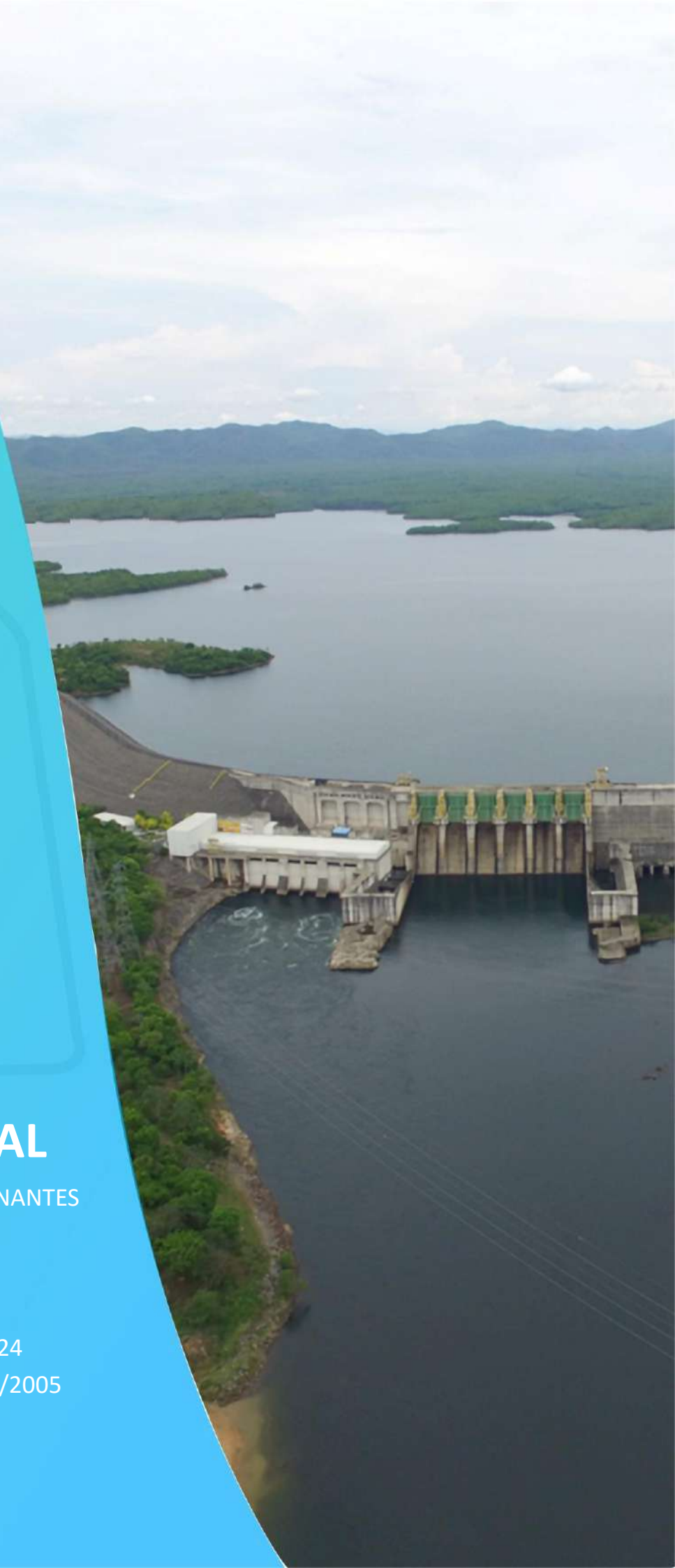
USINA HIDRELÉRICA

CANA BRAVA



RELATÓRIO ANUAL

ACOMPANHAMENTO DAS CONDICIONANTES
DA LICENÇA DE OPERAÇÃO

JUNHO DE 2023 A JUNHO DE 2024
LICENÇA DE OPERAÇÃO GUS Nº 212/2005

Julho 2024

COORDENAÇÃO

José Magno Ferreira
Gerente da Usina – ENGIE Brasil Energia

Karen Cristine Schoröder
Gerente de Meio Ambiente – ENGIE Brasil Energia

Carolina Costa
Analista de Responsabilidade Social – ENGIE Brasil Energia

Andréia Ramos Soares Szoryka
Coordenadora de Processos Ambientais – ENGIE Brasil Energia

Scheila Pimentel Henrich
Analista de Meio Ambiente– ENGIE Brasil Energia

Simone Rodrigues Gonçalves
Coordenadora de Meio Ambiente – ENGIE Brasil Energia

REVISÃO E ORGANIZAÇÃO

Equipe Técnica

Alvaro João Zonta Neto
Analista Socioambiental

Marilia Peloso
Analista Socioambiental

Felipe Batista
Responsável Técnico

Consultoria

ERD
consultoria
socioambiental



SUMÁRIO

I INTRODUÇÃO 19
II ATENDIMENTO ÀS CONDICIONANTES 22
III PROGRAMAS AMBIENTAIS 27
1. MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO 29
2. MONITORAMENTO SISMOLÓGICO 44
3. MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOMÉTRICO 50
4. MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DE QUALIDADE DA ÁGUA 82
5. MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS 133
6. MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS 162
7. MONITORAMENTO DA FAUNA SILVESTRE 188
8. VIGILÂNCIA AMBIENTAL E SOCIOPATRIMONIAL 206
9. PLANO DE USO E CONSERVAÇÃO DO ENTORNO DO RESERVATÓRIO 239
10. COMUNICAÇÃO SOCIOAMBIENTAL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL 244
11. PREVENÇÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO E PREPARAÇÕES E RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS 319
12. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS 323
13. ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO DA ISO 9001, ISO 14001 E ISO 45001 326
14. FUNDO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL 327
IV OUTRAS ATIVIDADES RELEVANTES 328
15. PROJETO RECUPERAÇÃO DE NASCENTES- “PROJETO SER NATUREZA” 329
16. SINALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE SEGURANÇA DA USINA 331
17. ESTUDO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS- EIBH 334
18. PATROCÍNIOS E DOAÇÕES 335
V ANEXOS 338

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Estação meteorológica automática instalada no sítio da UHE- Cana Brava. 29
Figura 1.2. Distribuição diária da precipitação durante os meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO. 31
Figura 1.3. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em junho de 2023. 32
Figura 1.4. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em julho de 2023. 32
Figura 1.5. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em agosto de 2023. 33
Figura 1.6. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em setembro de 2023. 33
Figura 1.7. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em outubro de 2023. 34
Figura 1.8. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em novembro de 2023. 34
Figura 1.9. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em dezembro de 2023. 35
Figura 1.10. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em janeiro de 2024. 35
Figura 1.11. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em fevereiro de 2024. 36
Figura 1.12. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em março de 2024. 36
Figura 1.13. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em abril de 2024. 37
Figura 1.14. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em maio de 2024. 37
Figura 1.15. Variação diária da temperatura do ar média, máxima e mínima, para os meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO. 38
Figura 1.16. Variação diária e mensal da umidade relativa do ar média, máxima e mínima, dos meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO. 39
Figura 1.17. Variação diária da radiação solar global, durante os meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO. 40
Figura 1.18. Variação diária da velocidade média do vento, durante os meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO. 41
Figura 2.1. Localização da Estação SSV2. 44
Figura 2.2. Localização dos eventos locais registrados. Os círculos em vermelho indicam a posição dos eventos naturais registrados no período e os triângulos em preto indicam a localização das barragens da UHE São Salvador e UHE Cana Brava. 46
Figura 2.3. Localização dos eventos regionais registrados. Os círculos em vermelho indicam a posição dos eventos naturais registrados no período e os triângulos em preto indicam a localização das barragens da UHE São Salvador e UHE Cana Brava. 47
Figura 2.4. Histogramas de (a) distância epicentral, (b) horário de ocorrência e (c) magnitude dos 110 eventos sísmicos regionais registrados. 48
Figura 3.1. Área da bacia incremental, com os postos de medição da Usina de Cana Brava 52
Figura 3.2. Diagrama Topológico- localização da UHE Cana Brava em relação a UHE Serra da Mesa. 53
Figura 3.3. Ilustração da antena do ADCP M9. 55
Figura 3.4. Módulo de Alimentação e Comunicação (PCM). 55
Figura 3.5. Hardware montado para a Bluetooh. 55
Figura 3.6. Notebook usado na visualização dos dados gerados. 56
Figura 3.7. Representação do equipamento River Surveyor M9 Montado 56
Figura 3.8 Esquema Ilustrativo do Funcionamento do M9 56
Figura 3.9. Sistema de Doppler Acústico (ADCP) modelo M9 em operação 57

Figura 3.10. Resultado da medida de velocidade da água e vazão com o ADCP no Posto da Estação UHE Cana Brava Rio São Felix em dezembro de 2023. 57
Figura 3.11. Exemplo de Seção Transversal pelo método de Igual Incremento de Largura. 58
Figura 3.12. Amostrador de Sedimento em Suspenção DH – 59....59
Figura 3.13. Vista Geral da Estação UHE Cana Brava Rio Bonito. 61
Figura 3.14. Vista Geral da Estação UHE Cana Brava Rio Bonito. 61
Figura 3.15. Estação UHE Cana Brava Rio Preto.....61
Figura 3.16. Vista Geral da Estação UHE Cana Brava Rio São Felix. 61
Figura 3.17. Gráfico de curva-chave de descarga sólida x descarga líquida da Estação UHE Cana Brava Rio Bonito de maio de 2023 a fevereiro de 2024. 64
Figura 3.18. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava Rio Bonito.....64
Figura 3.19. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava Rio Bonito.....65
Figura 3.20. Características das Curvas chave UHE Rio Bonito....66
Figura 3.21. Curvas Chave da estação UHE Cana Brava Rio Bonito 67
Figura 3.22. Gráfico das Curvas Chaves da UHE Cana Brava rio Bonito.....67
Figura 3.23. Gráfico de Curva Chave Descarga Solida x Descarga liquida da Estação UHE Cana Brava rio Bonito. 68
Figura 3.24. Gráfico de curva-chave de descarga sólida x descarga líquida da Estação UHE Cana Brava Rio Preto 2023-2024....69
Figura 3.25. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava rio Preto 70
Figura 3.26. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava rio Preto 70
Figura 3.27. Características das curvas – chaves da Estação UHE Cana Brava Rio Preto.....71
Figura 3.28. Gráfico das Curvas- Chaves no posto UHE Cana Brava rio Preto....71
Figura 3.29. Curva- Chave Descarga Solida x Descarga liquida da Estação UHE Cana Brava rio Preto.....72
Figura 3.30. Gráfico de curva-chave de descarga sólida x descarga líquida da Estação UHE Cana Brava Rio São Felix 2023-2024. 73
Figura 3.31. Cota versus Descarga Liquidas da Estação UHE Cana Brava rio São Felix.....74
Figura 3.32. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava rio São Felix 74
Figura 3.33. Características das curvas – chaves da Estação UHE Cana Brava São Felix 75
Figura 3.34. Curva- Chave ajustada – Estação UHE Cana Brava rio São Felix 75
Figura 3.35. Curva- Chave Descarga Sólida x Descarga líquida da Estação UHE Cana Brava rio São Felix. ...76
Figura 3.36. Zoneamento Hidrossedimentológico na bacia do Rio Tocantins. 78
Figura 3.37. Medição de Descarga. 80
Figura 3.38. Coleta de sedimentos.....80
Figura 3.39. Coleta de sedimentos.....80
Figura 3.40. Coleta de sedimentos.....80
Figura 3.41. Medição de Descarga 80
Figura 3.42. Medição de Descarga 80
Figura 3.43. Coleta de sedimentos.....80
Figura 3.44. Vista da régua.....80
Figura 3.45. Medição de Descarga Liquida. 81
Figura 3.46. Medição de Descarga Liquida. 81
Figura 3.47. Coleta de sedimentos.....81
Figura 3.48. Medição de Descarga Liquida. 81
Figura 4.1. Mapa do desenho amostral do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água nas áreas de influência direta da UHE Cana Brava. 86
Figura 4.2. Representação gráfica dos valores de temperatura do ar e da água na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024. 96
Figura 4.3. Perfis verticais da temperatura da água na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas de junho de 2023 a março de 2024.....97
Figura 4.4. Representação gráfica dos valores de transparência, cor, turbidez e sólidos dissolvidos totais na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024.....98
Figura 4.5. Perfis verticais da turbidez na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas de junho de 2023 a março de 2024.....99

Figura 4.6. Perfis verticais da sólidos totais dissolvidos na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas de junho de 2023 a março de 2024. 99
Figura 4.7. Representação gráfica dos valores de condutividade, pH e potencial de óxido redução na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024. 100
Figura 4.8. Perfis verticais da condutividade na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre junho de 2023 a março de 2024.....101
Figura 4.9. Perfis verticais da pH na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre julho de 2023 e março de 2024. 101
Figura 4.10. Perfis verticais de potencial de óxido redução na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre julho de 2023 e março de 2024. 102
Figura 4.11. Representação gráfica dos valores de oxigênio dissolvido, DBO e DQO na área de influência direta da UHE Cana Brava entre junho de 2023 a março de 2024. 104
Figura 4.12. Perfis verticais do oxigênio dissolvido na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre junho de 2023 a março de 2024. 105
Figura 4.13. Perfis verticais da DBO na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre junho de 2023 a março de 2024. 105
Figura 4.14. Representação gráfica dos valores de alcalinidade na área de influência direta da UHE Cana Brava entre junho de 2023 a março de 2024.....106
Figura 4.15. Representação gráfica dos valores de nitrogênio amoniacal total, nitrato e nitrogênio total na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024. 108
Figura 4.16. Perfis verticais do nitrogênio amoniacal na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as amostragens realizadas entre junho de 2023 a março de 2024. 108
Figura 4.17. Representação gráfica dos valores de fósforo total na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024. 109
Figura 4.18. Perfis verticais do fósforo total na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas de junho de 2023 a março de 2024. 110
Figura 4.19. Representação gráfica dos valores de ferro total e dissolvido na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024. 111
Figura 4.20. Representação gráfica dos valores de sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto e sulfato na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024. 112
Figura 4.21. Representação gráfica dos valores de silício na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024. 113
Figura 4.22. Representação gráfica dos valores de clorofila na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024. 114
Figura 4.23. Representação gráfica dos valores de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024. 115
Figura 4.24. Representação gráfica dos valores de chumbo, cobre, mercúrio, níquel e zinco na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024. 117
Figura 4.25. Porcentagem de ocorrência das classes de algas registradas durante as amostragens em junho e dezembro de 2023 nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava. 119
Figura 4.26. Porcentagem de ocorrência das classes de algas perifíticas registradas nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023. 120
Figura 4.27. Valores dos índices de Shannon-Wiener (H') registrados nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023. 121
Figura 4.28. Dendrograma de similaridade com os valores de similaridade de Bray-Curtis nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho de 2023 (A – Cf=0,9049) e dezembro de 2023 (B- Cf=0,9577). 121
Figura 4.29. Densidade numérica (ind.m^{-3}) dos principais grupos registrados para a comunidade zooplanctônica em junho e dezembro de 2023 nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava. 123
Figura 4.30. Valores do índice de Shannon-Wiener (H') registrados na área de influência da UHE Cana Brava em junho e dezembro de 2023. 124
Figura 4.31. Dendrograma da análise de agrupamento apresentando os valores de similaridade de Bray-Curtis nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava em junho de 2023 (A) e dezembro de 2023 (B) (Cf. = 0,86 e 0,97, respectivamente).....125

Figura 4.32. Riqueza de espécies para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023. 126
Figura 4.33. Abundância absoluta das espécies da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023. 126
Figura 4.34. Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade de macroinvertebrados nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.....127
Figura 4.35. Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis dos organismos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da UHE Cana Brava, em junho de 2023 (A – Cf=0,8858) e dezembro de 2023 (B- Cf=0,8467).....128
Figura 4.36. Abundância relativa do grupo trófico funcional da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023. 129
Figura 5.1. Mapa do desenho amostral do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas nas áreas de influência direta da UHE Cana Brava.....134
Figura 5.2. Rio Bonito, situado na área de influência da UHE Cana Brava em junho de 2023.....134
Figura 5.3. Rio Bonito, situado na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro de 2023.....134
Figura 5.4. Córrego Varjão, situado na área de influência da UHE Cana Brava em junho-2023. 135
Figura 5.5. Córrego Varjão, situado na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro-2023. 135
Figura 5.6. Córrego Amianto, situado na área de influência da UHE Cana Brava em junho-2023.....135
Figura 5.7. Córrego Amianto, situado na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro-2023.....135
Figura 5.8. Praia de Minaçu, situada na área de influência da UHE Cana Brava em junho-2023. 135
Figura 5.9. Praia de Minaçu, situada na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro-2023. 135
Figura 5.10. Ponto próximo à Usina Hidrelétrica Cana Brava em junho-2023. 136
Figura 5.11. Ponto próximo à Usina Hidrelétrica Cana Brava em dezembro-2023. 136
Figura 5.12. Rio Carmo, situado na área de influência da UHE Cana Brava em junho-2023. 136
Figura 5.13. Rio Carmo, situado na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro-2023. 136
Figura 5.14. Riqueza de espécies para a comunidade de macrófitas aquáticas por ponto de amostragem, considerando as campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023. 141
Figura 5.15. Riqueza de espécies para a comunidade de macrófitas aquáticas por ponto de amostragem, considerando as campanhas realizadas em junho de 2023 e dezembro de 2023. 143
Figura 5.16. Valores da biomassa (gPS.m^{-2}) das espécies da comunidade de macrófitas aquáticas nos pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, considerando as campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023. 144
Figura 5.17. Valores da biomassa (gPS.m^{-2}) da espécie *Typha latifolia* registrada nos pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, considerando as campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023. 145
Figura 5.18. Valor total da biomassa (gPS.m-^{2}) em junho e dezembro de 2023. 146
Figura 5.19. Valor total da biomassa (gPS.m^{-2}) por ponto de amostragem considerando as campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023. 146
Figura 5.20. Variação dos valores da biomassa (gPS.m^{-2}) da espécie *Salvinia auriculata* registrada no ponto localizado no rio Bonito, ao longo das últimas 13 campanhas. 147
Figura 5.21. Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis das espécies da comunidade de macrófitas aquáticas nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, considerando as campanhas realizadas em junho (Jun.) e em dezembro de 2023 (Dez.). (Cf=0,9677).....147
Figura 5.22. Diagrama de ordenação da CCA entre os valores da biomassa das macrófitas aquáticas e as variáveis ambientais: pH, turbidez, temperatura da água (Temp.), condutividade elétrica (Cond.), sólidos totais dissolvidos (STDS) e oxigênio dissolvido (O.D.), nos pontos de amostragem da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023. 148
Figura 5.23. Valores de temperatura da água nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. 149
Figura 5.24. Valores de pH nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. A linha grifada corresponde ao limite estabelecido pela Resolução Conama n°357/2005.....150
Figura 5.25. Valores de potencial de óxido redução nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. 150

Figura 5.26. Valores de condutividade nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. 151
Figura 5.27. Valores de turbidez nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. A linha grifada corresponde ao limite estabelecido pela Resolução Conama n°357/2005.....151
Figura 5.28. Valores de sólidos dissolvidos totais nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. 152
Figura 5.29. Valores de oxigênio dissolvido nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. A linha grifada corresponde ao limite estabelecido pela Resolução Conama n°357/2005. 153
Figura 5.30. Valores de saturação de oxigênio nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. 153
Figura 6.1. Localização dos pontos de vistoriados no reservatório da UHE Cana Brava nas campanhas realizadas em setembro de 2023 e maio de 2024. Ressalta-se que os pontos localizados na TI Avá-Canoeiro (pontos situados na área hachurada em rosa) não foram avaliados nessa campanha. 164
Figura 6.2. Ponto ME5 nas campanhas de: (esquerda) setembro de 2023; e (direita) maio de 2024. Os processos estão avançando lentamente. Verificou-se solapamentos na linha d'água (setas). 165
Figura 6.3. Ponto MI6 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O local não apresenta feições que indiquem retomadas recentes. 165
Figura 6.4. Localização da feição erosiva SS6. 166
Figura 6.5. Margem de agradação encoberta parcialmente pelo nível do rio em maio de 2024. 166
Figura 6.6. Feição erosiva do ponto SS6 na campanha de setembro de 2023. 167
Figura 6.7. Ponto SC1. Solapamento em margem próxima ao local do atracadouro da balsa do Buriti, respectivamente, nas campanhas de set/2023 (esquerda) e mai/2024 (direita). 167
Figura 6.8. Ponto SC2 na campanha de maio de 2024. Destaque para o maciço rochoso e depósito de tálus/colúvio presente na cuesta. 168
Figura 6.9. Ponto SC3, Gruta da Bibiana em: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. As fotos apresentadas em (c) e (d) mostram as placas de sinalização inseridas no local em junho de 2024. 169
Figura 6.10. Ponto SC4, localizado na margem esquerda do rio Tocantins na Serra da Bibiana, referente ao Sítio Arqueológico. Em (a) foto obtida em setembro de 2023; em (b) foto obtida em maio de 2024. As fotos apresentadas em (c) e (d) mostram as placas de sinalização inseridas no local em junho de 2024.....169
Figura 6.11. (a) Encosta com afloramentos rochosos de quartzitos no ponto SC6 em setembro de 2023; (b) Deposição sedimentar em forma de leque em área de remanso do reservatório, na foz do rio dos Macacos, em maio de 2024. 170
Figura 6.12. Processo de escorregamento do talude em solo saprolítico localizado na margem direita do rio Tocantins, no ponto SC7. (a) Foto obtidas em setembro de 2023; e (b) foto obtida em maio de 2024.....170
Figura 6.13. Solapamento em rocha de alteração (xisto e quartzo) no ponto MD1. Comparativo entre as campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. Não houve alteração do modelado significativa no período. 171
Figura 6.14. Solapamento em margem de ilha no ponto ME2 (a) em setembro de 2023 e (b) em maio de 2024. As setas indicam os locais que sofreram erosão entre campanhas. 171
Figura 6.15. Fotos comparativas do solapamento basal no ponto ME3a: (a) em setembro de 2023 e (b) em maio de 2024.....171
Figura 6.16. Fotos comparativas do solapamento basal no ponto ME3b: (a) em setembro de 2023 e (b) maio de 2024. Destaque para colúvio demonstrando movimento de massa recente.....172
Figura 6.17. Fotos comparativas do solapamento basal no ponto ME4: (a) em setembro de 2023 e (b) maio de 2024.....172
Figura 6.18. Solapamento no ponto SN1. Fotos obtidas em: (a) setembro de 2023; (b) maio de 2024. ...172
Figura 6.19. Solapamento no ponto SN2. Fotos obtidas em: (a) setembro de 2023; (b) maio de 2024. ...173
Figura 6.20. Ponto SN3 com feições de solapamento estáveis. (a) em setembro de 2023; e (b) em maio de 2024. A comparação demonstra pouca evolução dos processos erosivos.....173
Figura 6.21. Comparativo do Ponto SN4 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. As setas vermelhas indicam as erosões recentes. 174
Figura 6.22. Comparativo do Ponto MI2 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. .174
Figura 6.23. Comparativo do Ponto MI3 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. .175
Figura 6.24. Ponto MI1 nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. 175

Figura 6.25. Ponto MI4a. Foto obtida em: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. De tempos em tempos, o material de base vai sendo erodido pelas águas e o que está por cima vai desmoronando. O processo possui 24 metros de extensão e altura média de 1,7 metros. 176
Figura 6.26. Ponto MI4b. Foto obtida em: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O processo de solapamento possui 38 metros de extensão em sua feição principal e altura de até 1,65 metros. 176
Figura 6.27. Ponto MI4c em (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O processo de solapamento possui 15 metros de extensão e altura média de 1,4 metros. Verificou-se evolução na campanha de maio de 2024. 176
Figura 6.28. O ponto SN5 possui 12 metros de extensão e altura média de 1,4 metros. (a) Foto obtida em setembro de 2023; e (b) foto obtida em maio de 2024. 177
Figura 6.29. Ponto SN6 nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. 177
Figura 6.30. Fotos comparativas do ponto SN7 nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. No período, os processos apresentaram evolução gradativa. 178
Figura 6.31. Feições erosivas de solapamento no ponto MI5a nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O processo erosivo possui aproximadamente 40 metros de extensão e altura entre 1,5 e 2,5 metros. O local apresenta-se suscetível a retomadas erosivas. 179
Figura 6.32. Feições erosivas de solapamento no ponto MI5b nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O processo erosivo possui aproximadamente 7 metros de extensão e altura de até 1,6 metros. Evoluções erosivas estão destacadas no retângulo vermelho.....179
Figura 6.33. Solapamento no ponto MI5c nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. Os processos estão em fase de estabilização. 180
Figura 6.34. Solapamento no ponto MI5d nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. 180
Figura 6.35. Solapamento no ponto MI7, na ilha 58, nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. 181
Figura 6.36. Processos erosivos no ponto SN8 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. 181
Figura 6.37. Processos erosivos no ponto SN9 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. 182
Figura 6.38. Situação do ponto SN11, caracterizado por paredão de rochas calcárias, nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. 183
Figura 6.39. Ponto SN12, situado em margem côncava do rio do Carmo. (a) solapamento em margem côncava em setembro de 2023; e (b) solapamento em margem côncava em maio de 2024. 183
Figura 6.40. Solapamento do ponto RC2, situado em margem côncava do rio do Carmo, nas campanhas de: a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. 184
Figura 6.41. Solapamento do ponto RC3, situado em margem côncava do rio do Carmo. Comparativo da situação nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. A vegetação secundária está auxiliando na estabilização do talude. 184
Figura 6.42. Condições gerais do trecho imediatamente a jusante da UHE Cana Brava. 185
Figura 6.43. Margens enrocadas na margem esquerda em maio de 2024. Situação estável. 185
Figura 6.44. Processos erosivos na margem direita. Destaque para os processos de voçorocamento causados pela ação pluvial em solo arenoso (b). 186
Figura 7.1. Relação de indivíduos identificados e respectiva descrição. 194
Figura 7.2. Monitoramento embarcado – Décima sétima campanha amostral. 195
Figura 7.3. Monitoramento embarcado – Décima oitava campanha amostral. 195
Figura 7.4. Boto registrado durante a décima nona campanha amostral. 195
Figura 7.5. Monitoramento embarcado no trecho 4 – Décima sétima campanha amostral. 195
Figura 7.6. Botos registrados durante a décima oitava campanha amostral. 195
Figura 7.7. Monitoramento embarcado no trecho 4 – Vigésima primeira campanha amostral. 195
Figura 7.8. Espécime de *Corbicula largillierti* registrado na área de influência da UHE Cana Brava. 196
Figura 7.9. Espécimes de Biomphalaria straminea. registrado na área de influência da UHE Cana Brava. 196
Figura 7.10. Varredura em busca de molusco no reservatório da UHE Cana Brava. 198
Figura 7.11. Varredura em busca de molusco no reservatório da UHE Cana Brava. 198
Figura 7.12. Varredura em busca de molusco no reservatório da UHE Cana Brava. 198
Figura 7.13. Varredura em busca de molusco no reservatório da UHE Cana Brava. 198

Figura 7.14. Coleta de amostra utilizando-se rede de ictioplâncton – décima segunda campanha amostral. 201
Figura 7.15. Coleta de dados abióticos de água com disco de Secchi – décima terceira campanha amostral. 201
Figura 7.16. Coleta de amostra de água com garrafa tipo Van Dorn – décima segunda campanha amostral. 201
Figura 7.17. Obtenção de dados de limnologia – décima quinta campanha amostral. 201
Figura 7.18. Detalhe de equipamento da rede de coleta de ictioplâncton – décima sexta campanha amostral. 202
Figura 7.19. Acondicionamento de amostra de ictioplâncton – décima sétima campanha amostral. 202
Figura 7.20. Coleta de amostra utilizando-se rede de ictioplâncton – décima sexta campanha amostral. 202
Figura 7.21. Obtenção de dados de limnologia – décima sétima campanha amostral. 202
Figura 7.22. Acesso da equipe da Naturae a UG 2 da UHE Cana Brava para o resgate da ictiofauna. 204
Figura 7.23. Triagem e biometria de espécime de peixe resgatado na UG2 da UHE Cana Brava. 204
Figura 7.24. Acondicionamento de espécimes de peixe resgatados na UG2 da UHE Cana Brava. 204
Figura 7.25. Soltura de espécimes de peixe resgatado na UG2 da UHE Cana Brava. 204
Figura 7.26. Acesso da equipe da Naturae a UG 3 da UHE Cana Brava para o resgate da ictiofauna. 204
Figura 7.27. Equipe realizando a pesagem de um espécime de *Pimelodina flavipinnis* UG3 da UHE Cana Brava. 204
Figura 7.28. Acondicionamento de espécimes de peixe resgatados na UG3 da UHE Cana Brava. 205
Figura 7.29. Soltura de espécimes de peixe resgatado na UG2 da UHE Cana Brava. 205
Figura 8.1. Distribuição mensal das vistorias realizadas. 211
Figura 8.2. Registros e Atividades Elaborados. 212
Figura 8.3: Tipologia das irregularidades. 213
Figura 8.4. Piscicultura e tanques redes no reservatório. 215
Figura 8.5. Acesso e gramado em APP. 215
Figura 8.6. Acesso ao reservatório em APP. 215
Figura 8.7. Flutuante na cota de inundação. 216
Figura 8.8. Trapiche fixo de madeira na cota de inundação. 216
Figura 8.9. Espacialização das ocorrências de Uso Ocupação Irregular de Área da Concessão. 217
Figura 8.10. Irregularidades em APP: Tendas, fogão a lenha, cadeiras e mesas. 218
Figura 8.11. Irregularidades em APP: Gado, pastagem e cerca de divisa. 218
Figura 8.12. Irregularidades em APP: Muro de alvenaria, cerca de alambrado e portão. 218
Figura 8.13. Irregularidades que foram removidas da APP: Parte da casa de alvenaria; 218
Figura 8.14. Irregularidade que foi removida da APP: Piso de concreto. 219
Figura 8.15. Realocação da cerca de divisa para fora da APP. 220
Figura 8.16. Vegetação em estado de recomposição natural em APP. 220
Figura 8.17. Trapiche irregular, o infrator foi orientado a regularizar junto à Marinha conforme regramento do PACUERA da UHE Cana Brava. 220
Figura 8.18. Remoção das irregularidades em APP. 220
Figura 8.19. Remoção das irregularidades em APP. 220
Figura 8.20. Remoção das irregularidades e recomposição da área com plantio de mudas nativas do Cerrado em APP. 220
Figura 8.21. Recomposição da área com plantio de mudas nativas do Cerrado em APP. 221
Figura 8.22. Barreira de contenção aberta. 222
Figura 8.23. Barreira de contenção fechada depois da manutenção. 222
Figura 8.24. Medição do Oxigênio Dissolvido (OD) juntamente com Analista Ambiental da ENGIE, no dia 01/04/2024. 223
Figura 8.25. Medição do Oxigênio Dissolvido (OD) juntamente com Analista Ambiental da ENGIE, no dia 01/04/2024. 223
Figura 8.26. Tanques rede da Piscicultura Minaçu com peixes perecidos. 223
Figura 8.27. Tanques rede da Piscicultura Cruz de Malta com peixes perecidos. 224
Figura 8.28. Remoção de cercas de divisa de pastos em APP marginal a propriedade do Sr. João Rodrigues Siqueira. 227

Figura 8.29. Remoção de cercas de divisa de pastos em APP marginal a propriedade do Sr. João Rodrigues Siqueira. 227
Figura 8.30. Remoção de cercas de divisa de pastos em APP marginal à propriedade. 227
Figura 8.31. Remoção de cercas de divisa de pastos em APP marginal à propriedade. 227
Figura 8.32. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade do Sr. Geziel Martins da Rocha. 228
Figura 8.33. Remoção de irregularidades em APP marginal à propriedade. 228
Figura 8.34. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade do Sr. Geziel Martins da Rocha. 228
Figura 8.35. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade do Sr. Geziel Martins da Rocha. 228
Figura 8.36. Remoção de duas cercas de divisa em APP marginal a propriedade do Sr. Nelcino Alves de Oliveira. 228
Figura 8.37. Remoção de duas cercas de divisa em APP marginal a propriedade do Sr. Nelcino Alves de Oliveira. 228
Figura 8.38. Remoção de duas cercas de divisa em APP marginal a propriedade do Sr. Nelcino Alves de Oliveira. 229
Figura 8.39. Remoção de duas cercas de divisa em APP marginal a propriedade do Sr. Nelcino Alves de Oliveira. 229
Figura 8.40. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade da Sra. Mônica Vieira dos Santos. 229
Figura 8.41. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade da Sra. Mônica Vieira dos Santos. 229
Figura 8.42. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade da Sra. Mônica Vieira dos Santos. 229
Figura 8.43. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade da Sra. Mônica Vieira dos Santos. 229
Figura 8.44. Realocação da cerca de divisa para fora da APP marginal a propriedade do Sr. Manoel da Cunha. 230
Figura 8.45. Realocação da cerca de divisa para fora da APP marginal a propriedade do Sr. Manoel da Cunha. 230
Figura 8.46. Realocação da cerca de divisa para fora da APP marginal a propriedade do Sr. Manoel da Cunha. 230
Figura 8.47. Realocação da cerca de divisa para fora da APP marginal a propriedade do Sr. Manoel da Cunha. 230
Figura 8.48. O Infrator removeu as irregularidades e mantem APP preservada. 231
Figura 8.49. O Infrator removeu as irregularidades e manteve o acesso em APP 232
Figura 8.50. O Infrator removeu as irregularidades e manteve o acesso em APP. 232
Figura 8.51. O Infrator regularizou o flutuante junto a Marinha. 232
Figura 8.52. O Infrator removeu uma casa flutuante do reservatório. 233
Figura 8.53. O Infrator removeu as irregularidades em APP e vegetação se recuperando de forma natural. 233
Figura 8.54. Indicando o limite da APP com o início da propriedade confrontante. 234
Figura 8.55. Orientando sobre os usos múltiplos da APP e do reservatório. 234
Figura 8.56. Indicando o limite da APP e orientando sobre os usos da APP e do reservatório. 234
Figura 8.57. Orientando sobre os usos múltiplos da APP e do reservatório. 235
Figura 8.58. Material doado pela ENGIE Brasil Energia. 235
Figura 8.59. Material doado pela ENGIE Brasil Energia. 235
Figura 8.60. Print do painel de controle de registro de ocorrências. 236
Figura 8.61. Print do painel de controle de registro de ocorrências. 236
Figura 8.62. Print do painel de controle de registro de ocorrências. 237
Figura 10.1. Reunião com representantes da administração municipal de Cavalcante-GO e gerência UHE Cana Brava. 247
Figura 10.2. Reunião de alinhamento- Projeto Mulheres Protegidas. 248
Figura 10.3. Reunião com o grupo de enfretamento do Projeto Mulheres Protegidas. 248

