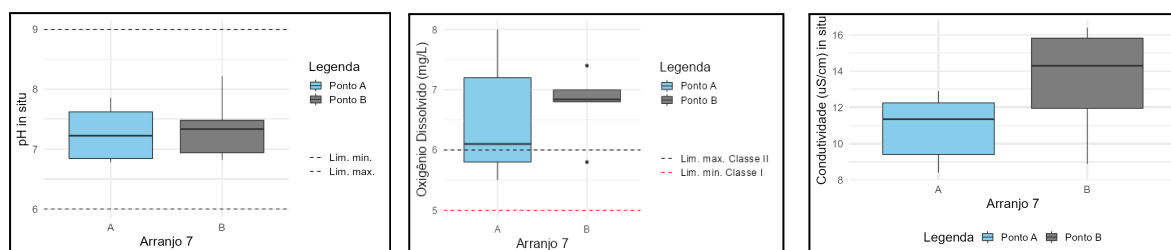


Figura 40: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do **Arranjo 7** medidos *in situ*.

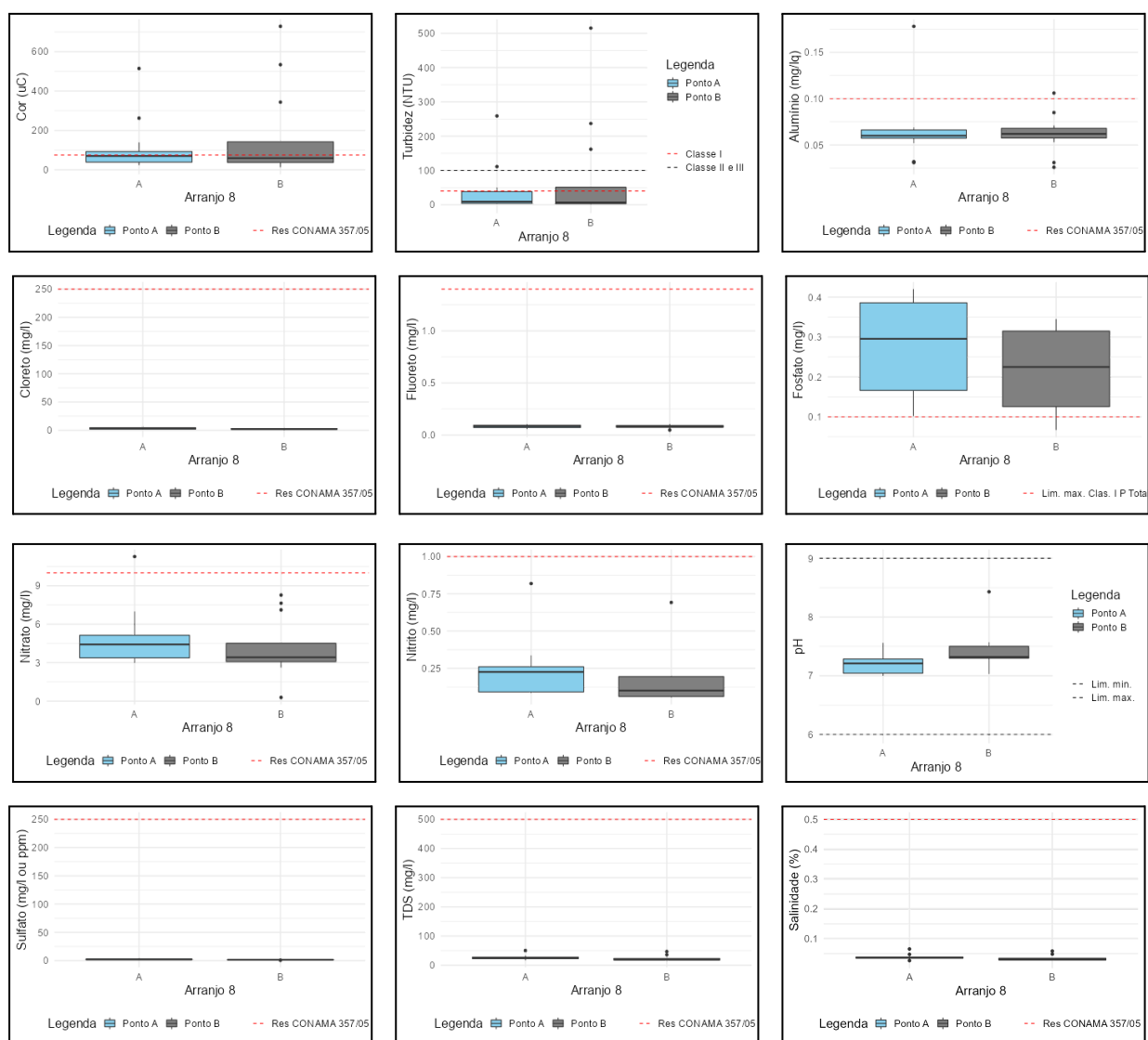


Figura 41: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 8 medidos *ex situ* com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



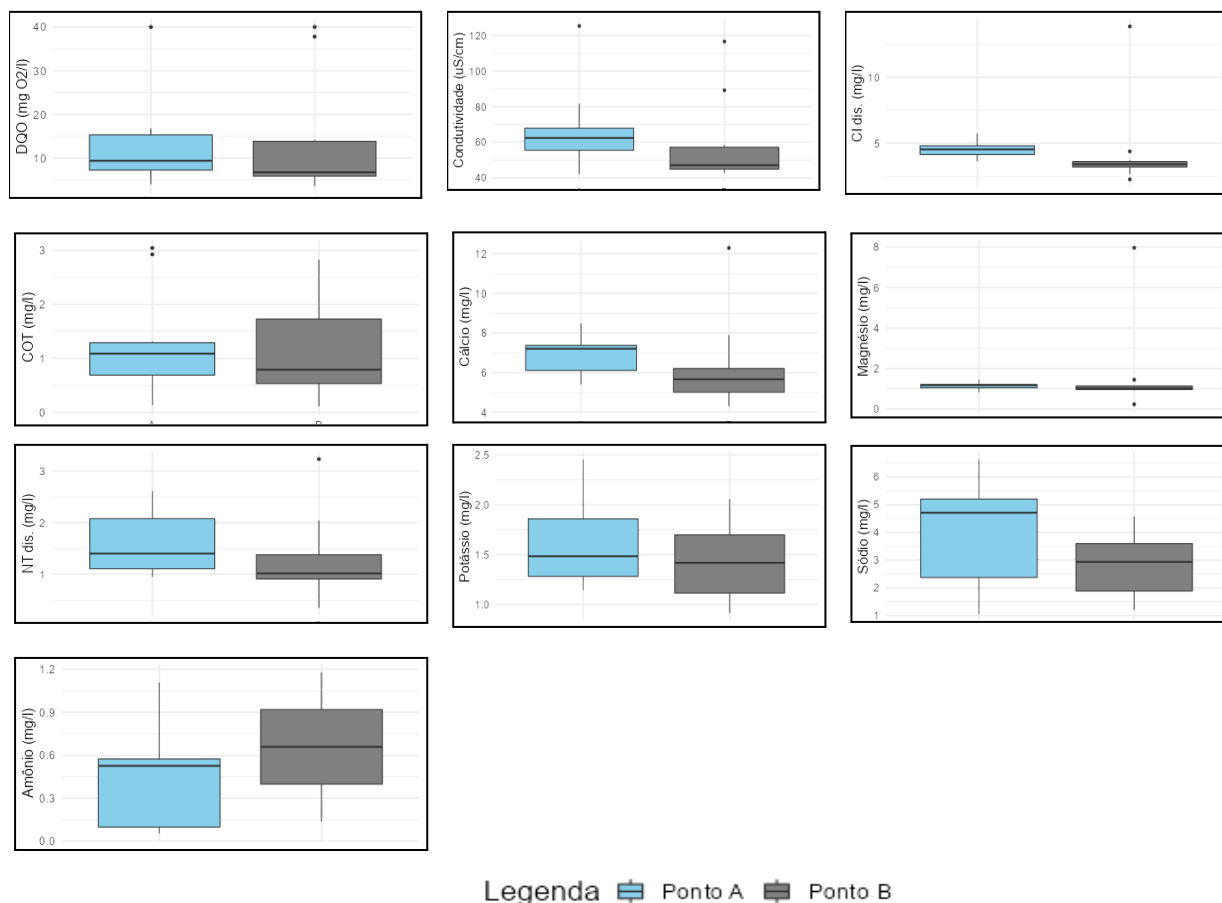
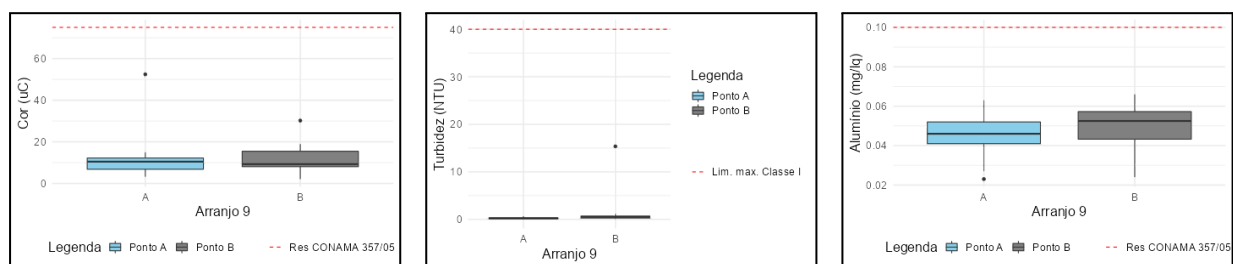


Figura 42: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 8 *ex situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.



Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



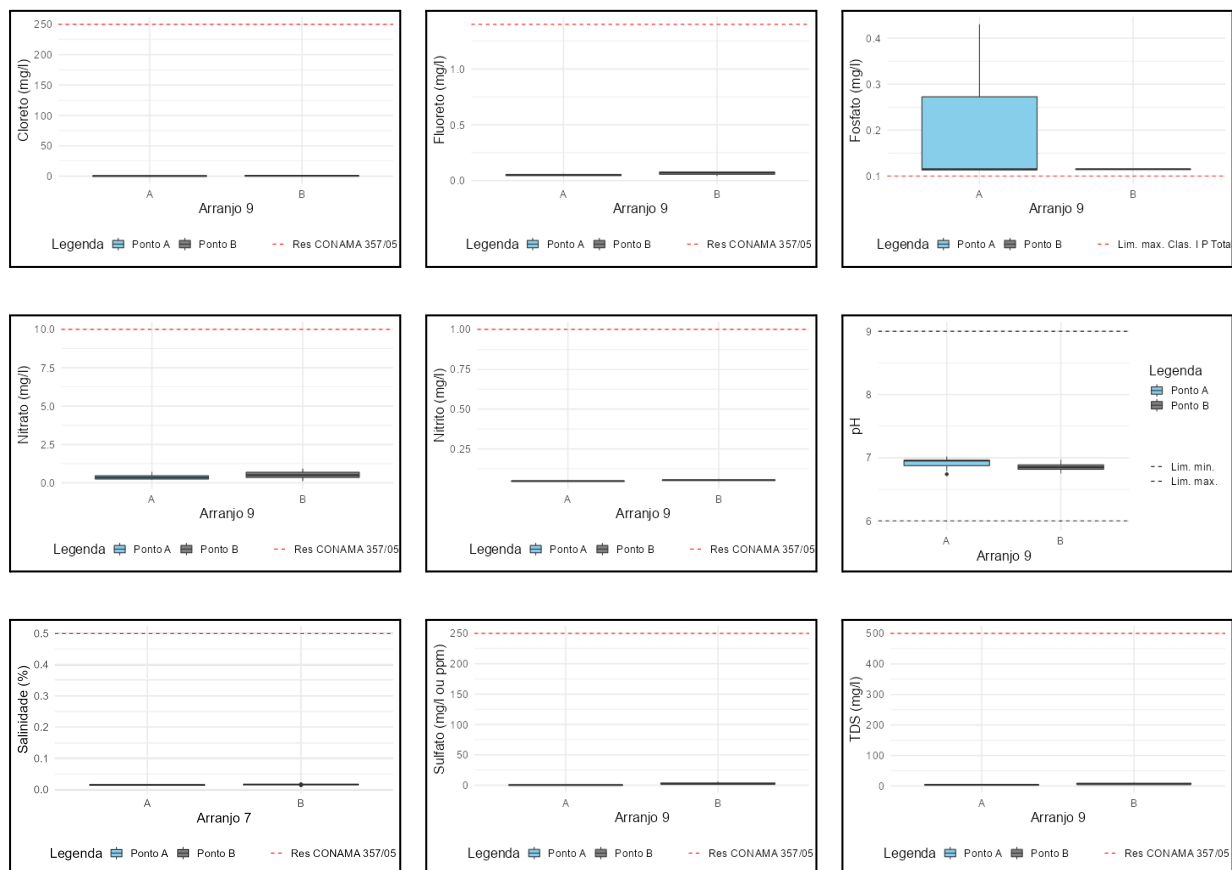


Figura 43: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 9 medidos *ex situ* com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



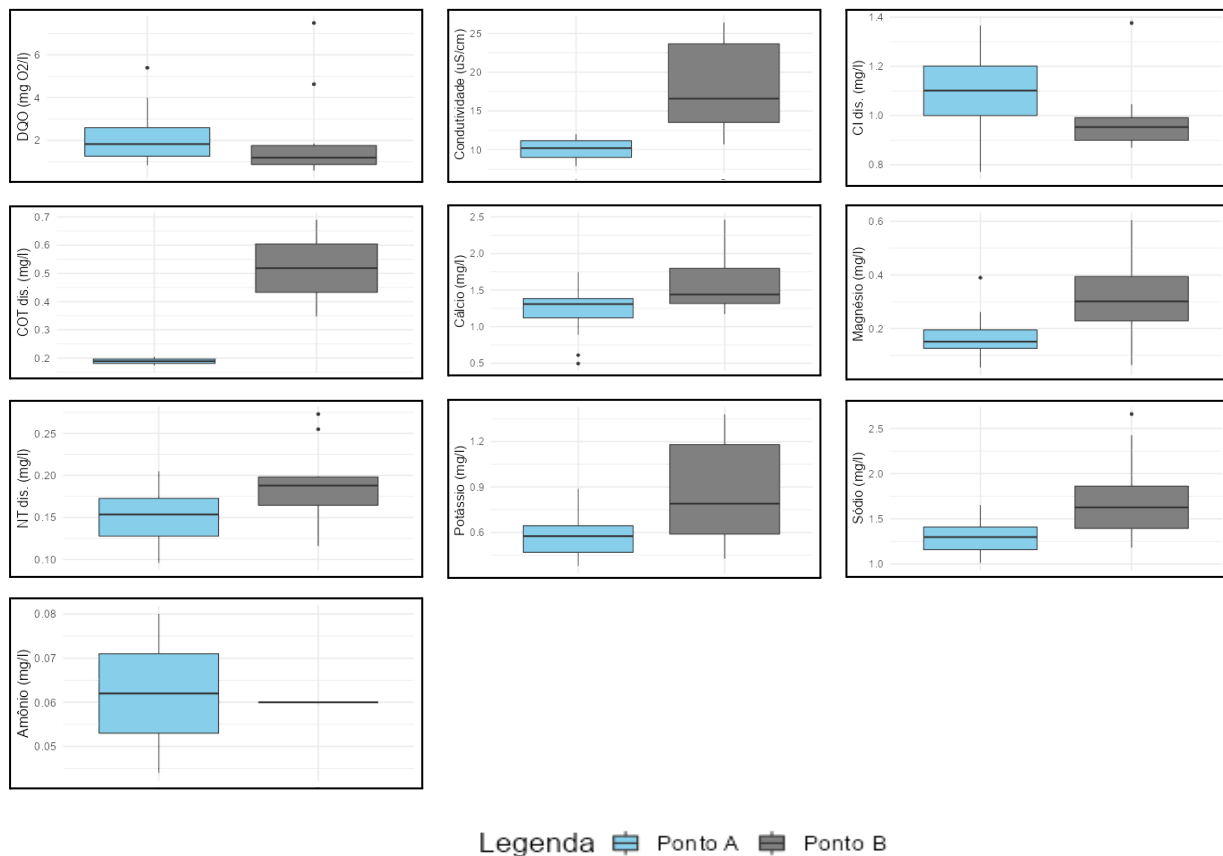


Figura 44: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 9 medidos *ex situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

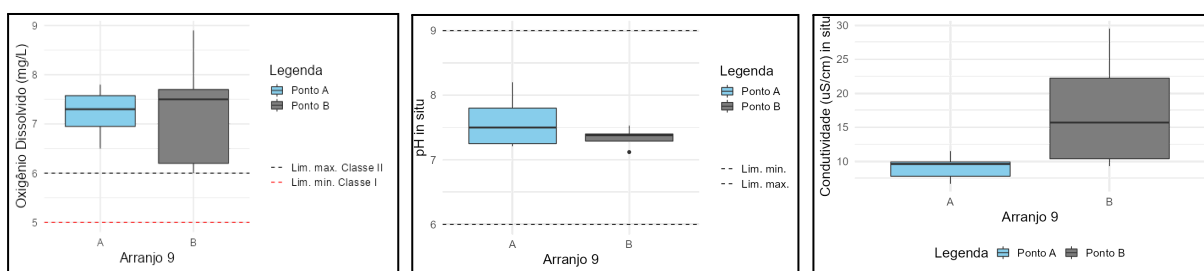


Figura 45: Gráficos boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 9 medidos *in situ*.

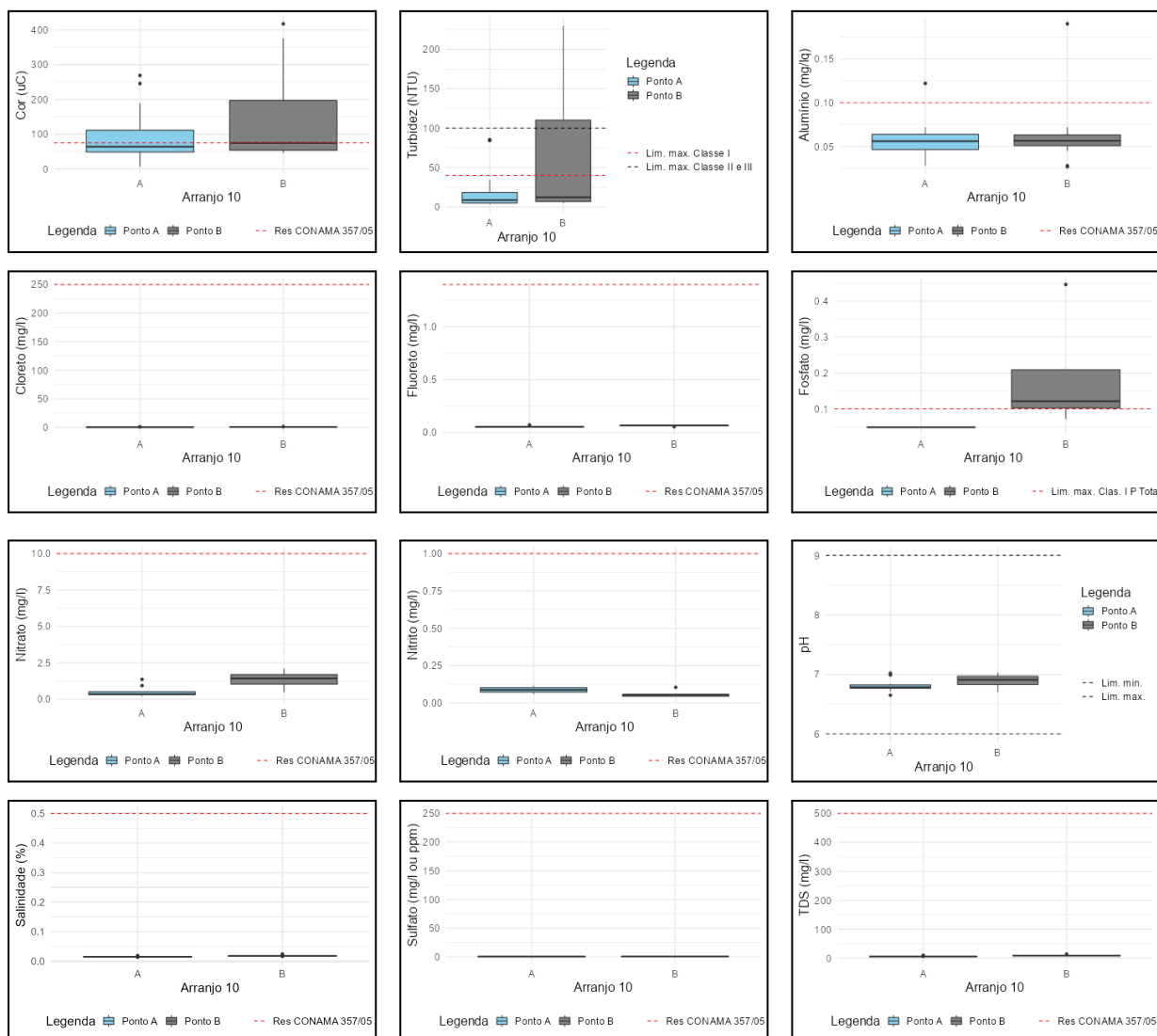


Figura 46: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do Arranjo 10 medidos *ex situ* com limites de referência estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



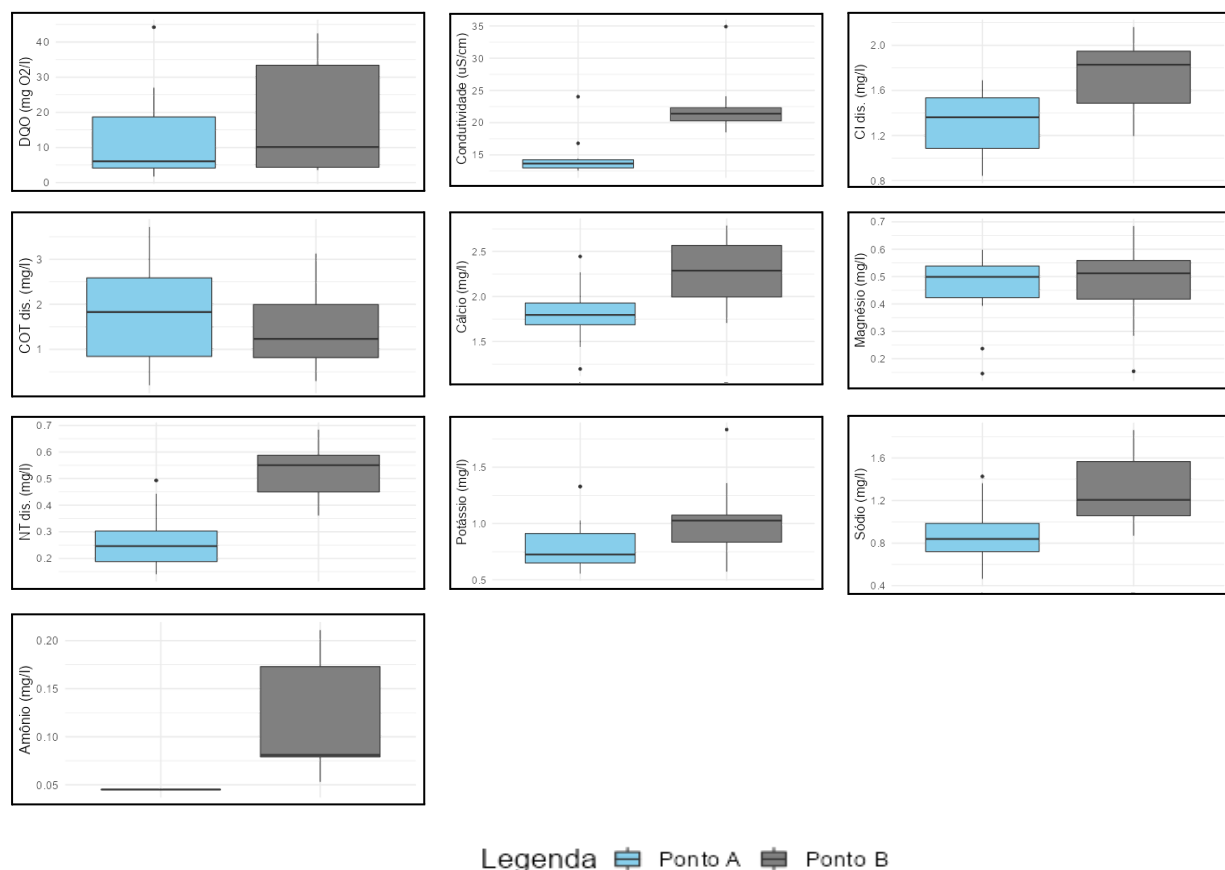


Figura 47: Gráficos Boxplot para os parâmetros físico-químicos do **Arranjo 10** medidos *ex situ* sem limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/05.

Os pontos que não apresentaram o boxplot significa que o parâmetro sob análise encontrava-se abaixo do limite de quantificação (LQ) do equipamento, não sendo possível sua medição, como ocorreu, por exemplo, para o nitrito no ponto A do arranjo 4. Vale destacar que os parâmetros fósforo, amônio e nitrito tiveram respectivamente 88,5%, 79% e 88,5% dos valores não quantificados (abaixo do LQ). Os arranjos 1 e 2 não tiveram dados quantificáveis para nitrito e o arranjo 7 não teve dados quantificáveis para amônio. O número de dados coletados destes parâmetros e dos demais encontra-se no anexo Estatística Descritiva.

Gráficos que apresentaram um traço no lugar do boxplot e podem ser explicados por duas situações: a) para os parâmetros mencionados na Resolução Conama 357/05, como os dados estavam próximos entre si em relação à linha de referência, o boxplot foi pequeno o suficiente para não ser visualizado com clareza. Isso ocorreu, por exemplo, para cloreto no arranjo 1; b) para gráficos sem linha de referência, o traço indica que apenas uma medição

foi possível de ser quantificada, ou seja, o restante dos dados estava abaixo do LQ. Como exemplo deste caso tem-se amônio para ponto B do arranjo 2.

Alguns parâmetros tiveram percentual fora da condição de qualidade esperada para a classe I da Resolução Conama nº 357/05, a saber: cor, com 10,2%; turbidez, com 5,3%; alumínio, com 1,6%; nitrato, 0,04%; oxigênio dissolvido, 15,9%; e fosfato², com 87,7%. Os percentuais referem-se ao total de dados amostrados e quantificados. Ou seja, não encontrou no cálculo os dados amostrados e não quantificados por encontrar-se abaixo do LQ. Ao considerar todas as amostragens realizadas (desconsiderar o LQ), o fosfato teria 19,4% dos dados fora da classe I.