Figura 10.4. Reunião com representantes da Associação São Vicente de Paulo e gerência UHE Cana Brava. 249
Figura 10.5. Reunião com representantes da Defesa Civil de Cavalcante-GO.....250
Figura 10.6. Reunião de apresentação do Projeto “Multiplicando Proteção Através da Prevenção”. 251
Figura 10.7. Reunião de alinhamento estratégico, empresas ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava e Taesa S.A.....252
Figura 10.8. Reunião com comitê do projeto Ser Natureza.....252
Figura 10.9. Reunião com representantes da administração pública de Minaçu e equipe técnica da UHE Cana Brava.....253
Figura 10.10. Planejamento da 4ª edição do Sustentabilidade 2024, empresas ENGIE e Mineração Serra Verde. 254
Figura 10.11. Divulgação do projeto Sustentabilidade 2024. 255
Figura 10.12. Encerramento do Projeto Sustentabilidade, premiação do diretor mais engajado. 255
Figura 10.13. Encerramento do Projeto Sustentabilidade, premiação do professor destaque. 255
Figura 10.14. Encerramento do Projeto Sustentabilidade, premiação de aluno.....256
Figura 10.15. Encerramento do Projeto Sustentabilidade, todos os premiados no concurso. 256
Figura 10.16. Reunião entre equipe técnica da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Cavalcante e UHE Cana Brava.....257
Figura 10.17. Alinhamento das ações do comitê Projeto Ser Natureza, Minaçu. 258
Figura 10.18. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – SENAI município de Minaçu-GO. 258
Figura 10.19. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – Grupo religioso, município de Minaçu-GO. 258
Figura 10.20. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – Prefeitura de Cavalcante-GO.....259
Figura 10.21. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – Comunidade do município de Colinas do Sul-GO.....259
Figura 10.22. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – Comunidade escolar, Minaçu-GO. 259
Figura 10.23. Visita dos alunos da Escola Municipal Rural São Salvador, Minaçu/GO. 260
Figura 10.24. Visita dos alunos do curso técnico SENAI/SAMA- Minaçu.....261
Figura 10.25. Visita dos alunos da Escola municipal Walter Barbosa, Minaçu.....261
Figura 10.26. Visita dos engenheiros elétricos, Teresina-PI.....261
Figura 10.27. Visita dos representantes da Polícia Militar, OAB, Ministério Público do Estado de Goiás, Minaçu.....261
Figura 10.28. Visita dos moradores de Minaçu.....261
Figura 10.29. Conscientização ambiental, povoado de Vila Vermelho, Cavalcante. 262
Figura 10.30. Conscientização ambiental, Escola Municipal Rural São Salvador, Minaçu.....262
Figura 10.31. Conscientização ambiental, Escola Municipal Walter Barbosa, Minaçu. 263
Figura 10.32. Encerramento 3ª Edição do Projeto Sustentabilidade, Minaçu-GO. 263
Figura 10.33. Conscientização ambiental, Escola Municipal Thiago Moraes Vieira, Minaçu-GO.....265
Figura 10.34. Conscientização ambiental, Escola Municipal Paulo Freire, Minaçu-GO.....265
Figura 10.35. Conscientização ambiental, Escola CEEPRAM, Minaçu-GO.....266
Figura 10.36. Conscientização ambiental, Escola Municipal Rural São Salvador, Minaçu-GO. 266
Figura 10.37. Evento de encerramento do projeto Sustentabilidade 2024, Minaçu-GO. 266
Figura 10.38. Palestra em atendimento ao programa de Educação Ambiental UHE Cana Brava. 267
Figura 10.39. Conscientização Ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu. 267
Figura 10.40. Conscientização Ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu. 267
Figura 10.41. Conscientização ambiental junto aos colaboradores UHE Cana Brava.....268
Figura 10.42. Conscientização sobre Combate a Queimadas junto aos colaboradores UHE Cana Brava...268
Figura 10.43. Educação Ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Cavalcante. 269
Figura 10.44. Conscientização Ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Cavalcante.....269
Figura 10.45. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu. 270
Figura 10.46. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu. 270

Figura 10.47. Conscientização ambiental, doação e plantio de mudas nativas do cerrado no reassentamento Cana Brava, Minaçu. 270
Figura 10.48. Conscientização ambiental, doação e plantio de mudas nativas do cerrado no reassentamento Cana Brava, Minaçu. 270
Figura 10.49. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu. 271
Figura 10.50. Virada ambiental, Minaçu. 272
Figura 10.51. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Cavalcante. 272
Figura 10.52. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Cavalcante. 272
Figura 10.53. Conscientização ambiental - Dia Mundial da Água e lançamento da 4ª Edição do Projeto Sustentabilidade, Minaçu. 273
Figura 10.54. Conscientização ambiental - Dia Mundial da Água e lançamento da 4ª Edição do Projeto Sustentabilidade, Minaçu. 273
Figura 10.55. Conscientização ambiental e doação de mudas, junto aos estudantes da escola municipal Maria Auxiliadora, Colinas do Sul. 274
Figura 10.56. Conscientização Ambiental, mutirão de limpeza às margens do Rio Cachoeirinha, Colinas do Sul. 274
Figura 10.57. Conscientização ambiental realizada junto aos colaboradores UHE Cana Brava. 275
Figura 10.58. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, projeto Ser Natureza, Minaçu. 276
Figura 10.59. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, projeto Ser Natureza, Minaçu. 276
Figura 10.60. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, projeto Ser Natureza, Minaçu. 276
Figura 10.61. Conscientização ambiental, Dia Mundial do Meio Ambiente, UHE Cana Brava. 277
Figura 10.62. Conscientização ambiental, Dia Mundial do Meio Ambiente, UHE Cana Brava. 277
Figura 10.63. Conscientização ambiental, Dia Mundial do Meio Ambiente, UHE Cana Brava. 277
Figura 10.64. Número de ações realizadas 277
Figura 10.65. Capacitação da Comunidade - Curso de Recuperação de Nascente, Minaçu. 278
Figura 10.66. Capacitação da Comunidade - Curso de Fossa Ecológica, Cavalcante-GO. 279
Figura 10.67. Capacitação da Comunidade - Curso de Informática básica, povoado da Vila Vermelho, Cavalcante-GO. 280
Figura 10.68. Capacitação da Comunidade - Curso de Recuperação de Nascente, Minaçu. 281
Figura 10.69. Capacitação da Comunidade - Curso de Produção Artesanal de Doces, povoado da Vila Vermelho, Cavalcante. 282
Figura 10.70. Capacitação da Comunidade – Curso de Apicultura Avançada, Minaçu. 283
Figura 10.71. Capacitação da Comunidade – Curso de Apicultura Avançada, Minaçu. 283
Figura 10.72. Capacitação da Comunidade – Curso de Apicultura Avançada, Minaçu. 283
Figura 10.73. Capacitação da Comunidade - Curso de defumação de carne suína e embutidos, Minaçu. 284
Figura 10.74. Capacitação da Comunidade – Curso de Panificação Rural, Minaçu. 285
Figura 10.75. Capacitação da Comunidade – Curso de Panificação Rural, Minaçu. 285
Figura 10.76. Capacitação da Comunidade – Curso de Produção Artesanal de Doces, Minaçu. 286
Figura 10.77. Capacitação da Comunidade – Curso de Produção Artesanal de Doces, Minaçu. 286
Figura 10.78. Capacitação da Comunidade – Curso de Produção Artesanal de Doces, Minaçu. 286
Figura 10.79. Programa Bons Vizinhos – apoio na emissão de dispensa de outorga do Sr. Manoel Jesus do Amaral Minaçu. 292
Figura 10.80. Programa Bons Vizinhos – Realização de acordo amigável, Sr. Fábio Santana, Minaçu. 293
Figura 10.81. Programa Bons Vizinhos – orientação para regularização e entrega de licenças, Sr. Renato Campos, Minaçu. 293
Figura 10.82. Folder de Conscientização contra Queimadas, 2023. 294
Figura 10.83. Flyer de divulgação do Edital da Educação 2023. 294
Figura 10.84. Divulgação do programa de estágio ofertado pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava. 294
Figura 10.85. Cartilha Boas Novas, divulgação dos programas oferecidos pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava. 295
Figura 10.86. Divulgação de cursos ofertados pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava. 296
Figura 10.87. Divulgação de cursos ofertados pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava. 296

Figura 10.88. Divulgação de edital Mulheres do Nosso Bairro 2024, ofertados pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava. 296
Figura 10.89. Divulgação do projeto Sustentabilidade, iniciativa UHE Cana Brava e parceiros. 296
Figura 10.90. Folder Programa Conexão- ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava. 297
Figura 10.91. Folder Programa Conexão- ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava. 298
Figura 10.92. O gráfico apresenta o número de ações realizadas para cada uma das atividades previstas. 299
Figura 10.93. Projeto Mulheres Protegidas, comunidade evangélica e alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual Joaquim Thomé de Almeida, Minaçu. 300
Figura 10.94. Projeto Mulheres Protegidas, comunidade evangélica e alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual Joaquim Thomé de Almeida, Minaçu. 300
Figura 10.95. Projeto Mulheres Protegidas, colaboradores da UHE Cana Brava. 300
Figura 10.96. Projeto Mulheres Protegidas na rádio Clube FM. 300
Figura 10.97. Encerramento do Projeto Mulheres Protegidas, Minaçu. 300
Figura 10.98. Solenidade de implantação dos Grupos Reflexivos, Minaçu. 301
Figura 10.99. Lançamento do Projeto Ser Natureza na Bacia Hidrográfica do Rio Cana Brava, Minaçu. 302
Figura 10.100. Conscientização sobre o combate às queimadas junto aos alunos das redes públicas e privadas de Minaçu. 302
Figura 10.101. Conscientização sobre o combate às queimadas junto aos alunos das redes públicas e privadas de Minaçu. 302
Figura 10.102. Conscientização sobre combate às queimadas junto à comunidade rural do povoado da Vila Vermelho, Cavalcante. 303
Figura 10.103. I Simpósio Regional do manejo integrado do fogo da Chapada dos Veadeiros, Cavalcante-GO. 303
Figura 10.104. Entrega do material para construção do corredor de dessedentação animal, Minaçu. 304
Figura 10.105. Entrega do computador à Defesa Civil de Cavalcante. 305
Figura 10.106. Entrega da doação à Sociedade São Vicente de Paulo, Minaçu. 305
Figura 10.107. Entrega dos computadores à Escola Municipal Rural São Lucas, Minaçu. 306
Figura 10.108. Entrega de brinquedos as crianças da comunidade da Vila Vermelho, Cavalcante. 307
Figura 10.109. Projeto Netos por um Instante – Conectando as gerações, alunos do Colégio Estadual Joaquim Thomé de Almeida, Minaçu. 307
Figura 10.110. Participação do grupo de teatro “Construindo Sonhos”, da ONG Conexão Cidadã do Centro de Cultura de Minaçu na comemoração do aniversário da ONG unidade de Florianópolis-SC. 308
Figura 10.111. Curso de Leis de Incentivo Fiscal para Áreas Sociais, empresa ENGIE Brasil Energia. 309
Figura 10.112. Apoio aos representantes do Sindicato Rural de Minaçu. 309
Figura 10.113. Plantão de apoio programa Mulheres do Meu Bairro, Minaçu. 310
Figura 10.114. Plantão de apoio programa Mulheres do Meu Bairro, Minaçu. 310
Figura 10.115. Reparos na instalação hidráulica, Vila Vermelho, Cavalcante. 311
Figura 10.116. Reparos na estrutura da caixa d’água, Vila Vermelho, Cavalcante. 311
Figura 10.117. Entrega do material de construção destinado à reforma da unidade escolar, povoado de Vila Vermelho, Cavalcante. 312
Figura 10.118. Solenidade de entrega da reforma da unidade escolar Planalto, Vila Vermelho Cavalcante-GO. 312
Figura 10.119. Solenidade de inauguração da ponte sobre o Rio Traíras, Paranã-TO. 313
Figura 10.120. Solenidade de inauguração da ponte sobre o Rio Traíras, Paranã-TO. 313
Figura 10.121. Participação da equipe da Delegacia de Polícia do Estado de Goiás de Minaçu. 314
Figura 10.122. Participação do Promotor de Justiça da Comarca de Minaçu, Drº Renato Teatini. 314
Figura 10.123. Capacitação do grupo de acadêmicos do curso de pedagogia da UEG UnU-Minaçu. 315
Figura 10.124. Reunião de apresentação do projeto “Qual o Seu Medo”, Colégio Estadual Joaquim Thomé de Almeida, Minaçu. 316
Figura 10.125. Treinamento do programa de Capacitação de Fornecedores, UHE Cana Brava. 316
Figura 10.126. Treinamento do programa de Capacitação de Fornecedores, UHE Cana Brava. 316
Figura 10.127. Programação desenvolvida no 1º semestre de 2024, Capacitação de Fornecedores UHE Cana Brava. 317
Figura 12.1. Baia de Armazenamento de Resíduos 323

Figura 15.1. Construção de cerca. 329
Figura 15.2. Preparo da área para plantio. 329
Figura 15.3. Plantio em nascente realizado pela equipe da ENGIE Brasil Energia e público escolar – UHE Cana Brava. 329
Figura 15.4. Plantio realizado por representantes dos parceiros no projeto. 329
Figura 15.5. Participação de colaboradores das empresas ENGIE e Serra Verde Minerações no plantio junto à nascente. 330
Figura 15.6. Palestra de conscientização sendo ministrada pelo Promotor de Justiça 330
Figura 16.1. sinalização das áreas de segurança: sinalização de montante 331
Figura 16.2. sinalização das áreas de segurança: sinalização de montante 331
Figura 16.3. sinalização das áreas de segurança: sinalização de montante 331
Figura 16.4. sinalização das áreas de segurança: sinalização de montante 331
Figura 16.5 Sinalização das Áreas de Segurança 331
Figura 16.6. Sinalização das Áreas de Segurança 331
Figura 16.7. Cordão de boias de sinalização rompido e ancorado junto à barragem da UHE Cana Brava. 332
Figura 16.8. Mobilização da equipe para a instalação do novo cordão de boias de sinalização à montante da Usina. 332
Figura 16.9. Mobilização da equipe para a instalação do novo cordão de boias de sinalização à montante da Usina. 332
Figura 16.10. Mobilização das boias para a instalação do novo cordão de boias de sinalização à montante da Usina 332
Figura 16.11. Cordão de boias instalado à montante da UHE Cana Brava. 333
Figura 16.12 Cordão de boias de sinalização de área de segurança à jusante da UHE Cana Brava. 333
Figura 18.1. Centro de Cultura de Minaçu. 336
Figura 18.2. Evento de inauguração do Centro de Cultura. 336
Figura 18.3. Escolinha de Capoeira. 337

LISTA DE TABELAS

Tabela I.1. Dados técnicos da Usina Hidrelétrica Cana Brava 21
Tabela II.2. Situação do atendimento às exigências técnicas da licença. 23
Tabela 1.1. Dados Médios Mensais da Plataforma de Coleta de Dados UHE Cana Brava – GO. 42
Tabela 2.1. Informações dos eventos sísmicos locais registrados. O horário de origem dos eventos é dado no horário universal (UT), que é três horas maior que o horário local. A distância epicentral apresentada foi calculada em função da barragem da usina. 45
Tabela 3.1. Rede Hidrossedimentométrica instalada na Área de influência da UHE Cana Brava em Atendimento Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 3, de 10 de agosto de 2010 54
Tabela 3.2. Resumo das atividades em Campo por Estação Período de junho de 2023 a maio de 2024. 59
Tabela 3.3. Resumo quantitativo das atividades de campo realizadas no período junho de 2023 a maio de 2024. 60
Tabela 3.4. Resumo quantitativo das atividades de escritório realizadas no período junho de 2023 a maio de 2024. 62
Tabela 3.5. Resumo das Medições na estação UHE Cana Brava rio Bonito. 63
Tabela 3.6. Resumo das Medições na estação UHE Cana Brava rio Preto 68
Tabela 3.7. Resumo das medições na estação UHE Cana Brava rio São Felix. 72
Tabela 3.8. Fluxo sólido em suspensão específico (Qss específico) 76
Tabela 3.9. classificação quanto a produção específica de sedimentos 77
Tabela 3.10. Classificação das zonas hidrossedimentológicas pela sua predisposição presente (1988) aos riscos sedimentológicos. 77
Tabela 3.11. Equipe Técnica 81
Tabela 4.1. Campanhas trimestrais realizadas no âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água da UHE Cana Brava, período de junho de 2023 a março de 2024. 82
Tabela 4.2. Concentração média (mg/L) e as respectivas cargas poluidoras (t/ano) calculadas para os parâmetros DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e Óleos e graxas minerais. 118
Tabela 4.3. Equipe técnica do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água da UHE Cana Brava. 130
Tabela 5.1. Pontos de amostragem com suas coordenadas geográficas – Área de influência da UHE Cana Brava. 136
Tabela 5.2. Metodologias aplicadas às análises dos parâmetros físico-químicos pelo Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água. 137
Tabela 5.3. Composição taxonômica da comunidade de macrófitas aquáticas considerando os pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023. 139
Tabela 5.4. Riqueza de espécies e distribuição das macrófitas aquáticas por ponto de amostragem considerando a somatória das campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023. 140
Tabela 5.5. Riqueza de espécies e distribuição das macrófitas aquáticas por ponto de amostragem considerando a campanha realizada em junho de 2023. 141
Tabela 5.6. Riqueza de espécies e distribuição das macrófitas aquáticas por ponto de amostragem considerando a campanha realizada em dezembro de 2023. 142
Tabela 5.7. Valores da biomassa seca ($gPs.m^{-2}$) das espécies da comunidade de macrófitas aquáticas nos pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, considerando as campanhas realizadas em junho e em dezembro de 2023. 144
Tabela 5.8. Índices da qualidade da água nas campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023, na área de influência da UHE Cana Brava com interface com o Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água. 154
Tabela 5.9. Valores aproximados das áreas (m^2) dos bancos de macrófitas nos pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023. 155
Tabela 5.10. Equipe técnica do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas 158
Tabela 6.1. Informações das estacas de monitoramento instaladas no talude do ponto SS6. 166
Tabela 6.2. Informações das estacas de monitoramento instaladas no talude do ponto MI1. 175
Tabela 6.3. Informações das estacas de monitoramento instaladas no talude do ponto SN6. 177
Tabela 6.4. Informações das estacas de monitoramento instaladas no talude do ponto SN8. 182

Tabela 7.1. Demonstrativo dos moluscos coletados durante a execução das atividades de Monitoramento de Hospedeiros intermediários de Esquistossomose na área de influência da UHE Cana Brava, no período entre 14 e 18/12/23. 196
Tabela 7.2: Relação das espécies de moluscos coletados durante a execução das atividades de Monitoramento de Hospedeiros Intermediários de Esquistossomose na área de influência da UHE Cana Brava, no período entre 14 e 18/12/2023. 197
Tabela 7.3: Demonstrativo do resgate da ictiofauna confinada aos recintos da Unidade Geradora 02 da UHE Cana Brava, realizado no período entre 12 e 13/06/2024. 203
Tabela 8.1. Vistorias realizadas. 210
Tabela 8.2.Registros e atividades realizados por mês 211
Tabela 8.3. Tipologia das irregularidades 213
Tabela 8.4. Detalhamento dos Registros de Uso e Ocupação Irregular. 213
Tabela 8.5. Listagem dos acordos amigáveis 226
Tabela 8.6. Equipe Técnica do Programa de Fiscalização Ambiental e Sócio-Patrimonial 238
Tabela 10.1. Detalhamento das visitas realizadas 260
Tabela 10.2. Detalhamento dos atendimentos 287
Tabela 10.3. Equipe Técnica 318
Tabela 11.1. Cronograma de previsão dos simulados para o segundo semestre de 2024. 321
Tabela 12.1. Destinações realizadas no período. 324

I

INTRODUÇÃO

I. Introdução

Instalada no rio Tocantins (Figura I.1), a Usina Hidrelétrica Cana Brava (GO) situa-se a aproximadamente 350 km ao Norte de Brasília/DF, na divisa dos municípios de Minaçu (margem esquerda) e Cavalcante (margem direita), sendo que a porção sul do reservatório atinge também o município de Colinas do Sul.



Figura I.1. Usina Hidrelétrica Cana Brava.

A Usina entrou em operação comercial em 2002, e sua concessão é válida até 2036, a partir da decisão homologatória 2.932/21 da Agência Nacional de Energia Elétrica -ANEEL, publicada em 17 de setembro de 2021 no Diário Oficial da União. Com um reservatório de 139 km^2, a Usina Hidrelétrica Cana Brava é certificada segundo as normas de gestão ISO 9001 e 14001, da qualidade e do meio ambiente, e ISO 45000, da saúde e segurança no trabalho.

Ao iniciar-se a etapa de operação deste tipo de empreendimento, medidas de controle ambiental devem ser obrigatoriamente adotadas com o objetivo de manter a qualidade do ecossistema preexistente e sua melhoria, quando possível. Para tanto, o emprego de instrumentos, como por exemplo, o monitoramento constante, a avaliação periódica e a sensibilização das populações do entorno e demais usuários destes recursos naturais são fundamentais.

O presente relatório traz os resultados das atividades desenvolvidas pela UHE Cana Brava, no período de junho de 2023 a junho de 2024.

O Relatório de Situação dos Programas Ambientais objetiva atender à Condicionante 4.7 da Licença de Operação LF Gus nº 212/2005, e sua abordagem é subdividida em:

- Características gerais do Empreendimento;

- Situação de atendimento das Exigências Técnicas Complementares da Licença;
- Resumo do andamento dos Programas Ambientais e Sociais;
- Descrição das atividades para a manutenção do Sistema Integrado de Gestão da Qualidade e Meio Ambiente.

Abaixo são retratados, de forma tabular, os principais dados técnicos da Usina Hidrelétrica Cana Brava.

Tabela I.1. Dados técnicos da Usina Hidrelétrica Cana Brava

RESERVATÓRIO	
Perímetro do reservatório	788,62 km
Área inundada	139 km^2
Volume total	$2,36x10^9$ m^3
Nível d'água a montante- Máximo normal	333,0 m
Propriedades atingidas	251
Área atingida	13.666,58 há
APP do reservatório	66,21 km^2
USINA – CASA DE FORÇA	
Capacidade instalada	450 MW
Turbinas Francis	3 um. De 150 MW
Tipo de casa de força	abrigada
Energia assegurada	273,5 MW médios – 2.400 GWh/ano
Queda líquida nominal	43,10 m
BARRAGEM	
Barragem central	Gravidade em concreto CCR
Barragem margem direita e esquerda	Enrocamento com núcleo de argila
Comprimento total	1.150 m
TOMADA D'ÁGUA	
Vazão máxima por comporta	415 m^3/s
Número e dimensões das comportas tipo vagão	3 vãos de 7,2 m x 10,0 m
DESVIO DO RIO	
Adufas de desvio (comportas gaveta)	4un. 5,5 m x 11,0 m
Adufas de compensação (comportas vagão)	1un 4,0 m x 6,0 m
Capacidade total de descarga das adufas	4.600 m^3/s
VERTEDOURO DE SUPERFÍCIE	
Vazão máxima excepcional	17.800 m^3/s
Número e dimensões de comportas tipo vagão	6 comportas de 15 m x 20 m
UNIDADE GERADORA	**OPERAÇÃO COMERCIAL**
UG01	Maio de 2002
UG02	Agosto de 2002
UG03	Setembro de 2002

Fonte: ENGIE Brasil Energia

II

ATENDIMENTO ÀS CONDICIONANTES

II. ATENDIMENTO ÀS CONDICIONANTES

A Tabela II apresenta as condicionantes e os atendimentos da Licença GUS 212/2005.

Tabela II.2. Situação do atendimento às exigências técnicas da licença.

CONDICIONANTE	ANDAMENTO	ATENDIMENTO
3.1 A presente licença de funcionamento está sendo concedida, com base nas informações constantes no processo e não dispensa e nem substitui, outros alvarás ou certidões exigidas pela Legislação Federal, Estadual ou Municipal	O empreendedor está ciente.	INFORMATIVA
3.2 Os equipamentos de controle da poluição deverão ser mantidos e operados adequadamente, de modo a conservar a eficiência.	O empreendedor está ciente e realiza o levantamento dos aspectos e impactos, propondo controles operacionais para inibir a poluição.	EM ATENDIMENTO
3.3 As alterações nas atuais atividades de funcionamento deverão ser precedidas de Licenças de Instalação, nos termos do Artigo 78 do decreto nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979, que regulamenta a Lei nº 8.544, de 17 de outubro de 1978.	O empreendedor está ciente.	INFORMATIVA
3.4 A presente licença de funcionamento refere-se aos locais, equipamentos e/ou processos relacionados no projeto apresentado neste licenciamento.	O empreendedor está ciente.	INFORMATIVA
3.5 A Agência Ambiental deverá ser comunicada imediatamente em caso de acidentes que envolvam o meio ambiente.	A UHE Cana Brava dispõe de procedimentos de procedimento específico denominado Plano de Resposta a Emergências que contempla o acionamento e comunicação de órgãos externos, sempre que necessário.	ATENDIDA
3.6 A Agência Ambiental reserva-se no direito de revogar a presente licença no caso de descumprimento destas condicionantes, ou de qualquer dispositivo que fira a legislação ambiental vigente, assim como, a omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiam a sua expedição, ou superveniência de graves riscos ambientais e de saúde.	O empreendedor está ciente.	INFORMATIVA
3.7 A renovação da presente licença deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 dias da expiração de seu prazo de validade, ficando este prorrogado até a manifestação definitiva deste órgão.	A renovação foi requerida em setembro de 2007 (CE AMA-0010/2007, de 05/09/2007). Em outubro de 2008 ocorreu a vistoria técnica da SEMARH-Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, objetivando a renovação da	ATENDIDA

CONDICIONANTE	ANDAMENTO	ATENDIMENTO
	Licença Ambiental de Operação da Usina e Linha de Transmissão.	
3.8 O funcionamento e as atividades do empreendimento, não poderão causar transtornos ao meio ambiente e/ou terceiros, fora da área de sua propriedade ou dentro dela.	A ENGIE Brasil Energia opera a UHE Cana Brava mitigando os impactos, promovendo ações de conservação para os recursos naturais, atendendo a legislação vigente, fazendo gestão dos serviços com responsabilidade social, respeitando o meio ambiente, e priorizando saúde e segurança de seus colaboradores, garantindo a qualidade em seus processos.	EM ATENDIMENTO
3.9 Todos os resíduos sólidos e semissólidos produzidos deverão ter acondicionamento e destinação final adequados, em local de conhecimento da Agência Ambiental.	A UHE Cana Brava possui um Sistema de Gerenciamento de Resíduos que aborda todas as etapas do processo, desde a geração do resíduo até o seu destino. Todo este processo é controlado sistematicamente por meio da Plataforma Vertown (ver item 12).	ATENDIDA
3.10 Deverão ser preservadas as faixas previstas na Lei 12.596, de 1995, como áreas de preservação permanente, sendo inclusive vedado qualquer tipo de impermeabilização do solo.	Vigilância Ambiental e Sociopatrimonial (ver item 8).	ATENDIDA
3.11 Conforme disposto na Resolução CONAMA nº 006/86, o licenciado deverá providenciar a publicação do recebimento da presente licença no prazo de 30 dias a partir desta data.	Requerida a publicação do recebimento da presente licença e as publicações foram enviadas ao Diário do Estado de Goiás e ao Jornal Diário do Norte para a Agência Ambiental de Goiás, através de Correspondência Externa AMA 001/2004 de 18/08/2004 (ver condicionante 3.7).	ATENDIDA
3.12 Fica a presente automaticamente suspensa, independente de qualquer ato administrativo por parte desta autarquia, caso expire o prazo de validade das demais licenças emitidas por outros entes da administração pública, seja municipal, estadual ou federal, que fazem parte da instrução do processo a que esta se vincula. Somente com a juntada nos autos de novo "documento" que será restaurada a validade da licença ora emitida.	O Empreendedor está ciente.	INFORMATIVA
4.1 Dispor adequadamente todos os resíduos sólidos gerados e semi-sólidos gerados pelo empreendimento.	Vide atendimento à Condicionante 3.9.	ATENDIDA

CONDICIONANTE	ANDAMENTO	ATENDIMENTO
4.2 Dar continuidade ao monitoramento das águas quanto aos aspectos quanti e qualitativos.	Ver item 4 – Programa de Limnologia e Monitoramento da Qualidade da Água.	ATENDIDA
4.3 Continuar monitorando toda a área reflorestada.	Ver item 8– Vigilância Ambiental e Sociopatrimonial	ATENDIDA
4.4 Manter rigoroso monitoramento para evitar a formação de processos erosivos nas áreas de influência do empreendimento.	Atualmente são conduzidas vistorias geotécnicas dos taludes marginais do reservatório da UHE Cana Brava, conforme apontado no item 6.	ATENDIDA
4.5 Cumprir integralmente os programas de monitoramento apresentados no EIA/RIMA.	Os programas de monitoramento atualmente desenvolvidos na Usina seguem o estabelecido no cronograma de atividades apresentado no EIA/RIMA do empreendimento.	ATENDIDA
4.6 As operações de manutenção das turbinas deverão ser realizadas de forma controladas, visando à proteção da ictiofauna.	Ver item 7.3.4 – Resgate da Ictiofauna.	ATENDIDA
4.7 Continuar apresentando relatórios semestrais das atividades/medidas adotadas em cumprimento aos programas ambientais propostos.	Os Relatórios de Situação dos Programas Ambientais no presente período passaram a ter periodicidade anual, solicitado pela ENGIE Brasil Energia por meio da CE UHCB-0016/2013 e anuído pelo Ibama pelo OF 02010.002053/2013-02 GO/DITEC/IBAMA. Os Relatórios detalham as atividades desenvolvidas, a evolução das ações e recomendações, relativo ao período de abrangência, dos programas socioambientais em andamento na UHE Cana Brava.	EM ATENDIMENTO
4.8 Manter a vazão sanitária projetada à jusante.	Em caso de parada das três unidades geradoras, as comportas do vertedouro têm sido abertas, garantindo a vazão sanitária, conforme procedimento estabelecido no Manual de Operação da Usina.	ATENDIDA
4.9 Dar continuidade aos trabalhos de limpeza das macrófitas aprofundando os estudos a fim de avaliar as causas de sua proliferação.	Ver itens 4 e 5 que correspondem aos programas de Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas e o Programa de Vigilância Ambiental e Sociopatrimonial, respectivamente.	ATENDIDA
4.10 Manter em perfeito estado de conservação e operação a RSCLB – Rede Sismológica Local de Cana Brava, assim como a plataforma	Programa de Monitoramento Climatológico e Programa de Monitoramento Sismológico (Ver itens 1 e 2).	ATENDIDA

CONDICIONANTE	ANDAMENTO	ATENDIMENTO
automatizada de coleta de dados climatológicos – PCD Cana Brava.		
4.11 Conforme cláusula 7ª do TAC relativo ao Estudo Integrado de Bacias Hidrográficas – EIBH, o empreendimento deverá apresentar o estudo requerido visando a continuidade nos processos.	Por meio da CE AMA-0063/2014, de 21 de novembro de 2014, em resposta ao Parecer 02010.001674/2014-41 GO/NLA/IBAMA, a ENGIE Brasil Energia reafirmou o seu entendimento de que, com base na existência de estudos oficiais do Governo[1], o EIBH não seria mais aplicável aos Concessionários de Energia Elétrica (Hidráulica). Este entendimento foi validado pelo IBAMA no Parecer técnico PAR.02010.000031/2015-61 NLA/GO/IBAMA, de 05 de fevereiro de 2015.	ATENDIDA
4.12 A renovação da Licença de Funcionamento do Empreendimento somente poderá ser expedida após a apresentação, análise e aprovação do EIBH, bem como os respectivos EIA/RIMAS ou RAS devidamente atualizados, complementados, conforme ajustado na cláusula 5ª.	Protocolado o pedido de renovação da Licença de Funcionamento e realizada a vistoria pelo SEMARH. Ver condicionante 4.11.	ATENDIDA
4.13 A Agência Ambiental de Goiás encaminhará Termo de Referência para realização do EIBH, com definição da área de estudo.	Ver condicionante 4.11.	ATENDIDA
4.14 Efetivar um levantamento sistemático ao longo da microbacia no Rio Bonito, envolvendo as equipes de flora, hidrologia e limnologia, visando identificar os pontos de entrada de nutrientes e demais materiais eutrofizantes.	Ver itens 4 e 8 que correspondem respectivamente aos programas de Monitoramento Limnológico e de Macrófitas Aquáticas e o Programa de Vigilância Ambiental e Sociopatrimonial.	ATENDIDA
4.15 Apresentar o Plano de Uso e Ocupação do Reservatório atualizado.	O PACUERA - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial, da UHE Cana Brava, foi atualizado de forma participativa, envolvendo o Órgão Ambiental e representantes da Comunidade, e com base na legislação vigente, sendo aprovado pelo IBAMA em agosto de 2022 através do **Parecer Técnico nº 13/2022-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO** e OFÍCIO Nº 78/2022/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO.	ATENDIDA
4.16 A agência reserva-se no direito de fazer novas exigências caso necessário.	O empreendedor está ciente.	EM ATENDIMENTO

[1] AAI (Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Tocantins), desenvolvida pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) e AAE (Avaliação ambiental estratégica), desenvolvida pela ANA- Agência Nacional das Águas.

III

PROGRAMAS AMBIENTAIS

III. PROGRAMAS AMBIENTAIS

O presente capítulo contém o resumo das principais ações desenvolvidas pela UHE Cana Brava no período de junho de 2023 a junho de 2024, assim como dos resultados obtidos em cada programa e/ou atividade em andamento, indicando, quando pertinente, seus vínculos com as condicionantes da Licença de Funcionamento GUS nº 212/2005.

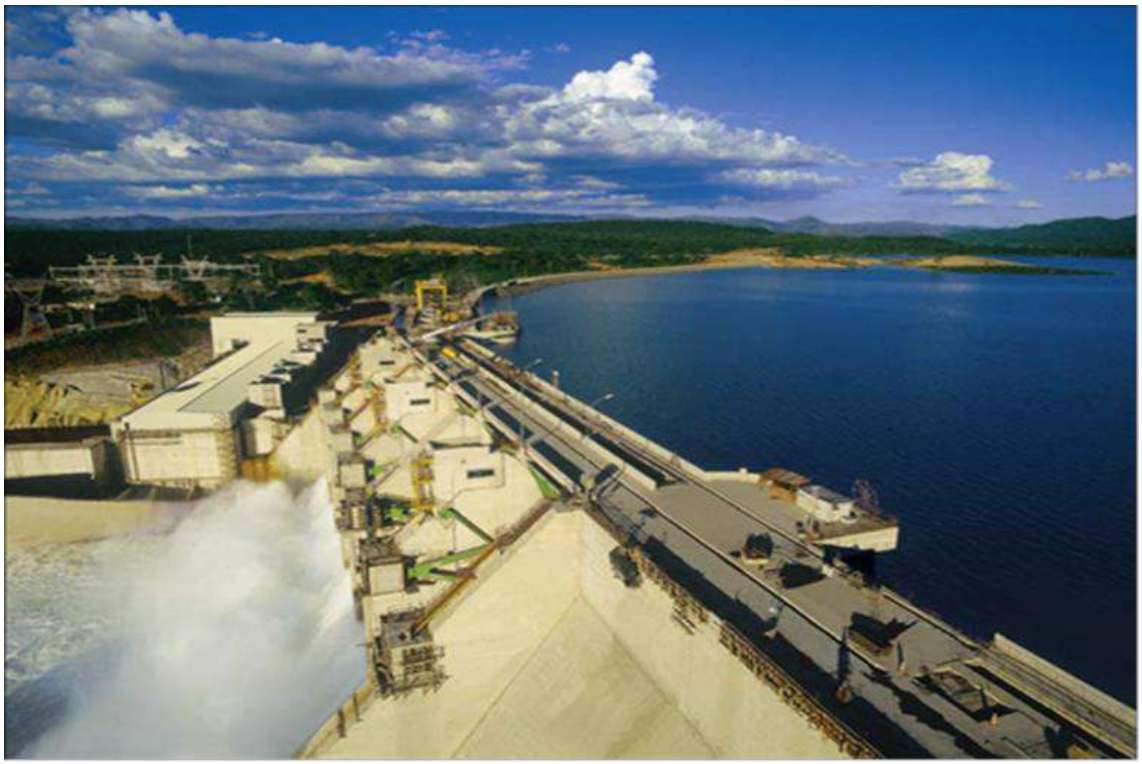


Figura III.1. Barramento e Reservatório da UHE Cana Brava.

1. MONITORAMENTO CLIMATOLÓGICO

1.1 Introdução

Este relatório tem como objetivo ilustrar as atividades desenvolvidas durante o período compreendido de junho de 2023 a maio de 2024 do Programa de Monitoramento Climatológico da área de influência do reservatório da Usina Hidrelétrica Cana Brava, através do registro de dados na estação meteorológica telemétrica instalada junto ao empreendimento.

1.2 Atividades Executadas

Salienta-se que no período de análise deste relatório, meses de junho de 2023 a maio de 2024, foram realizadas as seguintes etapas de maior relevância:

- Realização de 12 coletas, processamento, armazenamento e consistência dos dados disponíveis dos diversos elementos meteorológicos observados e registrados na estação meteorológica automática instalada no sítio da UHE - Cana Brava;
- Realização de uma manutenção preventiva e corretiva do equipamento com a limpeza do sítio onde o mesmo encontra-se instalado;
- Utilização dos dados meteorológicos coletados, por outros programas ambientais.



Figura 1.1. Estação meteorológica automática instalada no sítio da UHE- Cana Brava.

O Programa de Monitoramento Climatológico consiste em um sistema permanente de coleta de dados meteorológicos, que têm como objetivo o fornecimento de dados para medidas de controle e monitoramento ambiental de todo o empreendimento, além de registrar e avaliar as possíveis alterações microclimáticas ocorridas.

Tendo em vista a avaliação das condições microclimáticas, vale salientar que a região de monitoramento é dividida em duas estações do ano, a seca e a chuvosa. Os meses considerados como secos são de abril a setembro, e os meses chuvosos de outubro a março. Os meses de abril

e maio são considerados meses de transição para a estação seca, já os meses de setembro e outubro são meses de transição para a estação chuvosa.

Os dados meteorológicos são coletados diariamente pela estação meteorológica automática e telemétrica da UHE Cana Brava e são transmitidos via telemetria para o centro de recepção de dados que corroboram para a formação de um banco de dados meteorológicos da área do empreendimento.

Os registros coletados durante o período de junho de 2023 a maio de 2024 (Anexo 1.1) foram mensalmente tabulados e analisados.

1.3 Resultados e Discussões

As análises são descritas nos subitens que seguem relatando as informações sobre os dados de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento e radiação solar global, registrados na região estudada no período de junho de 2023 a maio de 2024.

1.3.1 Precipitação

No período de análise deste relatório, foram observados 106 dias com ocorrência de chuvas, sendo aproximadamente 32,1% observados no ano de 2023 (34 dias) e 67,9% observados no ano de 2024 (72 dias) (conforme ilustra a Figura 1.2). É importante salientar que esse período é composto por uma estação chuvosa e parte de duas estações secas (junho a setembro de 2023 e abril e maio de 2024). O volume pluviométrico total acumulado para os meses analisados foi de 1.160,0 mm, sendo observada no ano de 2023 uma quantidade de 292,3 mm (25,2% do valor total acumulado). Foi no ano de 2024 que se observou o maior volume diário, sendo registrado no dia 27 de janeiro um valor de 58,8 mm (Figura 1.2). Conforme ilustra a Figura 1.10, no mês de janeiro de 2024, nas regiões norte e oeste da área de abrangência da UHE Cana Brava ocorreram precipitações iguais ou acima de 300 mm. No mês de fevereiro de 2024, Figura 1.11, houve maiores precipitações na região leste, sendo iguais ou próximos a 200mm, e menores valores na região oeste, inclusive mostrando que houve déficit hídrico na região. De acordo com as informações do CPTEC/INPE no mês de janeiro de 2023, as condições de TSM no Oceano Pacífico equatorial mantiveram o padrão de anomalias positivas, o que indicou a atuação do fenômeno El Niño de forte intensidade. No mês de fevereiro as condições de TSM no Oceano Pacífico equatorial mantiveram o padrão de anomalias positivas, porém com menores magnitudes em relação aos meses anteriores, mas ainda assim, indicando a atuação do fenômeno El Niño. Foram observadas chuvas acima dos valores (médios) climatológicos, resultando em excesso de

precipitação entre o PA, TO, BA norte do ES e RS, nordeste de MG, e parte do RJ e SC, e chuvas abaixo dos valores climatológicos (déficit de precipitação) nas demais regiões do país.

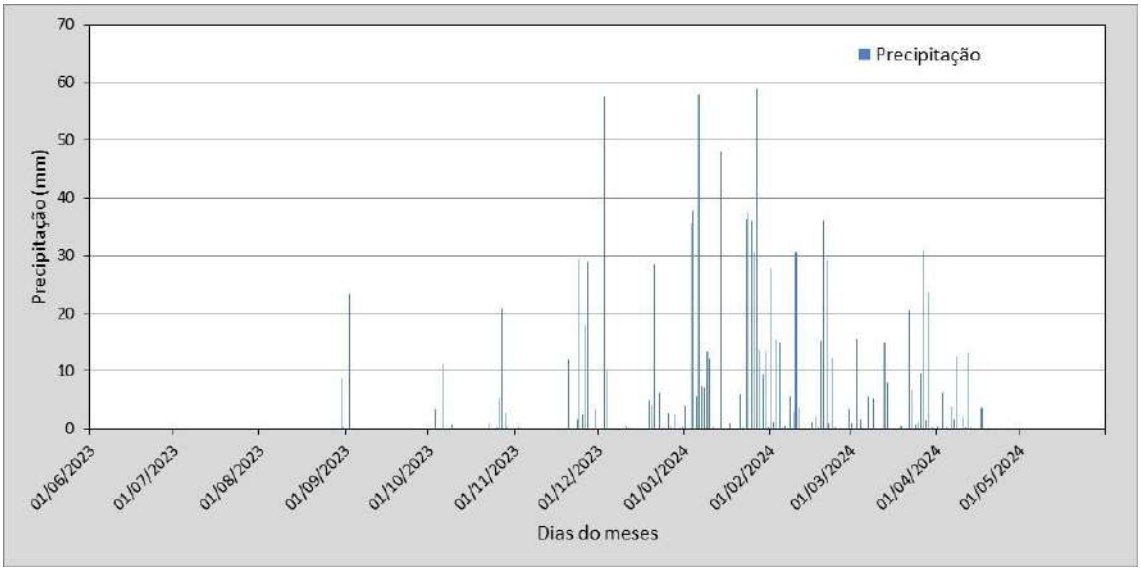


Figura 1.2. Distribuição diária da precipitação durante os meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO.

Segundo as informações das normais climatológicas de 1991 a 2020 do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), a normal climatológica esperada para a região, nesse período de análise, é de 1.339,4 mm, entretanto o volume precipitado foi de 86,6%. Assim, o volume precipitado para o período esteve ligeiramente abaixo da normalidade climatológica esperada para a região, haja visto apenas uma variação negativa de 13,4%. O maior excesso mensal na estação chuvosa na região de monitoramento da UHE Cana Brava foi observado no mês de janeiro de 2024 (Figura 1.10). Esse fato pode ser justificado pela maior ocorrência de formação de ZCAS bem definidas, aumentando significativamente o volume precipitado na região da UHE Cana Brava.

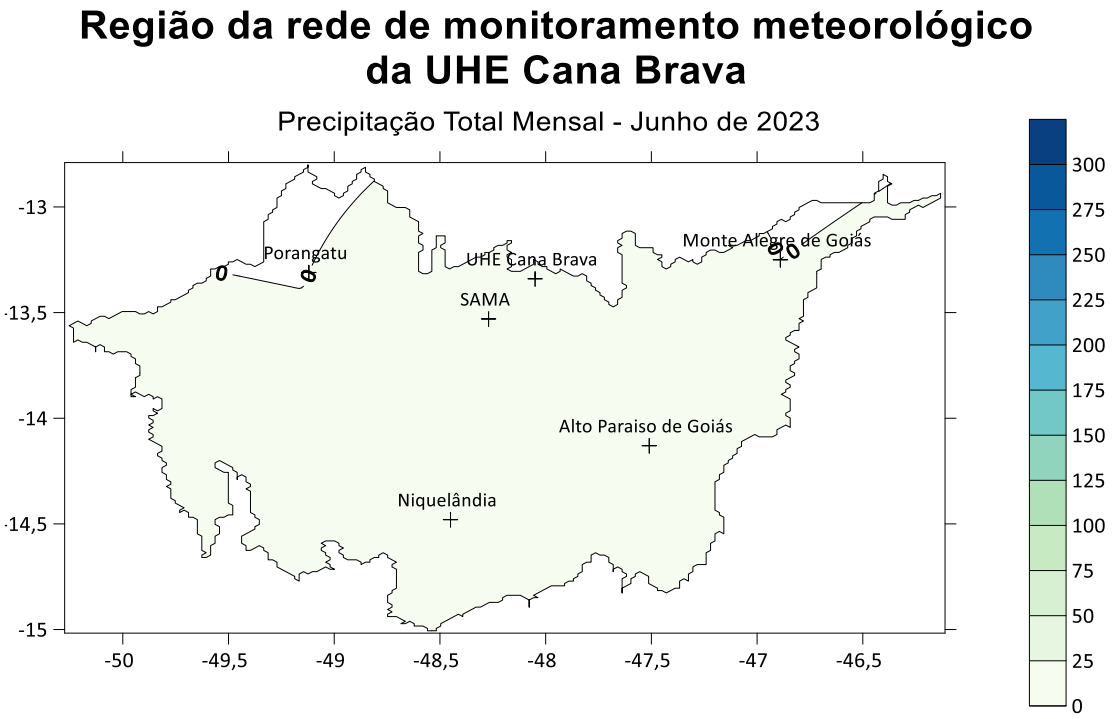


Figura 1.3. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em junho de 2023.

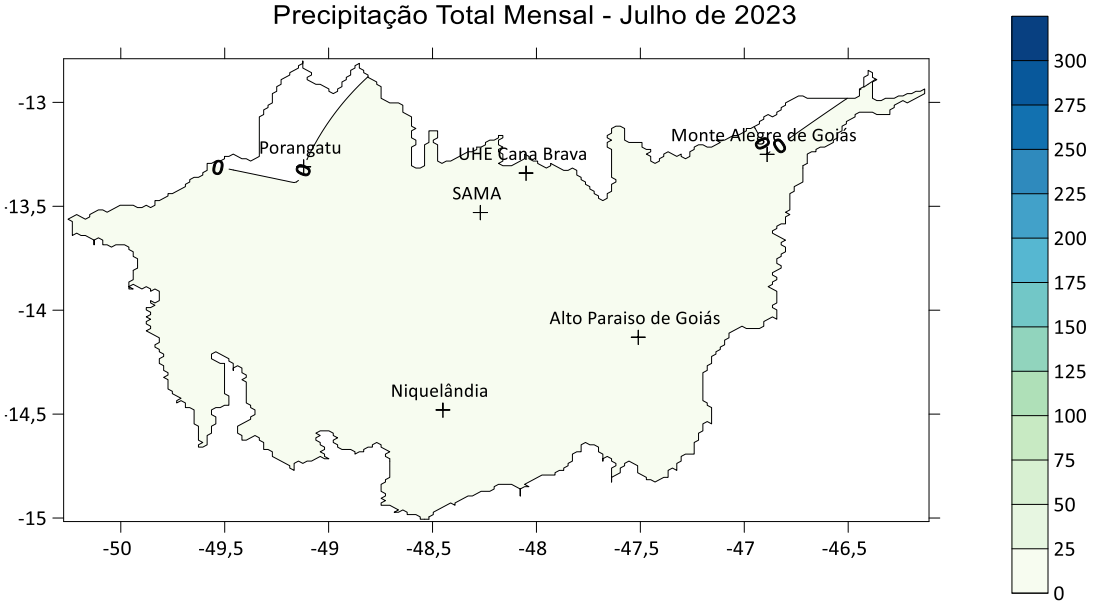


Figura 1.4. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em julho de 2023.

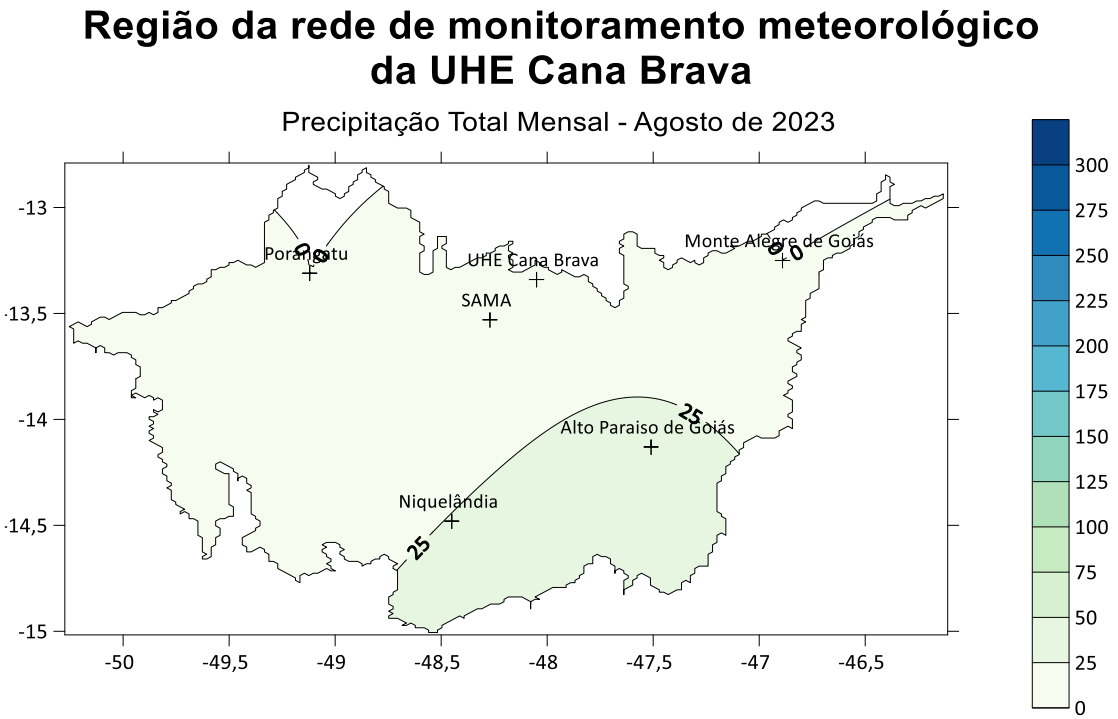


Figura 1.5. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em agosto de 2023.

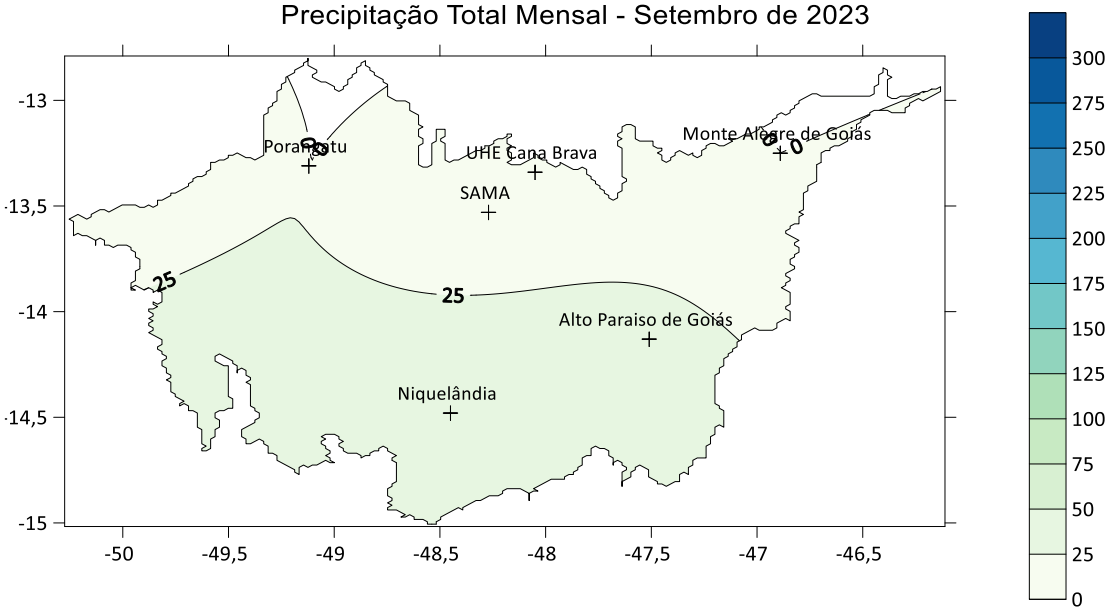


Figura 1.6. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em setembro de 2023.

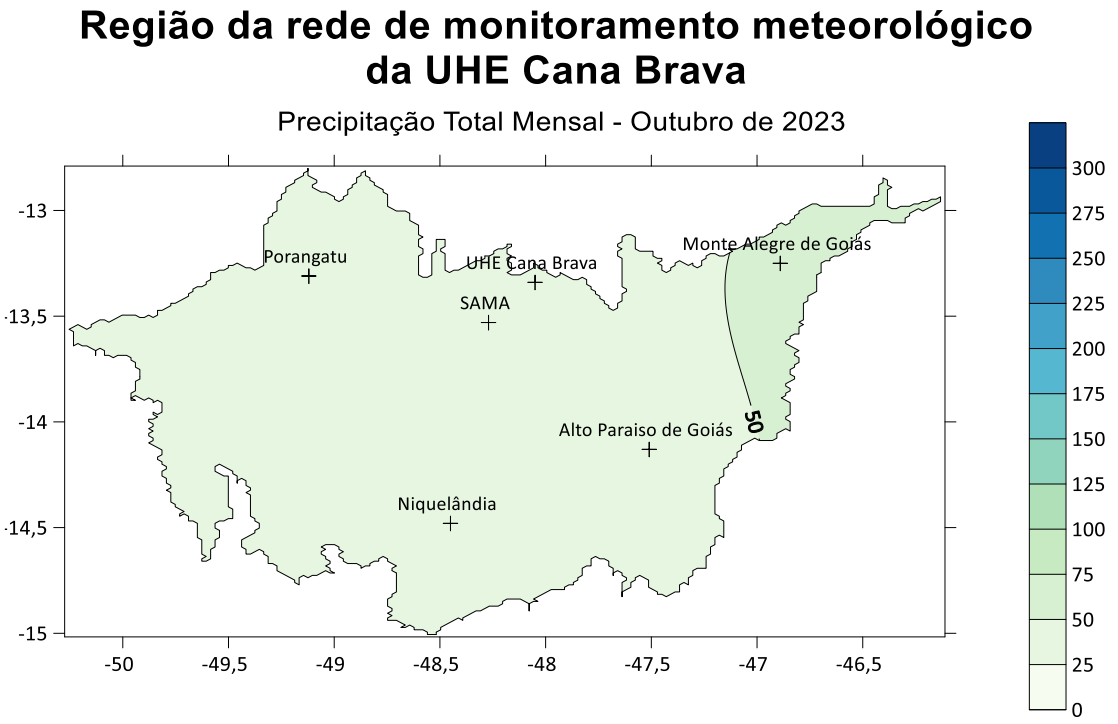


Figura 1.7. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em outubro de 2023.

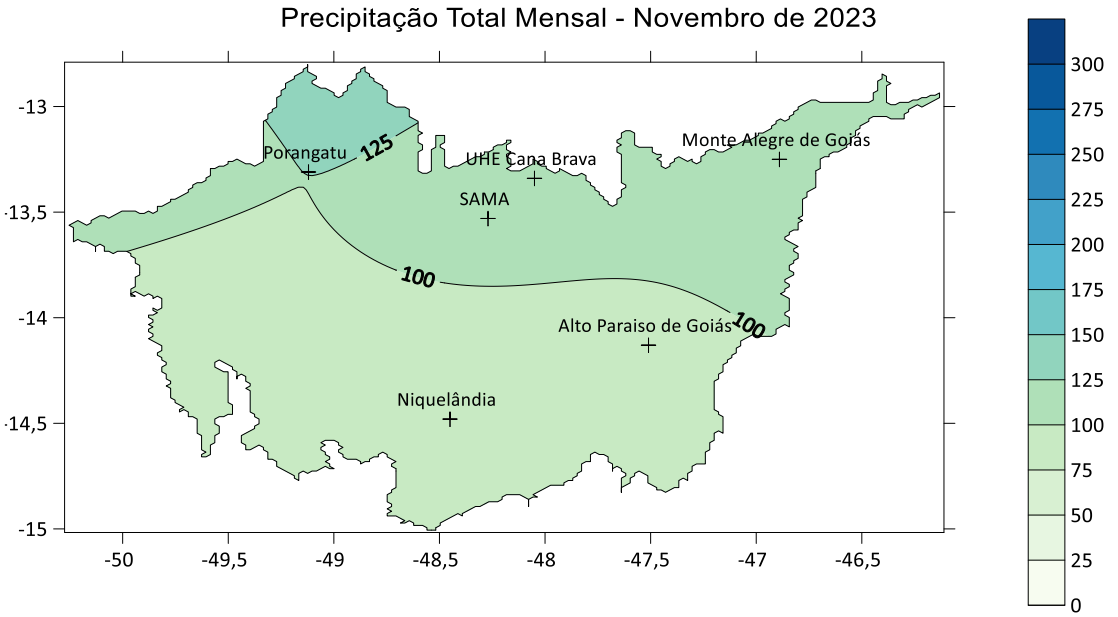


Figura 1.8. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em novembro de 2023.

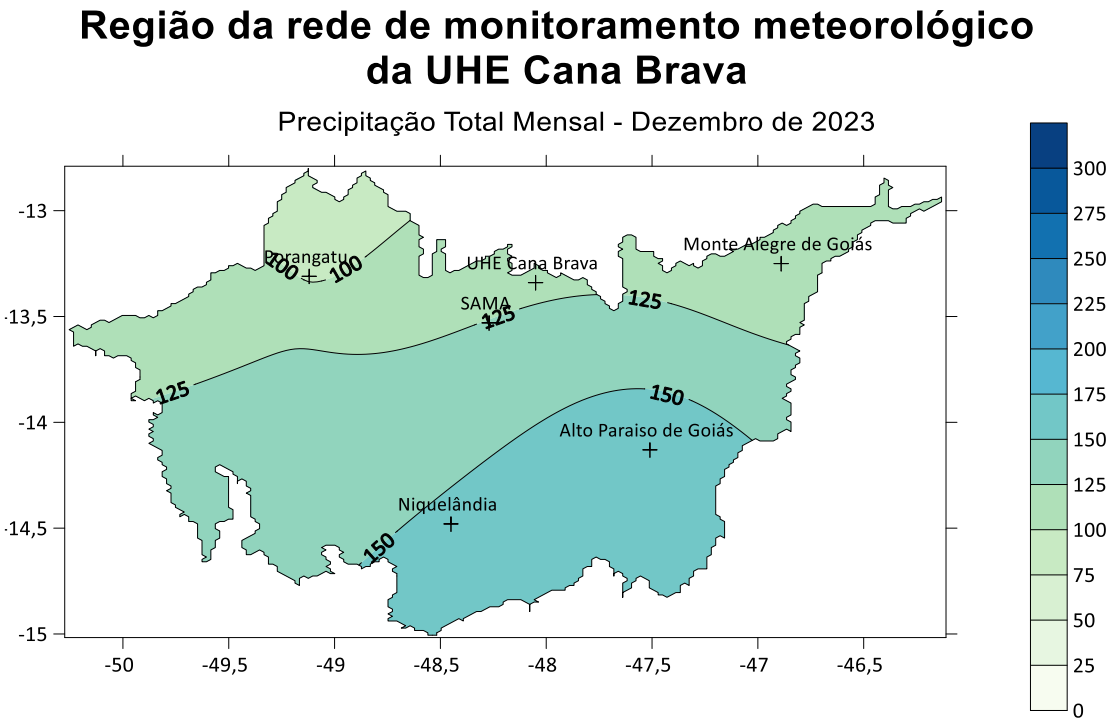


Figura 1.9. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em dezembro de 2023.

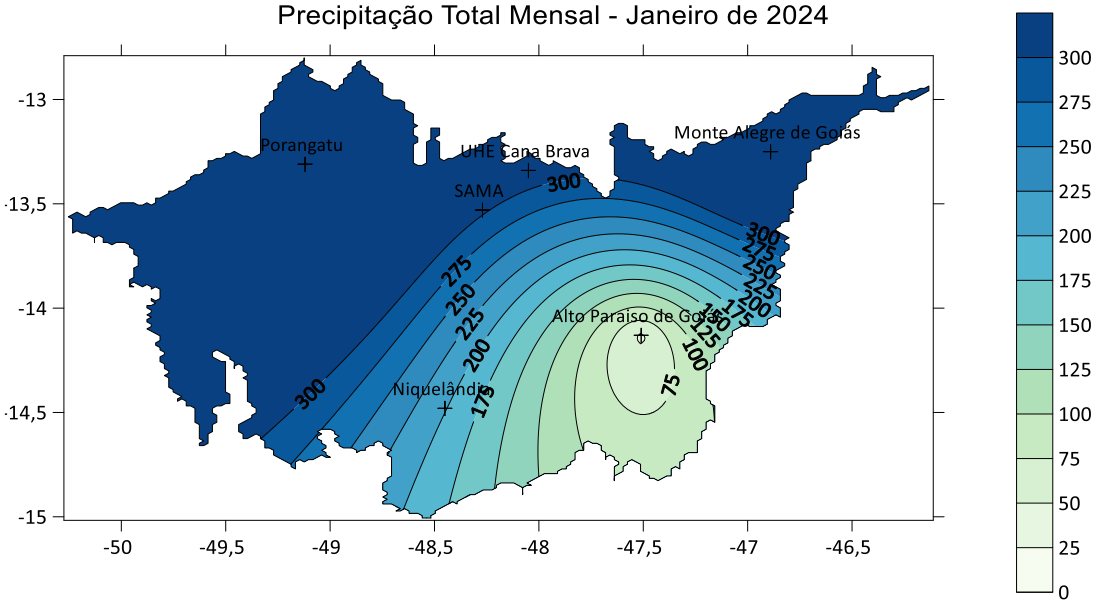


Figura 1.10. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em janeiro de 2024.

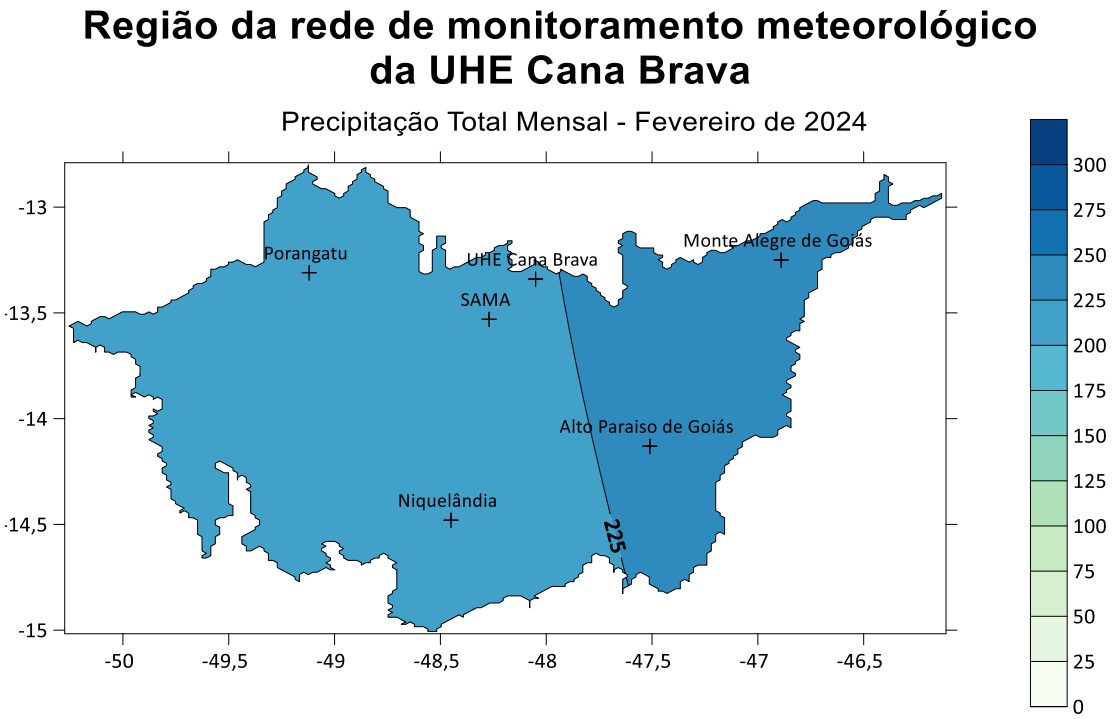


Figura 1.11. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em fevereiro de 2024.

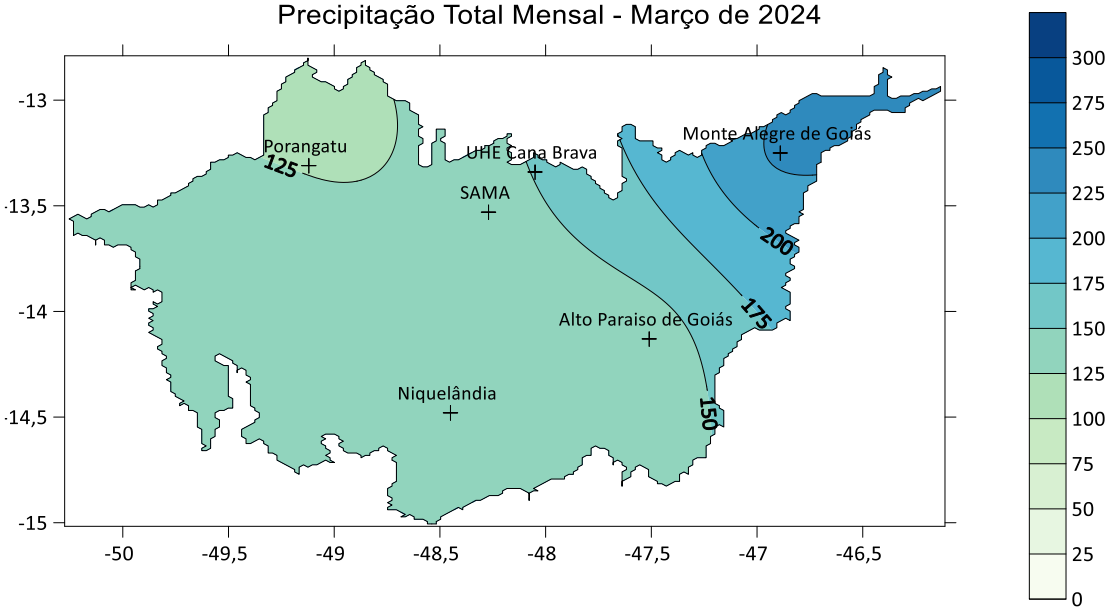


Figura 1.12. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em março de 2024.

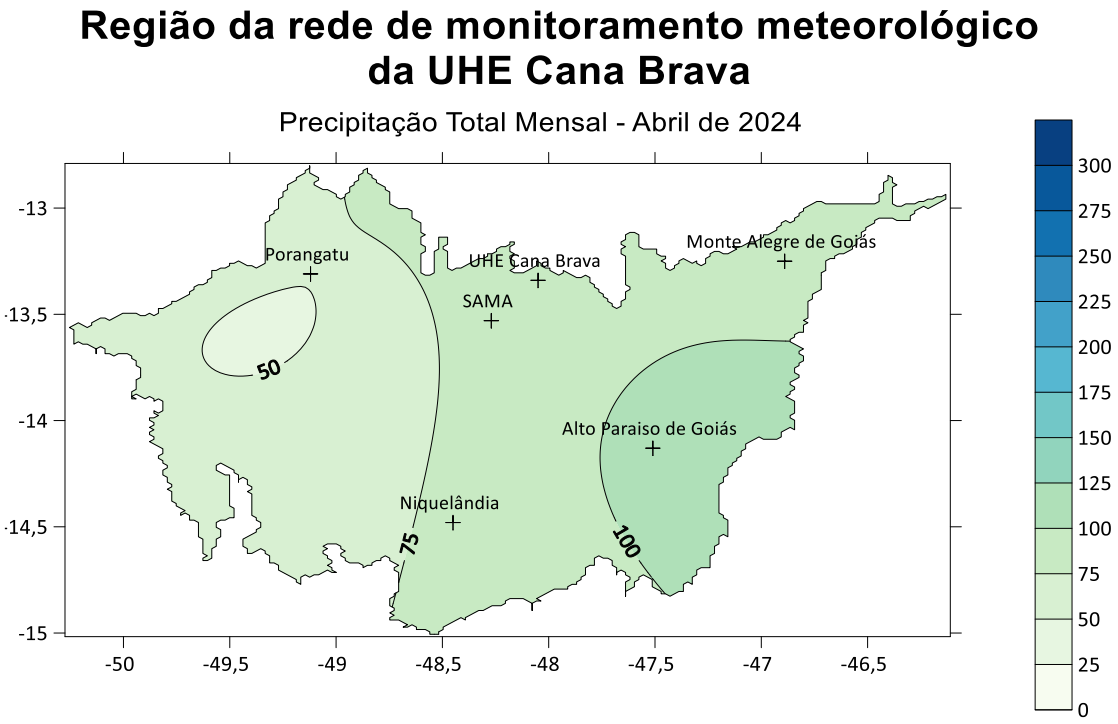


Figura 1.13. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em abril de 2024.

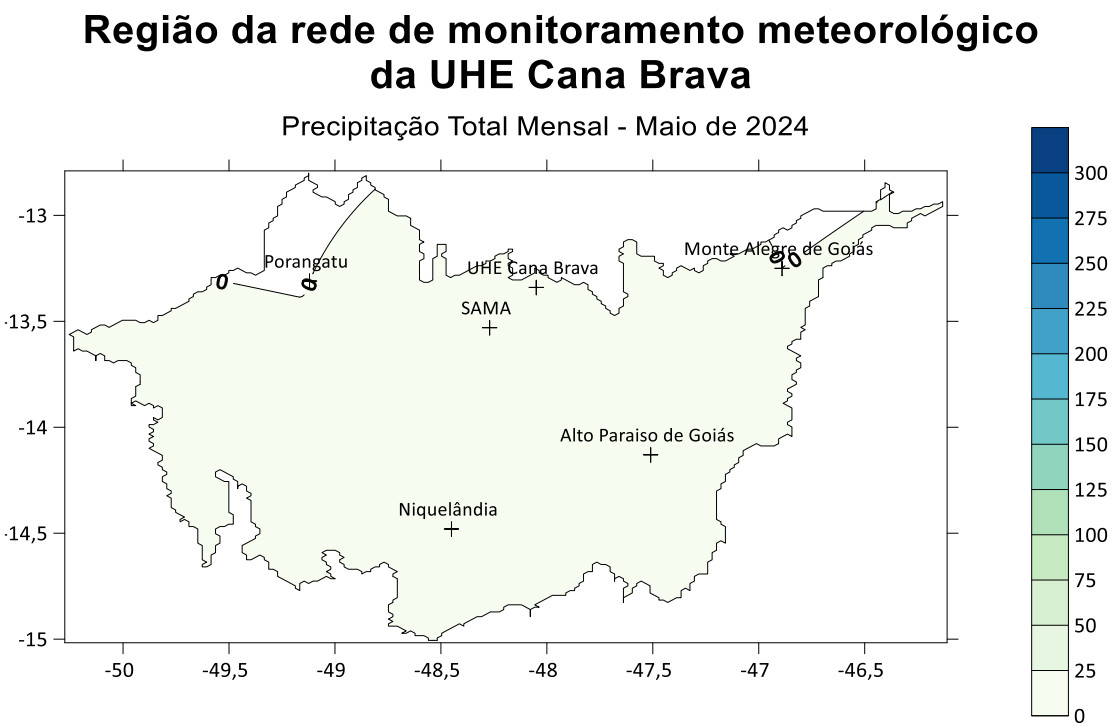


Figura 1.14. Distribuição mensal da precipitação na área de influência do reservatório da UHE Cana Brava – GO em maio de 2024.

1.3.2 Temperatura do Ar

Durante o período analisado, as médias das temperaturas média, máxima e mínima ficaram em 26,9°C, 33,4°C e 23,0°C, respectivamente. Os meses de outubro e setembro de 2023

foram os que tiveram os maiores valores médio de temperaturas sendo de 30,4, 29,5°C, respectivamente. As maiores amplitudes térmicas se observam nos meses da estação seca de ambos os anos analisados. Isso ocorre devido a esse período ser observados dias com pouca ou nenhuma nebulosidade, devido ao baixo índice pluviométrico, o que ocasiona em temperaturas mínimas baixas, devido às perdas radiativas maiores durante a noite/manhã, e temperaturas máximas altas, devido à maior incidência de radiação solar. O maior valor absoluto de temperatura observado no período analisado, ocorreu no mês de outubro. Isso ocorreu no dia 20/10 e foi registrado um valor de 40,2°C. Na região estudada é o mês de setembro onde ocorre os maiores valores absolutos de temperatura por ser o mês de transição do período seco para o chuvoso. No entanto, com os volumes de chuva menor no mês de outubro, fez com que a temperatura ocorresse neste mês. Já o menor valor de temperatura mínima ocorreu no dia 30 de junho de 2023, 14,4°C, devido a ocorrência de uma massa de ar polar de forte intensidade. O valor normal climatologicamente para a temperatura média para o período analisado e região estudada é de 22,8°C, sendo que para o período analisado esse valor foi 26,9ºC, ou seja, 4,1°C acima do normal, sendo considerado como uma anomalia positiva, isso se justifica pelo fato de terem ocorrido precipitações mal distribuídas ao longo da estação chuvosa, principalmente nos meses de 2023 (outubro a dezembro), e isso ocasionou em temperaturas mais altas. Estes meses foram os que mais contribuíram para esse valor acima do normal, tendo em vista que as precipitações foram abaixo do esperado pela normal climatológica para a região da UHE Cana Brava. Os comportamentos das temperaturas máximas e mínimas foram semelhantes à temperatura média, conforme ilustrado na Figura 1.15.