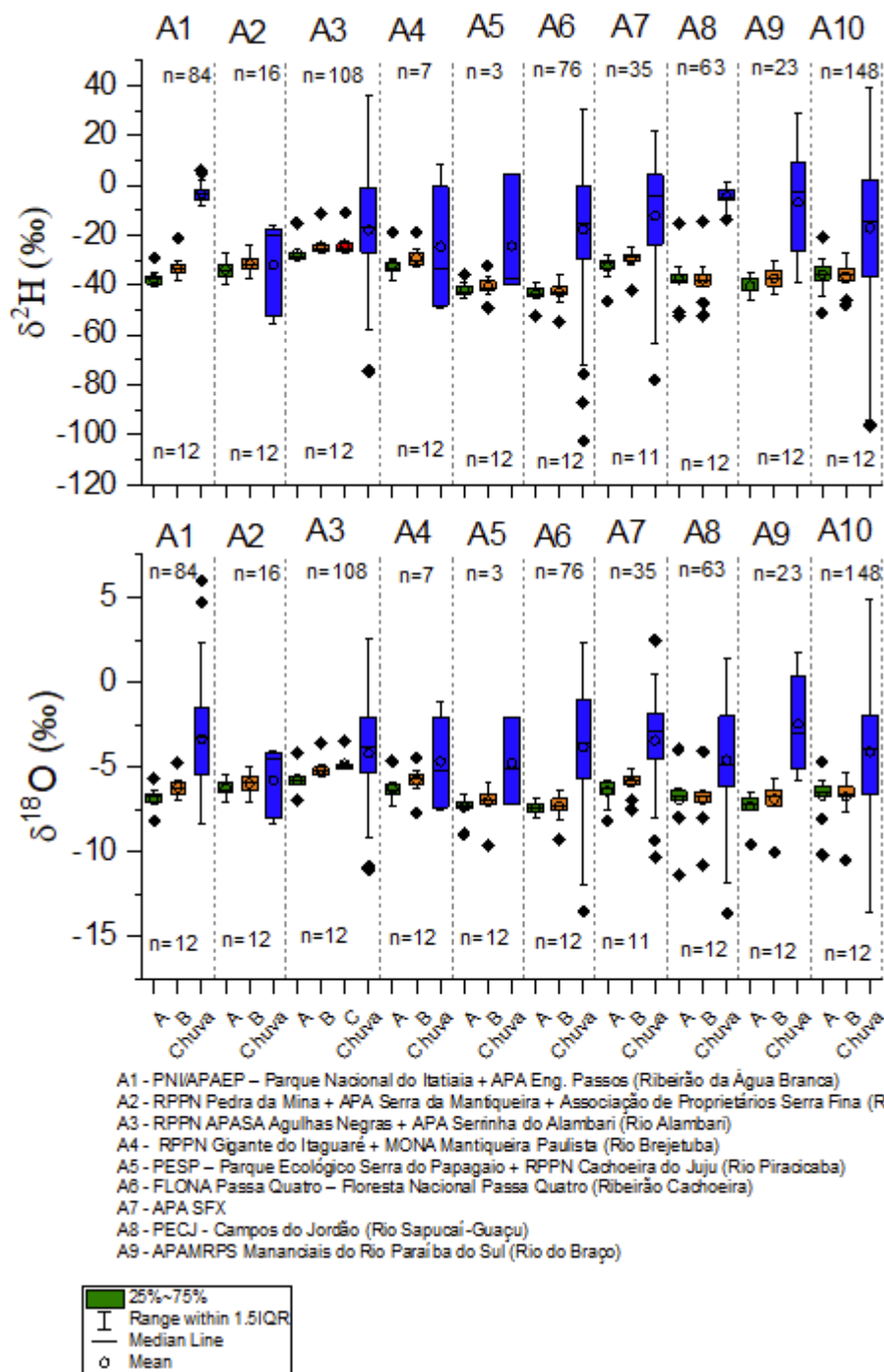
Os parâmetros cor e turbidez com qualidade inferior à classe I predominaram no período chuvoso, com maior percentual para os arranjos 8 e 10. Para o oxigênio dissolvido, as amostras que não atenderam à classe I também concentraram-se no período chuvoso. Segundo Santos et al. (2017), o aumento de sólidos suspensos e turbidez diminui o OD pelo deslocamento das partículas orgânicas e inorgânicas, impactando negativamente na vida aquática. Já para fosfato, as amostras não enquadradas na classe I predominaram no período seco. Essa condição pode ser explicada pela concentração do composto em períodos de estiagens (Franqueto, 2024).

De modo geral, pode-se notar um declínio dos parâmetros dos pontos à montante em relação aos pontos à jusante, indicando uma preservação da qualidade associada à proteção das UCs. Tal fato é mais marcante no Arranjo 3. Já no Arranjo 8, ocorre uma inversão, com o ponto à jusante apresentando indicadores de qualidade ligeiramente superiores ao ponto à montante. Neste caso, se trata de um arranjo atípico, no qual o ponto à montante define uma bacia de contribuição na APA Serra da Mantiqueira (em parte antropizada) com pequena sobreposição ao Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ). Já o ponto à jusante se encontra em região mais preservada com mais de 40% de sua bacia de drenagem nos domínios do PECJ, o que garante uma maior contribuição para a qualidade do curso d'água neste ponto.

² A legislação atribui padrão de qualidade para fósforo total. Como fosfato é um componente de fósforo total, é importante ressaltar que para os valores de fosfato inferiores ao limite de referência, não se pode afirmar que o parâmetro fósforo total estará dentro da condição de qualidade recomendado pela Resolução Conama 357/05.

8.2 Análises isotópicas

Os isótopos de oxigênio, ^{18}O e hidrogênio, ^2H foram determinados com o objetivo de verificar se a água coletada no ponto A era a mesma água coletada no B de cada arranjo.



Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Figura 48. Box Plot do sinal isotópico da água dos rios nos pontos A (verde) e B (laranja) e C (vermelho) e na água de chuva (azul), para cada arranjo. A) $\delta^2\text{H}$ e B) $\delta^{18}\text{O}$. A letra n na parte superior de cada figura refere-se ao número de amostras de chuva coletadas no período de análise. A letra n na parte inferior da figura refere-se ao número de amostras de água de rio coletadas no período de análise.

Para fins de comparação entre os pontos A e B de cada arranjo, a análise estatística apresentada na Tabela 12 indica que o sinal isotópico da água do rio é bastante semelhante entre esses pontos. Apenas no Arranjo 1 foi observada uma diferença significativa entre os pontos A e B em termos de $\delta^2\text{H}$, mas não em $\delta^{18}\text{O}$ (Tabela 12). Esses resultados indicam que a massa de água do rio pode ser considerada a mesma nos pontos A e B de cada arranjo, individualmente. Em outras palavras, não houve contribuição significativa de água de outras fontes entre os pontos analisados, o que confirma o pressuposto da nossa estratégia metodológica: comparar os parâmetros físico-químicos e de qualidade da água em dois pontos distintos do rio — sendo um localizado dentro da UC e o outro fora.

Tabela 12 - Resultados das análises estatísticas (teste de Tukey) para comparação do sinal isotópico nos pontos A e B da água do rio em cada arranjo.

Água de rio					
Arranjo	Ponto de coleta	$\delta^2\text{H}$	Tukey	$\delta^{18}\text{O}$	Tukey
1	A	-37.3858	b	-6.81583	a
	B	-33.075	a	-6.2025	a
2	A	-33.9017	a	-6.25083	a
	B	-31.49	a	-5.95833	a
3	A	-27.3592	a	-5.7525	a
	B	-24.3333	a	-5.13167	a
4	A	-31.9033	a	-6.27167	a
	B	-29.0425	a	-5.77167	a
5	A	-41.9183	a	-7.35833	a
	B	-40.4517	a	-7.04167	a
6	A	-43.6192	a	-7.42333	a
	B	-43.1058	a	-7.3375	a
7	A	-32.5967	a	-6.4375	a
	B	-29.7883	a	-5.92333	a
8	A	-37.745	a	-6.9375	a
	B	-37.5833	a	-6.9475	a
9	A	-40.2975	a	-7.33	a
	B	-37.185	a	-6.88917	a
10	A	-35.5958	a	-6.68583	a
	B	-36.4992	a	-6.77083	a

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação às medições de vazão, os resultados obtidos por este projeto mostram que as unidades de conservação geram impactos na disponibilidade hídrica das bacias, contribuindo para elevar a reservação de água e para manter o equilíbrio dos processos naturais do ciclo hidrológico. Notadamente, as áreas preservadas possibilitam maior infiltração de água no solo e reduzem o escoamento superficial, resultando em menores taxas

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



de erosão e perdas de nutrientes do solo, além de contribuir para a redução de cheias mais frequentes dos rios e as potenciais inundações nas áreas habitadas à jusante. Essa dinâmica é especialmente relevante no caso de áreas montanhosas, devido às suas peculiaridades climáticas, de relevo e geologia. Mesmo com um número pequeno e inicial de medições realizadas no projeto, foi possível identificar que esses impactos acontecem nas UCs monitoradas, quando analisamos as vazões específicas medidas. Entretanto, devido à característica dinâmica do ciclo hidrológico ao longo do tempo, é de extrema importância manter as medições por um período de tempo maior. Quanto mais medições forem realizadas, mais clara e precisa será a quantificação dos impactos gerados pela manutenção das áreas de preservação. As medidas aqui realizadas devem ser entendidas como o início de um processo que deve ser contínuo e, preferencialmente, que os pontos de medição sejam incorporados às redes oficiais de monitoramento hidrológico, como da Agência Nacional de Águas (ANA), por exemplo.

Sobre os locais de medição de vazão, foi possível constatar que a escolha do trecho de rio adequado é uma etapa fundamental do monitoramento, que impacta fortemente o processo de medição subsequente. Como a maioria das UCs se localizam em áreas montanhosas, os rios possuem elevadas declividades e leitos rochosos, que dificultam a medição, principalmente em períodos chuvosos. No caso da implantação de um monitoramento contínuo das vazões, alguns locais de medição devem ser revistos a fim de garantir a segurança dos técnicos responsáveis pela medição e que as condições hidráulicas permitam estabelecer uma relação adequada entre nível d'água e vazão.

Apesar do curto período de amostragem realizado pelo projeto, os resultados reforçam a importância das áreas protegidas por unidades de conservação para a qualidade e a regularidade dos rios. Localmente e regionalmente, os resultados encontrados incentivam políticas integradas para a conservação de áreas estratégicas, que muitas vezes transcendem os territórios municipais. O impacto desse projeto contribui para a construção de articulações e de políticas públicas voltadas às unidades de conservação e aos recursos hídricos, em especial as insurgentes do Mosaico Mantiqueira.

A continuidade dos esforços de conservação conduzidos ao longo deste projeto depende em grande parte da difusão e visibilidade do projeto e de seus resultados, sobretudo demonstrando a articulação institucional e a rede de parcerias que foi estabelecida. Essa divulgação deverá ser apoiada pelas diversas instituições participantes, cujo envolvimento, incluindo unidades de conservação e comitês de bacia, é um dos fatores que pode alavancar iniciativas de conservação. Indispensável também é buscar novas formas de financiamento para a continuidade deste projeto ou iniciativas semelhantes. Para se ter uma dimensão dos recursos necessários, o presente projeto, financiado pela Fundação Grupo Boticário, recebeu



o aporte de R\$ 220.842,50 (duzentos e vinte mil, oitocentos quarenta e dois reais e cinquenta centavos), recurso crucial para a mobilização inicial do projeto, contudo, estima-se que o custo total do projeto chegou à aproximadamente R\$1.000.000,00 (um milhão de reais) se consideradas toda estrutura disponibilizada pelas universidades, ONGs, Unidades de Conservação e demais parceiros. Este montante ainda conta com bolsas disponibilizadas, servidores, softwares, veículos, combustível, etc.

Por fim, vale destacar que o projeto abriu caminhos para iniciativas de pesquisa de longo prazo e políticas públicas voltadas à segurança hídrica e à conservação da biodiversidade na região.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas (ANA). Fortalecimento dos Entes do Singreh: Comitês de Bacia Hidrográfica. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-do-singreh/comites-de-bacia-hidrografica>. Acesso em: 02 de maio de 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9800:1987 - Qualidade da água - Terminologia**. Rio de Janeiro, 1987.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Portal de Qualidade das águas. Indicadores De Qualidade-Índice De Qualidade Das Águas**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/portaldpnqa/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acessado em: 04 abr. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. Inventario29_05_2024.zip**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>. Acesso em: 01/06/2024.

ASF - ALASKA SATELLITE FACILITY. **Data Search Vertex**. Acesso em: 10 Fev. 2023. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>

BARBOSA, JC; MALDONADO, JUNIOR, W. 2015. **AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 396p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, n. 53, p. 58–63, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 351, de 11 de dezembro de 2006**. Estabelece critérios e diretrizes para o planejamento, implementação e gestão de corredores ecológicos no território nacional. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 dez. 2006.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

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: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRAUMAN, K. A.; DAILY, G. C.; DUARTE, T. K.; MOONEY, H. A. The nature of ecosystem services. **Annual review of environmental and resources: An overview highlighting hydrology services.** v. 32, n., p. 67-98, 2007.

CARVALHO, T. M. Técnicas de medições de vazões por meios convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, n. 1, p. 73-85, Mai/Ago, 2008.

CENTRO DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS - CEMADEN. **Mapa Interativo.** Disponível em: <https://mapainterativo.cemaden.gov.br/#>. Acesso em: 15 ago. 2024.

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

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

DADOS.GOV.BR. **Conselho Gestor das Unidades de Conservação Federais.** Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/conselho-gestor-das-unidades-de-conservacao-federais>. Acesso em: 1 maio 2024.

DANSGAARD, W. The effect of the wind on the isotopic composition of precipitation. **U.S. Army Snow, Ice and Permafrost Research Establishment Research Report**, n. 13, 1953.

DANSGAARD, W. The isotopic composition of natural waters. **Meddelelser om Grønland**, v. 147, n. 1, p. 1-120, 1954.

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



DOBRYIAL, P.; BADOLA, R.; TUBOI, C.; HUSSAIN, S. A.. A review of methods for monitoring streamflow for sustainable water resource management. **Applied Water Science**, v. 7, n. 6, p. 2617-2628, out, 2017.

FRANQUETO, R. Impacto das precipitações na concentração de fosfato em águas pluviais: um estudo de caso na bacia do ribeirão concórdia. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 16, n. 1, 2024. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/23482/209209218923>> Acesso em: 09 abr. 2025

GAT, J. R. Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrologic cycle. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 24, p. 225–262, 1996. DOI: 10.1146/annurev.earth.24.1.225.

GRIZZETTI, B.; LANZANOVA, D.; LIQUETE, C.; REYNAUD, A.; CARDOSO, A. C. Assessing water ecosystem services for water resource management. **Environmental Science & Policy**, Vol. 61, p. 194-203, 2016.

GORE, James A.; BANNING, James. Discharge measurements and streamflow analysis. In: HAUER, F. Richard; LAMBERTI, Gary. **Methods in stream ecology**. [S.l.]: Elsevier Science, 2017. cap. 3.

HERSHY, R W. **Stream Measurement**. 3. ed. NovaYork: Taylor & Francis, 2009.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, [S.l.], v. 56, n. 3, pp. 275-370, 1945.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pedologia 1:250.000 - base de dados espaciais, no recorte ao milionésimo**. Acesso em: 20 Ago. 2024. Disponível em: https://geofpt.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2021/

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folhas topográficas - Downloads**. Acesso em: 03 Abr. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/folhas-topograficas/15809-folhas-da-cart-a-do-brasil.html?=&t=downloads>

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (Brasil). **Quem somos**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/parnaitatiaia/qm-somos.html>. Acesso em: 2 maio 2024.



INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Dados históricos anuais.** Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 15 ago. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Conselhos gestores.** Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/conselhos-gestores.html>. Acesso em: 2 maio 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Criação de Unidades de Conservação.** Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/criacao-ucs.html>. Acesso em: 1 maio 2024.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Unidades de conservação.** Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/unid_de_conservacao/index.php?p=299000. Acesso em: 2 maio 2024.

Projeto MapBiomass. **Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil.** Disponível em: https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_9/lclu/coverage/brasil_coverage_2023.tif. Acesso em 16 nov. 2024

Projeto MapBiomass. **Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil.** Disponível em: https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_8/lclu/coverage/brasil_coverage_2022.tif. Acesso em: 9 ago. 2024

RANTZ, S. E. et al. **Measurement and computation of stream:** Volume 1. Measurement of stage and discharge. 2.ed. Washington: USGS, 1983.