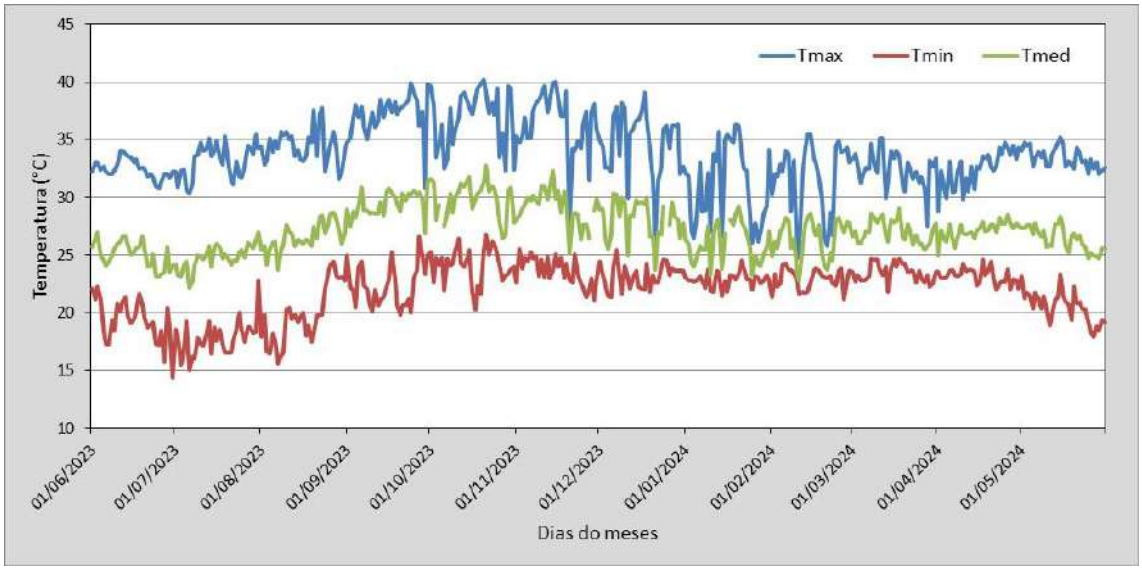


Figura 1.15. Variação diária da temperatura do ar média, máxima e mínima, para os meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO.

1.3.3 Umidade Relativa do Ar

Os valores de umidade relativa do ar média, máxima e mínima estão ilustrados na Figura 1.16. Como se observa nos meses do período chuvoso (outubro a março), as amplitudes hídricas são menores do que nos meses da estação seca (abril a setembro). Isso ocorre devido às precipitações que normalmente ocorrem nesses meses. Os déficits de precipitação observados nos meses de outubro de 2023 a dezembro de 2023 não influenciaram nos valores de umidade relativa média do ar nos meses em questão, assim como, no valor médio de umidade relativa do ar anual. Para o período analisado, a normal climatológica da umidade relativa média do ar esperada é de 64,2%, sendo observado um valor médio de 67,4% para o período. Este valor ficou praticamente dentro da normalidade para a região analisada haja visto uma variação positiva de apenas 3,2%

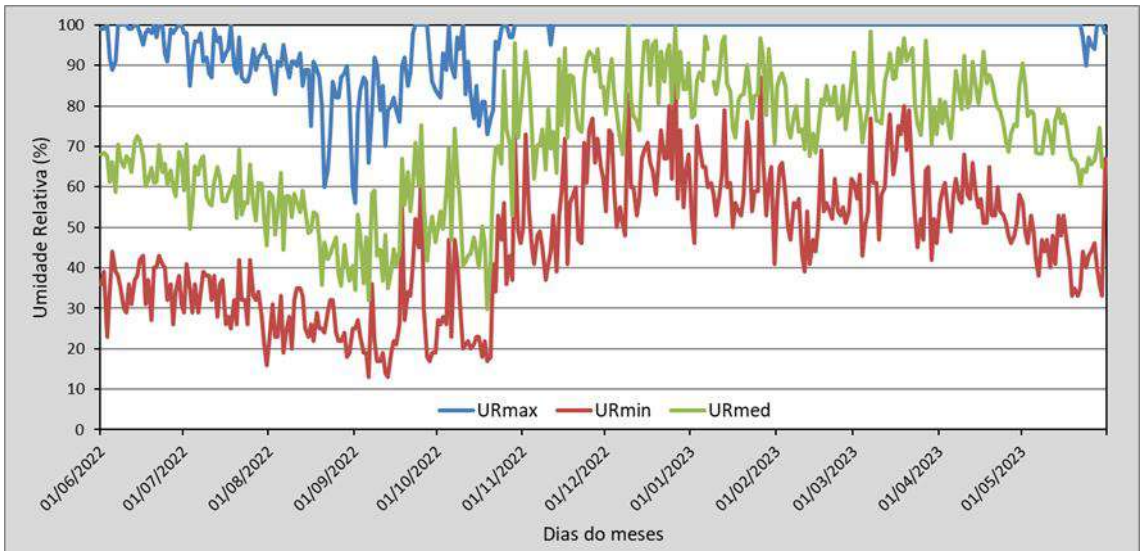


Figura 1.16. Variação diária e mensal da umidade relativa do ar média, máxima e mínima, dos meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO.

Nos meses de agosto e setembro de 2023 (estação seca) observaram-se os menores valores médios e mínimos da umidade. Assim, no ano de 2023 o menor valor mínimo de umidade relativa do ar foi observado em setembro, onde registrou um valor mínimo de 15,0% no dia 24. Este valor é prejudicial à saúde humana e aos recursos naturais da região. Essa ocorrência pode ser explicada pelo fato dos baixos volumes precipitado dentro da estação chuvosa, o que comprometeu a quantidade de água infiltrada no solo, assim, a água disponível para evapotranspiração foi reduzida, o que causou um déficit hídrico na atmosfera.

1.3.4 Radiação Solar

Um dos elementos meteorológicos que influência diretamente a incidência de radiação solar na Terra é a nebulosidade, ou seja, quanto menor a nebulosidade, maior será a incidência da radiação solar em uma superfície e vice-versa. A radiação solar direta tem seu maior valor nos meses de verão quando o sol tem menor inclinação com a linha do equador. Quando ocorrem muitos dias com precipitações isso pode não ocorrer, devido à grande quantidade de dias com nuvens. No mês de abril de 2024 foi observado o menor valor médio de radiação solar global (11,0 MJ/m2) (Figura 1.17).

Os maiores valores médios de radiação solar foram observados nos meses de setembro a dezembro de 2023, sendo de 13,2, 13,9, 16,1 e 13,4 MJ/m2, respectivamente. Normalmente nos meses da estação seca que ocorrem os maiores valores de radiação solar devido a menor incidência de nuvens. Porém, com as poucas precipitações no início da estação chuvosa de 2023 (outubro), irregulares e mal distribuídas, além da menor declinação solar, ou seja, o sol se encontra mais próximo do hemisfério sul, o maior valor de radiação solar ocorreu no mês de novembro de 2023, sendo de 20,5 MJ/m2 no dia 13.

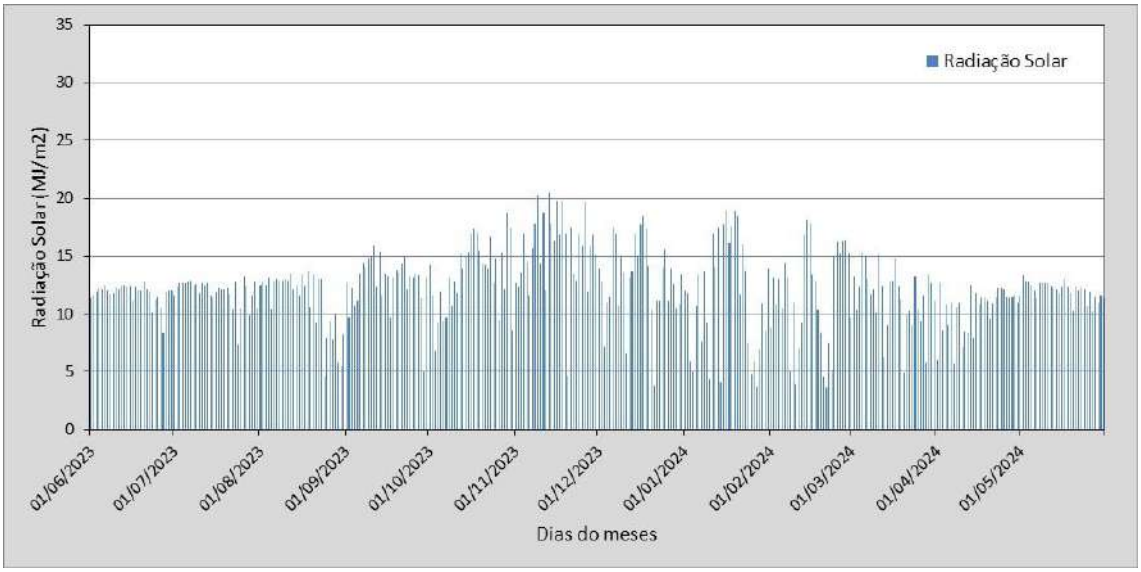


Figura 1.17. Variação diária da radiação solar global, durante os meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO.

O valor médio mensal da radiação solar para o período analisado foi de 12,3 MJ/m2. Esse elemento meteorológico não existe nas normais climatológicas do INMET (1991-2020), portanto, não é possível fazer uma comparação.

1.3.5 Velocidade e Direção do Vento

A velocidade do vento média para o período analisado não registrou grandes variações e teve como média anual 0,7 m/s (2,52 km/h) (Figura 1.18). O maior valor de velocidade média do vento foi observado nos meses de agosto a dezembro de 2023, sendo de 0,8 m/s (2,88 km/h). Já o menor valor médio de velocidade do vento foi observado no mês de maio de 2023, estação seca, sendo de 0,5 m/s. Os maiores valores de velocidade do vento são observados na estação chuvosa, devido a maior instabilidade atmosférica, que são necessárias para a formação de nuvens. Também é na estação chuvosa que ocorrem a maior incursão de sistemas de alta e baixa pressão na área o que ocasiona os maiores valores de velocidade média do vento.

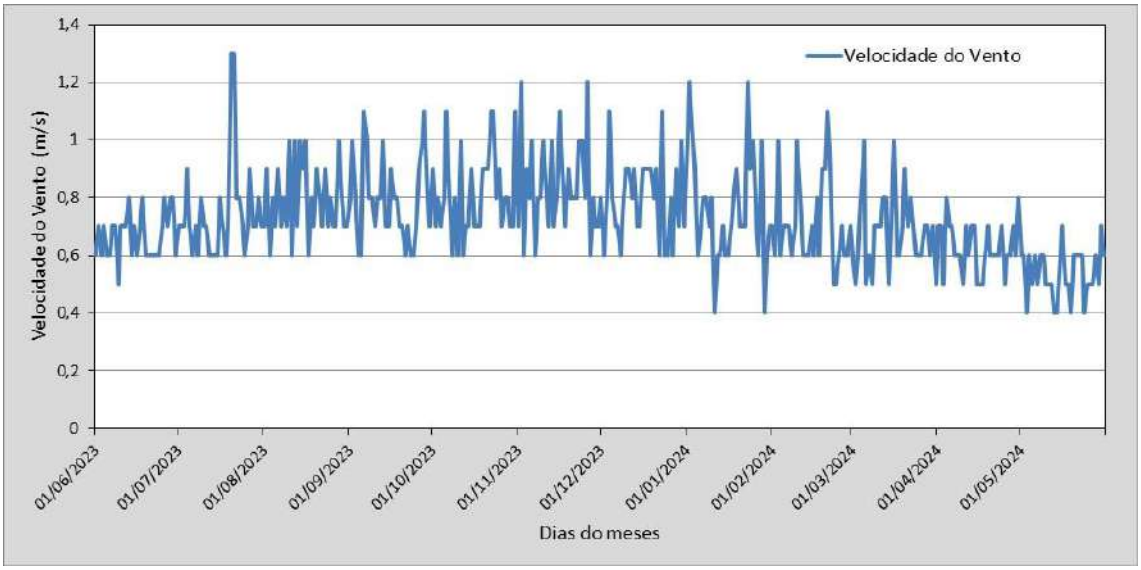


Figura 1.18. Variação diária da velocidade média do vento, durante os meses de junho de 2023 a maio de 2024 na estação meteorológica automática da UHE Cana Brava – GO.

A direção média do vento, para o período analisado, variou pouco e obteve as maiores frequências nas direções noroeste a sudeste com predominância anual para ventos de noroeste. Para o período analisado, a normal climatológica da velocidade média do vento esperada é de 1,1 m/s, sendo observado um valor médio de 0,7 m/s para o período. Este valor ficou abaixo da normalidade para a região analisada haja visto uma variação negativa de 0,4 m/s.

1.3.6 Resumo do comportamento das variáveis no período analisado

A Tabela 1.1 apresenta os valores médios do período de 01 de junho de 2023 a 31 de maio de 2024, descrevendo o comportamento dos elementos meteorológicos monitorados pela estação meteorológica automática telemétrica de Cana Brava – GO. De acordo com a tabela seguem o resumo do comportamento das variáveis:

- A temperatura média do ar foi de 26,9°C, setembro e outubro de 2023 foram os meses mais quente, com temperatura média do ar de 29,5°C e 30,4°C, respectivamente, os meses de junho e julho de 2023 foram os mais frios com temperatura média do ar de 25,2 e 24,8°C, respectivamente;
- A umidade relativa média do ar foi de 67,4%, sendo janeiro de 2024 o mês com maior umidade relativa média do ar (89,4%) e o mês de setembro de 2023 o mais seco (47,7%);
- A radiação solar global média foi de 12,4 MJ/m2, sendo o mês de novembro de 2023 o que apresentou maior valor (16,1 MJ/m2) e maio de 2024 o de menor intensidade radiativa (11,0 MJ/m2);
- A velocidade média do vento, a 10 metros de altura, apresentou pequena variabilidade, com média de 0,7 m/s (2,52 km/h), sendo os meses de agosto a dezembro de 2023 os que apresentaram a maior velocidade média 0,8 m/s (2,88 Km/h) e o mês de maio de 2023 o de menor velocidade média 0,5 m/s (1,8 km/h). Neste período a predominância do vento foi de noroeste.
- A precipitação média no período foi de 45,0 mm, sendo o mês de janeiro de 2024 o de maior volume acumulado com um total de 472,2 mm, e agosto de 2023 o menos chuvoso, exceto aqueles meses que não ocorreram precipitação nenhuma, com um total de 9,0 mm. Os meses de junho a agosto de 2023 e maio de 2024 não choveram. Nesses meses são esperados uma precipitação de 31,2 mm, ou seja, valor bem insignificante.

Tabela 1.1. Dados Médios Mensais da Plataforma de Coleta de Dados UHE Cana Brava – GO.

Mês/Ano	Precip, (mm)	Vel, Vento (m/s)	Dir, Vento (º)	Umid, Relativa Med. (%)	Temp, Ar Med. (ºC)	Rad, Solar (MJ/m2)
Junho / 2023	0,0	0,7	SO	65,6	25,2	12,0
Julho / 2023	0,0	0,7	SE	56,2	24,8	12,2
Agosto / 2023	9,0	0,8	SE	52,7	26,3	12,5
Setembro / 2023	23,4	0,8	SE	47,7	29,5	13,2
Outubro / 2023	45,8	0,8	SE	53,1	30,4	13,9
Novembro / 2023	96,2	0,8	NO	63,5	29,4	16,1
Dezembro / 2023	118,0	0,8	NO	71,5	28,3	13,4
Janeiro / 2024	472,2	0,7	NO	89,4	25,9	11,8
Fevereiro / 2024	203,6	0,7	NO	82,7	27,0	12,9
Março / 2024	147,6	0,7	NO	87,5	26,8	11,7
Abril / 2024	44,2	0,6	NO	82,1	27,2	11,0
Maio / 2024	0,0	0,5	NO	69,2	26,6	12,1

1.4 Considerações Finais

Neste período de análise dos elementos climáticos, junho/2023 a maio/2024, ocorreu uma variação negativa da precipitação em relação a normal esperada, com uma variação negativa de 13,4%. As temperaturas estiveram acima da normalidade climática da região, em 4,1°C, isso se deveu por chuvas mal distribuídas durante os meses chuvosos, que mesmo alguns atingindo mensalmente a normalidade ou muito acima da normalidade, foram mal distribuídas, com valores diários altos. Pode-se afirmar, com base nos registros deste último período que todos os eventos tiveram sua origem em sistemas globais e regionais e que nada foi identificado como sendo de origem do reservatório propriamente dito, pois a sua capacidade de influência no clima é pequena, sendo ele impactado pelos períodos sazonais úmido e seco.

O monitoramento contínuo das variáveis meteorológicas na região de abrangência da usina é importante, assim é possível compreender os fenômenos de escala regional que afetam o clima local, sendo importante para explicar as eventuais alterações climáticas que possam ser atribuídas à existência do reservatório implantado nesta bacia. Além disto, com o monitoramento contínuo é possível realizar a formação e manutenção de um banco de dados completo que funciona como subsídio a estudos integrados com outros programas ambientais.

2. MONITORAMENTO SISMOLÓGICO

2.1 Introdução

Este relatório descreve as atividades relativas ao Programa de Monitoramento Sismológico da Usina Hidrelétrica Cana Brava, oficialmente inaugurada em agosto de 1998. Esse programa está sendo atualmente executado pela empresa VERACRUZ Soluções Geofísicas e Geológicas Ltda., visando monitorar a sismicidade existente na região de influência sísmica do reservatório da UHE Cana Brava – GO.

No presente relatório são apresentados os resultados do monitoramento sismográfico entre os meses de junho de 2023 e maio de 2024.

2.2 Atividades Executadas

Em função da desativação temporária das estações que compõem a rede de monitoramento da UHE Cana Brava, entre os dias 01 de junho de 2023 e 31 de maio de 2024, data de corte deste relatório, foram analisados dados provenientes da Rede Sismográfica Brasileira (RSBR) para avaliação da sismicidade na área de influência da UHE Cana Brava. Destaca-se que a rede de monitoramento da UHE Cana Brava estava desativada devido a danos nos equipamentos, entretanto, um novo equipamento já foi adquirido junto ao fabricante e instalado no mês de julho de 2024, reativando a Estação SSV2, para continuidade do monitoramento.

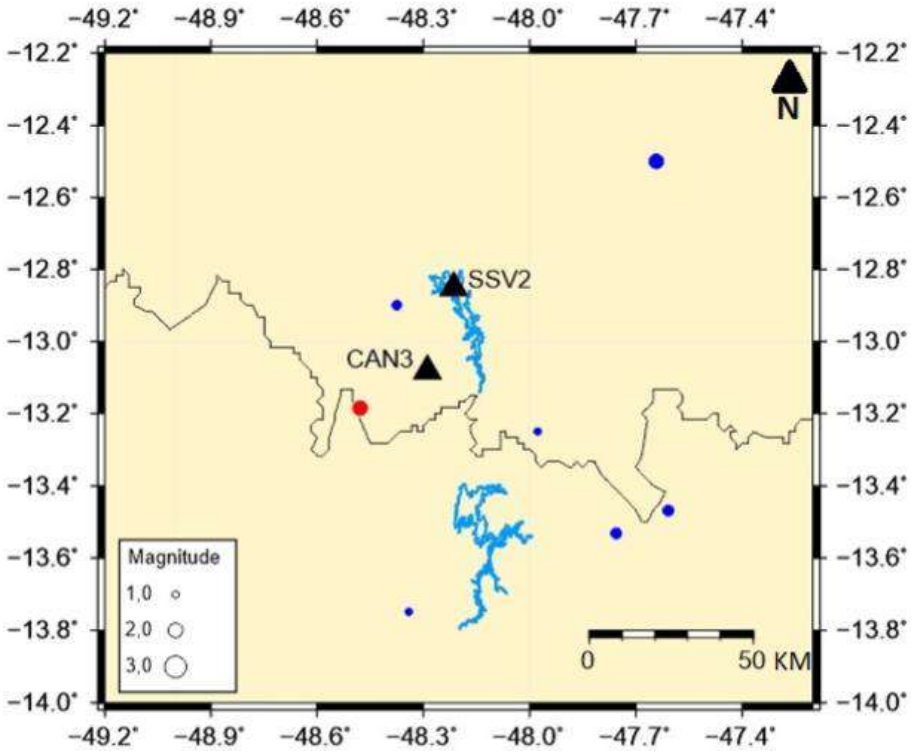


Figura 2.1. Localização da Estação SSV2.

Com os registros da RSBR, utilizados nesta análise, estão sendo considerados apenas os eventos de origem natural, descartando-se os registros artificiais. Ademais, as distâncias epicentrais são calculadas em relação a posição da barragem da UHE Cana Brava.

Destaca-se ainda que a maioria das estações sismográficas não possui sensibilidade para registrar eventos com menos de 2,0Md de magnitude com epicentro a mais de 100 km em relação a sua posição. Dessa forma, como a estação sismográfica de Natividade (TO), localizada a 190 km, é a estação da RSBR mais próxima do reservatório da UHE Cana Brava, eventos locais de baixíssima magnitude (inferiores a 2 Md) não são considerados na avaliação.

Os eventos sísmicos registrados foram divididos em eventos locais, com distâncias epicentrais (distância em relação a barragem da UHE Cana Brava) entre 0 e 100 km, e eventos regionais, com distâncias epicentrais entre 100 e 1000 km.

2.3 Resultados e Discussões

2.3.1 Eventos Locais

No período entre os meses de junho de 2023 e maio de 2024, foram registrados três eventos a menos de 100 km da barragem da UHE Cana Brava proveniente de origem natural (tectônico) pela RSBR. Os eventos artificiais não foram considerados na presente análise. Na Tabela 2.1 são apresentados os eventos registrados no período avaliado, sendo que a localização dos mesmos pode ser visualizada na Figura 2.2.

Tabela 2.1. Informações dos eventos sísmicos locais registrados. O horário de origem dos eventos é dado no horário universal (UT), que é três horas maior que o horário local. A distância epicentral apresentada foi calculada em função da barragem da usina.

ID	Data	Horário Origem (UT)	Distância epicentral (km)	Magnitude (Md)	Longitude (graus)	Latitude (graus)	Origem
1	15/08/2023	16:42:48,56	99,39	2,9	-49,0586	-13,4866	Natural
2	27/09/2023	08:47:49,56	64,07	2,8	-48,6292	-13,7333	Natural
3	01/10/2023	05:48:57,7	76,97	3,0	-48,8433	-13,5297	Natural

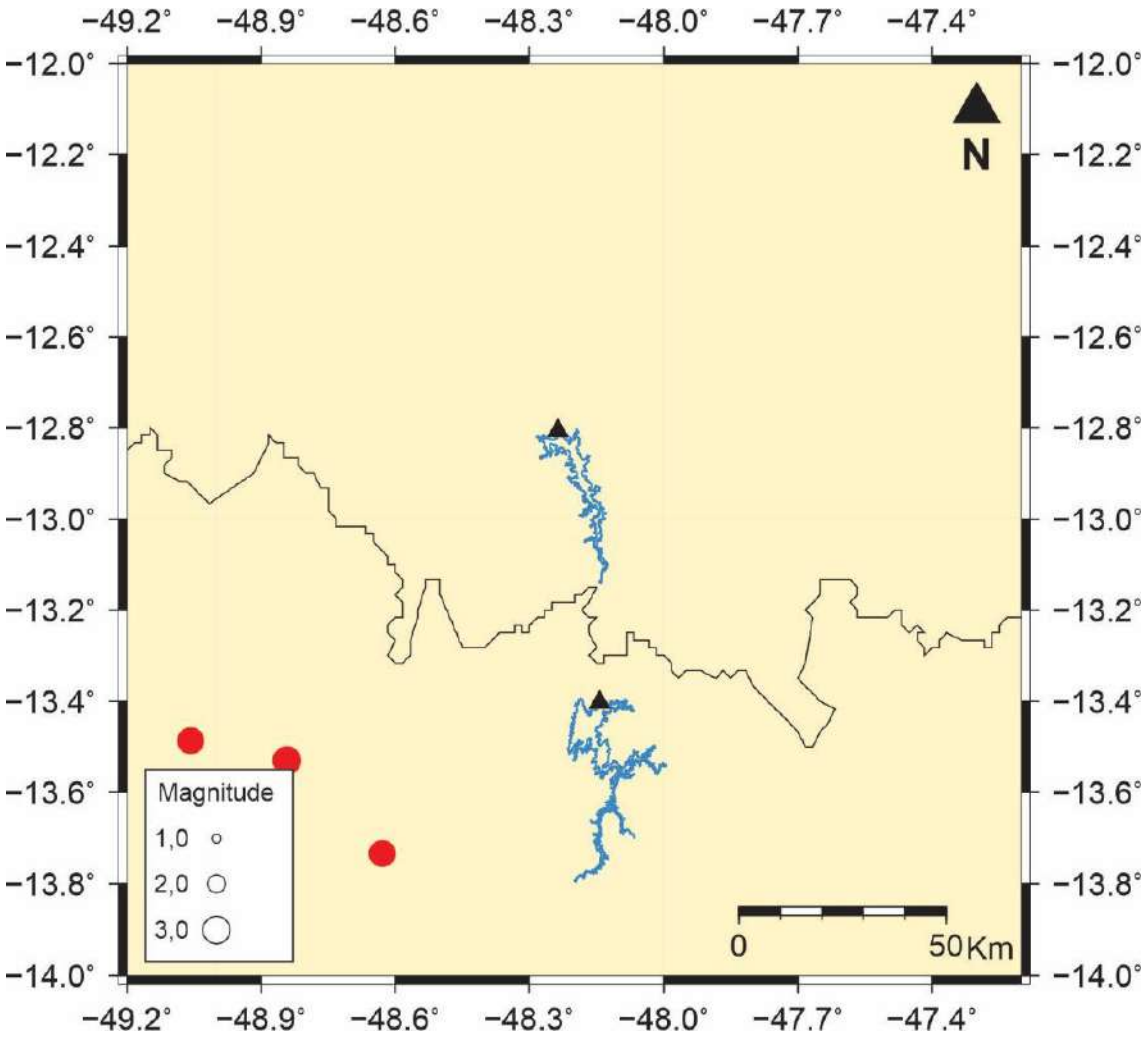


Figura 2.2. Localização dos eventos locais registrados. Os círculos em vermelho indicam a posição dos eventos naturais registrados no período e os triângulos em preto indicam a localização das barragens da UHE São Salvador e UHE Cana Brava.

Os eventos registrados se dispersaram entre 64,07 e 99,39km da barragem da UHE Cana Brava. As magnitudes dos eventos listados variaram entre 2,8 e 3,0 Md. Todos os eventos foram registrados no estado de Goiás, especificamente nos municípios de Porangatu, Campinaçu e Trombas. Em decorrência da baixa magnitude dos eventos, os mesmos não ofereceram perigo ao empreendimento.

2.3.2 Eventos Regionais

No período entre os meses de junho de 2023 e maio de 2024 foram registrados 110 eventos regionais provenientes de origem natural (tectônicos) pela RSBR. Os eventos artificiais não foram considerados na presente análise. A tabela com os eventos regionais registrados está apresentada no Anexo 2.1.

A Figura 2.3 apresenta a localização dos eventos sísmicos regionais registrados no período.

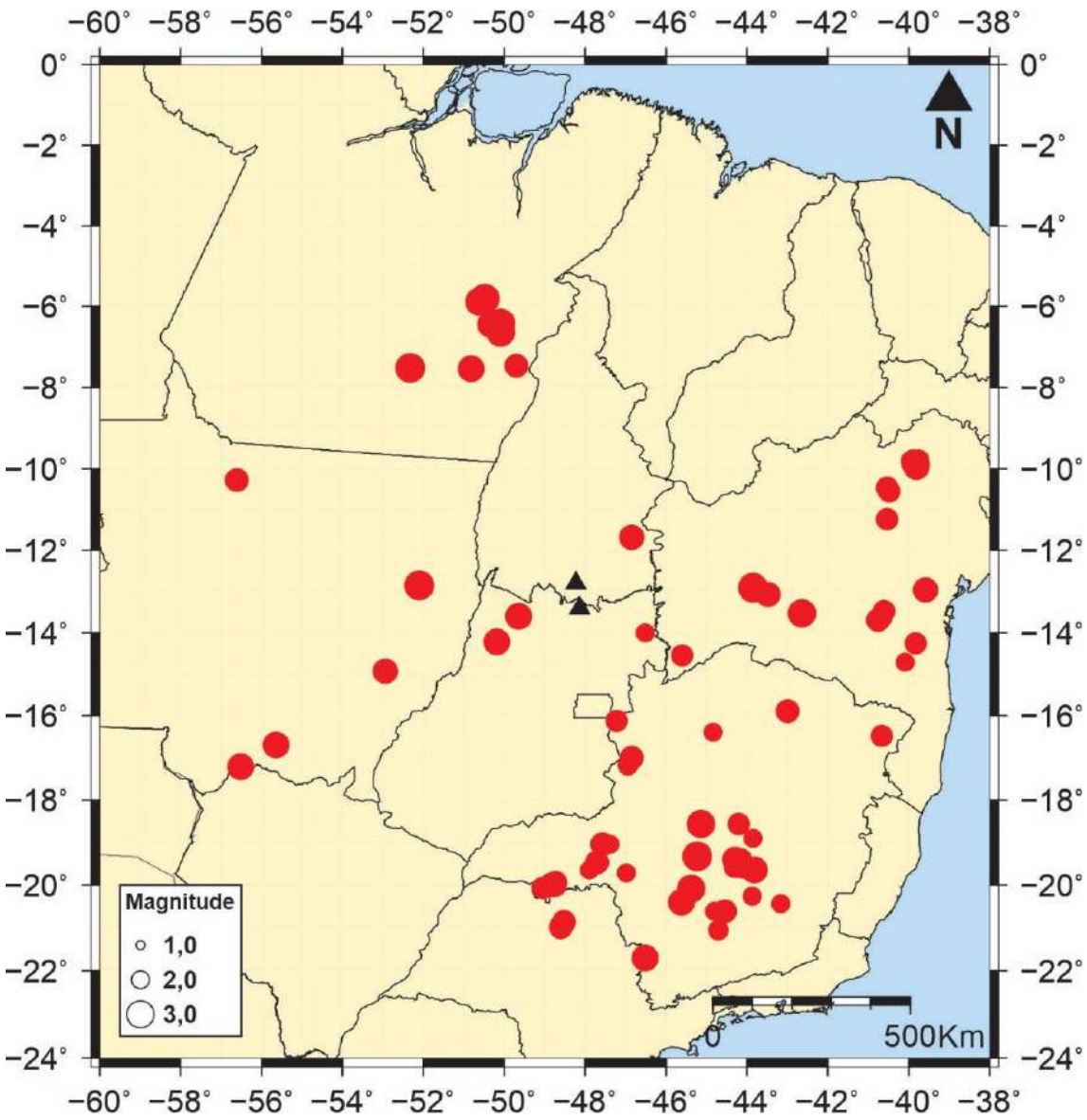


Figura 2.3. Localização dos eventos regionais registrados. Os círculos em vermelho indicam a posição dos eventos naturais registrados no período e os triângulos em preto indicam a localização das barragens da UHE São Salvador e UHE Cana Brava.

Os histogramas das distâncias epicentrais, magnitude e horário de origem dos eventos sísmicos regionais são apresentados na Figura 2.4.

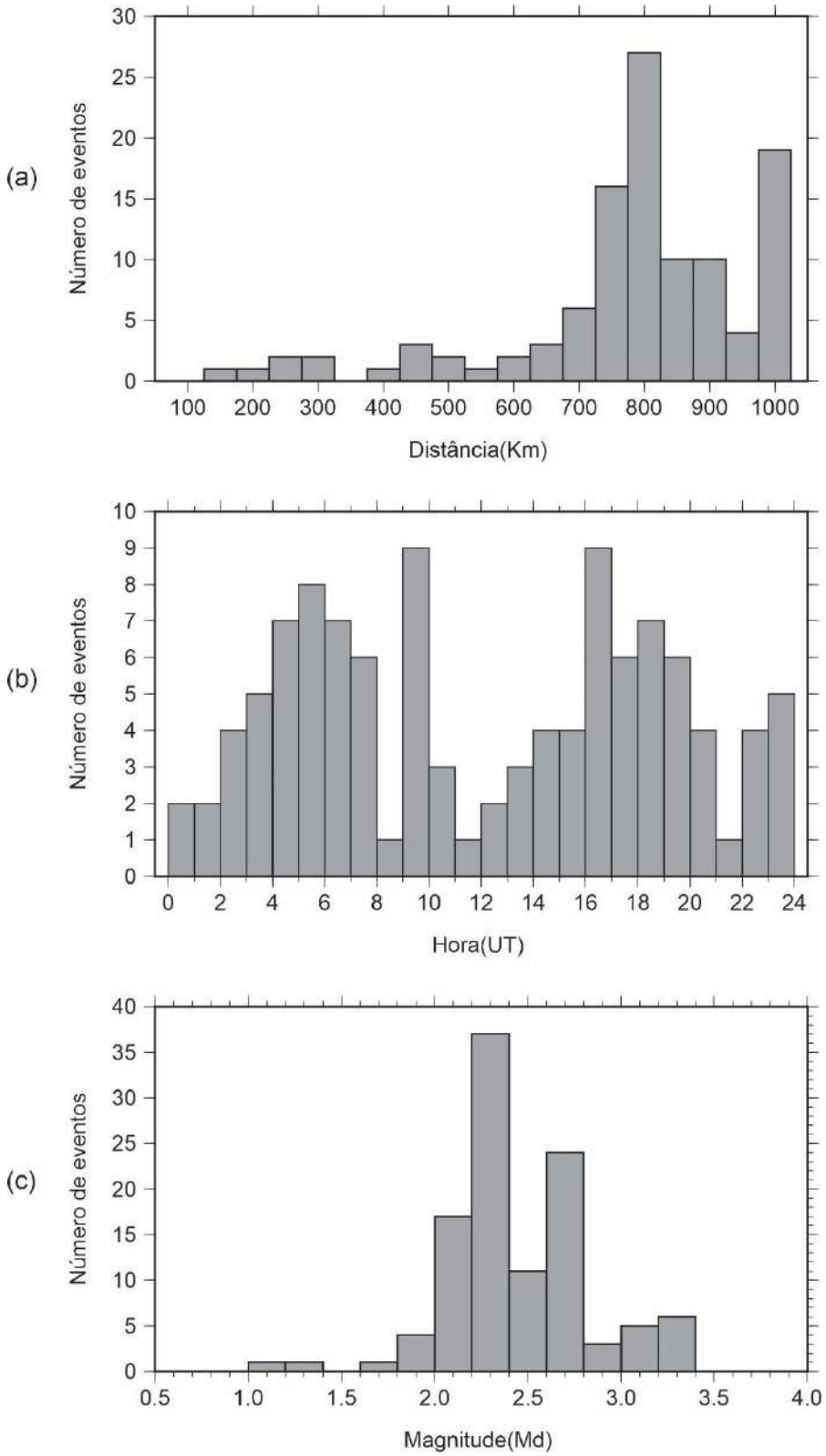


Figura 2.4. Histogramas de (a) distância epicentral, (b) horário de ocorrência e (c) magnitude dos 110 eventos sísmicos regionais registrados.

Os histogramas dos dados registrados indicam que os eventos registrados se dispersaram entre 164,72 e 998,29km, com uma concentração entre 800 e 1000km da barragem da UHE Cana Brava.

As magnitudes dos eventos listados apresentaram uma variação de valores entre 1,1 e 3,3 Md. A respeito do horário de ocorrência dos eventos, os mesmos se dispersaram de maneira uniforme pelas horas do dia, conforme esperado para eventos naturais.

2.4 Considerações Finais

No período entre os meses de junho de 2023 e maio de 2024 as estações que compõem a rede de monitoramento da ENGIE, utilizadas no monitoramento da UHCB, estiveram desativadas e não puderam ser utilizadas no monitoramento da atividade sísmica da região. Em decorrência disso, os dados apresentados foram obtidos através da Rede Sismográfica Brasileira (RSBR), monitorada pela USP e UnB. A aquisição de um novo equipamento foi providenciada e é previsto que o monitoramento seja continuado através de estação própria a partir de julho de 2024.

Foram registrados três eventos naturais (tectônicos) pela RSBR a menos de 100 km do reservatório da UHE Cana Brava no período de análise, no entanto, todos com intensidade insuficiente para causar qualquer transtorno. No mesmo período, foram registrados 110 eventos sísmicos naturais regionais.

3. MONITORAMENTO HIDROSSEDIMENTOMÉTRICO

3.1 Introdução

Esse relatório apresenta os resultados consolidados e as atividades previstas em atendimento ao PBA (Plano Básico Ambiental), do Programa de "Monitoramento Hidrossedimentológico e das Vazões dos Tributários dos cursos d'água na área de influência Usina Hidrelétrica Cana Brava, em que visa a acompanhar, avaliar e consolidar os dados hidrossedimentometricos durante a operação do empreendimento no período de junho de 2023 a maio de 2024, tais como: (1) Operação e manutenções em três estações fluvio-sedimentométricas, (2) obtenção diária da cota do nível da água (NA), por telemetria, (3) avaliação, consistência e validação dos dados gerados nas réguas limnimétricos convencional preenchidas pelos observadores,(4) medições de descargas líquidas, abrangendo a área molhada da seção, velocidade média da corrente, largura da seção transversal do rio em cada medição, profundidade média da seção transversal,(5) medições de descarga sólidas, que por meio da apreciação de amostras de agua coletadas nos pontos pré fixados de monitoramento são enviados para laboratórios credenciados e consequentemente feitos as respectivas análises laboratoriais, são devolvidas ao escritório para se realizar os cálculos relativos às descargas sólidas,(6) manutenção das seções transversais na área de abrangência do reservatório da UHE Cana Brava.

3.1.1 Aspectos Relevantes

Os aspectos relevantes consistem basicamente em:

- Executar rigorosamente as campanhas trimestrais de medições de descarga líquidas e solidas, em atendimento ao PBA (Plano Básico Ambiental e a resolução ANA/ANEEL n°127/2022;
- Realizar a manutenção e operação, na rede de estações fluvio-sedimentométricas e hidrométricas convencionais e telemétricas afta a UHE Cana Brava;
- Realizar a inspeção e recolhimentos das planilhas de anotações feita pelos observadores das estações convencionais;
- Atualizar as informações hidrossedimentométricas de acordo com os resultados levantados em campo;
- Executar a consistência de todos os dados gerados utilizando o sistema Hidros e SIAHD da Agência Nacional de Águas;
- Manter atualizadas e validadas as curvas-chave das descargas líquidas e sólidas;
- Enviar os dados de nível e chuva com a periocidade de uma em uma hora para a Central de dados da Ana em atendimento a resolução ANA/ANEEL n°127/2022;

- Manter kit de sobressalentes para a reposição de peças para a Rede Hidrométricas Telemétrica.

3.2 Caracterização da Área

A região monitorada compreende a área de drenagem incremental entre as usinas hidroelétricas de Serra da Mesa e São Salvador. A título de ilustração, a seguir a Figura 3.1 representa uma melhor distribuição espacial da drenagem como a localização dos postos de monitoramento da Rede Hidrométrica na área de abrangência da UHE Cana Brava. A Figura 3.2 mostra o diagrama topológico, com a localização da UHE Cana Brava na bacia do rio Tocantins em relação a UHE Serra da Mesa e UHE São Salvador

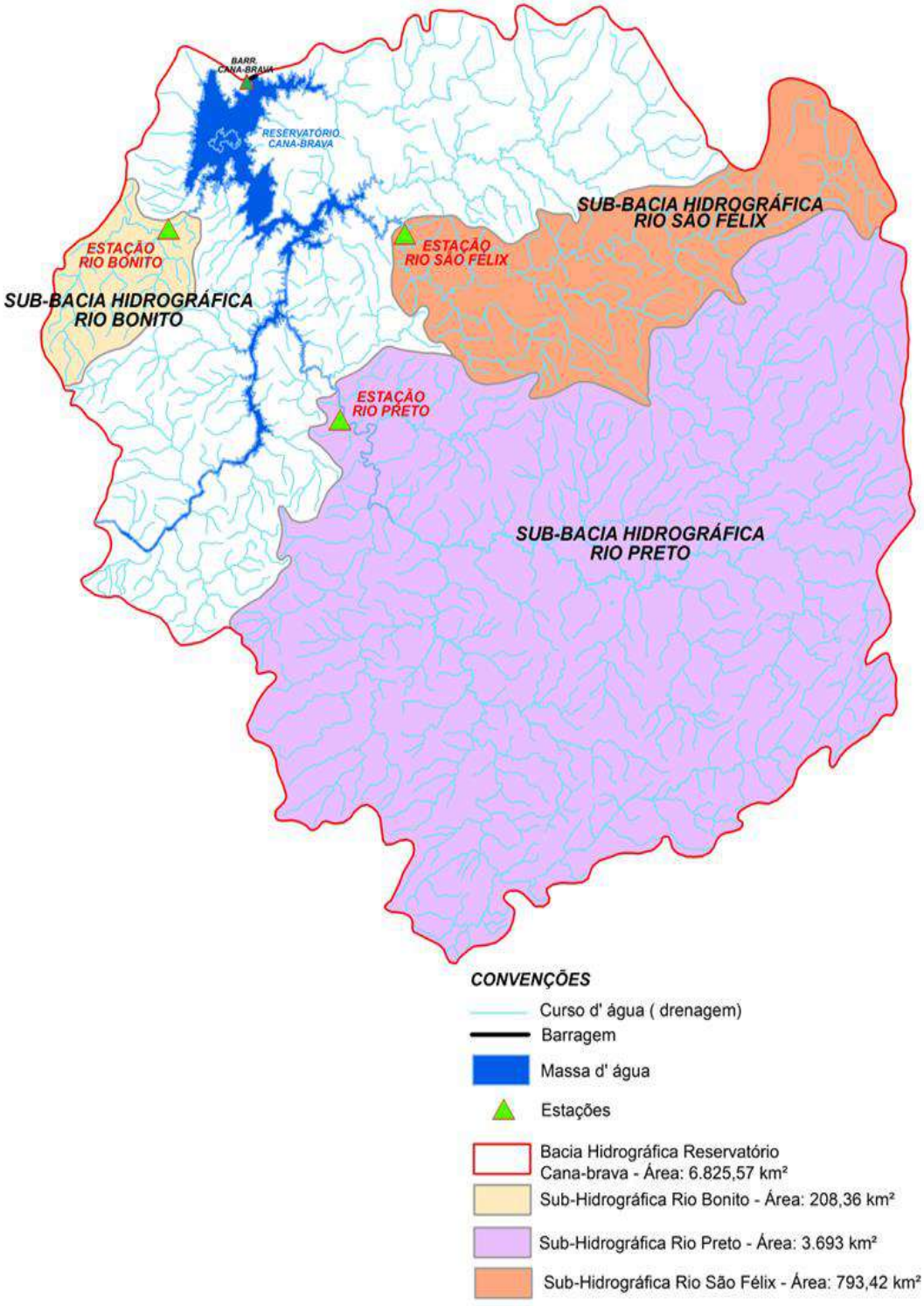


Figura 3.1. Área da bacia incremental, com os postos de medição da Usina de Cana Brava

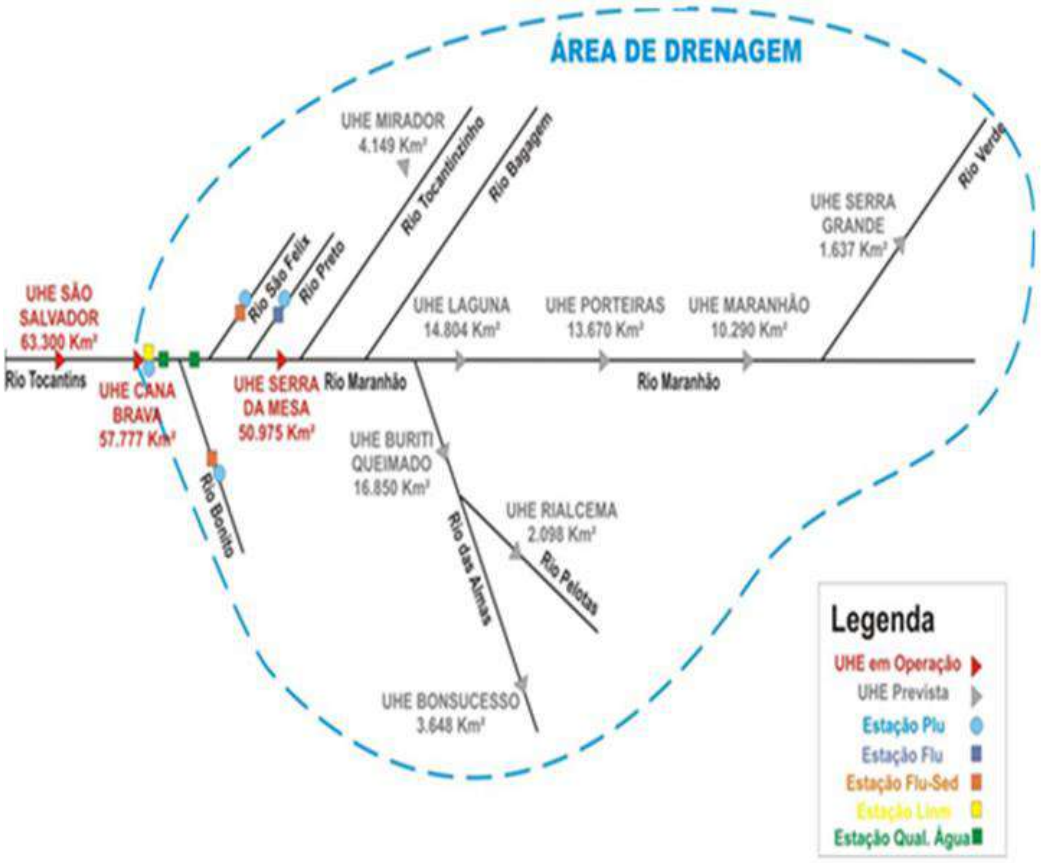


Figura 3.2. Diagrama Topológico- localização da UHE Cana Brava em relação a UHE Serra da Mesa.

3.2.1 Rede Hidrométrica

A rede de monitoramento hidrossedimentométrica instalada nos cursos d'água na área de influência da UHE Cana Brava, aprovada pela ANA, conforme disposto no Parecer Técnico nº708/2015SGH-ANA de 04/02/2016, para atendimento da Resolução Conjunta nº 03/2010, associada a este empreendimento, é composta por quatro estações pluviométricas, quatro estações fluviométricas, destas sendo duas sedimentométricas, e uma estação limnimétrica no Barramento do reservatório. Foram estabelecidos dois pontos de monitoramento da qualidade d'água no reservatório.

3.2.2 Localização das Estações Hidrossedimentométricas

A listagem das estações pluviométricas e fluviométricas em operação, bem como a localização das mesmas na área de abrangência da UHE Cana Brava, são apresentados na (Tabela 3.1.)

Tabela 3.1. Rede Hidrossedimentométrica instalada na Área de influência da UHE Cana Brava em Atendimento Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 3, de 10 de agosto de 2010

Código	Estação HidrosSedi-mentológico	Tipo	Rio	Município	UF	Latitude S	Longitude O	Opera-dora
01348009 21030000	UHE Cana Brava Rio Bonito	PFDST	Rio Bonito	Minaçu	GO	13º32”54.00”	48º13’48.00 ”	ENGIE Brasil Energia S.A
01348007 20980000	UHE Cana Brava Rio Preto	PFDT	Rio Preto	Colinas do Sul	GO	13º46’19.53”	48º1’43.86”	ENGIE Brasil Energia S.A
01347003 21040000	UHE Cana Brava Rio São Felix	PFDST	São Felix	Cavalcante	GO	13º33’14.34”	47º59’27.60 ”	ENGIE Brasil Energia S.A
01348006 21050080	UHE Cana Brava Barramento	PFT	Tocantins	Minaçu/ Cavalcante	GO	13º24’11.13”	48º8’37.61”	ENGIE Brasil Energia S.A
21050028	UHE Cana Brava Reservatório 1	Q	Tocantins	Minaçu	GO	13º27’11.00”	48º8’43.80”	ENGIE Brasil Energia S.A
21050025	UHE Cana Brava Reservatório 2	Q	Tocantins	Minaçu	GO	13º30’24.60”	48º8’12.53”	ENGIE Brasil Energia S.A

Legenda: Tipo* "P" Pluviométrica, "F" Fluviométrica (nível), "D" Medição de Descarga Liquida, "S" Medição de Descarga Sólida, "T" Sistema de transmissão via Telemetria, "Q" Qualidade da Água.

3.3 Atividades Executadas

3.3.1 Metodologia utilizada para as realizações das atividades em campo nas medições das descargas liquidas nas Estações Fluviométricas Convencionais

Nas medições de descarga líquida realizadas no período de junho de 2023 a maio de 2024, foi utilizado o mais moderno equipamento o ADCP (Perfilador Acústico Doppler) da marca (SonTek RiverSurveyor), sendo este um sistema robusto e bastante preciso, projetado para medir vazões fluviais, fluxos de água tridimensionais, profundidades e batimetria em embarcações paradas (medidas estacionárias) ou em movimento. O sistema RiverSurveyor oferece uma combinação dupla: um perfilador de velocidade acústico Doppler, aliado a um conjunto de software compatível com o sistema Windows, podendo ser usado em computador ou celular.

O ADCP portátil (Figura 3.3) é constituído de nove sensores que emitem feixes de ondas acústicas com diferentes frequências, permitindo obter imagens precisas tanto de locais rasos como profundos (até 60 metros de profundidade).

Além desses sensores, o M9 tem uma carcaça de Delrin de 13 cm de diâmetro e é composto de dois conjuntos de transdutores para medição de velocidade, ambos em

configuração Janus: quatro transdutores de 3,0 MHz e quatro de 1,0 MHz. Um feixe acústico vertical (sonda echo sounder) de 0,5 MHz fornece dados de profundidade.

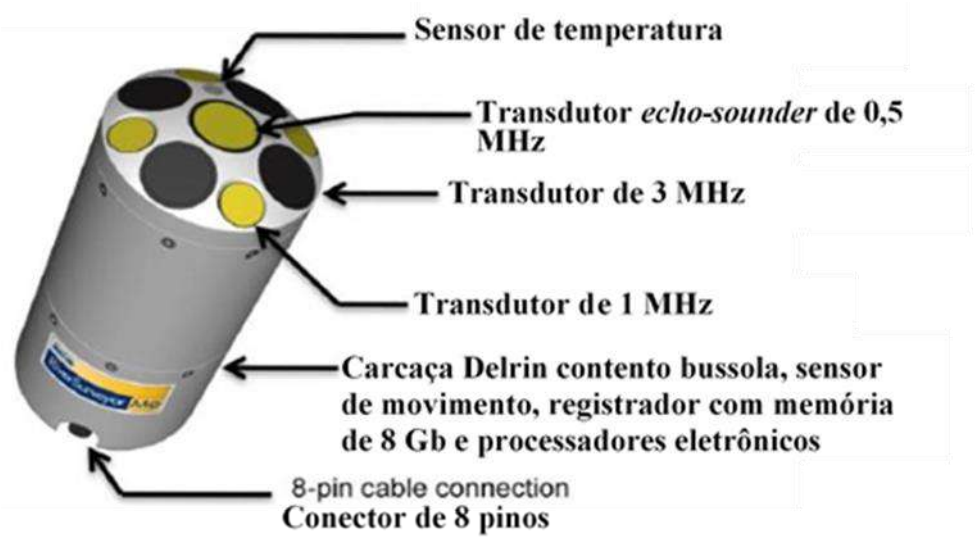


Figura 3.3. Ilustração da antena do ADCP M9.

O PCM (Figura 3.4) se conecta diretamente ao M9 por meio de um cabo de 1 metro. A sua função é fornecer alimentação ao ADCP usando um conjunto de baterias recarregáveis, permitindo comunicações remotas com o computador ou aparelho celular por bluetooth. Existem ainda locais para fixação da haste do D-GPS e o interruptor geral que liga e desliga todo o sistema (botão central, na cor verde). O D-GPS pode ser fixado tanto à unidade M9 quanto à unidade PCM.

A Figura 3.5 ilustra as unidades necessárias para a medição de vazão, como a sonda M9, o módulo PCM, a antena D-GPS e o uso facultativo do notebook ou celular smartphone Motorola. As medições de descarga líquida nos 03 postos fluviométricos foram efetuadas com a utilização do conjunto ADCP (sonda M9, módulo PCM e D-GPS).

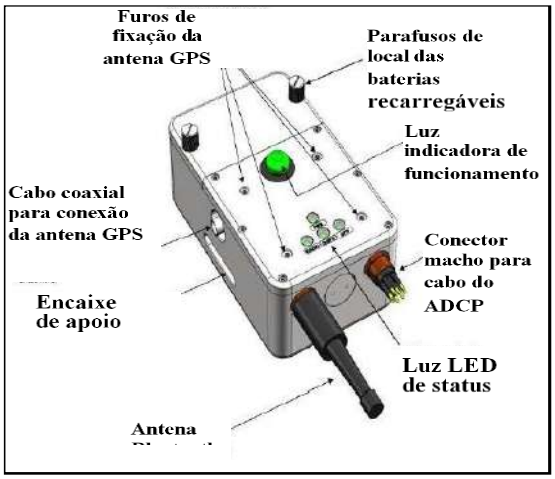


Figura 3.4. Módulo de Alimentação e Comunicação (PCM).



Figura 3.5. Hardware montado para a Bluetooh



Figura 3.6. Notebook usado na visualização dos dados gerados



Figura 3.7. Representação do equipamento River Surveyor M9 Montado

A comunicação e transmissão de dados entre o sensor instalado na prancha e o computador foi realizada via bluetooth, sistema que opera a uma distância de até 350 metros entre o computador e o PCM Rover. Tanto nas operações de medição de vazão, quanto no processamento de dados foi utilizado o software proprietário do fabricante, o RiverSurveyor.

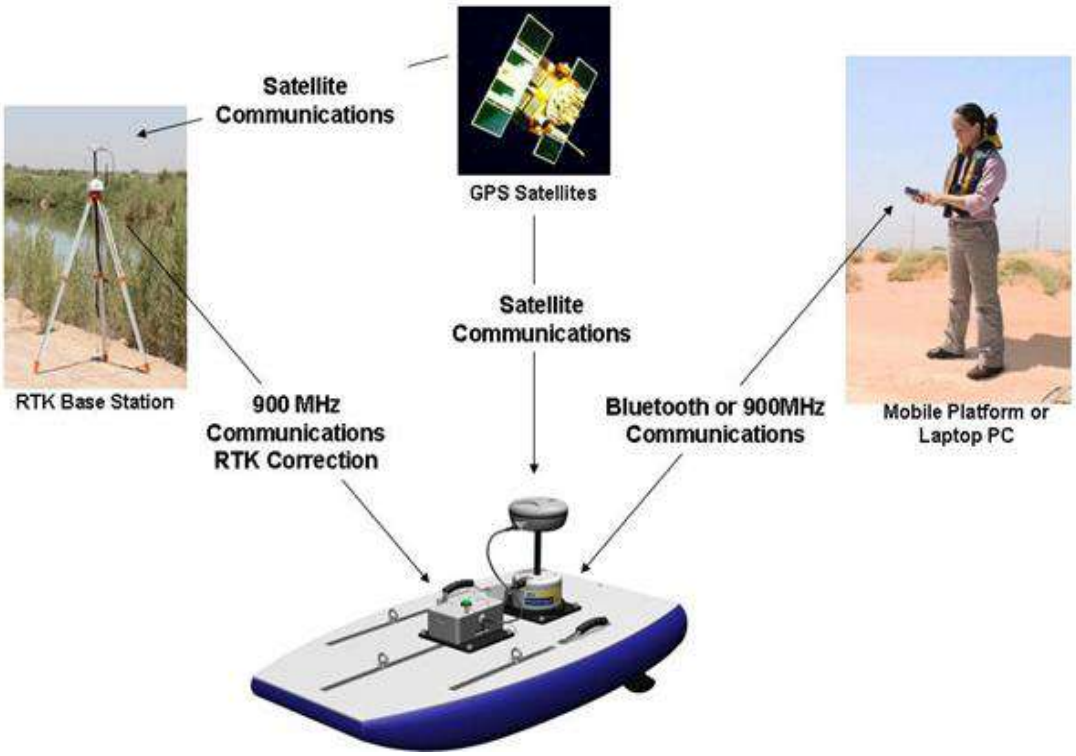


Figura 3.8 Esquema Ilustrativo do Funcionamento do M9

A Figura 3.8 mostra o Sistema de Doppler Acústico (ADCP) medidor M9 em um esquema ilustrativo de operação, já na Figura 3.9 é apresentado o equipamento em operação no rio. Na

Figura 3.10 está demonstrado o resultado da batimetria realizada pelo equipamento no Rio São Félix, apresentando a profundidade em metros no eixo y e as cores relatadas ao longo da seção transversal demonstram as velocidades da água em m/s nas diversas porções desta seção.



Figura 3.9. Sistema de Doppler Acústico (ADCP) modelo M9 em operação

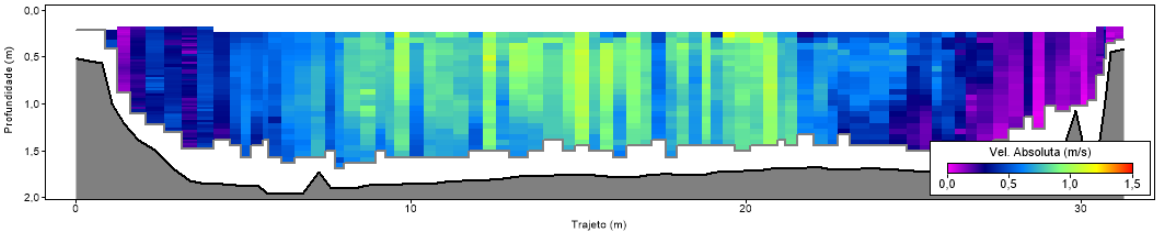


Figura 3.10. Resultado da medida de velocidade da água e vazão com o ADCP no Posto da Estação UHE Cana Brava Rio São Felix em dezembro de 2023.
LEGENDA: Cores quentes (tons de vermelho e amarelo) indicam velocidades maiores, enquanto as cores frias (tons de azul) indicam velocidades de correntes menores para a velocidade da água. A parte preta indica locais onde o ADCP extrapola matematicamente a velocidade da corrente. O limite branco junto a área cinza indica o leito rochoso do rio.

3.3.2 Metodologia utilizada para a realizações das atividades em campo nas medições das descargas solidas nas Estações Fluvio-sedimentométricas

Para auxiliar no procedimento a ser utilizado para obtenção da amostragem de sedimentos em suspensão, realizada pela equipe de campo, foi adotado o software "Hidrossedimentos", desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). Tal programa foi desenvolvido para auxiliar no cálculo de tempo de amostragem de sedimentos em suspensão a partir da medição de vazão obtida através de equipamentos acústico Doppler.

A metodologia mais utilizada para obtenção da amostragem de sedimentos em suspensão, é o IIL (Igual Incremento de Largura), devido a sua simplicidade e as recomendações descritas no Guia de Práticas Sedimentométricas. Brasília: ANEEL. 2000.116p. (CARVALHO, N.O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P.M.C.; LIMA, J.E.F.W.).

No método de igual incremento de largura (Figura 3.11), a área da seção transversal é dividida numa série de verticais igualmente espaçadas, sendo que em cada uma das verticais se utiliza a amostragem por integração vertical e segmentos de igual largura onde se obterá uma amostra de aproximadamente 400 ml (DH-59) para a vertical padrão e as demais verticais com os tempos proporcionais a profundidade da vertical e a profundidade do vertical padrão sendo que o número de verticais irá variar de acordo com a largura do rio; porém, é desejável trabalhar com dez verticais ou mais. Para o cálculo do tempo mínimo de trânsito, no método IIL, adota-se a mesma velocidade de trânsito para todas verticais, sendo o tempo proporcional à profundidade de cada vertical amostrada com a profundidade do vertical padrão.

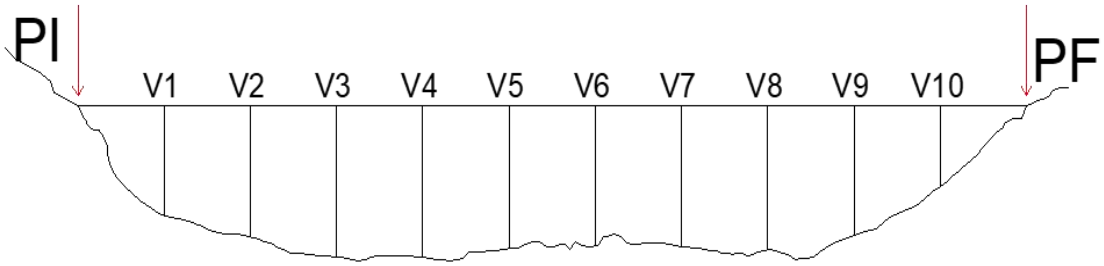


Figura 3.11. Exemplo de Seção Transversal pelo método de Igual Incremento de Largura.

Nas amostragens de sedimentos em suspensão as coletas realizadas no período de junho de 2023 a maio de 2024, foi utilizado o método de amostragem com a obtenção de uma amostra simples por vertical, cujo objetivo é de representar a concentração de sedimentos em suspensão (Css) média, para cada vertical, realizada pelo método de locação de Verticais de Igual Incremento de Largura (IIL). Para as coletas de sedimento em suspensão, nas estações UHE Cana Brava Rio Bonito, UHE Cana Brava Rio Preto e na UHE Cana Brava Rio São Félix, foram obtidas através do amostrador de sedimentos em suspensão (modelo DH-59) e guincho hidrométrico de 15Kgs (Figura 3.12).



Figura 3.12. Amostrador de Sedimento em Suspenção DH – 59.

Tabela 3.2. Resumo das atividades em Campo por Estação Período de junho de 2023 a maio de 2024.

Estação	Data da visita	Atividades
UHE Cana Brava Rio Bonito	23/05/2023	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida e sólida em suspensão, coleta de sedimento de fundo, batimetria, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD) , checagem de ofset e download dos dados.
UHE Cana Brava Rio Bonito	26/08/2023	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida e sólida em suspensão, batimetria, coleta de sedimento de fundo, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD) , checagem e ajuste de ofset e download dos dados registrados.
UHE Cana Brava Rio Bonito	03/12/2023	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida, sólida em suspensão, batimetria, coleta de sedimento de fundo, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD) , checagem de ofset e download dos dados registrados.
UHE Cana Brava Rio Bonito	28/02/2024	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida e sólida em suspensão, batimetria, coleta de sedimento de fundo, limpeza, manutenção da PCDs, checagem de ofset e download dos dados registrados.
UHE Cana Brava Rio Preto	22/05/2023	Medição de descarga liquida e sólida em suspensão, batimetria, coleta de sedimento de fundo, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD), checagem de ofset e download dos dados registrados.
UHE Cana Brava Rio Preto	25/08/2023	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida e sólida em suspensão, coleta de sedimento de fundo, batimetria, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD) , limpeza sensor de pressão, checagem de ofset e download dos dados.
UHE Cana Brava Rio Preto	03/12/2023	OBS: Não foi possível realizar medições de vazão e coleta de sedimentos devido ao acesso estar bloqueado por cadeado, não permitindo a chegada da embarcação.

Estação	Data da visita	Atividades
UHE Cana Brava Rio Preto	27/02/2024	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida, sólida em suspensão, coleta de sedimento de fundo, batimetria, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD), checagem de ofset e download dos dados registrados.
UHE Cana Brava Rio São Felix	21/05/2023	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida, sólida em suspensão, coleta de sedimento de fundo, batimetria, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD), checagem de ofset e download dos dados registrados.
UHE Cana Brava Rio São Felix	26/08/2023	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida, sólida em suspensão, coleta de sedimento de fundo, batimetria, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD), checagem de ofset e download dos dados registrados.
UHE Cana Brava Rio São Felix	04/12/2023	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida, sólida em suspensão, coleta de sedimento de fundo, batimetria, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD), checagem de ofset e download dos dados registrados.
UHE Cana Brava Rio São Felix	28/02/2024	Recolhimento das fichas de anotação das réguas do posto fluviométrico, medição de descarga liquida, sólida em suspensão, coleta de sedimento de fundo, batimetria, limpeza, manutenção preventiva da estação hidrológica (PCD), checagem de ofset e download dos dados registrados.

Na Tabela 3.3 são apresentados os resumos quantitativos das atividades das campanhas de campo realizadas nas estações fluvio-sedimentométricas, no período de junho de 2023 a maio de 2024.

Tabela 3.3. Resumo quantitativo das atividades de campo realizadas no período junho de 2023 a maio de 2024.

Nome das Estações	Quantidade de Medições					
	Descarga Líquida	Descarga Sólida	Visitas Inspeção e Manutenção	Nivelamento Réguas	Levantamento de seção transversal	Recolhimento Fichas
UHE Cana Brava Rio Bonito	4	4	5	1	1	12
UHE Cana Brava Rio Preto	4	4	4	1	1	12
UHE Cana Brava Rio São Felix	4	4	4	1	1	12
UHE Cana Brava	-	-	1	-	-	-

Nome das Estações	Quantidade de Medições					
	Descarga Líquida	Descarga Sólida	Visitas Inspeção e Manutenção	Nivelamento Réguas	Levantamento de seção transversal	Recolhimento Fichas
Barramento						
TOTAL	12	12	13	3	3	36

3.3.3 Campanhas Realizadas nas Estações Automáticas Telemétricas

Os serviços realizados nas estações automáticas telemétricas foram:

- Verificação da integridade dos equipamentos;
- Limpeza geral (caixa proteção, painel solar, pluviômetro, tubulações, sensores);
- Coleta de dados; limpeza da área próxima à estação e verificações de *hardware* e *software*,
- Trocas de baterias, sílicas e registro fotográfico do serviço realizado.

A título de ilustração são apresentadas a seguir os acervos fotográficos de algumas atividades realizadas.



Figura 3.13. Vista Geral da Estação UHE Cana Brava Rio Bonito.


Figura 3.14. Vista Geral da Estação UHE Cana Brava Rio Bonito.


Figura 3.15. Estação UHE Cana Brava Rio Preto.


Figura 3.16. Vista Geral da Estação UHE Cana Brava Rio São Felix.

3.3.4 Descrição das atividades de escritório

As atividades de escritório realizadas no período, foram realizadas conforme detalhado a seguir:

- Programação do roteiro das campanhas de campo;
- Preparação dos materiais de apoio para o cumprimento das atividades, como ficha descritiva da estação, última ficha de inspeção com as observações anteriores, dentre outros;
- Preparação dos equipamentos de campo;
- Verificação do veículo, barco e carreta;
- Reunião com os técnicos quando dos seus retornos do campo para conferência das atividades realizadas;
- Recebimento dos boletins, relatórios de inspeção, planilhas das medições e relatório circunstanciado da viagem de campo do hidrotécnico;
- Conferência de todo o material recebido;
- Preparação das amostras para enviar ao laboratório;
- Digitação de todos os dados e informações gerados no campo;
- Análise preliminar dos dados pluviométricos, fluviométricos, medições de descarga líquida e sólida e qualidade da água;
- Preparação dos históricos das estações, mantendo-os sempre atualizados;
- Importação dos dados para o sistema HIDRO da ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico);
- Elaboração da programação de demais providências para a próxima campanha;
- Análise de consistência dos dados pluviométricos, fluviométricos, limnimétricos, sedimentométricos e de qualidade da água;
- Elaboração dos Relatórios Técnicos anuais em atendimento aos órgãos ambientais.

Tabela 3.4. Resumo quantitativo das atividades de escritório realizadas no período junho de 2023 a maio de 2024.

Atividades	Quantidade de medições
Análise preliminar de cotas	12
Análise preliminar de pluviometria	16
Análise de perfil transversal	03
Cálculo e análise de medição de descarga líquida	12
Cálculo e análise de medição de descarga sólida	12
Conferência de relatório de inspeção (campanha)	12
Consolidação de séries fluviométricas (est. Ano)	48
Consolidação de séries pluviométricas (est. Ano)	48
Operação sistema anual telemetria	180.100

3.4 Resultados e Discussões

A seguir são apresentados os resultados obtidos nas campanhas, explicitando o comportamento das descargas líquidas, sólidas e resultados da análise de curvas–chaves dos cursos d'água na área de influência da UHE Cana Brava.

- UHE Cana Brava Rio Bonito- (21030000)

No período analisado, as medições de descarga líquida foram realizadas entre as cotas 66 cm e 99 cm, obtendo vazões líquidas variando entre 0,637 m3/s e 4,248 m3/s. Já as descargas sólidas variaram entre 2,48 ton /dia e 57,18 ton/dia (Tabela 3.5).

Tabela 3.5. Resumo das Medições na estação UHE Cana Brava rio Bonito.

Resumo das medições na estação: UHE Cana Brava Rio Bonito Período de 2015 a 2024 - Código ANA: 21030000									
Código ANA	Data	Cota (cm)	Q Liquida (m^3/s)	Área Molhada (m^2)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Prof. Média (m)	Css Mg/L	Qss (t/d)
21030000	08/03/2015	76	1,25	4,44	9,56	0,282	0,46	1	0,11
21030000	15/06/2015	65	0,422	4,25	7,81	0,1	0,54	<1	0,04
21030000	04/09/2015	56	0,352	3,55	7,6	0,1	0,47	<1	0,03
21030000	23/10/2015	58	0,371	3,77	7,88	0,099	0,48	18	0,58
21030000	08/02/2016	78	2,48	4,63	9,74	0,54	0,48	4	0,86
21030000	14/07/2016	58	0,27	6,63	11,44	0,041	0,58	<1	0,02
21030000	27/11/2016	58	0,44	5,29	12,82	0,08	0,41	<1	0,04
21030000	09/03/2017	63	0,6	4,98	13,1	0,12	0,38	2	0,1
21030000	15/07/2017	58	0,143	7,39	13,54	0,02	0,55	32	0,4
21030000	30/10/2017	Rio seco sem vazão							
21030000	19/02/2018	76	1,85	8,6	17,02	0,217	0,53	6	0,96
21030000	29/06/2018	60	0,59	5,81	12,91	0,102	0,45	<1	0,05
21030000	29/09/2018	57	0,14	6,04	12,25	0,022	0,49	2	0,02
21030000	01/12/2018	93	3,28	4,27	10,18	0,771	0,42	436	123,56
21030000	03/02/2019	66	0,87	6,68	12,62	0,133	0,53	<1	0,08
21030000	29/07/2019	48	0,240	1,40	9,10	0,174	0,15	<1	0,02
21030000	15/10/2019	53	0,070	1,09	8,65	0,066	0,13	2	0,01
21030000	13/12/2019	64	0,520	1,73	9,00	0,302	0,19	8	0,36
21030000	10/02/2020	102	4,29	5,03	9,80	0,854	0,51	16	5,93
21030000	31/08/2020	66	0,44	1,65	9,20	0,266	0,18	< 1	0.04
21030000	30/10/2020	64	0,45	1,68	9,60	0,265	0,17	< 1	0,04
21030000	30/11/2020	67	0,74	2,01	9,50	0,369	0,21	32	2,05
21030000	01/05/2021	74	1,285	4,03	10,0	0,317	0,40	24,63	2,73
21030000	20/08/2021	88	0,25	2,53	7,4	0,100	0,34	13,55	0,29
21030000	06/102021	70	0,62	2,69	8,00	0,229	0,34	21,14	1,15
21030000	01/02/2022	115	5,43	9,33	12,47	0,582	0,75	110,05	51,84
21030000	09/04/2022	89	2,75	7,37	13,06	0,373	0,56	25,2	5,99
21030000	24/07/2022	73	0,715	4,66	12,10	0,153	0,39	0,01627	0
21030000	14/10/2022	68	0,513	3,62	12,00	0,142	0,30	20,77	0,92
21030000	26/11/2022	87	2,185	6,57	12,46	0,333	0,53	199,8	37,72
21030000	24/02/2023	80	1,681	5,71	12,54	0,294	0,46	184,5	26,8
21030000	23/05/2023	69	0,964	4,79	12,50	0,201	0,38	29,75	2,48
21030000	26/08/2023	66	0,637	5,58	12,90	0,114	0,43	166,6	9,17
21030000	04/12/2023	70	1,084	4,19	13,40	0,259	0,31	131	12,27
21030000	28/02/2024	99	4,248	7,98	13,98	0,533	0,57	155,8	57,18

Legenda: (cm – centímetro), (m3/s – metro cúbico por segundo), (m – metros), (m2 - metro quadrado), (Css – Concentração Sedimento em Suspensão), (mg/l – miligramas por litro), (Q sed – descarga sólida), (t/d – tonelada dia).

Na Figura 3.17 é apresentado o gráfico de curva-chave de descarga sólida x descarga líquida na estação – UHE Cana Brava Rio Bonito do período de maio 2023 a fevereiro de 2024.

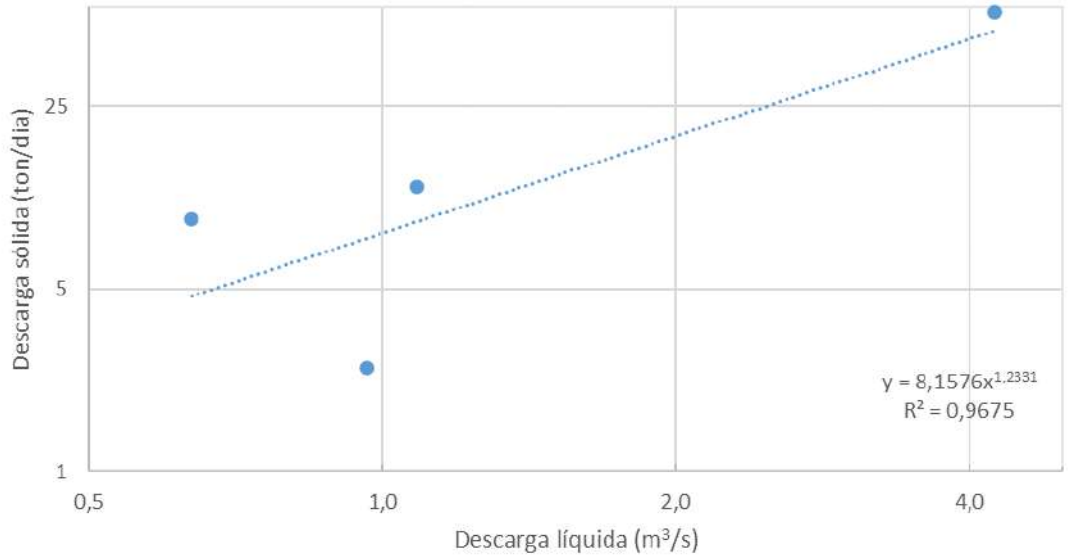


Figura 3.17. Gráfico de curva-chave de descarga sólida x descarga líquida da Estação UHE Cana Brava Rio Bonito de maio de 2023 a fevereiro de 2024.