RIO DE JANEIRO (Estado). Governo do Estado do Rio de Janeiro. **Decreto Estadual nº 40.909, de 17 de agosto de 2007.** Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/94147/decreto-40909-07>. Acesso em: 2 maio 2024.

SANTOS, Gilmar O. et al. A study of the impact of land use and occupation on basin water quality through multivariate statistics. **Engenharia Agrícola**, v. 37, p. 453-462, 2017.

WHITING, P. J. Flow measurement and characterization. In: Kondolf, Mathias; Piégay, Hervé. **Tools in fluvial geomorphology.** [S.l.]: John Wiley & Sons, 2016. cap. 12.

WWF BRASIL. **Entre 2008 e 2020, Unidades de Conservação apoiadas pelo Programa ARPA evitaram o desmatamento de 264 mil hectares.** Disponível em:



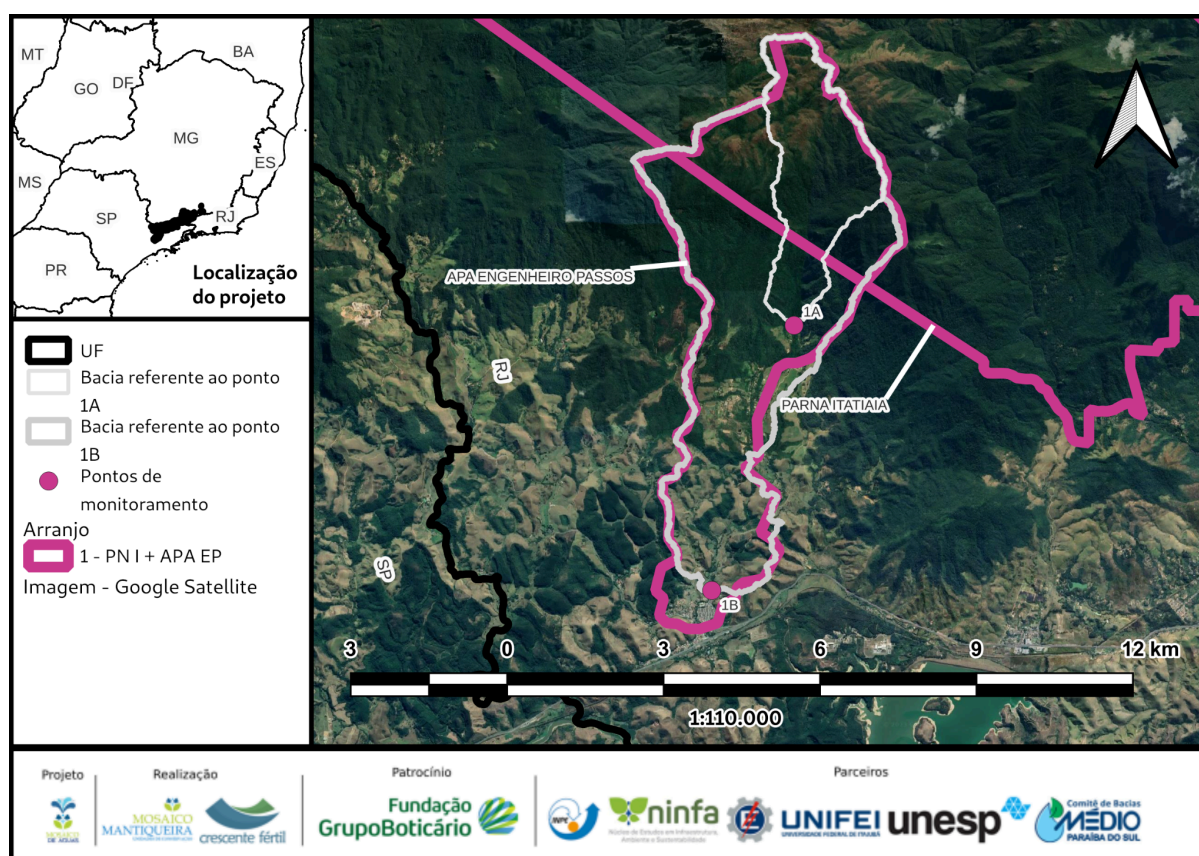
<https://www.wwf.org.br/?84941/Entre-2008-e-2020-Unidades-de-Conservacao-apoiadas-pelo-Programa-ARPA-evitaram-o-desmatamento-de-264-mil-hectares>. Acesso em: 1 maio 2024.

11. ANEXOS

Anexo 1: Imagem das Bacias

Arranjo 01 - PN Itatiaia (PN I) + APA Engenheiro Passos (APAEP)

O Arranjo 01 está inserido no município de Resende, no estado do Rio de Janeiro. O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Ribeirão Água Branca,



As bacias monitoradas no Arranjo 01 possuem áreas de 7,32 km² (01A) e 26,52 km² (01B) com perímetros de 15,49km (01A) e 31,73km (01B), respectivamente. A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 2,425m e as menores altitudes são 779m (01A) e 472m (01B), perfazendo amplitudes altimétricas de 1,646m (01A) e 1,953m (01B). As declividades médias encontradas nestas bacias são de 21,2% (01A) e 19,38% (01B).



O Ribeirão Água Branca inicia seu percurso a uma altitude de 2,234 m, e os pontos monitorados estão localizados a 779 m (01A) e 472 m (01B) de altitude, perfazendo amplitudes altimétricas de 1,455 m (01A) e 1,762 m (01B). O comprimento total percorrido pelo Ribeirão Água Branca, da nascente aos pontos monitorados, são de 5,82 km (01A) e 12,63 km (01B), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 5,1 km (01A) e 10,25 km (01B). Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,2499 (01A) e 0,1395 (01B),

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atinge 16,71 km (01A) e 70,52 km (01B). Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima, segundo Strahler, é 3 (01A) e 5 (01B). Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 16 (01A) e 73 (01B). São contabilizados 20 (01A) e 95 (01B) canais em cada bacia,

São observados valores de índices de sinuosidade de 1,1425 (01A) e 1,2324 (01B). Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,6144 (01A) e 1,7376 (01B) e índice de circularidade de 0,3834 (01A) e 0,331 (01B),

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 2,7322 (01A) e 3,5822 (01B). São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,283 (01A) e 2,659 (01B). Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 438,0254m² (01A) e 376,0831m² (01B). Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 01, observam-se valores de índice de rugosidade de 3,7578 (01A) e 5,193 (01B),

As classes de usos e coberturas encontradas na bacia contribuinte para o ponto 01A são Formação florestal (78,53%), Afloramento rochoso (20,78%) e Mosaico de usos (0,68%) (Projeto MapBiomias, 2024) e na bacia contribuinte para o ponto 01B são Formação florestal (69,2%), Pastagem (13,73%), Mosaico de usos (8,89%), Afloramento rochoso (7,81%), Floresta plantada (0,19%) e Outras culturas temporárias (0,18%) (Projeto MapBiomias, 2024),

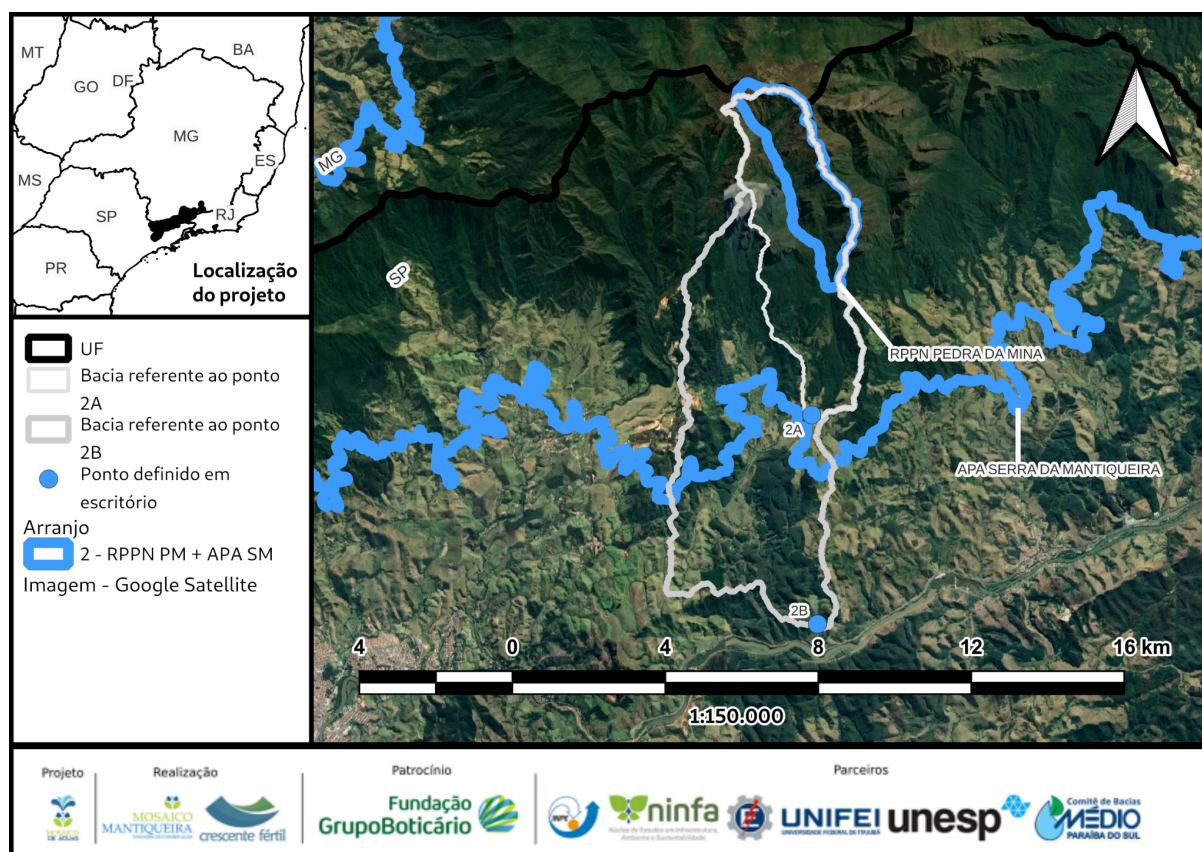
Referente ao mapeamento pedológico, as classes de solos encontradas na bacia contribuinte para o ponto 01A são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (59,6%), CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (23,38%) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (17,02%) e para o ponto 01B são LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (32,61%), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (32,61%), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (28,1%) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (6,69%),

A bacia contribuinte para o ponto 01A possui áreas em APA Engenheiro Passos (95,89% da bacia) e Parna Itatiaia (81,89% da bacia) e para o ponto 01B são APA Engenheiro

Passos (94,83% da bacia), Parna Itatiaia (37,56% da bacia) e sem sobreposição com UCs (1,41% da bacia),

1.1.1.1. Arranjo 02 - RPPN Pedra da Mina (RPPN PM) + APA Serra da Mantiqueira (APASM)

O Arranjo 02 está inserido nos municípios de Lavrinhas e Queluz, no estado de São Paulo. O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Rio Claro,



As bacias monitoradas no Arranjo 02 possuem áreas de 16,87 km² (02A) e 48,09 km² (02B) com perímetros de 23,9 km (02A) e 41,15 km (02B). A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 2,788 m e as menores altitudes são 723m (02A) e 493m (02B), perfazendo amplitudes altimétricas de 2,065m (02A) e 2,295m (02B). As declividades médias encontradas nestas bacias são de 24,5% (02A) e 18,3% (02B).

O Rio Claro inicia seu percurso a uma altitude de 2,526 m, e os pontos monitorados estão localizados a 723m (02A) e 494m (02B) de altitude, perfazendo amplitudes altimétricas de 1,803 m (02A) e 2,032 m (02B). O comprimento total percorrido pelo Rio Claro, da

nascente aos pontos monitorados, são de 9,67 km (02A) e 17,94 km (02B), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 8,24 km (02A) e 13,71 km (02B), Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,1865 (02A) e 0,1133 (02B),

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atinge 49,01 km (02A) e 128,93 km (02B), Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima, segundo Strahler, é 4 (02A) e 5 (02B), Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 64 (02A) e 147 (02B), São contabilizados 84 (02A) e 198 (02B) canais em cada bacia,

São observados valores de índices de sinuosidade de 1,1738 (02A) e 1,3079 (02B), Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,6407 (02A) e 1,6734 (02B) e índice de circularidade de 0,3712 (02A) e 0,3569 (02B),

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 4,9793 (02A) e 4,1173 (02B), São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,9054 (02A) e 2,681 (02B), Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 344,1913m² (02A) e 372,9883m² (02B), Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 02, observam-se valores de índice de rugosidade de 5,9996 (02A) e 6,153 (02B),

As classes de usos e coberturas encontradas na bacia contribuinte para o ponto 02A são Formação florestal (61,07%), Afloramento rochoso (21,29%), Mosaico de usos (9,93%), Pastagem (5,22%), Floresta plantada (2,13%), Outras culturas temporárias (0,33%) e Café (0,03%) (Projeto MapBiomias, 2024) e na bacia contribuinte para o ponto 02B são Formação florestal (48,67%), Pastagem (19,24%), Mosaico de usos (19,24%), Afloramento rochoso (7,99%), Floresta plantada (4,41%), Outras culturas temporárias (0,35%), Café (0,03%), Outras culturas perenes (0,03%), Outras áreas não vegetadas (0,02%) e Rios (0,02%) (Projeto MapBiomias, 2024),

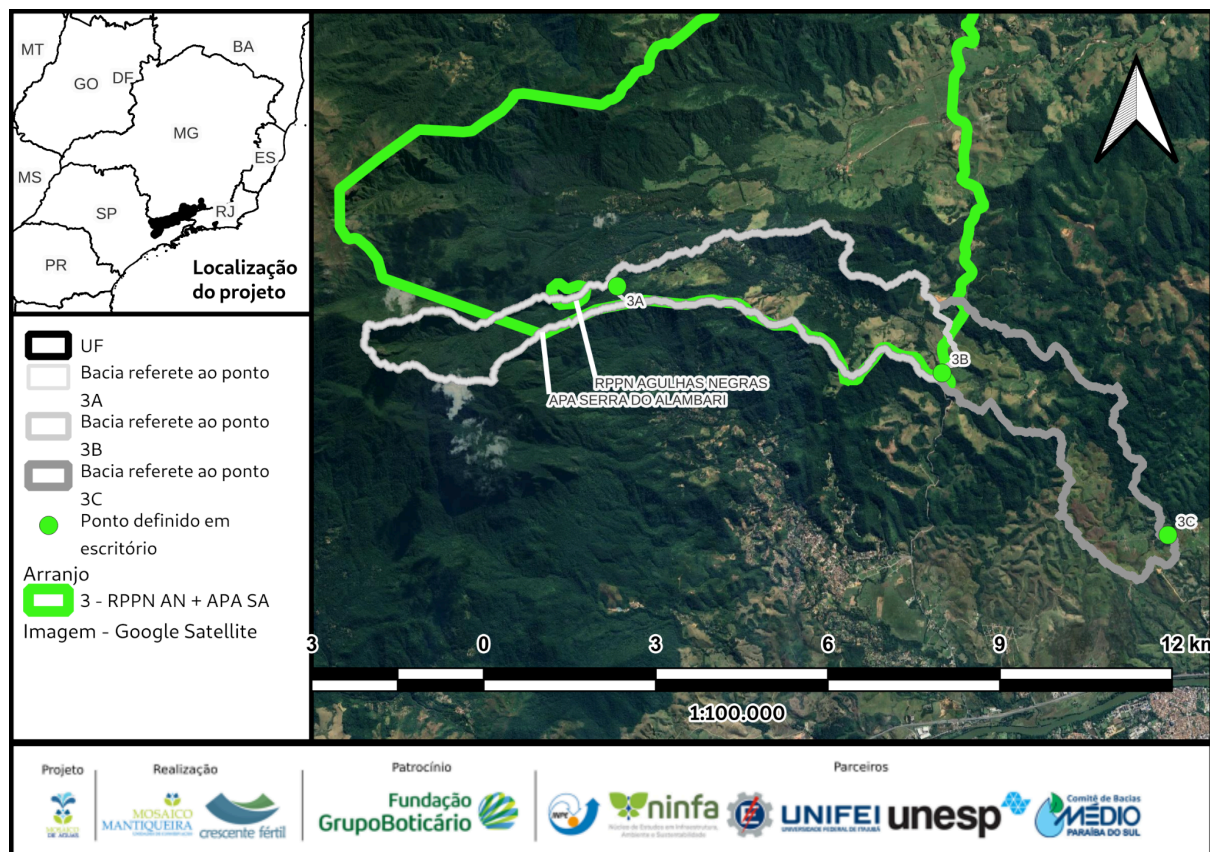
Referente ao mapeamento pedológico, as classes de solos encontradas na bacia contribuinte para o ponto 02A são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (46,15%), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (30,89%) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (22,95%) e para o ponto 02B são LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (40,46%), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (40,46%), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (14,28%) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (4,8%),

A bacia contribuinte para o ponto 02A possui áreas em APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (0,28% da bacia), APA Serra da Mantiqueira (99,92% da bacia) e RPPN Pedra da Mina (36,33% da bacia) e para o ponto 02B são APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul

(0,17% da bacia), APA Serra da Mantiqueira (64,11% da bacia), RPPN Pedra da Mina (12,75% da bacia) e sem sobreposição com UCs (35,8% da bacia),

1.1.1.2. Arranjo 03 - RPPN Agulhas Negras (RPPN AN) + APA Serra do Alambari (APASA)

O Arranjo 03 está inserido no município de Itatiaia e Resende, no estado de Rio de Janeiro. O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Rio Alambari,



As bacias monitoradas no Arranjo 03 possuem áreas de 3,31km² (03A), 10,9km² (03B) e 18,13km² (03C), com perímetros de 11,59km (03A), 27,55km (03B) e 41,97km (03C). A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 2,213m e as menores altitudes são 943m (03A), 497m (03B) e 406m (03C), perfazendo amplitudes altimétricas de 1270m (03A), 1716m (03B) e 1807m (03C). As declividades médias encontradas nestas bacias são de 30,33% (03A), 19,97% (03B) e 15,84% (03C).

O Rio Alambari inicia seu percurso a uma altitude de 1981m, e os pontos monitorados estão localizados a 941m (03A), 497m (03B) e 406m (03C) de altitude,

perfazendo amplitudes altimétricas de 1040m (03A), 1484m (03B) e 1575m (03C), O comprimento total percorrido pelo Rio Alambari, da nascente aos pontos monitorados, é de 4,6 km (03A), 11,94 km (03B) e 18,81 km (03C), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 4,37 km (03A), 9,96 km (03B) e 14,3 km (03C), Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,2262 (03A), 0,1243 (03B) e 0,0837 (03C),

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atinge 7,82 km (03A), 27,85 km (03B) e 41,51 km (03C), Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima segundo Strahler, é 2 (03A) e 3 (03B e 03C), Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 9 (03A), 30 (03B) e 43 (03C), São contabilizados 10 (03A), 35 (03B) e 49 (03C) canais em cada bacia,

São observados valores de índices de sinuosidade de 1,053 (03A), 1,1984 (03B) e 1,3148 (03C), Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,7963 (03A), 2,3528 (03B) e 2,7798 (03C) e índice de circularidade de 0,3097 (03A), 0,1805 (03B) e 0,1293 (03C),

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 3,0211 (03A), 3,211 (03B) e 2,7027 (03C), São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,3616 (03A), 2,5551 (03B) e 2,2893 (03C), Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 423,4416m² (03A), 391,3677m² (03B) e 436,8097m² (03C), Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 03, observam-se valores de índice de rugosidade de 2,9992 (03A), 4,3846 (03B) e 4,1368 (03C),

As classes de usos e coberturas encontradas na bacia contribuinte para o ponto 03A são Formação florestal (95,88%), Afloramento rochoso (2,53%) e Mosaico de usos (1,58%) (Projeto MapBiomias, 2024), na bacia contribuinte para o ponto 03B são Formação florestal (70,36%), Pastagem (14,88%), Mosaico de usos (13,07%), Afloramento rochoso (0,77%), Outras culturas temporárias (0,71%), Floresta plantada (0,11%), Outras áreas não vegetadas (0,1%) e Rios (0,01%) (Projeto MapBiomias, 2024) e na bacia contribuinte para o ponto 03C são Formação florestal (58,86%), Pastagem (21,96%), Mosaico de usos (16,94%), Outras culturas temporárias (1,6%), Afloramento rochoso (0,46%), Floresta plantada (0,07%), Outras áreas não vegetadas (0,06%) e Rios (0,04%) (Projeto MapBiomias, 2024),

Referente ao mapeamento pedológico, as classes de solos encontradas na bacia contribuinte para o ponto 03A são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (91,74%) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (8,26%), para o ponto 03B são LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (72,21%) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (27,79%) e para o ponto 03C são LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros

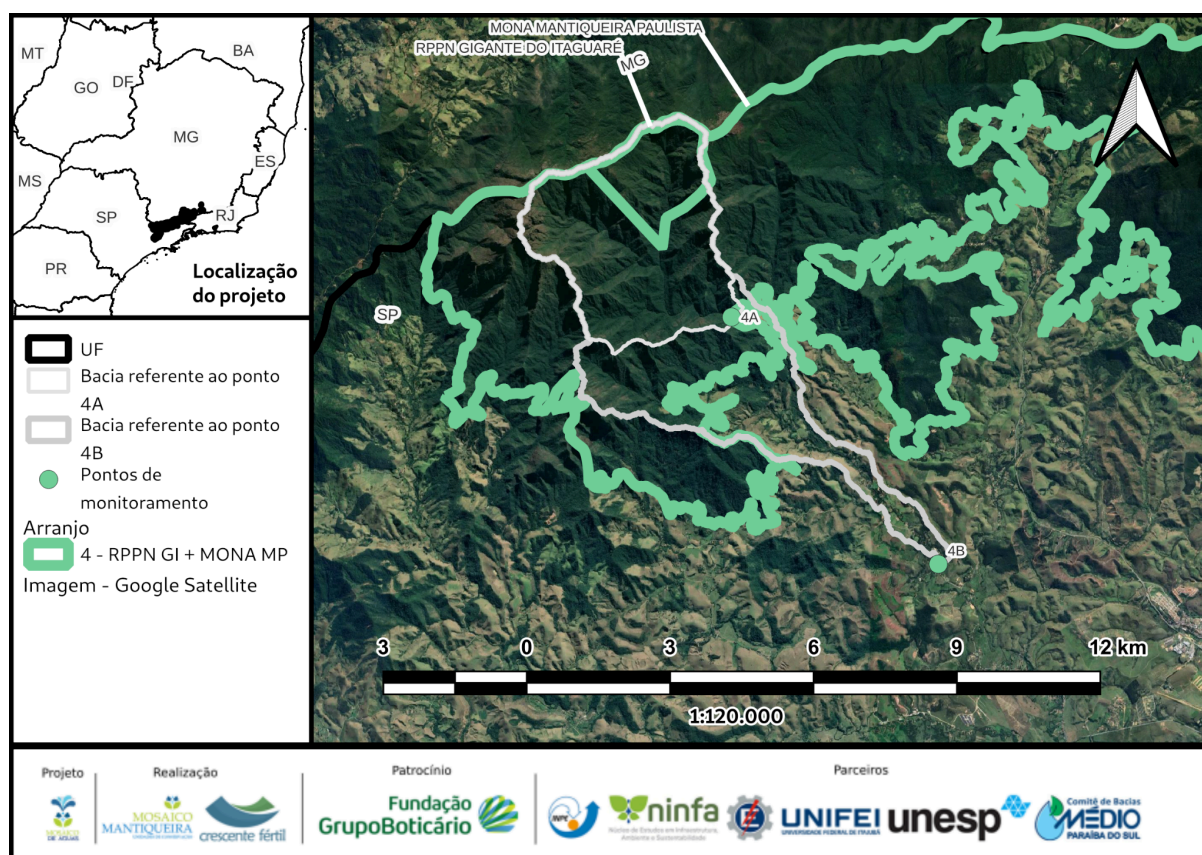


(65,95%), LAd - Latossolo Amarelo Distrófico (17,34%) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (16,71%),

A bacia contribuinte para o ponto 03A possui áreas em APA Serra do Alambari (26,39% da bacia), Parna Itatiaia (80,79% da bacia), RPPN Agulhas Negras (1,5% da bacia) e sem sobreposição com UCs (0,42% da bacia), para o ponto 03B são APA Serra do Alambari (75,4% da bacia), Parna Itatiaia (24,53% da bacia), RPPN Agulhas Negras (0,46% da bacia) e sem sobreposição com UCs (2,43% da bacia) e para o ponto 03C são APA Serra do Alambari (46,36% da bacia), Parna Itatiaia (14,75% da bacia), RPPN Agulhas Negras (0,27% da bacia) e sem sobreposição com UCs (40,28% da bacia),

1.1.1.3. Arranjo 04 - RPPN Gigante do Itaguapé (RPPN GI) + MONA Mantiqueira Paulista (MONA MP)

O Arranjo 04 está inserido no município de Cruzeiro, no estado de São Paulo, O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Rio Brejetuba,



As bacias monitoradas no Arranjo 04 possuem áreas de 14,23 km² (04A) e 25,94 km² (04B) com perímetros de 17,45 km (04A) e 32,87 km (04B). A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 2,404 m e as menores altitudes são 967m (04A) e 558m (04B), perfazendo amplitudes altimétricas de 1437m (04A) e 1846m (04B). As declividades médias encontradas nestas bacias são de 30,5% (04A) e 26,13% (04B),

O Rio Brejetuba inicia seu percurso a uma altitude de 2265m, e os pontos monitorados estão localizados a 967m (04A) e 558m (04B) de altitude, perfazendo amplitudes altimétricas de 1298m (04A) e 1707m (04B). O comprimento total percorrido pelo Rio Brejetuba, da nascente aos pontos monitorados, são de 6,23km (04A) e 13,87km (04B), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 4,59km (04A) e 10,94km (04B). Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,2082 (04A) e 0,1231 (04B),

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atingem 39,58km (04A) e 69,17km (04B). Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima, segundo Strahler, é 4 em ambas as bacias (04A e 04B). Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 58 (04A) e 88 (04B). São contabilizados 78 (04A) e 114 (04B) canais em cada bacia,

São observados valores de índices de sinuosidade de 1,359 (04A) e 1,2678 (04B). Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,3049 (04A) e 1,82 (04B) e índice de circularidade de 0,5869 (04A) e 0,3017 (04B),

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 5,4814 (04A) e 4,3948 (04B). São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,7811 (04A) e 2,6667 (04B). Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 359,5646m² (04A) e 375,0002m² (04B). Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 04, observam-se valores de índice de rugosidade de 3,9965 (04A) e 4,9227 (04B),

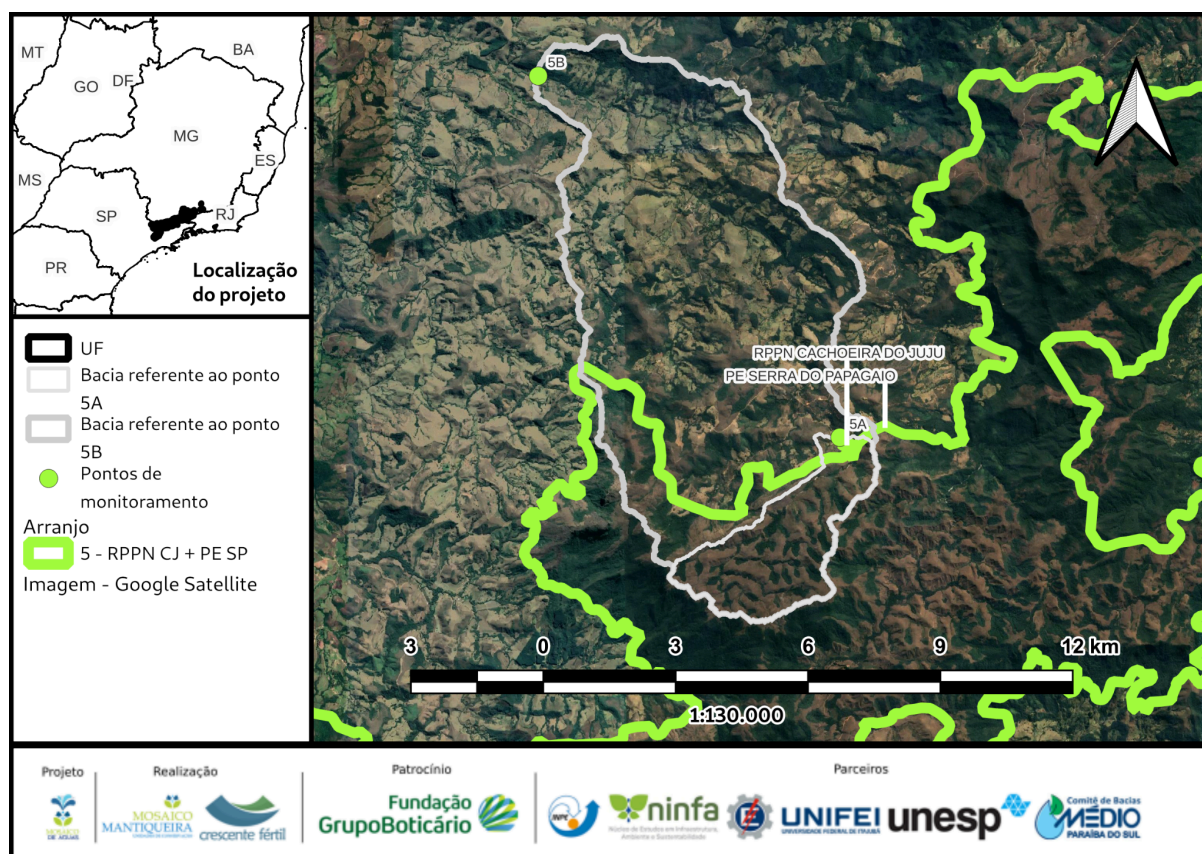
As classes de usos e coberturas encontradas na bacia contribuinte para o ponto 04A são Formação florestal (85,51%), Mosaico de usos (8,67%), Afloramento rochoso (4,62%), Floresta plantada (0,5%), Pastagem (0,48%) e Café (0,22%) (Projeto MapBiomias, 2024) e na bacia contribuinte para o ponto 04B são Formação florestal (72,31%), Mosaico de usos (12,67%), Pastagem (11,37%), Afloramento rochoso (2,58%), Floresta plantada (0,71%), Café (0,33%) e Outras culturas temporárias (0,04%) (Projeto MapBiomias, 2024),