Na Figura 3.18 é apresentado o gráfico de série da cota x descarga líquida na estação UHE Cana Brava Rio Bonito do período de maio de 2023 a fevereiro de 2024.

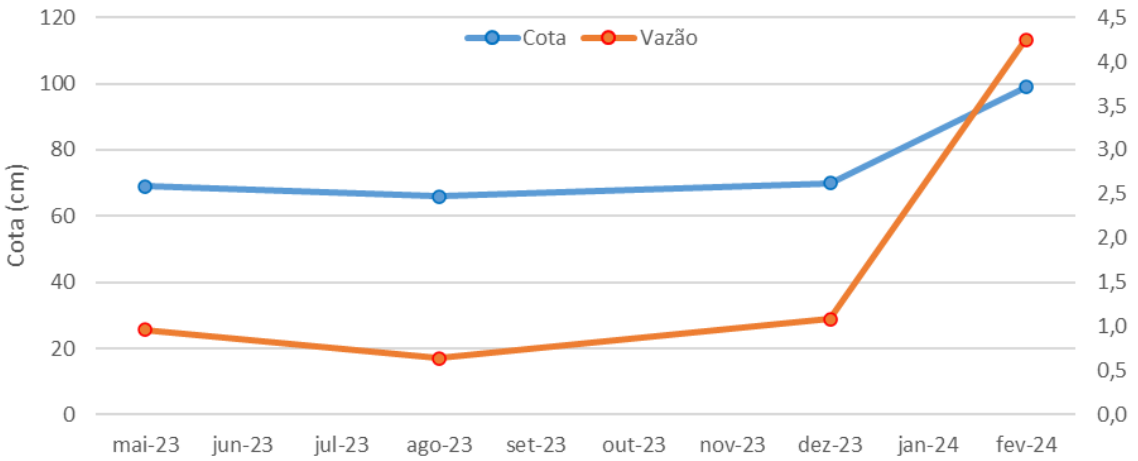


Figura 3.18. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava Rio Bonito.

Na Figura 3.19 é apresentado o gráfico de série da cota x descarga líquida na estação UHE Cana Brava Rio Bonito do período de março de 2015 a fevereiro de 2024.

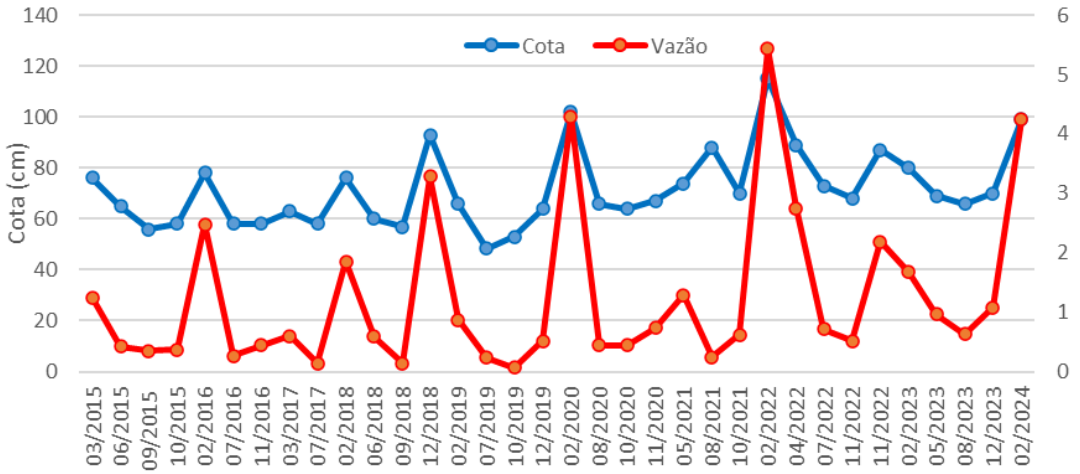


Figura 3.19. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava Rio Bonito.

A estação foi analisada com apoio da estação 20980000, mesmo não estando no mesmo curso d'água possuem comportamento semelhante.

Na análise de cotas do ano de 2023 houve falha no sensor apenas no dia 17/04/2023. Essa falha foi preenchida nas cotas médias através de média aritmética. Os valores analisados e corrigidos estão identificados como estimados (*) no banco Hidro.

O levantamento da curva de descarga levou em consideração as medições de 2015 a maio de 2024. A relação cota-vazão foi determinada inicialmente pelo método Johnson e refinada pela ferramenta solver na planilha "21030000" gerada através do SIADH. A curva de descarga resultante é composta por 8 equações potenciais. Cada período da curva corresponde a aproximadamente um ano, visto que a cada enchente, o perfil transversal sofre mudanças que alteram a relação cota-vazão.

A partir da análise, foi observado que, em cotas baixas, os pontos cota- vazão apresentam comportamentos distintos ao longo do tempo, variando a vazão para a mesma cota. Por ser um rio muito pequeno, há grande diferença entre as medições ao longo do tempo, pois qualquer mudança no leito do rio, por menor que seja, apresenta uma mudança significativa na relação cota-vazão, podendo-se notar a diferença principalmente entre a velocidade e a profundidade. Estas curvas são convergentes no tramo superior, assegurando a compatibilidade local das extrapolações. O desvio absoluto das equações é de 7% com relação às vazões medidas. A partir dos dados da curva-chave, foi gerada a série de vazões, que apresentou consistência e não foi necessária qualquer correção.

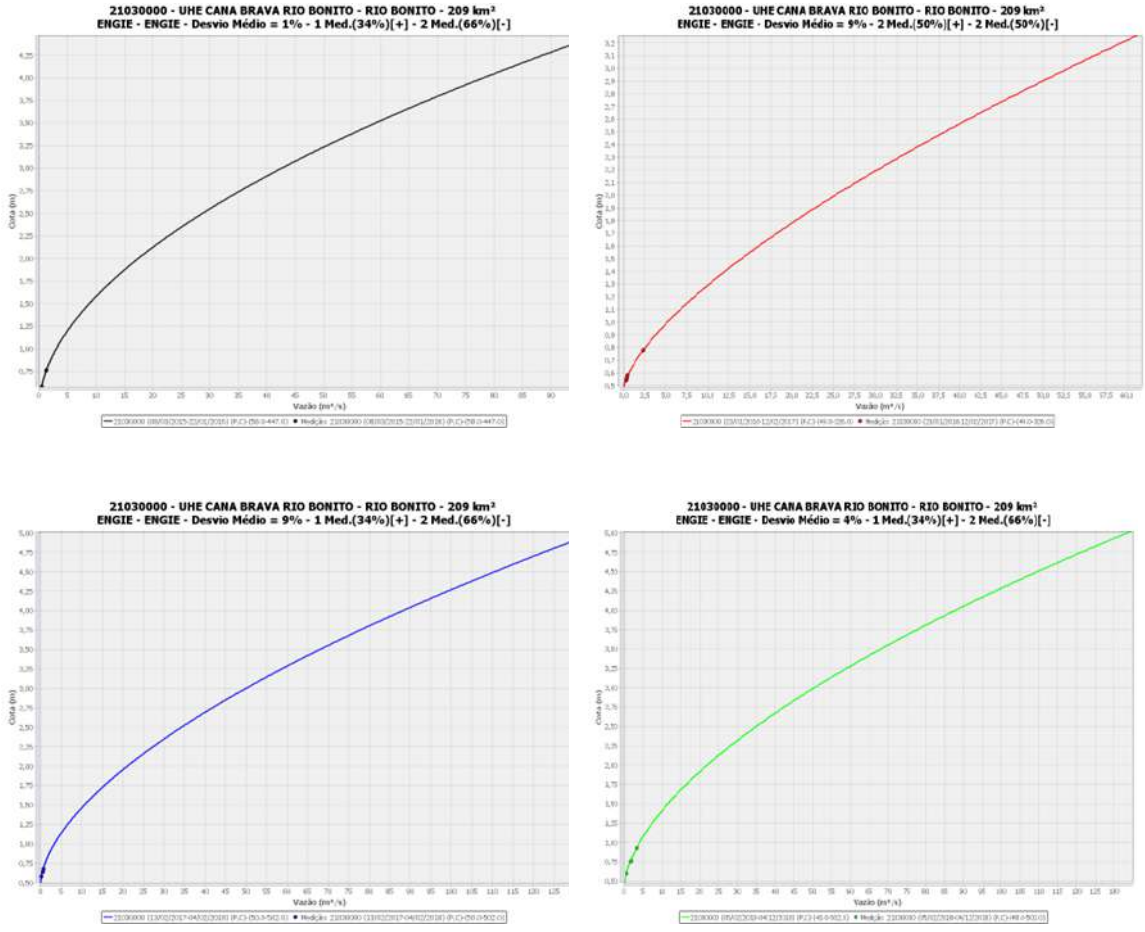
A extrapolação superior foi obtida a partir do método logarítmico. Esta extrapolação foi avaliada comparativamente com os métodos de Manning, Declividade-Conveyance, Stevens (derivações de Chezy e Manning) e Área x Velocidade.

Diante do exposto acima, considera-se a relação cota x vazão definida condizente para o ponto monitorado.

Resumo das Principais Características das Curvas-chave

		Equação - Coeficientes			Intervalo de Cotas (cm)			
Estação	Tipo de Curva	a	h0	n	Min.	Max.	Validade	Desvio Absoluto Médio (%)
21030000	EQUAÇÃO	6.76	0.35	1.89	58.0	447.0	08/03/2015 - 22/01/2016	1
21030000	EQUAÇÃO	13.61	0.48	1.47	49.0	326.0	23/01/2016 - 12/02/2017	9
21030000	EQUAÇÃO	10.6146	0.5	1.69	50.0	502.0	13/02/2017 - 04/02/2018	9
21030000	EQUAÇÃO	9.9986	0.41	1.7	48.0	502.0	05/02/2018 - 04/12/2018	4
21030000	EQUAÇÃO	12.33	0.49	1.57	49.0	290.0	05/12/2018 - 24/03/2020	9
21030000	EQUAÇÃO	15.7211	0.56	1.431	60.0	502.0	25/03/2020 - 03/07/2021	9
21030000	EQUAÇÃO	12.03	0.54	1.6	59.0	424.0	04/07/2021 - 26/12/2022	8
21030000	EQUAÇÃO	12.0	0.5	1.6	51.0	337.0	27/12/2022 - 31/05/2024	9

Figura 3.20. Características das Curvas chave UHE Rio Bonito



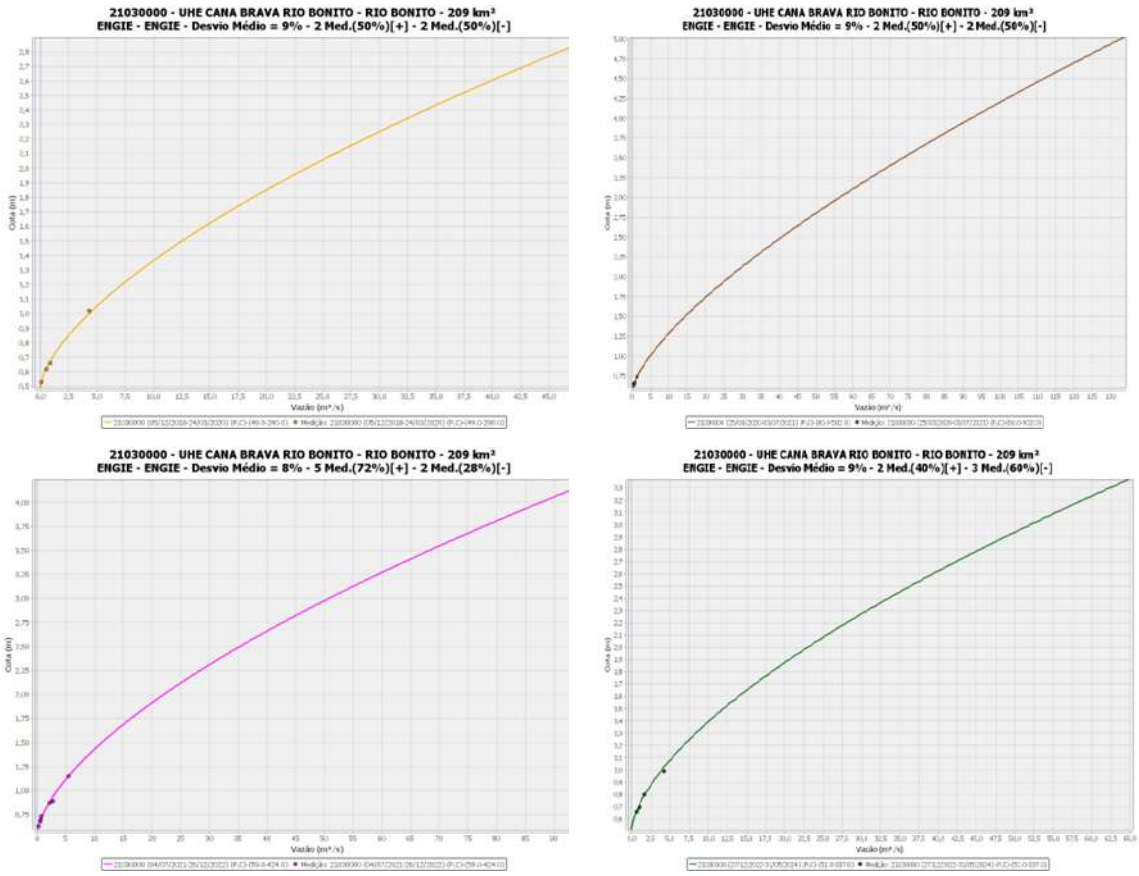


Figura 3.21. Curvas Chave da estação UHE Cana Brava Rio Bonito

Na Figura 3.22 é apresentado a curva-chave ajustada da UHE Cana Brava Rio Bonito do período de 2015 a fevereiro de 2024.

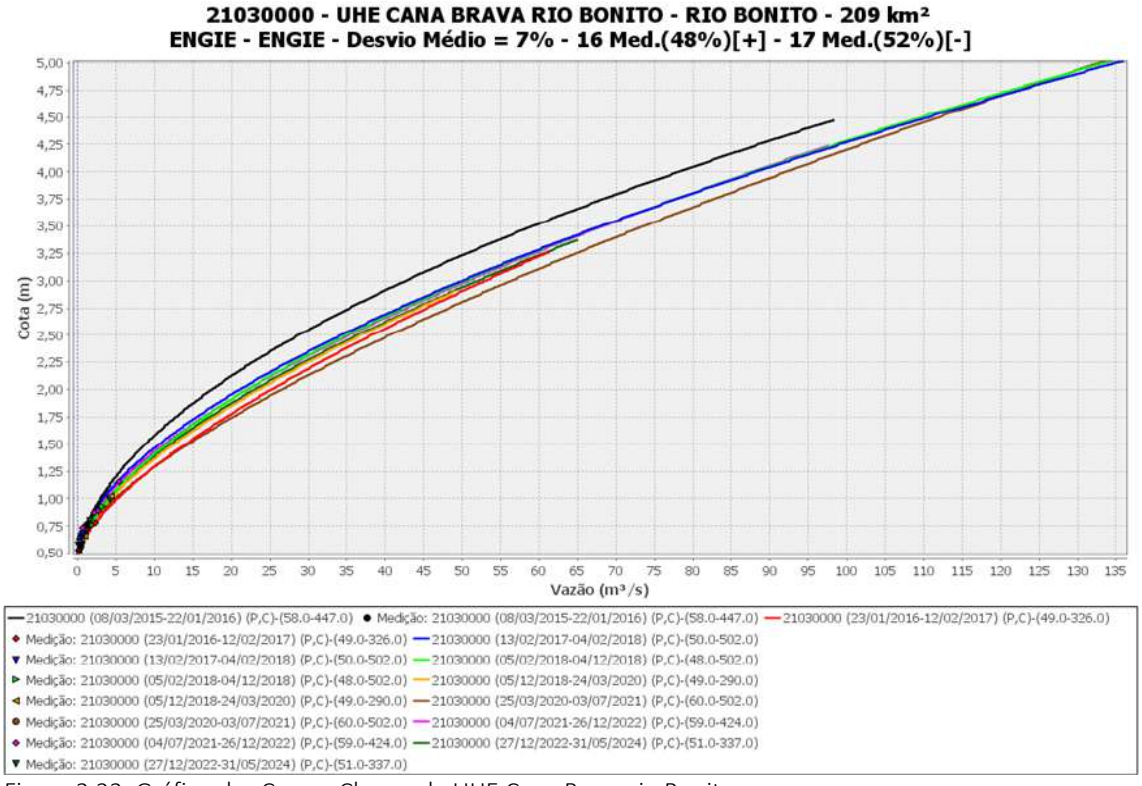


Figura 3.22. Gráfico das Curvas Chaves da UHE Cana Brava rio Bonito.

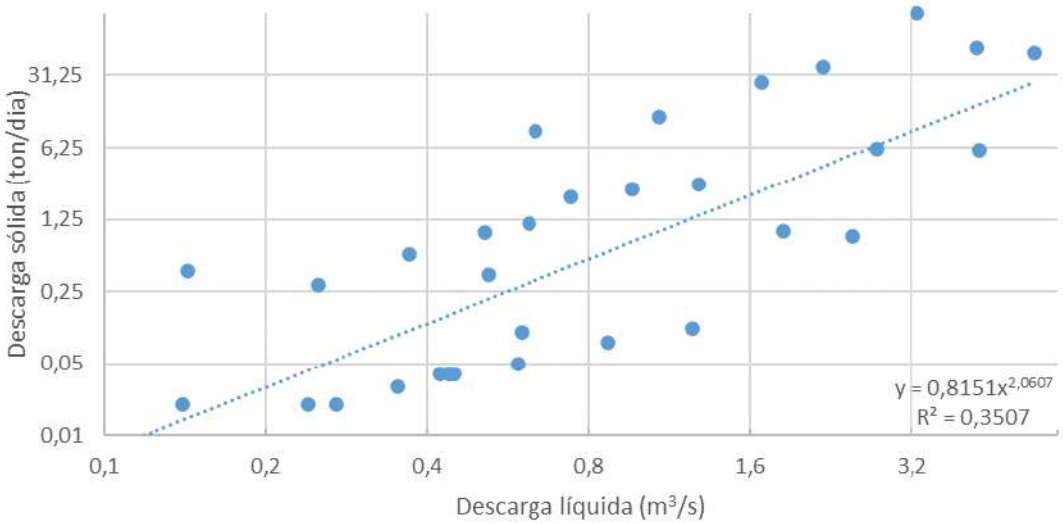


Figura 3.23. Gráfico de Curva Chave Descarga Solida x Descarga liquida da Estação UHE Cana Brava rio Bonito.

- UHE Cana Brava Rio Preto- (20980000)

No período analisado, as medições de descarga líquida foram realizadas entre as cotas 44 cm e 155 cm, obtendo vazões líquidas variando entre 4,750 m3/s e 65,259 m3/s. Já as descargas sólidas variaram entre 4,96 ton /dia e 157,59 ton/dia vide Tabela 3.6.

Na Figura 3.24 é apresentado o gráfico de curva-chave descarga sólida x descarga líquida na estação UHE Cana Brava Rio Preto do período de maio de 2023 a fevereiro de 2024.

Tabela 3.6. Resumo das Medições na estação UHE Cana Brava rio Preto

Resumo das medições na estação: UHE Cana Brava Rio Preto Código ANA: 20980000									
Código ANA	Data	Cota (cm)	Q Liquida (m³/s)	Área Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Prof. Média (m)	Css Mg/L	Qss (t/d)
20980000	08/03/2015	171	77,9	112	59,18	0,698	1,88	<1	6,73
20980000	23/10/2015	39	3,2	41,1	51,06	0,078	0,81	<1	0,28
20980000	07/02/2016	188	81,9	85,7	60,17	0,956	1,42	107	757,15
20980000	14/07/2016	44	4,22	33,2	55,76	0,127	0,63	<1	0,36
20980000	27/11/2016	66	12,8	46	55,74	0,279	0,84	6	6,64
20980000	07/03/2017	73	16,3	56,7	53,11	0,287	0,73	6	8,45
20980000	16/07/2017	40	3,85	42,9	55,64	0,09	0,77	8	2,66
20980000	31/10/2017	34	2,74	41,5	52,71	0,066	0,79	<1	0,24
20980000	20/02/2018	121	40,8	59,4	58,89	0,687	1,01	2	7,05
20980000	27/06/2018	52	7,91	43,9	52,32	0,18	0,84	<1	0,68
20980000	29/09/2018	38	4,03	37,1	55,84	0,109	0,66	2	0,7
20980000	30/11/2018	74	17,2	58,8	52,7	0,293	1,12	6	8,92
20980000	04/02/2019	70	14,5	62,5	54,07	0,233	1,16	12	15,03
20980000	29/07/2019	46	4,98	45,2	53,29	0,110	0,85	2	0,86
20980000	13/12/2019	106	33,5	73,7	55,40	0,454	1,33	92	266,28
20980000	10/02/2020	236	118,24	147,72	65,88	0,801	2,24	32	326,91
20980000	02/09/2020	44	4,66	49,92	50,22	0,093	0,99	2	0,81
20980000	29/10/2020	88	24,09	63,92	54,79	0,377	1,17	96	199,81
20980000	27/11/2020	85	22,52	68,79	54,70	0,327	1,26	10	19,46

Resumo das medições na estação: UHE Cana Brava Rio Preto Código ANA: 20980000									
Código ANA	Data	Cota (cm)	Q Liquida (m³/s)	Área Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Prof. Média (m)	Css Mg/L	Qss (t/d)
20980000	3004/2021	108	35,77	71,15	55,63	0,503	1,28	30,51	94,29
20980000	17/08/2021	42	4,75	38,52	53,28	0,121	0,72	15,71	0,05
20980000	06/102021	42	4,12	39,44	53,63	0,105	0,74	38,31	13,64
20980000	01/02/2022	226	105,9	127,24	67,74	0,832	1,88	35,15	321,61
20980000	08/04/2022	98	30,27	73,1	57,24	0,414	2,41	3,905	10,21
20980000	24/07/2022	52	7,416	59,00	49,98	0,126	1,18	11,83	7,58
20980000	16/10/2022	43	4,750	54,20	49,56	0,088	1,09	9,485	3,89
20980000	25/11/2022	106	36,539	85,80	51,16	0,426	1,68	47,13	148,79
20980000	24/02/2023	171	78,103	119,53	53,59	0,654	2,23	68,37	461,37
20980000	22/05/2023	72	15,834	60,95	49,92	0,654	1,22	15,22	20,82
20980000	25/08/2023	44	5,125	49,47	50,47	0,104	0,98	11,2	4,96
20980000	03/12/2023	58	10,444	59,23	50,06	0,170	1,18	21,81	19,68
20980000	27/02/2024	155	65,259	73,28	54,32	0,891	1,35	27,95	157,59

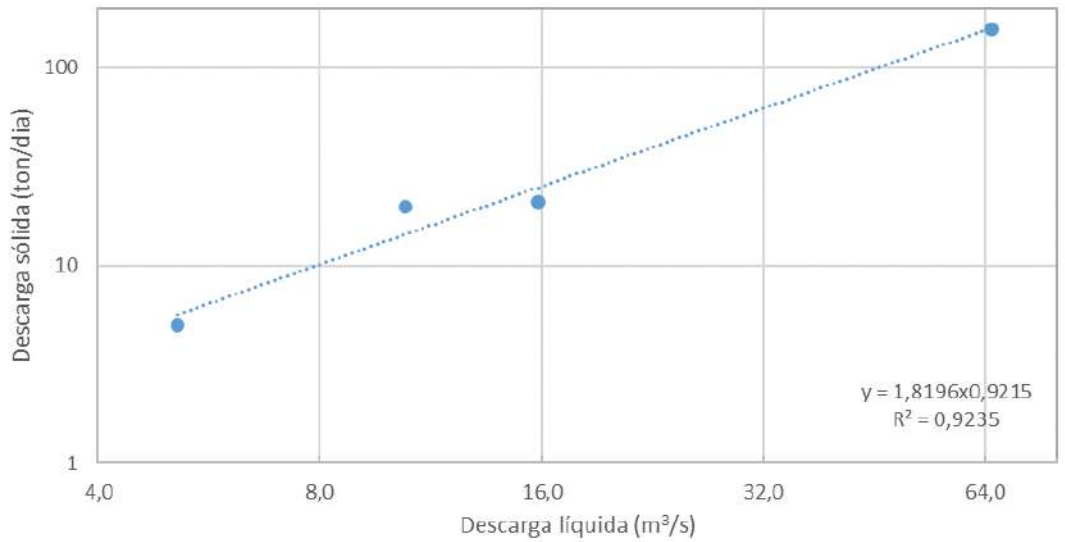


Figura 3.24. Gráfico de curva-chave de descarga sólida x descarga líquida da Estação UHE Cana Brava Rio Preto 2023-2024.

Na Figura 3.25 é apresentado o gráfico de série da cota x descarga líquida na estação UHE Cana Brava Rio Preto do período de maio de 2023 a fevereiro de 2024.

,

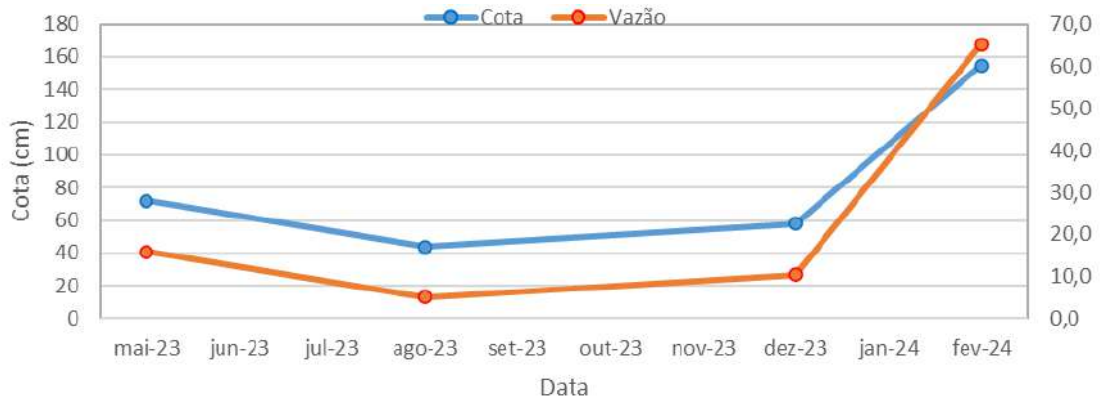


Figura 3.25. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava rio Preto

Na Figura 3.26 é apresentado o gráfico de série da cota x descarga líquida na estação UHE Cana Brava Rio Preto do período de março de 2015 a fevereiro de 2024.

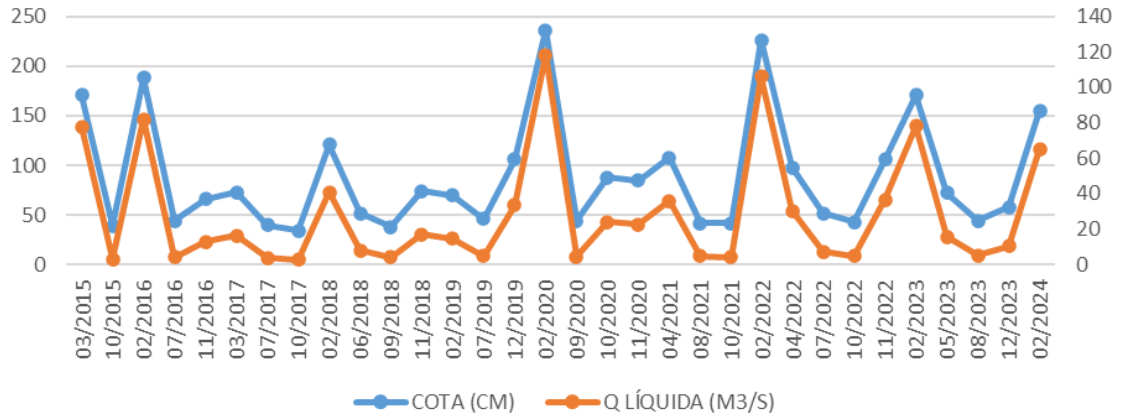


Figura 3.26. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava rio Preto

A estação foi analisada com apoio de outras estações da região, porém não havia nenhuma estação no mesmo curso d'água. As estações 21040000, 21030000 foram comparadas, verificando-se os dados de precipitação e a variação de nível dos rios a partir da análise de cotas e vazões.

No ano de 2023 o sensor de nível não apresentou falhas, não sendo necessário nenhuma correção e nem preenchimento de dados.

Para elaborar a curva-chave foram levados em consideração os pontos de medição de 2015 a 2024. O balanceamento para cotas e tempo gerado pelo software "SIADH" na pasta "450-Curva-Chave" mostrou-se adequado e dentro dos limites.

A relação cota-vazão foi determinada inicialmente pelo método Johnson e refinada pela ferramenta solver na planilha "20980000" gerada através do SIADH. A curva de descarga resultante é composta por 1 equação potencial. O desvio absoluto da equação é de 7% com

relação às vazões medidas. A partir da curva-chave, foi gerada a série de vazões, que apresentou consistência e não foi necessária qualquer correção.

A extrapolação superior foi obtida a partir do método logarítmico. Esta extrapolação foi avaliada comparativamente com os métodos de Manning, Declividade-Conveyance, Stevens (derivações de Chezy e Manning) e Área x Velocidade.

Diante do exposto acima, considera-se a relação cota x vazão definida condizente para o ponto monitorado.

O resultado do desvio foi de 7%. O desvio foi considerado satisfatório, sendo validada e adotada a curva-chave.

Resumo das Principais Características das Curvas-chave

		Equação - Coeficientes			Intervalo de Cotas (cm)			
Estação	Tipo de Curva	a	h0	n	Min.	Max.	Validade	Desvio Absoluto Médio (%)
20980000	EQUAÇÃO	41.068	0.21	1.416	29.0	836.0	08/03/2015 - 31/05/2024	7

Figura 3.27. Características das curvas – chaves da Estação UHE Cana Brava Rio Preto.

O gráfico a seguir apresenta a curva-chave com as medições de descargas líquidas de março de 2015 a fevereiro de 2024.

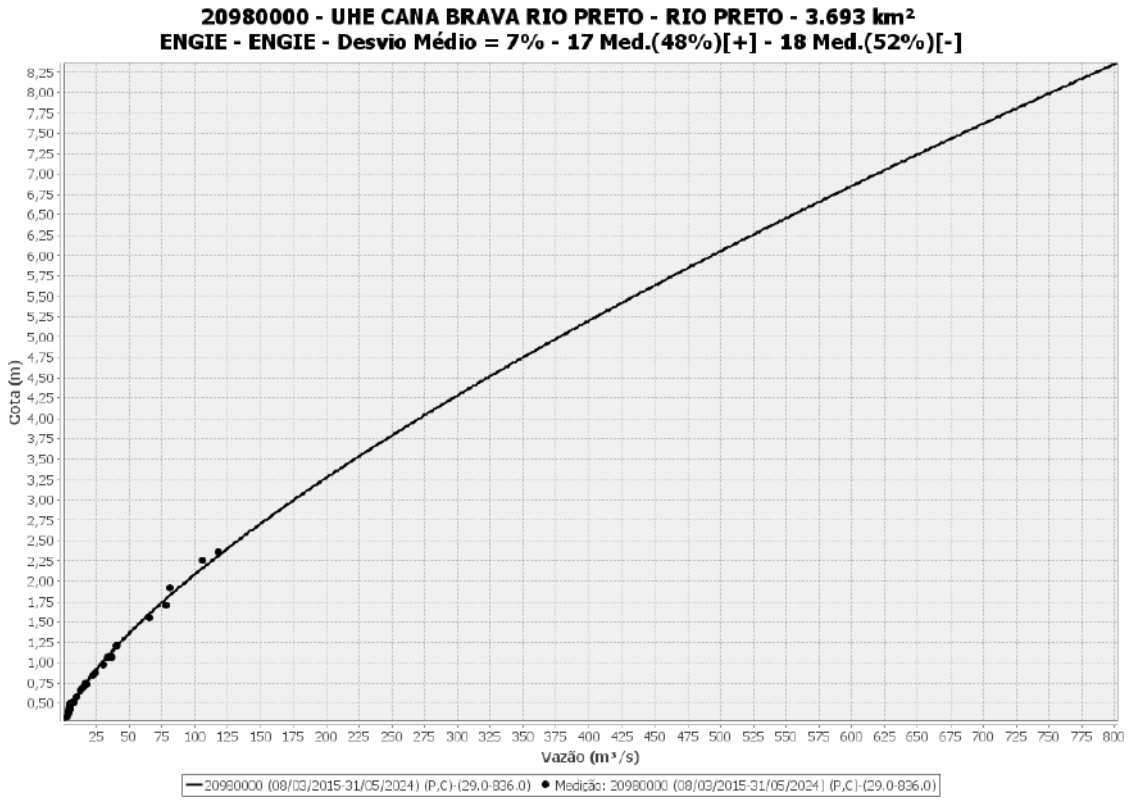


Figura 3.28. Gráfico das Curvas- Chaves no posto UHE Cana Brava rio Preto

Na Figura 3.29 é apresentado o gráfico da curva-chave de cota x descarga líquida da estação UHE Cana Brava Rio Preto, gerado a partir da base de dados do ano de março 2015 a fevereiro o de 2024, conforme Tabela 3.6.

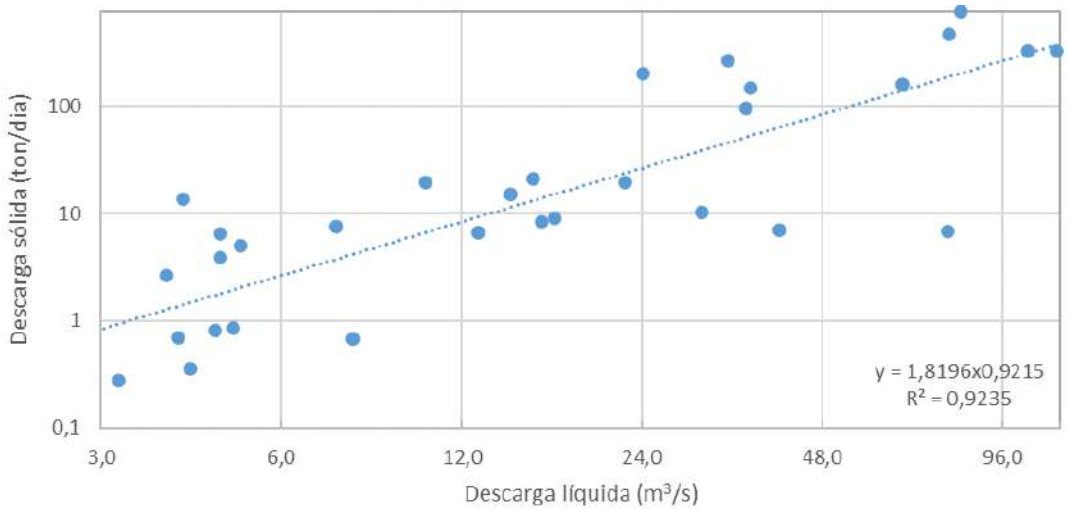


Figura 3.29. Curva- Chave Descarga Solida x Descarga liquida da Estação UHE Cana Brava rio Preto.

- UHE Cana Brava Rio São Felix- (21040000)

No período analisado, as medições de descarga líquida foram realizadas entre as cotas 104 cm e 178 cm, obtendo vazões líquidas variando entre 3,664 m3/s e 27,435 m3/s. Já as descargas sólidas variaram entre 9,07 ton /dia e 760,18 ton/dia (Tabela 3.7).

Tabela 3.7. Resumo das medições na estação UHE Cana Brava rio São Felix.