Referente ao mapeamento pedológico, as classes de solos encontradas na bacia contribuinte para o ponto 04A são CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (58,11%) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (41,89%) e para o ponto 04A são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (41,27%), CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (31,98%) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (26,75%),

A bacia contribuinte para o ponto 04A possui áreas em APA Serra da Mantiqueira (99,92% da bacia), Mona Mantiqueira Paulista (99,22% da bacia) e RPPN Gigante do Itaguapé (24,8% da bacia) e para o ponto 04B são APA Serra da Mantiqueira (81,21% da bacia), Mona Mantiqueira Paulista (76,44% da bacia), RPPN Gigante do Itaguapé (13,6% da bacia) e sem sobreposição com UCs (18,02% da bacia),

1.1.1.4. Arranjo 05 - RPPN Cachoeira do Juju (RPPN CJ)+ PE Serra do Papagaio (PESP)

O Arranjo 05 está inserido no município de Baependi, no estado de Minas Gerais, O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Rio Piracicaba,



As bacias monitoradas no Arranjo 05 possuem áreas de 8,88km² (05A) e 64,01km² (05B) com perímetros de 16,65km (05A) e 41,4km (05B), A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 2040m e as menores altitudes são 1421m (05A) e 921m (05B), perfazendo amplitudes altimétricas de 619m (05A) e 1119m (05B), As declividades médias encontradas nestas bacias são de 13,07% (05A) e 16,09% (05B),

O Rio Piracicaba inicia seu percurso a uma altitude de 1979m, e os pontos monitorados estão localizados a 1421m (05A) e 923m (05B) de altitude, perfazendo amplitudes altimétricas de 558m (05A) e 1056m (05B), O comprimento total percorrido pelo Rio Piracicaba, da nascente aos pontos monitorados, são de 7,19km (05A) e 21,27km (05B), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 3,51km (05A) e 13,14km (05B), Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,0776 (05A) e 0,0496 (05B),

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atinge 20,45 km (05A) e 144,64km (05B), Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima, segundo Strahler, é 3 (05A) e 4 (05B), Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 21 (05A) e 170 (05B), São contabilizados 27 (05A) e 210 (05B) canais em cada bacia,

São observados valores de índices de sinuosidade de 2,0455 (05A) e 1,6186 (05B), Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,5757 (05A) e 1,4591 (05B) e índice de circularidade de 0,4025 (05A) e 0,4694 (05B),

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 3,0405 (05A) e 3,2807 (05B), São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,3024 (05A) e 2,2597 (05B), Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 434,3261 m² (05A) e 442,546 m² (05B), Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 05, observam-se valores de índice de rugosidade de 1,4252 (05A) e 2,5286 (05B),

As classes de usos e coberturas encontradas na bacia contribuinte para o ponto 05A são Pastagem (47,42%), Formação florestal (29,42%), Formação campestre (21,86%), Mosaico de usos (1,21%) e Café (0,1%) (Projeto MapBiomias, 2024) e na bacia contribuinte para o ponto 05B são Pastagem (52,85%), Formação florestal (31,34%), Formação campestre (11,23%), Mosaico de usos (3,74%), Café (0,71%), Outras culturas perenes (0,06%), Outras culturas temporárias (0,04%) e Floresta plantada (0,02%) (Projeto MapBiomias, 2024),

Referente ao mapeamento pedológico, as classes de solos encontradas na bacia contribuinte para o ponto 05A são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (43,12%), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (43,12%) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (13,77%) e para o ponto 05A são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (46,77%), CXbd

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros

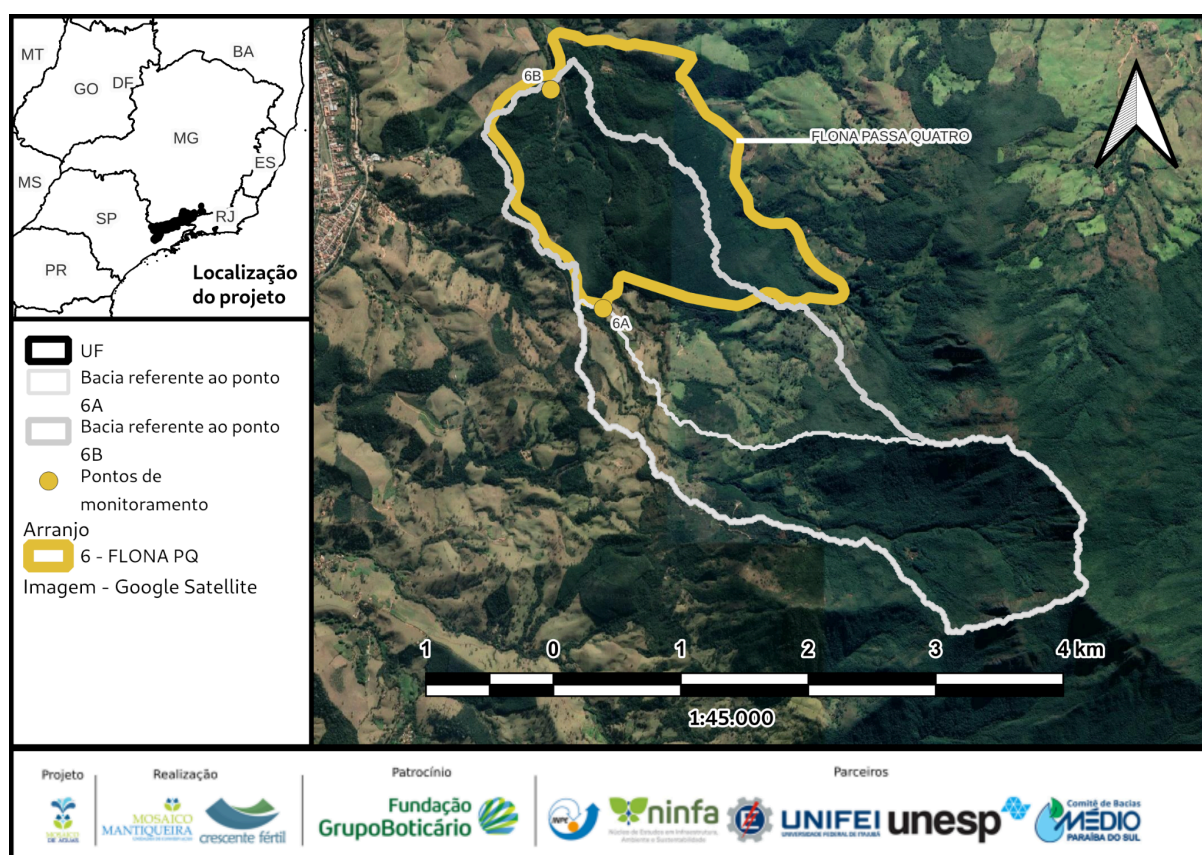


- Cambissolo Háplico Tb Distrófico (46,77%) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (6,46%),

A bacia contribuinte para o ponto 05A possui áreas em APA Serra da Mantiqueira (99,9% da bacia), PE Serra do Papagaio (95,45% da bacia) e RPPN Cachoeira do Juju (0,57% da bacia) e para o ponto 05B são APA Serra da Mantiqueira (99,92% da bacia), PE Serra do Papagaio (22,85% da bacia) e RPPN Cachoeira do Juju (0,08% da bacia),

1.1.1.5. Arranjo 06 - FLONA Passa Quatro (FLONA P4)

O Arranjo 06 está inserido no município de Passa Quatro, no estado de Minas Gerais. O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Rio Cachoeira,



As bacias monitoradas no Arranjo 06 possuem áreas de 3,51km² (06A) e 7,37km² (06B) com perímetros de 11,71km (06A) e 15,85km (06B). A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 2271m e as menores altitudes são 1126m (06A) e 952m (06B), perfazendo amplitudes altimétricas de 1145m (06A) e 1319m (06B). As declividades médias encontradas nestas bacias são de 21,34% (06A) e 19,31% (06B).

O Rio Cachoeira inicia seu percurso a uma altitude de 1980m, e os pontos monitorados estão localizados a 1124m (06A) e 953m (06B) de altitude, perfazendo amplitudes altimétricas de 856m (06A) e 1027m (06B). O comprimento total percorrido pelo Rio Cachoeira, da nascente aos pontos monitorados, são de 4,42km (06A) e 6,46km (06B), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 3,56km (06A) e 4,87km (06B). Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,1937 (06A) e 0,1589 (06B),

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atingem 9,45km (06A) e 19,42km (06B). Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima, segundo Strahler, é 3 em ambas as bacias (06A e 06B). Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 13 (06A) e 25 (06B). São contabilizados 17 (06A) e 31 (06B) canais em cada bacia,

São observados valores de índices de sinuosidade de 1,2431 (06A) e 1,328 (06B). Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,7631 (06A) e 1,6465 (06B) e índice de circularidade de 0,3215 (06A) e 0,3686 (06B),

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 4,8433 (06A) e 4,2062 (06B). São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,6935 (06A) e 2,6346 (06B). Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 371,2606m² (06A) e 379,5677m² (06B). Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 06, observam-se valores de índice de rugosidade de 3,0841 (06A) e 3,475 (06B),

As classes de usos e coberturas encontradas na bacia contribuinte para o ponto 06A são Formação florestal (69,39%), Pastagem (15,79%), Mosaico de usos (10,41%), Afloramento rochoso (3,38%), Floresta plantada (0,83%) e Café (0,21%) (Projeto MapBiomias, 2024) e na bacia contribuinte para o ponto 06B são Formação florestal (65,57%), Pastagem (21,04%), Mosaico de usos (9,4%), Floresta plantada (2,25%), Afloramento rochoso (1,61%), Café (0,1%) e Outras culturas perenes (0,03%) (Projeto MapBiomias, 2024),

Referente ao mapeamento pedológico, as classes de solos encontradas na bacia contribuinte para o ponto 06A são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (98,72%) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (1,28%) e para o ponto 06B são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (96,4%), LVw - Latossolo Vermelho Ácrico (2,99%) e CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (0,61%),

Projeto



Realização



Patrocínio



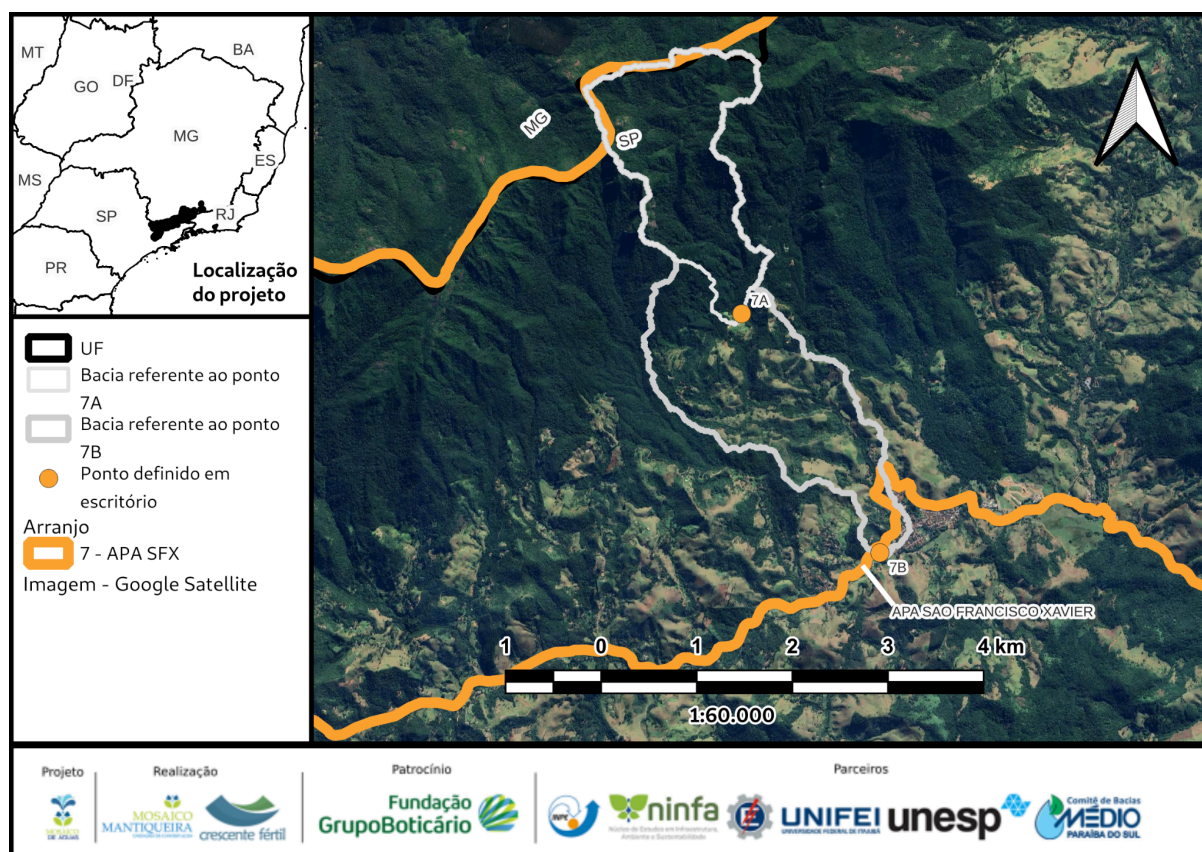
Parceiros



A bacia contribuinte para o ponto 06A possui áreas em APA Serra da Mantiqueira (85,9% da bacia) e sem sobreposição com UCs (13,93% da bacia) e para o ponto 06B são APA Serra da Mantiqueira (57,46% da bacia), FLONA Passa Quatro (26,28% da bacia) e sem sobreposição com UCs (16,22% da bacia),

1.1.1.6. Arranjo 07 - APA São Francisco Xavier (APA SFX)

O Arranjo 07 está inserido no município de São José dos Campos, no estado de São Paulo. O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Ribeirão das Couves,



As bacias monitoradas no Arranjo 07 possuem áreas de 2,83km² (07A) e 6,4km² (07B) com perímetros de 9,5km (07A) e 17,06km (07B). A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 1941m e as menores altitudes são 1116m (07A) e 728m (07B), perfazendo amplitudes altimétricas de 825m (07A) e 1213m (07B). As declividades médias encontradas nestas bacias são de 20,86% (07A) e 18,5% (07B).

O Ribeirão das Couves inicia seu percurso a uma altitude de 1822m, e os pontos monitorados estão localizados a 1116m (07A) e 728m (07B) de altitude, perfazendo amplitudes altimétricas de 706m (07A) e 1094m (07B), O comprimento total percorrido pelo Ribeirão das Couves, da nascente aos pontos monitorados, são de 3,41km (07A) e 7,24km (07B), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 2,58km (07A) e 5,49km (07B), Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,2067 (07A) e 0,1512 (07B),

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atingem 6,48km (07A) e 17,35km (07B), Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima, segundo Strahler, é 3 em ambas as bacias (07A e 07B), Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 10 (07A) e 17 (07B), São contabilizados 13 (07A) e 22 (07B) canais em cada bacia,

São observados valores de índices de sinuosidade de 1,3246 (07A) e 1,3185 (07B), Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,5917 (07A) e 1,9014 (07B) e índice de circularidade de 0,3944 (07A) e 0,2764 (07B),

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 4,5936 (07A) e 3,4375 (07B), São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,289 (07A) e 2,7112 (07B), Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 436,8704m² (07A) e 368,834m² (07B), Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 07, observam-se valores de índice de rugosidade de 1,8884 (07A) e 3,2887 (07B),

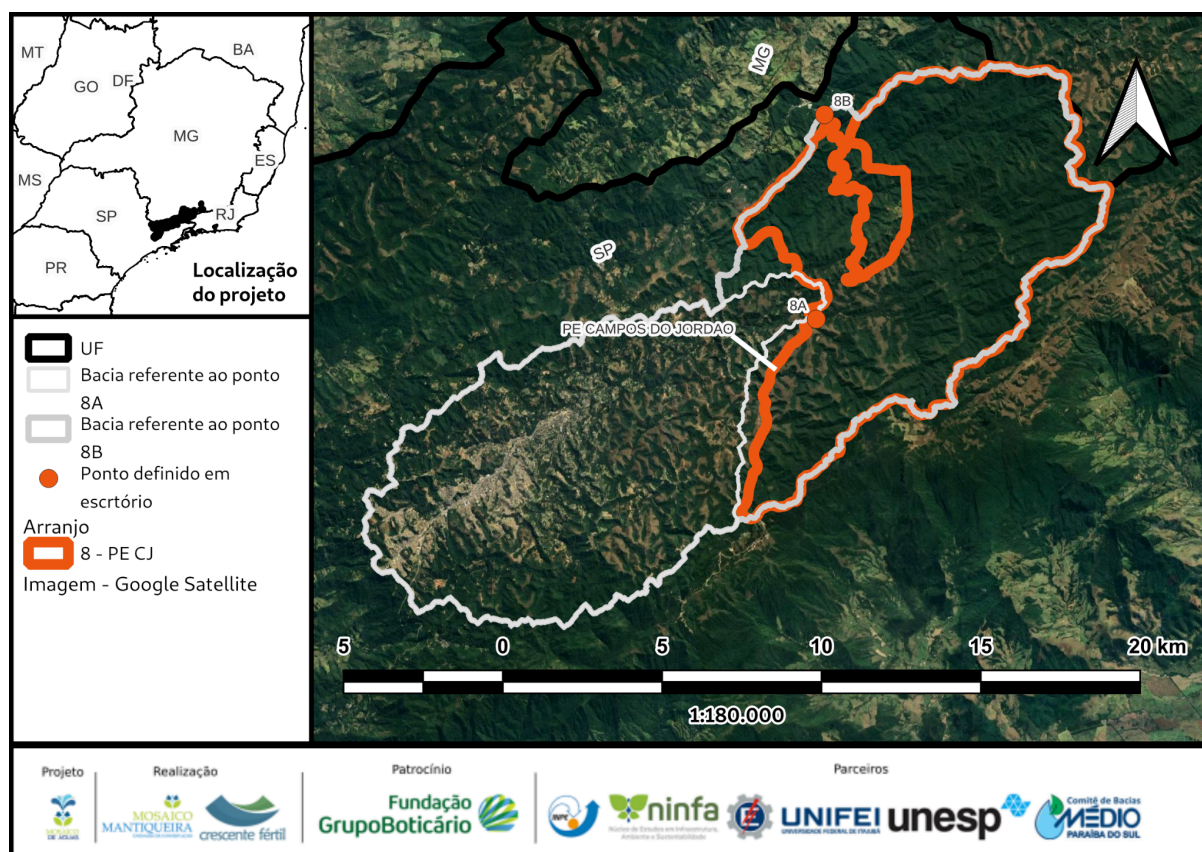
As classes de usos e coberturas encontradas na bacia contribuinte para o ponto 07A são Formação florestal (97,87%), Mosaico de usos (1,28%), Pastagem (0,28%), Café (0,28%) e Outras culturas perenes (0,28%) (Projeto MapBiomas, 2024) e na bacia contribuinte para o ponto 07B são Formação florestal (72,57%), Mosaico de usos (16,21%), Pastagem (9,6%), Café (0,75%), Outras culturas temporárias (0,35%), Área urbana (0,31%) e Outras culturas perenes (0,2%) (Projeto MapBiomas, 2024),

Referente ao mapeamento pedológico, as classes de solos encontradas na bacia contribuinte para o ponto 07A são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (50,04%), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (24,98%) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (24,98%) e para o ponto 07B são LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (40,72%), LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (40,72%), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (18,57%) e Área Urbana (0%),

A bacia contribuinte para o ponto 07A possui áreas em APA Fernão Dias (0,08% da bacia), APA São Francisco Xavier (98,39% da bacia) e sem sobreposição com UCs (1,47% da bacia) e para o ponto 07B são APA Fernão Dias (0,03% da bacia), APA São Francisco Xavier (97,71% da bacia) e sem sobreposição com UCs (2,22% da bacia),

1.1.1.7. Arranjo 08 - PE Campos do Jordão (PECJ)

O Arranjo 08 está inserido no município de Campos do Jordão, no estado de São Paulo. O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Rio Sapucaí-Guaçu,



As bacias monitoradas no Arranjo 08 possuem áreas de 89,99km² (08A) e 183,78km² (08B) com perímetros de 52,19km (08A) e 82,51km (08B). A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 1906m e as menores altitudes são 1515m (08A) e 1156m (08B), perfazendo amplitudes altimétricas de 391m (08A) e 846m (08B). As declividades médias encontradas nestas bacias são de 13,23% (08A) e 15,21% (08B),

O Rio Sapucaí-Guaçu inicia seu percurso a uma altitude de 1833m, e os pontos monitorados estão localizados a 1519m (08A) e 1154m (08B) de altitude, perfazendo amplitudes altimétricas de 314m (08A) e 679m (08B), O comprimento total percorrido pelo Rio Sapucaí-Guaçu, da nascente aos pontos monitorados, são de 21,2km (08A) e 31,44km (08B), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 13,36km (08A) e 18,5km (08B), Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,0148 (08A) e 0,0216 (08B),

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atingem 187,25km (08A) e 404,38km (08B), Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima, segundo Strahler, é 5 em ambas as bacias (08A e 08B), Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 210 (08A) e 478 (08B), São contabilizados 272 (08A) e 615 (08B) canais em cada bacia,

São observados valores de índices de sinuosidade de 1,587 (08A) e 1,6992 (08B), Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,5515 (08A) e 1,7164 (08B) e índice de circularidade de 0,4151 (08A) e 0,3392 (08B),

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 3,0226 (08A) e 3,3464 (08B), São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,0808 (08A) e 2,2004 (08B), Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 480,5825m² (08A) e 454,4705m² (08B), Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 08, observam-se valores de índice de rugosidade de 0,8136 (08A) e 1,8615 (08B),

As classes de usos e coberturas encontradas na bacia contribuinte para o ponto 08A são Formação florestal (51,14%), Mosaico de usos (24,14%), Área urbana (11,54%), Pastagem (10,73%), Afloramento rochoso (1,85%), Floresta plantada (0,4%), Outras áreas não vegetadas (0,1%), Outras culturas temporárias (0,04%), Rios (0,03%) e Café (0,02%) (Projeto MapBiomias, 2024) e na bacia contribuinte para o ponto 08B são Formação florestal (69,97%), Mosaico de usos (14,32%), Pastagem (7,31%), Área urbana (5,65%), Afloramento rochoso (2%), Floresta plantada (0,65%), Outras áreas não vegetadas (0,05%), Rios (0,02%), Outras culturas temporárias (0,02%) e Café (0,01%) (Projeto MapBiomias, 2024),

Referente ao mapeamento pedológico, as classes de solos encontradas na bacia contribuinte para o ponto 08A são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (91,22%), Área Urbana (5,76%) e PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (3,02%) e para o ponto 08B são CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (88,54%), LAw - Latossolo Amarelo

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros

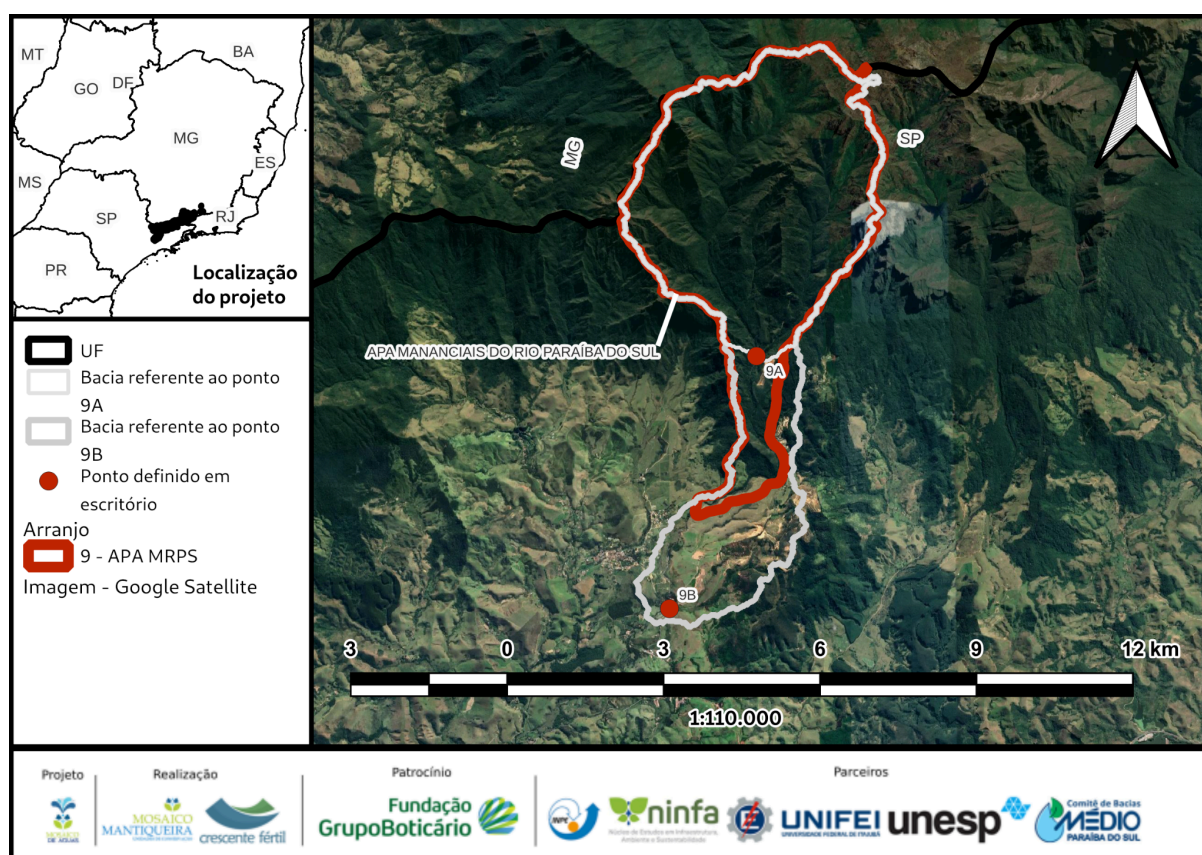


Ácrico (7,17%), Área Urbana (2,82%) e PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (1,48%),

A bacia contribuinte para o ponto 08A possui áreas em APA Serra da Mantiqueira (13,46% da bacia), PE Campos do Jordão (0,11% da bacia) e sem sobreposição com UCs (86,36% da bacia) e para o ponto 08B são APA Serra da Mantiqueira (55,67% da bacia), PE Campos do Jordão (44,11% da bacia) e sem sobreposição com UCs (44,15% da bacia),

1.1.1.8. Arranjo 09 - APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (APAMRPS)

O Arranjo 09 está inserido no município de Lavrinhas, no estado de São Paulo, O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Ribeirão do Braço,



As bacias monitoradas no Arranjo 09 possuem áreas de 19,97km² (09A) e 28,81km² (09B) com perímetros de 20,3km (09A) e 34,45km (09B), A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 2611m e as menores altitudes são 1082m (09A) e 601m (09B), perfazendo amplitudes altimétricas de 1529m (09A) e 2010m (09B), As declividades médias encontradas nestas bacias são de 28,93% (09A) e 23,68% (09B),