Resumo das medições na estação: UHE Cana Brava Rio Bonito Código ANA: 21030000									
Código ANA	Data	Cota (cm)	Q Liquida (m³/s)	Área Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Prof. Média (m)	Css Mg/L	Qss (t/d)
21040000	11/03/2015	136	13,6	41	30,26	0,331	1,35	1	1,18
21040000	24/10/2015	80	3,2	28,2	29,15	0,113	0,97	1	0,28
21040000	09/02/2016	200	46	71,3	43,07	0,646	1,65	259	1029,37
21040000	15/07/2016	95	3,44	36,7	29,73	0,094	1,23	1	0,3
21040000	30/11/2016	106	5,41	38,4	28,91	0,141	1,33	1	0,47
21040000	08/03/2017	115	6,58	35,2	28,41	0,187	1,25	42	23,88
21040000	18/07/2017	94	2,96	30	29,57	0,099	1,02	12	3,07
21040000	01/11/2017	92	2,84	29,5	29,78	0,096	1	72	17,67
21040000	21/02/2018	135	12,2	41,5	29,3	0,295	1,41	6	6,32
21040000	29/06/2018	102	4,13	28,8	28,62	0,144	1,01	<1	0,36
21040000	30/09/2018	89	2,71	25,6	29,8	0,106	0,86	<1	0,23
21040000	01/12/2018	123	8,28	34,1	29,32	0,243	1,16	60	42,92
21040000	05/02/2019	137	11,9	35,9	30,08	0,332	1,19	18	18,51
21040000	30/07/2019	101	3,47	24,7	28,77	0,141	0,86	4	1,20
21040000	16/10/2019	92	2,36	21,6	28,09	0,110	0,77	8	1,63
21040000	14/12/2019	120	7,00	27,0	28,19	0,259	0,96	36	21.77
21040000	11/02/2020	169	23,09	45,04	27,94	0,513	1,61	16	31,92
21040000	01/09/2020	100	3,54	29,26	28,42	0,121	1,03	4	1,22

Resumo das medições na estação: UHE Cana Brava Rio Bonito Código ANA: 21030000									
Código ANA	Data	Cota (cm)	Q Liquida (m³/s)	Área Molhada (m²)	Largura (m)	Vel. Média (m/s)	Prof. Média (m)	Css Mg/L	Qss (t/d)
21040000	30/10/2020	108	5,02	31,00	28,56	0,162	1,09	< 1	0,43
21040000	28/11/2020	117	6,75	33,16	29,04	0,204	1,14	38	22,16
21040000	01/05/2021	132	10,09	38,25	29,53	0,264	1,30	11,77	10,26
21040000	19/08/2021	98	3,31	29,71	30,15	0,112	0,99	43,95	12,57
21040000	08/10/2021	96	3,00	28,2	28,93	0,106	0,97	17,43	4,52
21040000	23/12/2021	255	76,69	88,5	46,22	0,867	1,91	276	1828,78
21040000	09/04/2022	142	13,52	42,35	29,62	0,32	1,85	3,905	4,56
21040000	23/07/2022	108	4,815	30,22	30,51	0,161	0,99	15,71	6,54
21040000	15/10/2022	98	3,012	26,93	29,42	0,112	0,92	9,641	2,51
21040000	26/11/2022	133	10,403	34,27	29,71	0,304	1,15	26,17	23,52
21040000	25/02/2023	162	19,608	45,77	29,83	0,429	1,53	20,06	33,98
21040000	21/05/2023	126	8,032	35,65	30,09	0,225	1,18	18,37	12,75
21040000	26/08/2023	104	3,664	28,65	29,37	0,128	0,98	28,64	9,07
21040000	04/12/2023	178	27,435	51,03	31,77	0,534	1,61	320,7	760,18
21040000	28/02/2024	154	17,252	46,41	30,44	0,372	1,52	10,92	16,28

Na Figura 3.30 é apresentado o gráfico de curva-chave de descarga sólida x descarga líquida na estação UHE Cana Brava Rio São Felix do período maio de 2023 a fevereiro de 2024.

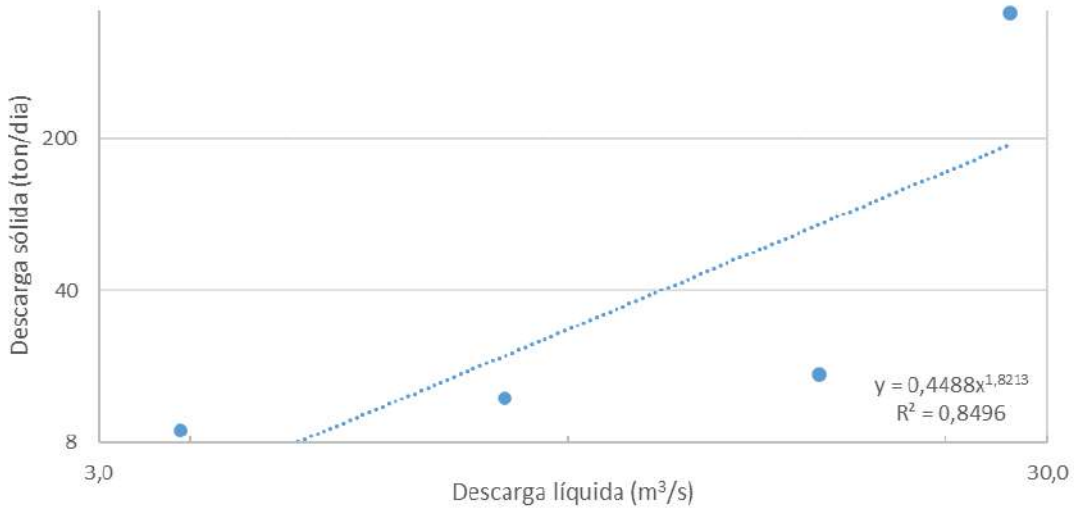


Figura 3.30. Gráfico de curva-chave de descarga sólida x descarga líquida da Estação UHE Cana Brava Rio São Felix 2023-2024.

Na Figura 3.31 é apresentado o gráfico de série da cota x descarga líquida na estação UHE Cana Brava Rio São Felix do período de maio 2023 a fevereiro de 2024.

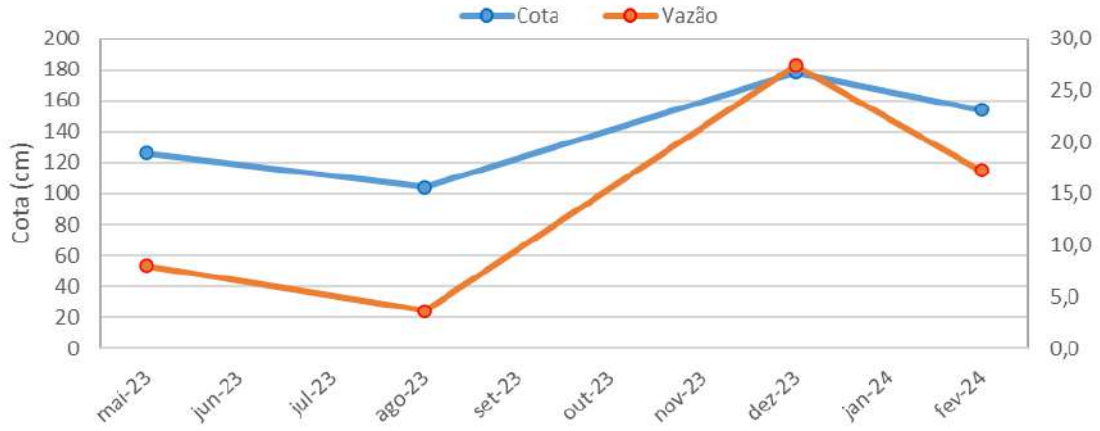


Figura 3.31. Cota versus Descarga Liquidas da Estação UHE Cana Brava rio São Felix.

Na Figura 3.32 é apresentado o gráfico de série da cota x descarga líquida na estação UHE Cana Brava Rio São Felix do período de março de 2015 a fevereiro de 2024.

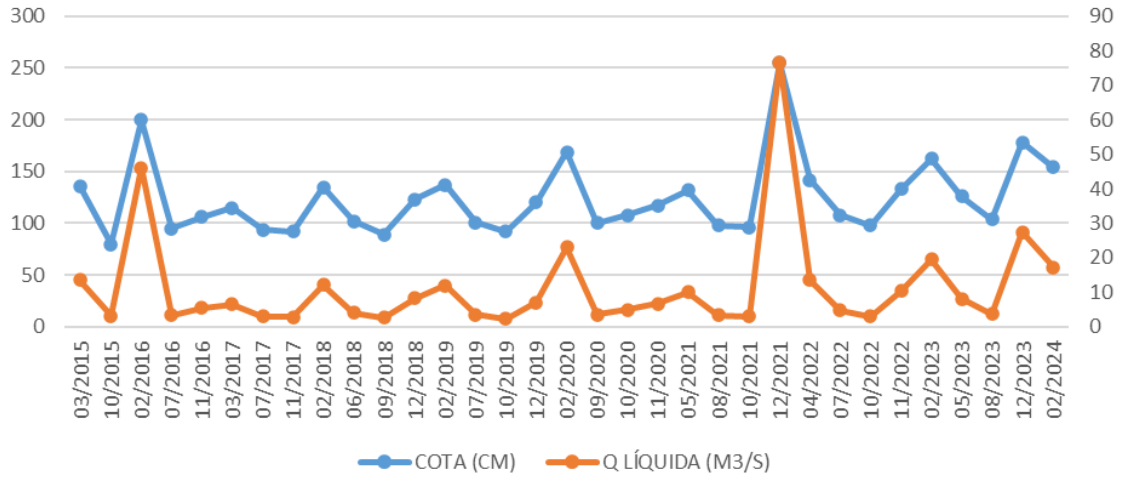


Figura 3.32. Cota versus Descarga Liquidas da UHE Cana Brava rio São Felix

A estação foi analisada com apoio de outras estações da região, porém não havia nenhuma estação no mesmo curso d'água. As estações 20980000, 21030000 foram comparadas, verificando-se os dados de precipitação e a variação de nível dos rios a partir da análise de cotas e vazões.

O sensor apresentou falha na transmissão entre os dias 15/10/2023 até 04/12/2023 e por esse motivo não registrou os dados de cota. Para preenchimento desse período foi utilizado o método de interpolação linear com dados da estação 21030000. O resultado final quando comparado com os períodos anteriores e com a estação de apoio se mostrou coerente.

Para elaborar a curva-chave foram levados em consideração os pontos de medição de 2015 a maio de 2024. O balanceamento para cotas e tempo gerado pelo software "SIADH" no produto "450-Curva-Chave" mostrou-se adequado e dentro dos limites.

A relação cota-vazão foi determinada inicialmente pelo método Johnson e refinada pela ferramenta solver na planilha "21040000" gerada através do SIADH. A curva de descarga resultante é composta por 1 equação potencial. O desvio absoluto da equação é de 10% com relação às vazões medidas. A partir da curva-chave foi gerada a série de vazões que apresentou consistência e não foi necessária qualquer correção.

A extrapolação superior foi obtida a partir do método logarítmico. Esta extrapolação foi avaliada comparativamente com os métodos de Manning, Declividade-Conveyance, Stevens (derivações de Chezy e Manning) e Área x Velocidade.

Diante do exposto acima, considera-se a relação cota x vazão definida condizente para o ponto monitorado.

O resultado do desvio foi de 10%. O desvio foi considerado satisfatório, sendo validada e adotada a curva-chave.

Resumo das Principais Características das Curvas-chave

		Equação - Coeficientes			Intervalo de Cotas (cm)			
Estação	Tipo de Curva	a	h0	n	Min.	Max.	Validade	Desvio Absoluto Médio (%)
21040000	EQUAÇÃO	17.58	0.56	1.87	82.0	375.0	11/03/2015 - 31/05/2024	10

Figura 3.33. Características das curvas – chaves da Estação UHE Cana Brava São Felix

O gráfico a seguir apresenta a curva-chave com as medições de descargas líquidas de março de 2015 a fevereiro de 2024.

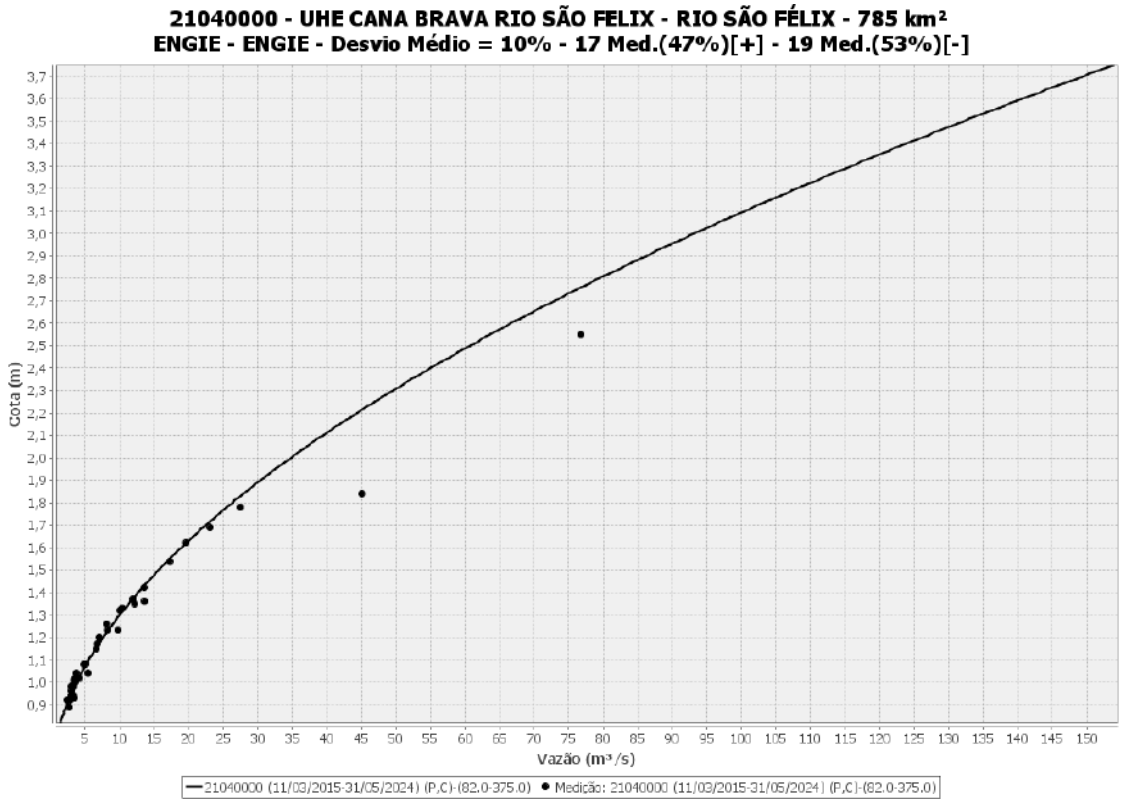


Figura 3.34. Curva- Chave ajustada – Estação UHE Cana Brava rio São Felix

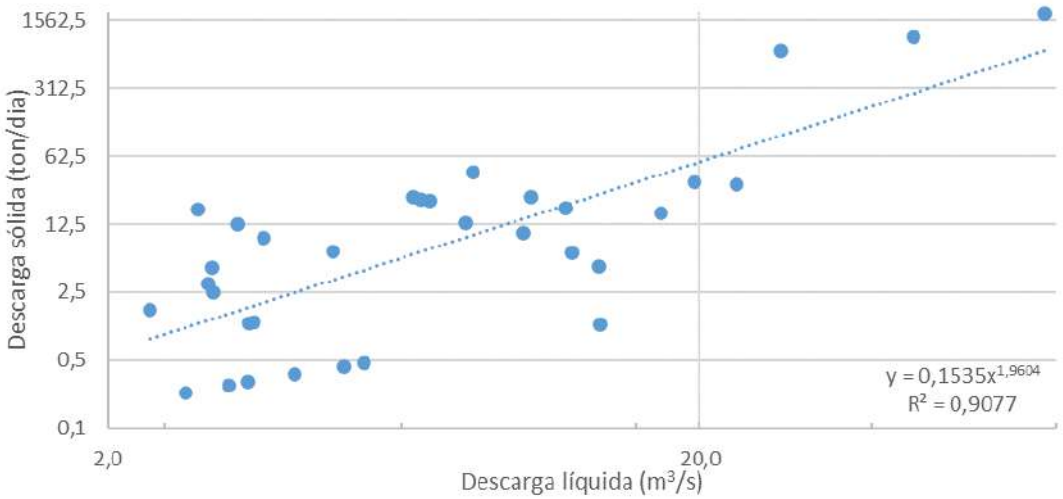


Figura 3.35. Curva- Chave Descarga Sólida x Descarga líquida da Estação UHE Cana Brava rio São Felix.

3.4.1 Análise previa da produção de sedimentos

A produção específica de sedimentos representa o rendimento sólido da área de drenagem considerada. Consiste na relação entre o deflúvio sólido anual e a área de drenagem da bacia contribuinte, sendo expressa em t/km^2.ano, podendo ser referida a um ano ou a valores médios de descarga específica de sedimentos de vários anos.

A classificação foi concebida tendo como base os parâmetros apresentados na Tabela 3.8, adaptada de Carvalho et al., a qual apresenta a classificação do fluxo sólido em suspensão específico (Qss especifico), avaliada de baixo a alto.

Tabela 3.8. Fluxo sólido em suspensão específico (Qss específico)

Classificação	Qss esp. (t/km2.ano)	Revista Brasileira de Geomorfologia Ano 7 nº 1 ano 2006 (t/km^2.ano)
Baixo	<70	< 25
Moderado	70 a 175	25 a 100
Alto	175 a 300	>100

Calculou-se a produção específica média de sedimentos da UHE Cana Brava, localizadas à montante das estações monitoradas utilizando os valores de descarga sólida em suspensão, bem como as respectivas áreas de drenagem, obtendo-se a classificação da produção de sedimentos

Na Tabela 3.9 são apresentadas as produções especificas de sedimentos e a média das vazões (QL) para as estações fluviométricas, além da classificação segundo Carvalho et. a.l 2000.

Tabela 3.9. classificação quanto a produção específica de sedimentos

Estação	Rio	Área De Drenagem (Km2)	Vazão Média (Ql) (M3/S)	Qss Média (Ton/Dia	Qss Específica Média (Ton/Km2.Ano)	Classificação Produção De Sedimentos (Ton/Km2.Ano)
UHE Cana Brava rio Bonito	Bonito	208,36	1,733	20,275	35,517	Baixo
UHE Cana Brava rio Preto	Preto	3.693	24,166	50,763	5,017	Baixo
UHE Cana Brava rio São Felix	São Felix	794	14,096	199,570	91,858	Moderado

Legenda: QL= vazão liquida – Qss= vazão solida específica.
Fonte: adaptado de Carvalho et.al,2000

O valor apresentado de produção específica de sedimentos variando entre 5,017 e 91,858 t/km2.ano, valores estes classificados como baixo a moderado potencial de produção de sedimentos, conforme Classificação de Carvalho (2000), cujo índice de referência, consta na Tabela 3.8.

O zoneamento hidrossedimentológico estabelecido pelo Diagnóstico das Condições Sedimentologias dos Principais Rios Brasileiros, realizado pelo IPH/UFRGS (Instituto de Pesquisas Hidráulicas) para a Eletrobras em 1991 (ELETROBRAS, 1991), enquadra a bacia da UHE Cana Brava na região de código “00”.

O grau de predisposição das diversas zonas hidrossedimentológicas homogêneas aos riscos de erosão e sedimentação, calculado em 1988 (ELETROBRAS, 1991), constam na Tabela 3.10.

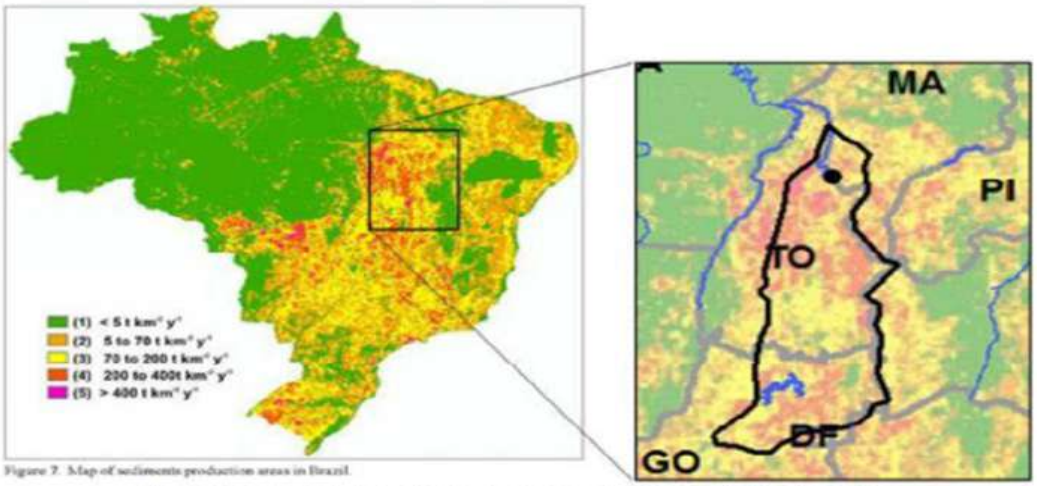
Tabela 3.10. Classificação das zonas hidrossedimentológicas pela sua predisposição presente (1988) aos riscos sedimentológicos.
Fonte: ELETROBRÁS, 1991.

Classe	Degradação Específica Pss (*) (t/km2 x ano)	Código da zona (**)
I	Pss > 300	N5a, n5b
II	300> Pss >150	E6, E4a, (provável)
III	150> Pss >100	00, N4
IV	100> Pss >75	S1, S4
V	75> Pss >50	N2a, N7, E3, E5
VI	50> Pss >25	S2, S5, N3b
VII	25> Pss >5	N2b, N6, N8, E2
VIII	5> Pss >0	N3a
IX	Depósitos	N1, S3
X	Sem dados	E1, E2a, E4, E4a

Produção específica em suspensão para bacias de 2.500 a 30.000 km2 superfície de referência de 100.000 km2

As informações anexadas na Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 7, nº 1 de 2006, fornecem mais subsídios em relação a classificação de produção de sedimentos na bacia do Rio Tocantins Pss = 100 ton/km²/Ano como alto potencial, sendo essa uma referência dada pela Agência Nacional de Águas (ANA) no documento de Orientações para atualização da curva Cota-Área-Volume, conforme ilustrado na Figura 3.36.

A classificação a ser observada conforme o valor dado é a seguinte:



Mapa de potencial de produção de sedimentos: bacia do Rio Tocantins.

- Pss<25 ton/km²/ano = **Baixo potencial (1)**
- Pss entre 25 e 100 ton/km²/ano = **Médio potencial (2)**
- Pss>100 ton/km²/ano = **Alto potencial (3)**

Figura 3.36. Zoneamento Hidrossedimentológico na bacia do Rio Tocantins.

3.5 Considerações Finais

Os resultados obtidos nas campanhas de medições hidrossedimentométricas realizadas no período de junho de 2023 a maio de 2024, cobriram as estações seca, chuvosa e transição nas bacias dos rios Bonito, Preto e São Félix.

Estas medições permitem avaliar e determinar as curvas-chave das descargas líquidas e sólidas em três importantes tributários diretos ao reservatório da UHE Cana Brava, bem como avaliar a variabilidade mensal e sazonal das cargas de sedimentos em suspensão dos afluentes ao reservatório. Desta forma, o estudo das descargas sólidas permite estimar e classificar a produção de sedimentos na bacia ao longo do tempo.

Com relação aos valores de concentração de sedimentos em suspensão para os rios amostrados: Rio Bonito (29,75 a 155,8 mg/l) 155,8 mg/l na campanha de 28/02/2024, período chuvoso, e segundo LIMA (2002), quando os valores são menores que 150 mg/L são considerados como baixo. A estação UHE Cana Brava Rio Bonito foi classificada neste período como moderado.

O Rio Preto (11,2 a 27,95 mg/l), foi classificado como muito baixo. Quando os valores atingem limites acima de 300 mg /L considera-se como alto, o que ocorreu na estação da UHE Cana Brava São Félix (10,92 a 320,7 mg/l), que foi considerado alto, em decorrência de ter registrado valor acima de 300 mg/L.

A consistência dos dados fluviométricos das estações da UHE Cana Brava resultou em curvas-chave do tipo “potencial”, com extrapolação logarítmica, consideradas satisfatórias, visto que as medições apresentaram desvios médios abaixo dos 10% para as 3 estações (Rio Bonito 7%; Rio Preto 7% e Rio São Felix 10%).

Com relação as curvas-chave de sedimentos, os rios Bonito, Preto e São Felix no período de 2015 a 2024 apresentaram bom ajuste, com R^2 variando entre 0,4259 a 0,9235. De acordo com Carvalho (2008) diversos fatores podem influir no traçado da curva de sedimentos, sendo os principais derivados dos diversos fenômenos, a variação sazonal, tempo entre o pique da concentração de sedimentos e o pique da vazão e os eventos extremos de enchentes.

Os corpos hídricos são classificados de acordo com a concentração de sedimentos em suspensão presentes em uma determinada seção de controle, conforme descreve Carvalho (2008). Conforme apresentado nos resultados desse programa, as estações de monitoramento pertencentes à rede hidrossedimentométrica da UHE Cana Brava possuem valores de produção de sedimentos específica considerados de baixo, moderado e altos.

De uma forma geral, o monitoramento hidrossedimentométrico realizado no rio Bonito, rio Preto e rio São Félix, tributários pela margem esquerda e direita do reservatório da UHE Cana Brava , tem permitido obter um amplo conjunto de eventos de diferentes magnitudes, permitindo assim a consolidação e formação de um banco de dados que futuramente permitirá analisar e obter um melhor diagnóstico de série histórica dos níveis e a tendência do aporte de sedimentos em suspensão ao reservatório da UHE Cana Brava, subsidiando estudos futuros para a vida útil do respectivo reservatório.

As atividades do monitoramento hidrossedimentológico estão de acordo com o prazo previsto de execução do cronograma do Plano Básico Ambiental (PBA), como também em atendimento a Resolução Conjunta ANA/ANEEL n°127 de 2022.



Figura 3.37. Medição de Descarga.



Figura 3.38. Coleta de sedimentos.



Figura 3.39. Coleta de sedimentos.



Figura 3.40. Coleta de sedimentos.



Figura 3.41. Medição de Descarga



Figura 3.42. Medição de Descarga



Figura 3.43. Coleta de sedimentos.



Figura 3.44. Vista da régua.



Figura 3.45. Medição de Descarga Liquida.



Figura 3.46. Medição de Descarga Liquida.

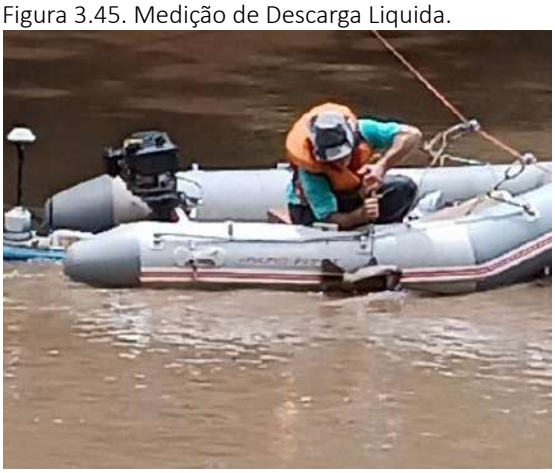


Figura 3.47. Coleta de sedimentos



Figura 3.48. Medição de Descarga Liquida.

3.6 Equipe Técnica

Tabela 3.11. Equipe Técnica

Técnicos	Formação	CTF
Rosidalva Lopes	Física / Matemática	MEC/LP- N.055/88-AM
Adriano Luchetta	Analista da Computação	
Denys Lopes da Paz	Engenheiro Agrônomo	CREA 22260/D-GO
Cristina Borges	Engenheira Elétrica	CREA 1991102184
José Gino de Oliveira	Engenheiro Civil	CREA 5717 D/AL
Siena Deyse Rodrigues	Engenheira Civil/ Ecóloga e Analista Ambiental	CREA 1021541990D-GO
Rick Enderson de Souza	Matemático	

3.7 Referências Bibliográficas

PINTO, N. S. et alli, "Hidrologia Básica", Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo- SP, 1976.

RAMOS, F. Et alli, "Engenharia Hidrológica", Editora da UFRJ, ABRH, Rio de Janeiro- RJ, 1989.

VILLELA, S.M. e MATTOS, A., "Hidrologia Aplicada", McGraw-Hill, São Paulo- SP, 1975.

TUCCI, C. E. M., "Hidrologia: Ciência e Aplicação", Editora UFRGS, Porto Alegre- RS, 1995.

CARVALHO, N. O. Hidrossedimentologia Prática. Rio de Janeiro: CPRM, 1994.

CARVALHO, N. O.; Santos, P. M. C. et al. Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000.

4. MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DE QUALIDADE DA ÁGUA

4.1 Introdução

O presente resumo tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas no período de junho de 2023 a maio de 2024, e apresentar os resultados anuais no âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água da Usina Hidrelétrica (UHE) Cana Brava, por meio do Contrato DPS. RERT.21.197564, celebrado entre a ENGIE Brasil Energia e a Venturo Análises Ambientais (Tabela 4.1).

Tabela 4.1. Campanhas trimestrais realizadas no âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água da UHE Cana Brava, período de junho de 2023 a março de 2024.

Campanha	Mês/ano	Data
31ª	Junho/2023	22 e 23/06/2023
32ª	Setembro/2023	20 e 21/09/2023
33ª	Dezembro/2023	07 a 08/12/2023
34ª	Março/2024	06 e 07/03/2024

4.1.1 Histórico

Em 25 de janeiro de 2019 a ENGIE BRASIL ENERGIA S.A., concessionária da Usina Hidrelétrica (UHE) Cana Brava, recebeu o Ofício nº 9/2019/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO-IBAMA, no qual foram feitos alguns comentários e solicitações quanto à análise de qualidade de água superficial, apontadas no Parecer Técnico (PT) nº 4/2019-NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO (SEI 4233792).

Neste Ofício o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA concluiu que os parâmetros avaliados no PT "*estão dentro do esperado para águas de classe II tendo em vista a possibilidade de ocorrência de discrepâncias ocasionais*". Entretanto, algumas solicitações/considerações foram apontadas, as quais são descritas a seguir:

1) *Apresentar uma justificativa para as anomalias que vem ocorrendo no Ponto 15 (a jusante do empreendimento) em relação aos valores de oxigênio dissolvido inferiores ao mínimo permitido em legislação;*

Atendido. A maioria dos corpos aquáticos apresentam estratificação térmica, o que consequentemente leva a uma mudança drástica nas características físico-químicas e biológicas no perfil vertical deste corpo. Ao criar uma barreira estratificada termicamente, a circulação da água no corpo aquático é impossibilitada devido à diferença na densidade da água, criando assim uma distribuição heterogênea no sistema, em especial quanto à presença de gases, especialmente o oxigênio, bem como de compostos orgânicos e inorgânicos na coluna d'água. Essa heterogeneidade cria uma camada mais superficial da coluna d'água e iluminada pelo sol,

denominada de epilímnio, onde há consumo de gás carbônico e produção abundante de oxigênio devido à fotossíntese, além de espécies químicas mais oxidadas. Por outro lado, o hipolímnio, nas camadas mais profundas, predominam as atividades microbianas de decomposição de matéria orgânica, com produção de gás carbônico e metano, e concomitante consumo de oxigênio. Considerando que na Usina de Cana Brava a tomada d'água de montante está situada a uma profundidade média de 20 m, as águas que passam pelas turbinas e chegam à jusante do barramento são coletadas na porção inferior do reservatório, e consequentemente, são águas mais pobres em oxigênio dissolvido do que as águas superficiais. Deste modo, as águas que deixam as turbinas para aflorar na jusante são muito mais ricas em compostos reduzidos, como matéria orgânica em diferentes estágios de decomposição, amônia, gás sulfídrico, dióxido de carbono e metano, ao mesmo tempo que empobrecidas em oxigênio. O processo de reoxidação destas substâncias se inicia novamente após o barramento, favorecido agora pela hidrodinâmica do curso do rio que favorece a reassimilação de oxigênio atmosférico neste sistema lótico. Deste modo, águas de jusante de um barramento podem ter concentrações de oxigênio dissolvido inferiores àquelas encontradas nas águas de montante do barramento, sendo que um dos fatores determinantes neste processo são a profundidade da tomada d'água, a época do ano, o grau de eutrofização do reservatório, entre outros (ESTEVES, 1998).

2) *Considerando-se que a Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece limites de concentração para o ferro total e este continua apresentando altas concentrações no Ponto 22 (Rio Bonito/acima do P7) justificar por que este não foi substituído pelo parâmetro ferro dissolvido, conforme solicitado anteriormente (Parecer 02010.000264/2016-45 NLA/GO/IBAMA) para que se possa estabelecer uma análise mais segura quanto a presença deste íon metálico na coluna d'água.*

Atendido. É um procedimento padrão do laboratório analisar ferro dissolvido sempre que há quantificação do ferro total. Nas amostras da UHE Cana Brava foram quantificados os dois parâmetros, entretanto a inserção nos relatórios do parâmetro ferro total foi equivocada. Dessa forma, foi adicionado aos relatórios de ensaios o parâmetro ferro dissolvido, desde o início do monitoramento, em outubro de 2015, até a última amostragem, realizada em março de 2023. Ressalta-se ainda que os resultados para ferro dissolvido são apresentados neste relatório no capítulo 4.4.2.8.

3) *Justificar os motivos da substituição do parâmetro coliformes termotolerantes (apresentados nos relatórios anteriores) por Escherichia coli tendo em vista que*

não foram estabelecidos, pelo órgão ambiental, limites para este último, nos termos da CONAMA 357/2005 (Art.14/item I/g).

Atendido. Conforme vários estudos têm indicado, a *Escherichia coli* pode ser considerada predominante no grupo dos coliformes termotolerantes. A exemplo disso, estudos realizados em diferentes condições por Hamilton *et al*. (2005) e Garcia-Armisen *et al*. (2007) encontraram proporções de *Escherichia coli* que variaram entre 84 e 100% no grupo de coliformes. A *Escherichia coli* se desenvolve e fermenta lactose em temperaturas mais elevadas e tem seu habitat no trato intestinal de animais de sangue quente, portanto quando quantificada em altas concentrações pode ser uma ótima indicadora de contaminação por coliformes fecais. Além disso, a CETESB recomenda a adoção para a *Escherichia coli* valores de 60% das concentrações de coliformes termotolerantes para as várias classes e usos das águas pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Assim, o valor máximo de 1.000 de coliformes termotolerantes, corresponderia ao valor de 600 *Escherichia coli* (CETESB, 2008).

Outro fator que nos levou a essa substituição foi buscar compreender os parâmetros microbiológicos de potabilidade da água (Coliformes Totais *e Escherichia coli*) conforme Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de Setembro de 2017 (Anexo XX – Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade). Entretanto, a partir de março de 2019 o parâmetro Coliformes Termotolerantes passou a ser monitorado em todos os pontos do monitoramento. Ressalta-se ainda que os resultados para este parâmetro são apresentados neste relatório no capítulo 4.4.2.12.

4) *Apresentar, nos próximos relatórios, valores para coliformes termotolerantes, em substituição aos E. coli. Esta exigência se faz necessária para se estabelecer um monitoramento baseado nos parâmetros da legislação e um monitoramento mais seguro nos pontos P22, P5, P10 e P15, que apresentaram valores acima do V.M.P. para este parâmetro, em campanhas anteriores (setembro/2012 a março/2015).*

Atendido. A partir de março de 2019 o parâmetro Coliformes Termotolerantes passou a ser monitorado em todos os pontos de amostragem. Os resultados para este parâmetro são apresentados neste relatório no capítulo 4.4.2.12.

5) *Tendo em vista que os ecossistemas de água doce são divididos em lêntico (águas paradas) e lótico (águas correntes) e que tal classificação é fundamental na determinação de fatores limitantes de concentração para o parâmetro fósforo total (Res. CONAMA 357/2005/Tabela I), solicita-se que, nos próximos estudos a*

serem apresentados, os pontos amostrais sejam identificados conforme esta classificação.

Atendido. Atendido. A classificação dos pontos amostrais em lênticos e lóticos para determinação do limite máximo de fósforo total está sendo realizada desde setembro de 2018. Os resultados para este parâmetro são apresentados neste relatório no capítulo 4.4.2.7.

Em 03 de abril de 2020 a ENGIE BRASIL ENERGIA S.A. recebeu o Ofício nº 29/2020/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO, o qual refere-se as considerações elencadas no Ofício supracitado (Ofício nº 9/2019/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO-IBAMA).

Em atendimento ao Ofício nº 9/2019 foi protocolado o Anexo CE-EBE-MRS.0018/2019 (SEI 4815006), o qual foi submetido à análise que resultou no Parecer Técnico referente a acompanhamento de LO nº 7005124/2020-NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO.

De acordo com esse PT, o Ofício nº 9/2019 foi parcialmente atendido, sendo que os itens não contemplados anteriormente estão atendidos no presente relatório.