O Ribeirão do Braço inicia seu percurso a uma altitude de 2458m, e os pontos monitorados estão localizados a 1082m (09A) e 601m (09B) de altitude, perfazendo amplitudes altimétricas de 1376m (09A) e 1857m (09B), O comprimento total percorrido pelo Ribeirão do Braço, da nascente aos pontos monitorados, são de 7,4km (09A) e 14,76km (09B), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 5,64km (09A) e 11,05km (09B), Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,186 (09A) e 0,1259 (09B),

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atingem 49,44km (09A) e 71,64km (09B), Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima, segundo Strahler, é 4 em ambas as bacias (09A e 09B), Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 74 (09A) e 95 (09B), São contabilizados 87 (09A) e 113 (09B) canais em cada bacia,

São observados valores de índices de sinuosidade de 1,3119 (09A) e 1,3353 (09B), Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,2809 (09A) e 1,8097 (09B) e índice de circularidade de 0,6091 (09A) e 0,3051 (09B),

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 4,3565 (09A) e 3,9222 (09B), São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,4756 (09A) e 2,4865 (09B), Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 403,9455m² (09A) e 402,1757m² (09B), Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 09, observam-se valores de índice de rugosidade de 3,7852 (09A) e 4,9978 (09B),

As classes de usos e coberturas encontradas na bacia contribuinte para o ponto 09A são Formação florestal (77,28%), Afloramento rochoso (13,54%), Mosaico de usos (5,73%), Floresta plantada (2,68%), Pastagem (0,58%) e Café (0,19%) (Projeto MapBiomias, 2024) e na bacia contribuinte para o ponto 09B são Formação florestal (60,3%), Pastagem (14,55%), Mosaico de usos (11,45%), Afloramento rochoso (9,41%), Floresta plantada (3,64%), Outras culturas temporárias (0,21%), Outras áreas não vegetadas (0,17%), Rios (0,13%) e Café (0,13%) (Projeto MapBiomias, 2024),

Referente ao mapeamento pedológico, as classes de solos encontradas na bacia contribuinte para o ponto 09A são CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (55,79%) e CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (44,21%) e para o ponto 09A são CHd - Cambissolo Húmico Distrófico (38,67%), CXbd - Cambissolo Háplico Tb Distrófico (35,15%) e LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (26,19%),

Projeto



Realização



Patrocínio



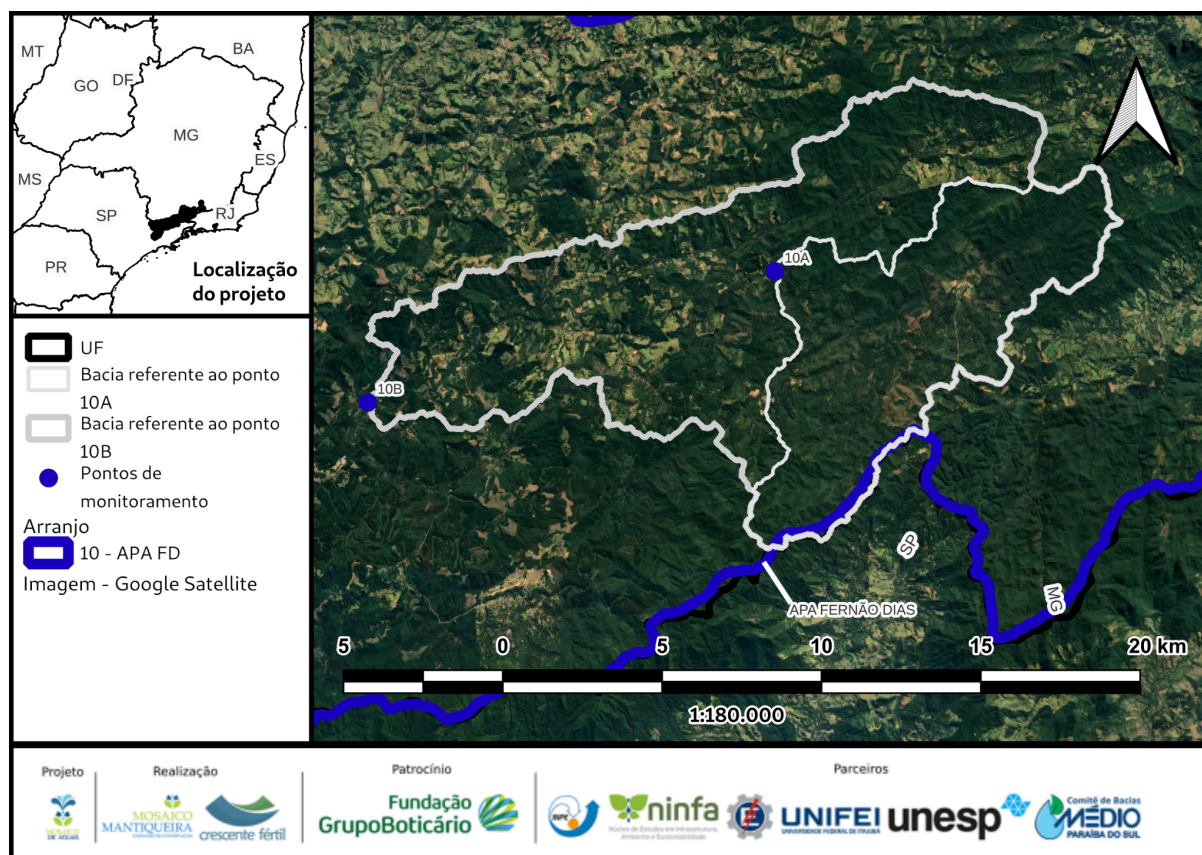
Parceiros



A bacia contribuinte para o ponto 09A possui áreas em APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (99,11% da bacia), APA Serra da Mantiqueira (99,91% da bacia) e RPPN Pedra da Mina (0,11% da bacia) e para o ponto 09B são APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul (77,26% da bacia), APA Serra da Mantiqueira (92,67% da bacia), RPPN Pedra da Mina (0,08% da bacia) e sem sobreposição com UCs (7,26% da bacia).

1.1.1.9. Arranjo 10 - APA Fernão Dias (APAFD)

O Arranjo 10 está inserido no município de Camanducaia e Sapucaí-Mirim, no estado de Minas Gerais. O curso d'água monitorado neste arranjo (curso d'água principal) é o Rio Jaguari.



As bacias monitoradas no Arranjo 10 possuem áreas de 62,49km² (10A) e 162,09km² (10B) com perímetros de 50,89km (10A) e 82,99km (10B). A maior altitude nas bacias monitoradas neste arranjo é de 2005m e as menores altitudes são 1446m (10A) e 1256m (10B), perfazendo amplitudes altimétricas de 559m (10A) e 749m (10B). As declividades médias encontradas nestas bacias são de 14,45% (10A) e 15,22% (10B).

O Rio Jaguari inicia seu percurso a uma altitude de 1814m, e os pontos monitorados estão localizados a 1446m (10A) e 1259m (10B) de altitude, perfazendo amplitudes altimétricas de 368m (10A) e 555m (10B). O comprimento total percorrido pelo Rio Jaguari, da nascente aos pontos monitorados, são de 16,71km (10A) e 35,05km (10B), enquanto a distância vetorial (em linha reta) entre a nascente e os pontos monitorados são de 10,41km (10A) e 23,82km (10B). Já os gradientes altimétricos, considerando o comprimento do curso d'água e a sua amplitude altimétrica são de 0,022 (10A) e 0,0158 (10B).

A soma do comprimento de todos os segmentos de hidrografia atingem 125,67km (10A) e 344,49km (10B). Quanto a hierarquia dos canais, a ordem máxima, segundo Strahler, é 5 (10A) e 6 (10B). Quanto a magnitude, segundo Shreve, observam-se o máximo de 143 (10A) e 401 (10B). São contabilizados 178 (10A) e 511 (10B) canais em cada bacia.

São observados valores de índices de sinuosidade de 1,6045 (10A) e 1,4713 (10B). Quanto a forma das bacias, com relação ao índice de compacidade observam-se valores de 1,8155 (10A) e 1,8383 (10B) e índice de circularidade de 0,3032 (10A) e 0,2957 (10B).

Referente a densidade hidrográfica, observam-se valores de 2,8485 (10A) e 3,1526 (10B). São observados também, quanto a densidade de drenagem, os valores de 2,011 (10A) e 2,1253 (10B). Já referente ao coeficiente de manutenção observam-se valores de 497,2541m² (10A) e 470,5159m² (10B). Por fim, encerrando os parâmetros fisiográficos referente ao Arranjo 10, observam-se valores de índice de rugosidade de 1,1242 (10A) e 1,5919 (10B).

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros



Anexo Estatística Descritiva

Estatística Descritiva Geral	Cor (u/c)	Turbidez de (NTU)	Condutividade de (uS/cm).UN ESP	Condutividade de (uS/cm).IN PE	Média condutividade de	Condutividade de (uS/cm).CA MPO	DQO (mg O2/l)	Carbono Inorg. dis. (mg/l)	Carbono Org. dis. (mg/l)	Alumínio (mg/l ou ppm)	Amônio (mg/l ou ppm)	Cálcio (mg/l ou ppm)	Cloreto (mg/l ou ppm)	Fluoreto (mg/l ou ppm)	Fosfato (mg/l ou ppm)
N	245	245	245	245	245	53	217	245	142	245	35	244	245	190	65
Omissão	7	7	7	7	7	199	35	7	110	7	217	8	7	62	187
Dados disponíveis	97,22	97,22	97,22	97,22	97,22	21,03	86,11	97,22	56,35	97,22	13,89	96,83	97,22	75,40	25,79
Desvio-padrão	48,2	12,3	20,5	21,8	21,2	17,3	6,35	1,9	1	0,0562	0,191	2,23	0,701	0,075	0,168
Mediana	26,9	1,81	16,4	17,2	16,8	15,3	4,19	1,56	0,798	0,058	0,099	1,8	0,41	0,065	0,119
Desvio-padrão	83,5	47,4	13	16,5	14,4	8,66	7,61	1,28	0,871	0,0192	0,266	1,69	0,876	0,0319	0,11
Coef Variacao (%)	173,24	385,37	63,41	75,69	67,92	50,06	119,84	67,37	87,10	34,16	139,27	75,78	124,96	42,53	65,48
Variância	6970	2242	170	273	206	75,1	57,9	1,63	0,759	3,67E-04	0,0706	2,85	0,767	0,00102	0,012
Amplitude	727	515	77,7	120	89,3	30,6	43,9	13,5	4,27	0,171	1,14	12,2	5,43	0,187	0,397
Mínimo	1,53	0,09	6,27	5,07	5,81	6,6	0,32	0,363	0,085	0,019	0,04	0,082	0,066	0,04	0,049
Máximo	729	515	84	125	95,1	37,2	44,3	13,9	4,35	0,19	1,18	12,3	5,49	0,227	0,446
W de Shapiro-Wilk	0,431	0,248	0,773	0,715	0,757	0,905	0,609	0,73	0,855	0,798	0,551	0,784	0,58	0,827	0,725
p Shapiro-Wilk	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001
25º percentil	15,8	0,697	12,4	12,0	12,3	9,90	2,35	1,08	0,298	0,0490	0,0635	1,20	0,281	0,0540	0,112
50º percentil	26,9	1,81	16,4	17,2	16,8	15,3	4,19	1,56	0,798	0,0580	0,0990	1,80	0,410	0,0650	0,119
75º percentil	47,4	4,44	22,9	25,0	24,3	23,2	7,25	2,33	1,33	0,0640	0,172	2,54	0,699	0,0838	0,203

Estatística Descritiva Geral	Magnésio (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Nitrito (mg/L)	Nitrogênio Total (TN) dis. (mg/l)	pH.INPE	pH.CAMPO	Potássio (mg/l ou ppm)	Precipitação (mm)	Sódio (mg/l ou ppm)	Salinidade	Sulfato (mg/l ou ppm)	TDS (mg/l)	OD.CAMP O	Vazão	Vazão específica (Us/km²)
N	245	243	35	243	245	47	245	246	245	245	245	245	44	53	53
Omissão	7	9	217	7	7	205	7	6	7	7	7	7	208	199	199
Dados disponíveis	97,22	96,43	13,89	97,20	97,22	18,65	97,22	97,62	97,22	97,22	97,22	97,22	17,46	21,03	21,03
Desvio-padrão	0,492	0,982	0,138	0,391	7,05	7,35	0,958	136	1,73	0,0185	0,743	8,73	6,88	0,666	63,9
Mediana	0,378	0,525	0,063	0,261	7,03	7,29	0,843	91,9	1,49	0,016	0,35	6,87	6,87	0,272	25,2
Desvio-padrão	0,57	1,43	0,172	0,434	0,224	0,437	0,587	127	0,948	0,00708	1	6,61	0,875	0,898	138
Coef Variacao (%)	115,85	145,62	124,64	111,00	3,18	5,95	61,27	93,38	54,80	38,27	134,59	75,72	12,72	134,83	215,96
Variância	0,325	2,04	0,0296	0,188	0,0502	0,191	0,345	16178	0,899	5,01E-05	1	43,7	0,766	0,806	19121
Amplitude	7,91	11,2	0,779	3,16	1,78	2,07	3,27	563	6,49	0,055	5,83	48,1	4,1	4,62	750
Mínimo	0,046	0,072	0,04	0,07	6,65	6,53	0,045	1	0,136	0,01	0,035	2,03	5	0	0
Máximo	7,96	11,3	0,819	3,23	8,43	8,6	3,32	564	6,63	0,065	5,87	50,1	9,1	4,62	750
W de Shapiro-Wilk	0,446	0,54	0,57	0,571	0,942	0,976	0,918	0,877	0,819	0,687	0,618	0,715	0,984	0,674	0,377
p Shapiro-Wilk	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	0,429	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	< ,001	0,779	< ,001	< ,001
25º percentil	0,237	0,329	0,0555	0,182	6,88	7,05	0,566	34,4	1,20	0,0150	0,239	4,81	6,35	0,169	12,4
50º percentil	0,378	0,525	0,0630	0,261	7,03	7,29	0,843	91,9	1,49	0,0160	0,350	6,87	6,87	0,272	25,2
75º percentil	0,605	0,930	0,141	0,364	7,20	7,62	1,21	220	1,96	0,0190	0,615	10,0	7,50	0,682	51,9

Projeto



Realização



Patrocínio



Parceiros