Por fim, em 30 de abril de 2020 a ENGIE BRASIL ENERGIA S.A. recebeu o Ofício nº 37/2020/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO, no qual a UHE Cana Brava é notificada a incluir as complementações elencadas a seguir:

1) *Tabela com os valores obtidos para cada parâmetro analisado em suas respectivas estações amostrais para todas as campanhas realizadas durante o período estudado;*

Atendido. Os resultados das variáveis físicas, químicas e microbiológicas em amostras de água nos períodos de junho, setembro e dezembro de 2023 e março de 2024 estão apresentados nas Tabelas 07 a 20 (Anexo 4.2) deste relatório, assim como os resultados dos elementos traço em amostras de sedimento nos períodos de junho, setembro e dezembro de 2023 e março de 2024 estão apresentados nas Tabelas 22 a 25 (Anexo 4.3).

2) *Justificativa para eventuais valores divergentes do preconizado em legislação;*

Atendido. Os parâmetros pH, fósforo total e óleos e graxas em amostras de água e o elemento traço níquel em amostras de sedimento apresentaram valores divergentes daqueles preconizados pela CONAMA nº 357/2005 e CONAMA nº 454/2012, dessa forma, a justificativa para estes resultados são apresentadas neste relatório para cada parâmetro.

3) *Incluir, em anexo, os respectivos boletins de ensaios comprobatórios fornecidos pela empresa responsável pela coleta e testes analíticos;*

Atendido. Os boletins de ensaio foram incluídos no Anexo 4.5 deste relatório.

4) *Atendimento aos itens 4 e 5 do Ofício nº 9/2019/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO-IBAMA (SEI 4234524);*

Atendido. Os itens 4 e 5 do Ofício nº 9/2019/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO-IBAMA (SEI 4234524) foram atendidos conforme indicado anteriormente.

Em março de 2024, o IBAMA emitiu o Parecer Técnico 18722039/2024-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO avaliando os dados encaminhados no relatório anual anterior, inferindo que o funcionamento do empreendimento não está influenciando na qualidade das águas do rio Tocantins.

4.2 Caracterização da Área

O desenho amostral do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água nas áreas de influência direta da UHE Cana Brava, na bacia do rio Tocantins, está apresentado na Figura 4.1 e na Tabela 02 do Anexo 4.1.

Tendo em vista que a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2, preconiza diferentes limites de fósforo total para ecossistemas lóticos (0,10 mg L^{-1}) e lênticos (0,030 mg L^{-1}), os pontos do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água foram analisados de acordo com essa classificação. Os afluentes do Rio Tocantins (P2, P5, P7, P8, P10, P18, P19 e P22) foram classificados como ecossistemas lóticos (águas correntes) e os pontos situados no rio Tocantins (P1, P6, P15, P20, P21 e P23) como ecossistemas de águas lênticas (águas paradas).

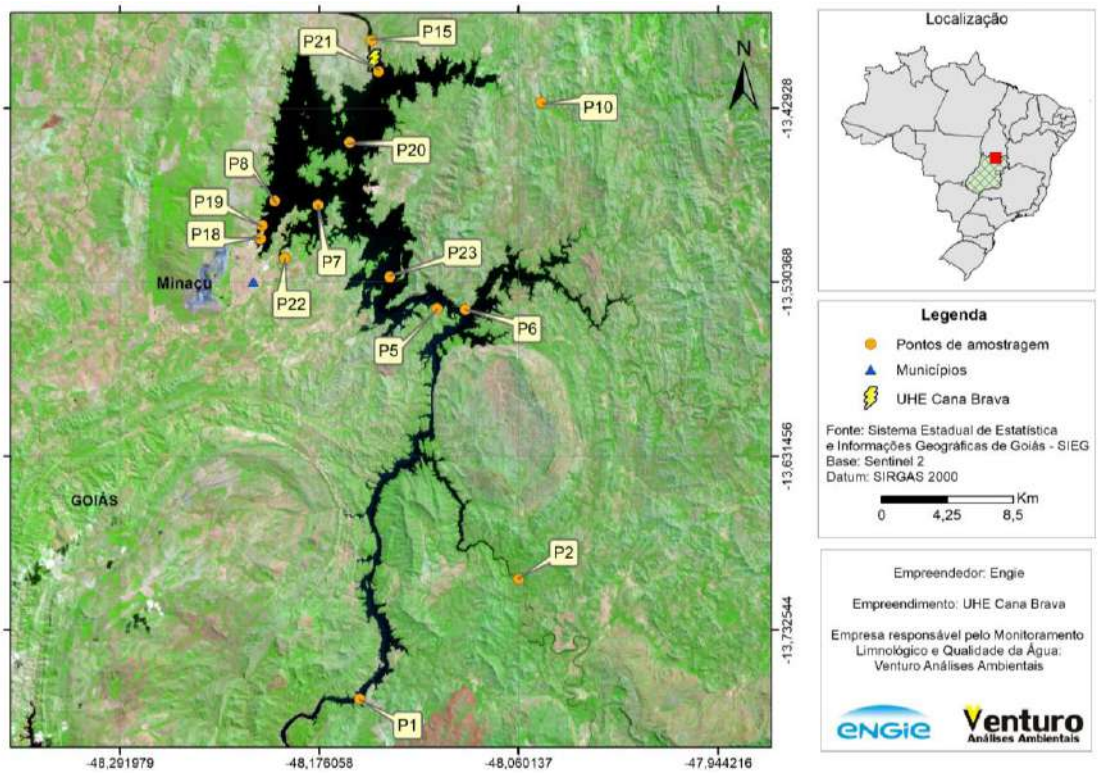


Figura 4.1. Mapa do desenho amostral do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água nas áreas de influência direta da UHE Cana Brava.

4.3 Atividades Realizadas

O Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água tem uma abordagem interdisciplinar e multidisciplinar nos vários níveis possíveis de interação, de modo a integrar o conhecimento do sistema ambiental. Nos estudos ambientais são monitorados diversos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos, bem como elementos traços e comunidades biológicas, obedecendo a sazonalidade regional.

O Anexo 4.1 lista os métodos de quantificação, assim como a unidade de medida e o limite de detecção, para cada parâmetro físico, químico, microbiológico e elementos traços na água e no sedimento.

4.3.1 Parâmetros Físicos e Químicos

As amostras de água são coletadas com auxílio de garrafa de Van Dorn, acondicionadas em frascos de polietileno ou vidro e preservadas até o momento das análises no laboratório. Os parâmetros físico-químicos determinados são: condutividade, oxigênio dissolvido, pH, potencial redox, sólidos dissolvidos totais, temperatura da água, temperatura do ar, transparência, turbidez, alcalinidade, cálcio, cloreto, clorofila *a*, cor, DBO, DQO, ferro total e dissolvido, fosfato solúvel, fósforo total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio total, magnésio, potássio, silício, sódio, sólidos suspensos totais, sulfato, cádmio, cobre, chumbo, mercúrio, níquel e zinco.

Estudos em perfil (superfície, meio e fundo) foram desenvolvidos nos pontos P1, P6, P20 e P21, contemplando a determinação *on site* dos parâmetros físicos e químicos: condutividade, oxigênio dissolvido, pH, potencial redox, sólidos dissolvidos totais, temperatura da água e turbidez. Para os pontos de profundidade (meio e fundo), também foram realizadas as análises de DBO_5, fósforo total e nitrogênio amoniacal total.

4.3.2 Sedimento

As amostras de sedimento foram coletadas em 5 pontos de amostragem (P2, P7, P10, P21 e P22). Foi utilizado coletor pontual de sedimento (draga de Eckman), permitindo a coleta da camada superficial mais reativa do sedimento. Após coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno, mantidas resfriadas a 4°C até o momento de preparação e análise das amostras no laboratório da Venturo Análises Ambientais.

4.3.3 Fitoplâncton e Perifíton

As amostras das comunidades limnológicas, fitoplâncton, perifíton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos foram realizadas em 5 pontos (P2, P7, P10, P21 e P22), no reservatório da UHE Cana Brava.

A coleta para análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica foi feita por meio de arrastos horizontais, utilizando-se uma rede de plâncton de 20 μm de abertura de malha. A identificação dos taxa foi feita até o nível genérico e, quando possível, até o nível específico. O sistema de classificação utilizado foi o de Hoeck et al. (1995) e a identificação dos taxa foi feita utilizando-se as seguintes bibliografias: para a classe Cyanophyceae- Anagnostidis & Komárek (1989) e Komárek & Anagnostidis (1999, 2005) e para as demais classes: Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae, Bacillariophyceae, Dinophyceae e Xanthophyceae- Bicudo & Menezes (2005) e Parra et al. (1982 e 1983).

Para a análise quantitativa do fitoplâncton, as amostras foram coletadas com garrafa tipo Van Dorn, colocadas em um frasco de volume conhecido, preservadas em lugol e mantidas no escuro até o momento da análise. A quantificação foi feita de acordo com o método de sedimentação em câmaras, descrito por Utermöhl (1958) e a contagem dos organismos por meio de campos aleatórios, utilizando-se um microscópio invertido, marca Coleman, modelo NIB 100, com aumento máximo de 1.000 vezes. Cada célula, cenóbio, colônia ou filamento foi considerado como um indivíduo, sendo o tempo de sedimentação foi de três horas, no mínimo, para cada centímetro de altura da câmara (WETZEL & LIKENS, 1991). O limite de contagem foi feito por meio da estabilização da curva de espécies, na qual um número suficiente de campos é contado até que se estabilize o número de espécies adicionadas por campo (SANT'ANNA et al., 2006). Os resultados foram expressos em organismos por mililitro ($org.mL^{-1}$) e calculados de acordo com APHA (2012).

Para a comunidade perifítica, o material foi coletado *in situ*, conforme recomendado por Bicudo (1990). O substrato coletado foi transferido para frascos de polietileno e fixado com formalina 4%.

As espécies dominantes e abundantes e a frequência de ocorrência foram determinadas, segundo o critério descrito em Lobo & Leighton (1986). As espécies foram classificadas de acordo com sua frequência de ocorrência, que é dada pela proporção dos pontos de amostragem em que o táxon está presente, sendo consideradas as seguintes categorias: 0 a 10%- espécies "Raras", 10 a 50% - espécies "Comuns", 50 a 100% - espécies "Constantes". As espécies dominantes e abundantes foram determinadas segundo o critério descrito em Lobo & Leighton (1986). Segundo este critério, são consideradas "Dominantes" as espécies cujas densidades são superiores a 50%

da densidade total da comunidade, e espécies “Abundantes” aquelas cujas densidades superam a densidade média das populações de cada amostra.

Conforme consta no Plano de Monitoramento Limnológico, as amostragens de fitoplâncton e perifiton nas áreas de influência da UHE Cana Brava são semestrais.

4.3.4 Zooplâncton

As amostras para análise qualitativa foram obtidas utilizando-se redes de plâncton com 30 cm de diâmetro e abertura de malha de 68 μm. Foram realizados arrastos horizontais e verticais em cada ponto de coleta.

As amostras quantitativas foram obtidas com auxílio de um balde e o volume filtrado na rede de 68 micrometros de abertura foi de 100 litros em cada ponto de coleta.

As amostras qualitativas e quantitativas foram transferidas para frascos de polietileno e preservadas com formol a 4%.

A identificação dos organismos foi feita utilizando-se bibliografia especializada (SMIRNOV, 1974; KOSTE, 1978; REID, 1985; KOSTE & SHIEL, 1983; 1989; SHIEL & KOSTE, 1992; 1993; NOGRADY et al., 1993; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; NOGRADY & SEGERS, 2002; SEGERS, 1995; SEGERS & SHIEL, 2003; SILVA, 2003; SILVA & MATSUMURA-TUNDISI, 2005). As quantificações dos microcrustáceos (Copepoda e Cladocera) foram feitas em placas de acrílico quadriculadas sob microscópio estereoscópico da marca Carl Zeiss, com aumento de até 50 vezes. Para os rotíferos e protozoários, sub-amostras de 1 mL foram contadas em câmara de Sedgewick-Rafter, sob microscópio óptico da marca Carl Zeiss.

Conforme consta no Plano de Monitoramento Limnológico, as amostragens de zooplâncton nas áreas de influência da UHE Cana Brava são semestrais.

4.3.5 Macroinvertebrados Bentônicos

A coleta de macroinvertebrados bentônicos foi realizada com um amostrador tipo Surber (área amostral 900 cm^2), para a análise quantitativa. Em cada ponto de amostragem retiraram-se três amostras (tréplicas) para a análise (quantitativa) dos organismos bentônicos, as quais foram analisadas conjuntamente.

O material coletado foi fixado em formol 4%, acondicionado em recipientes plásticos e transportado para o laboratório, onde foi lavado em água sobre peneiras de malhas de 1 mm e 0,212 mm. Os animais retidos na peneira foram separados e fixados em etanol 70% (SILVEIRA, 2004).

Os macroinvertebrados foram identificados sob microscópio estereoscópico, com o auxílio de literatura especializada: Brinkhurst & Marchese (1989); Merritt & Cummins (1996); Melo (2003); Pes et al. (2005); Salles (2006); Simone (2006); Godoy (2007); Trivinho-Strixino (2011) e Hamada et al. (2014) sendo identificados até o menor nível taxonômico quando possível, exceto para o filo Nematoda, uma vez que não existem guias de identificação para fauna tropical, em especial brasileira.

Os macroinvertebrados bentônicos coletados foram classificados em cinco grupos funcionais de alimentação adaptado de Merritt & Cummins (1996) (Tabela 04 – Anexo 4.1). Para análise da estrutura funcional foi considerada o número de táxons, ou seja, o valor percentual de cada grupo funcional de alimentação em relação ao número total táxons coletados.

Conforme consta no Plano de Monitoramento Limnológico, as amostragens de macroinvertebrados bentônicos nas áreas de influência da UHE Cana Brava são semestrais.

4.3.6 Análises Comuns para Fitoplânctons, Zooplânctons e Macroinvertebrados Bentônicos

Os dados referentes à distribuição das comunidades amostradas foram analisados considerando-se uma abordagem multimétrica e índices biológicos.

Em cada ponto foi computada a riqueza taxonômica com a simples somatória dos mesmos. A abundância relativa (%) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$A.R. = \left(\frac{n}{N}\right) 100$$

Onde:

n = número de indivíduos de cada espécie;

N = número total de indivíduos de todas as espécies.

A densidade numérica (ind m^{-2}) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$n = \left(\frac{o}{a.s}\right) 10000$$

Onde:

n = é o número de indivíduos por m^2;

o = é o número de organismos contados na amostra;

a = é a área do amostrador (cm^2);

s = é o número de amostras coletadas em cada ponto amostrado e 10.000 é utilizado para conversão da área do amostrador de cm^2 para m^2 (WELCH, 1948).

O número de ocorrências em relação ao número total de pontos amostrados expresso em porcentagem, seguindo a classificação está apresentado na Tabela 05 do Anexo 4.1 (DAJOZ, 1983).

O Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$H' = \sum \left(\frac{n_i}{N}\right) \log \left(\frac{n_i}{N}\right) \text{ ou } H' = \sum P_i \log P_i$$

Onde:

ni = valor de importância de cada espécie;

N= total dos valores de importância;

Pi = probabilidade de importância de cada espécie = ni/N (ODUM, 1988).

Para o cálculo do índice utilizou-se o menor nível taxonômico registrado.

Da divisão dos indivíduos entre as espécies. A equitabilidade foi avaliada com a equação de Pielou (MAGURRAN, 1988):

$$J = \frac{H}{H_{máx}}$$

Onde:

J = equidade ou uniformidade da amostra;

H= diversidade de espécies observadas na amostra;

Hmáx = diversidade máxima de espécies, calculada através de log S;

S= riqueza ou número de espécies da amostra.

O Índice de Dominância (H) foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$H = 1 - \sum_i \frac{{n_i}^2}{N}$$

Onde:

ni = valor de importância de cada espécie (números, biomassa, etc.);

N = total de valores de importância.

Para a análise de similaridade foi utilizada a distância de Bray-Curtis (1957) este índice varia de 0 (similaridade) a 1 (dissimilaridade). Como foi utilizado o programa PAST – Paleontological STatistics (HAMMER et al. 2001) para calcular o índice, o índice de Bray-Curtis é definido como "Similaridade", fazendo (1 – D). Neste caso, o índice de Bray-Curtis equivale ao coeficiente de similaridade de Czekanowski, sendo então 0 (dissimilaridade) e 1 (similaridade).

O índice de Bray-Curtis não considera as duplas ausências e é fortemente influenciado pelas espécies dominantes. As espécies raras acrescentam muito pouco ao seu valor. Seu cálculo é baseado nas diferenças e nas somas das abundâncias de cada espécie (i) nas duas amostras:

$$D_{A-B} = \frac{\sum |X_{Ai} - X_{Bi}|}{\sum |X_{Ai} + X_{Bi}|}$$

Como forma de avaliar a consistência do padrão de agrupamento encontrado, foi calculado o Coeficiente Cofenético (ou Coeficiente de Correlação Cofenética), que corresponde ao coeficiente de correlação linear de Pearson entre os elementos da matriz de dissimilaridade (obtida a partir dos dados originais) e os elementos da matriz cofenética (obtida a partir do dendrograma), sendo que valores mais próximos a 1 indicam melhor representação das relações entre os pontos pelo dendrograma (VALENTIN, 2000). A Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi aplicada para verificar a existência de correspondências entre alguns parâmetros ambientais e a densidade absoluta dos grupos das comunidades biológicas identificadas no presente estudo. A Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi realizada com o programa CANOCO 3.12 (TER BRAAK, 1986).

Conforme consta no Plano de Monitoramento Limnológico, as análises quantitativas e qualitativas são semestrais.

4.3.7 Índice da Qualidade da Água (IQA)

O Índice da Qualidade da Água (IQA) foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta de corpos lóticos. Seu objetivo é comunicar a qualidade de um determinado corpo hídrico aos atores institucionais de uma bacia hidrográfica e, dessa forma, colaborar na construção de um sistema de suporte à tomada de decisão. Esse índice é composto por onze parâmetros, com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. São eles: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5), coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, alcalinidade, cálcio e sólidos totais suspensos dissolvidos (ANA, 2018). Essas variáveis foram selecionadas de modo a contemplar os usos múltiplos da água tais como a preservação da vida aquática, o abastecimento público, a irrigação, a balneabilidade entre outros.

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos onze parâmetros, segundo a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^{n} q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de qualidade da água. Um número entre 0 e 100;

qi = qualidade do parâmetro i. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

wi = peso correspondente ao parâmetro i fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

Sendo:

n = o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam em uma escala de 0 a 100, conforme descrito na Tabela 06 do Anexo 4.4.

4.3.8 Índice de Langelier

O Índice de Langelier, também conhecido como Índice de Saturação (I.S.), é outro indicador ambiental importante, utilizado para avaliar a tendência de precipitação ou dissolução de carbonato de cálcio em água. A precipitação do carbonato de cálcio depende dos seguintes fatores: teor de cálcio (CaCO3), alcalinidade, sólidos totais dissolvidos e pH. Se o Índice de Langelier for maior que zero, haverá tendência de precipitação do carbonato de cálcio e a água será incrustante. Se apresentar valores menores que zero, haverá tendência de dissolução do carbonato, indicando água agressiva (corrosiva). Quando o índice for igual a zero, ocorrerá o equilíbrio de saturação, não havendo formação de incrustações (CAVAZZANA et al., 2012).

Este índice é calculado por:

$$\text{I.S.} = \text{pH} - \text{pHs}$$

Onde:

pH = pH natural da água;

pHs = pH na saturação.

O pHs é calculado pela fórmula:

$$\text{pHs} = pk'_2 - pk'_s + pCa + p(\text{Alcalidade total})$$

Sendo:

pk'2 e pk's = constantes termodinâmicas, tabeladas em função da força iônica e da temperatura; pCa =- log[Ca] (mg/L);

p (Alcalinidade total) =- log [Alcalinidade Total] (mg/L).

4.3.8.1 Índice de Estado Trófico

O estado trófico dos pontos amostrados na área de influência da UHE São Salvador foi definido usando-se o Índice de Estado Trófico (IET) proposto por Carlson (1977) e modificado por

Lamparelli (2004). Neste índice, são levadas em consideração as concentrações de clorofila a e de fósforo total, havendo distinção na fórmula para calcular o IET para rios e para reservatórios. Dentre os pontos amostrados, os tributários foram enquadrados como rios, ao passo que os pontos P1, P15, P18, P19, P20, P21 e P23 foram enquadrados como reservatório. As fórmulas usadas estão expressas a seguir:

- Tributários

$$IET(CL) = 10 \times \left(6 - \frac{0{,}7 - 0{,}6 \times (\ln CL)}{\ln 2}\right) - 20$$

$$IET(PT) = 10 \times \left(6 - \frac{0{,}42 - 0{,}36 \times (\ln CL)}{\ln 2}\right) - 20$$

- Reservatórios

$$IET(CL) = 10 \times \left(6 - \frac{0{,}92 - 0{,}34 \times (\ln CL)}{\ln 2}\right)$$

$$IET(PT) = 10 \times \left(6 - \frac{1{,}77 - 0{,}42 \times (\ln PT)}{\ln 2}\right)$$

Onde:

PT = concentração de fósforo total em $\mu g.L^{-1}$

CL = concentração de clorofila em $\mu g.L^{-1}$

Ln = logaritmo natural

O resultado do IET é a média aritmética simples dos índices relativos ao fósforo total e à clorofila α, segundo a equação:

$$IET = \left[\frac{IET(PT) + IET(CL)}{2}\right]$$

O critério usado para a classificação da trofia dos ambientes amostrados foi o seguinte (1 mg/m^3 = 1 µg/L):

Estado Trófico	Critério	P-total (mg PO_4^{-3} $.m^{-3}$)	Clorofila a – ($mg.m^{-3}$)
Ultraoligotrófico	IET <47	P ≤ 8	CL ≤ 1,17
Oligotrófico	47< IET <52	8 < P ≤ 19	1,17 < CL ≤ 3,24
Mesotrófico	52< IET <59	19 < P ≤ 52	3,24 < CL ≤ 11,03
Eutrófico	59< IET <63	52 < P ≤ 120	11,03 < CL ≤ 30,55
Supereutrófico	63< IET <67	120 < P ≤ 233	30,55 < CL ≤ 69,05
Hipereutrófico	IET>67	233< P	69,05 < CL

4.4 Resultados e Discussões

Os resultados de todos os parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados são apresentados na forma de gráficos, textos, tabelas e relatórios de ensaios. Para efeito de padronização dos testes, quando os valores ficaram abaixo do limite de quantificação da técnica analítica (LQ), o valor do LQ foi removido.

Nos boxplots, a linha central representa a mediana e os intervalos interquartis delimitam 25% e 75% da variação dos dados; os pontos fora das caixas representam os *outliers* e os extremos.

4.4.1 Índices

Índices foram desenvolvidos para sintetizar, na forma numérica, o estado de conservação de um dado objeto de estudo. O cálculo do IQA leva em consideração diversos parâmetros de qualidade, tanto biológicos quanto químicos, e reflete a contaminação do corpo d'água por esgotos sanitários e por outros materiais orgânicos, por nutrientes e por sólidos (Agência Nacional das Águas, 2012).

Entre junho de 2023 e março de 2024 os Índices da Qualidade da Água demonstraram que a maioria dos pontos de amostragem (64,3%) apresentaram águas classificadas como de boa qualidade e 35,7% dos pontos apresentaram águas classificadas como de ótima qualidade, conforme pode ser observado na Tabela 07 do Anexo 4.2.

Entre junho de 2023 e março de 2024 os pontos de amostragem apresentaram águas equilibradas (32,1%) e corrosivas (67,9%), isto é, com dissolução de carbonato de cálcio (Tabela 08 – Anexo 4.2).

O Índice do Estado Trófico (IET) avalia a qualidade dos corpos d'água de acordo com o aumento de nutrientes e seus efeitos relacionados ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. Os valores de fósforo têm grande importância neste cálculo, uma vez que atua como o principal agente causador do processo (Portal de tratamento de água, 2009). Tendo em vista que 41,1% dos pontos apresentaram valores de fósforo total e/ou clorofila abaixo dos limites das técnicas utilizadas nas amostragens realizadas em junho, setembro e dezembro de 2023 e em março de 2024, não foi possível calcular os valores do IET. Para os demais pontos 33,9% apresentaram águas classificadas como oligotróficas e 25% ultraoligotróficas.

4.4.2 Variáveis Físicas, Químicas e Microbiológicas em Amostras de Água

Os resultados das variáveis físicas, químicas e microbiológicas em amostras de água nos períodos de junho, setembro e dezembro de 2023 e março de 2024 estão apresentados nas Tabelas 09 a 20 do Anexo 4.2 e nos boletins de ensaio disponíveis no Anexo 4.5.

4.4.2.1 Temperatura do ar e da água

A temperatura do ar, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 30,7 ºC e valor médio de 31,0 ± 3,2 ºC, variando entre 24,1 e 38,6 ºC. A temperatura da água, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 29,8 ºC e valor médio de 29,6 ± 2,6 ºC, variando entre 22,1 e 34,2 ºC.

A Figura 4.2 apresenta os valores de temperatura do ar e da água nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. As temperaturas do ar foram estatisticamente semelhantes em setembro e dezembro de 2023 e março de 2024 e distintas em junho de 2023. A temperatura da água em junho e setembro de 2023 foram similares e houve semelhança também entre setembro, dezembro de 2023 e março de 2024, entretanto sem grandes variações.

Os valores de temperatura da água não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados em todos os pontos, indicando a manutenção da uniformidade térmica, com exceção do P1 em junho de 2023, P6 e setembro de 2023, P20 em dezembro de 2023 e março de 2024 e P21 em março de 2024. Os maiores valores ocorreram na superfície para a maioria dos pontos (Figura 4.3).

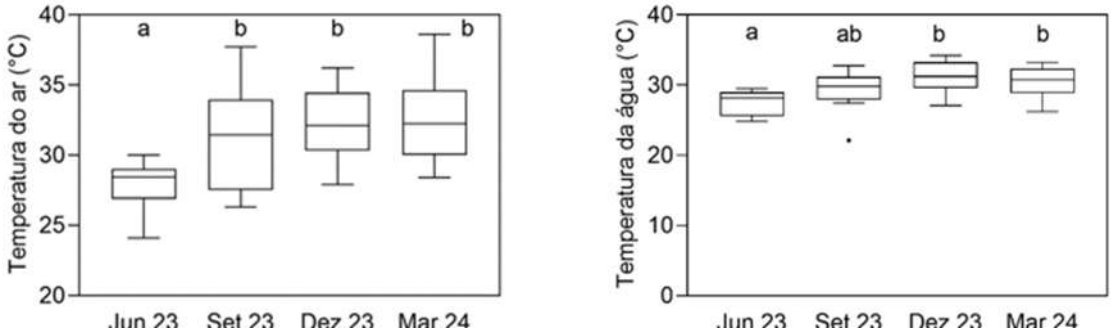


Figura 4.2. Representação gráfica dos valores de temperatura do ar e da água na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024.

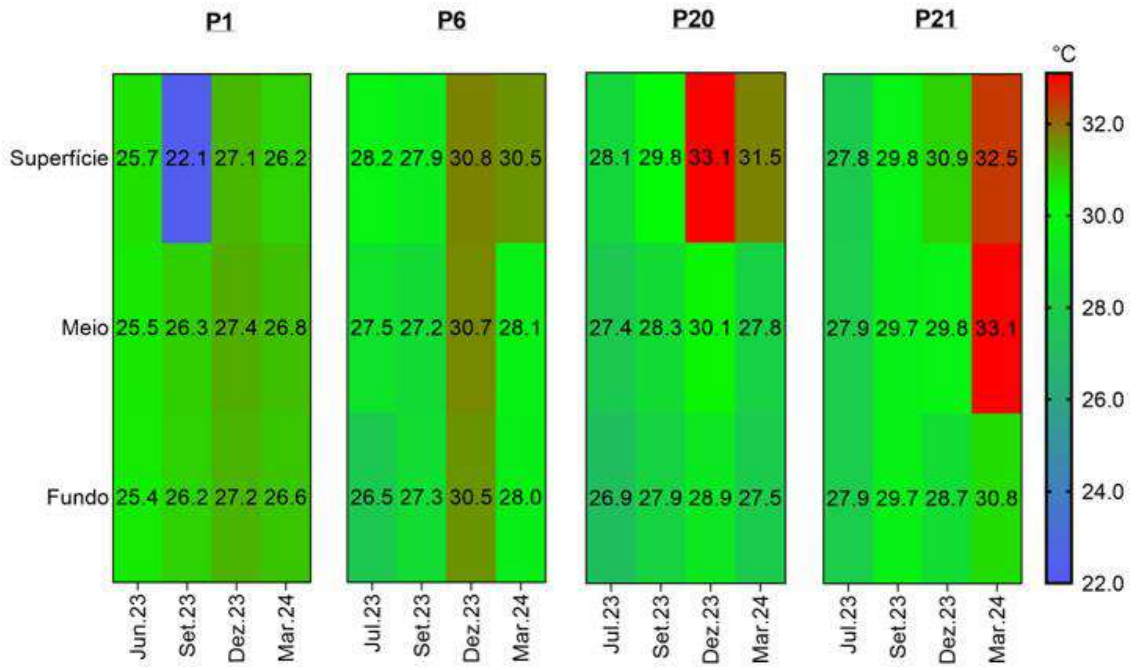


Figura 4.3. Perfis verticais da temperatura da água na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas de junho de 2023 a março de 2024.

4.4.2.2 Transparência, cor, turbidez e sólidos

A transparência, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 3,3 m e valor médio de 3,1 ± 1,6 m, variando entre 0,1 e 6,2 m.

A cor verdadeira apresentou mediana de 1,6 uPt-Co e valor médio de 1,8 ± 0,6 uPt-Co, variando entre 1,1 e 4,0 uPt-Co. Alguns pontos em todas as amostragens apresentaram limite de quantificação da técnica utilizada (1,0 uPt-Co).

A turbidez apresentou mediana de 10,4 NTU e valor médio de 22,2 ± 38,6 NTU, variando entre 0,1 e 186,9 NTU.

O parâmetro "sólidos dissolvidos totais" apresentou mediana de 65 mg L^{-1} e valor médio de 69 ± 36 mg L^{-1}, variando entre 30 e 197 mg L^{-1}. O ponto P2 em setembro de 2023 e P2, P5, P6 e P15 em março de 2024 apresentaram valores de sólidos dissolvidos totais abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (30 mg L^{-1}).

Todos os pontos de amostragem estão de acordo com o valor máximo de cor e sólidos totais dissolvidos (75 uPt/Co e 500 mg L^{-1}, respectivamente) estabelecido na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2. Os pontos P10 e P22 dezembro de 2023 e o P22 em março de 2024 apresentaram valores acima do limite preconizado pela referida legislação (100 NTU).

A Figura 4.4 apresenta os valores de transparência, cor, turbidez e sólidos dissolvidos totais nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana

Brava. Todos os períodos foram estatisticamente semelhantes para a transparência e cor. Junho foi distinto de setembro e dezembro de 2023 e similar a março de 2024 para a turbidez; junho foi o único período distinto das demais amostragens para os sólidos totais dissolvidos.

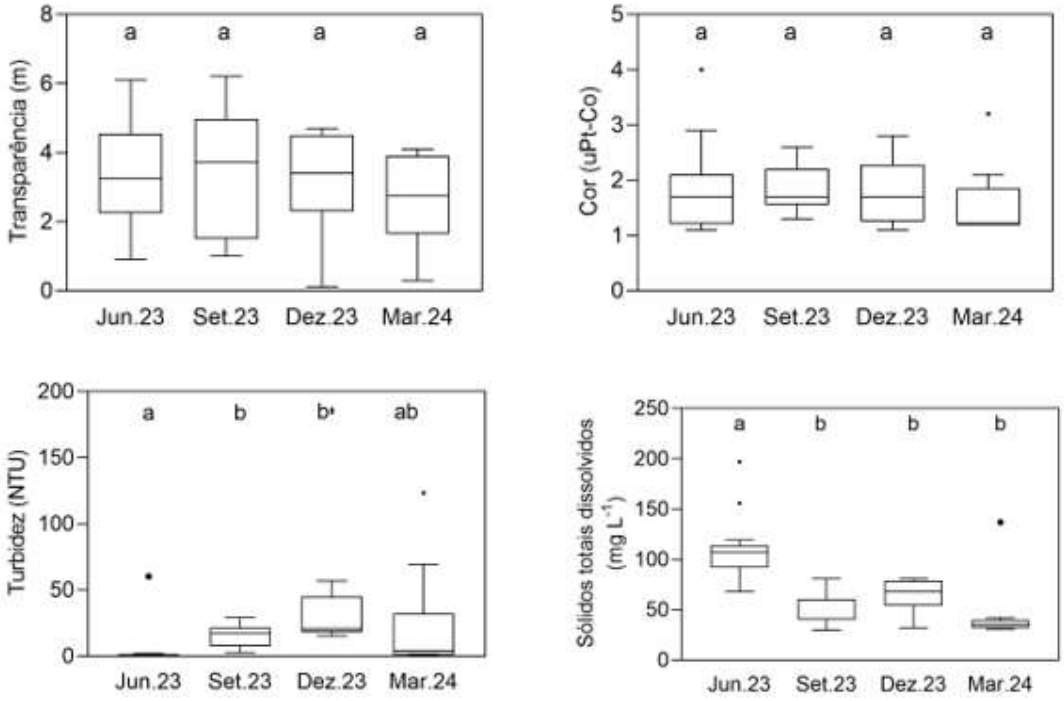


Figura 4.4. Representação gráfica dos valores de transparência, cor, turbidez e sólidos dissolvidos totais na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024.

Os valores de turbidez não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados na maioria dos pontos, indicando a homogeneidade dos perfis, com exceção do ponto P21 em dezembro de 2023. Os maiores valores ocorreram no perfil fundo para a maioria dos pontos (Figura 4.5).

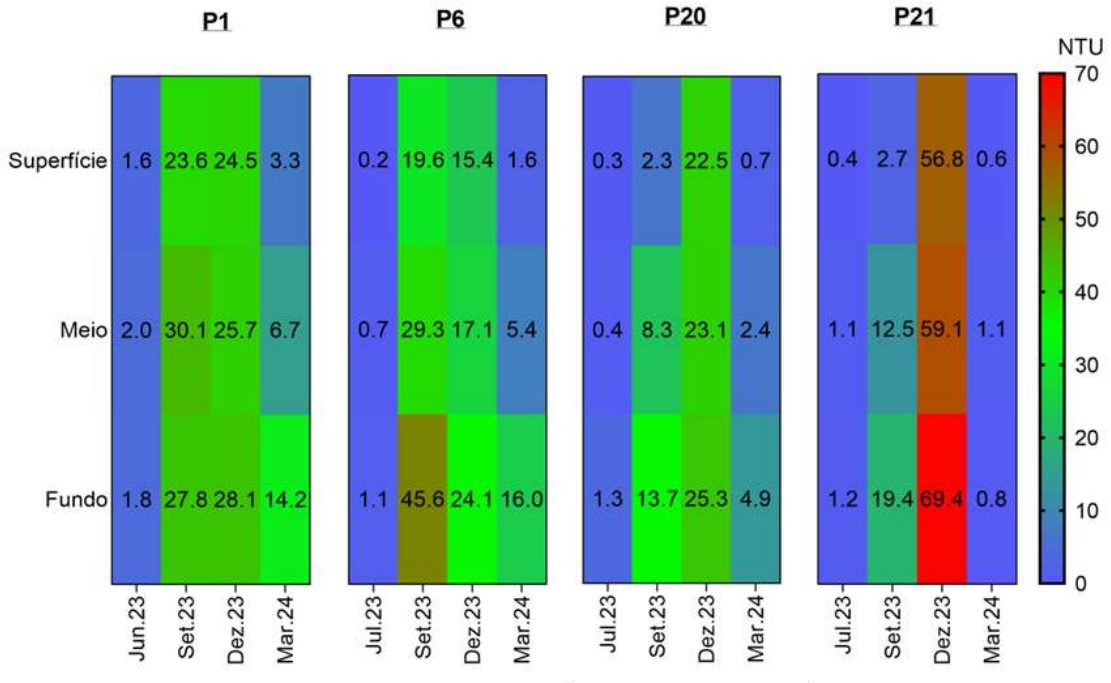


Figura 4.5. Perfis verticais da turbidez na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas de junho de 2023 a março de 2024.

Os valores de sólidos totais dissolvidos não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados na maioria dos pontos, com exceção do ponto P1 em junho de 2023. A superfície e o perfil fundo do ponto P6, em março de 2024, e o perfil meio do ponto P20 em março de 2024 apresentaram valores de sólidos totais dissolvidos abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (30 mg L^{-1}) (Figura 4.6).

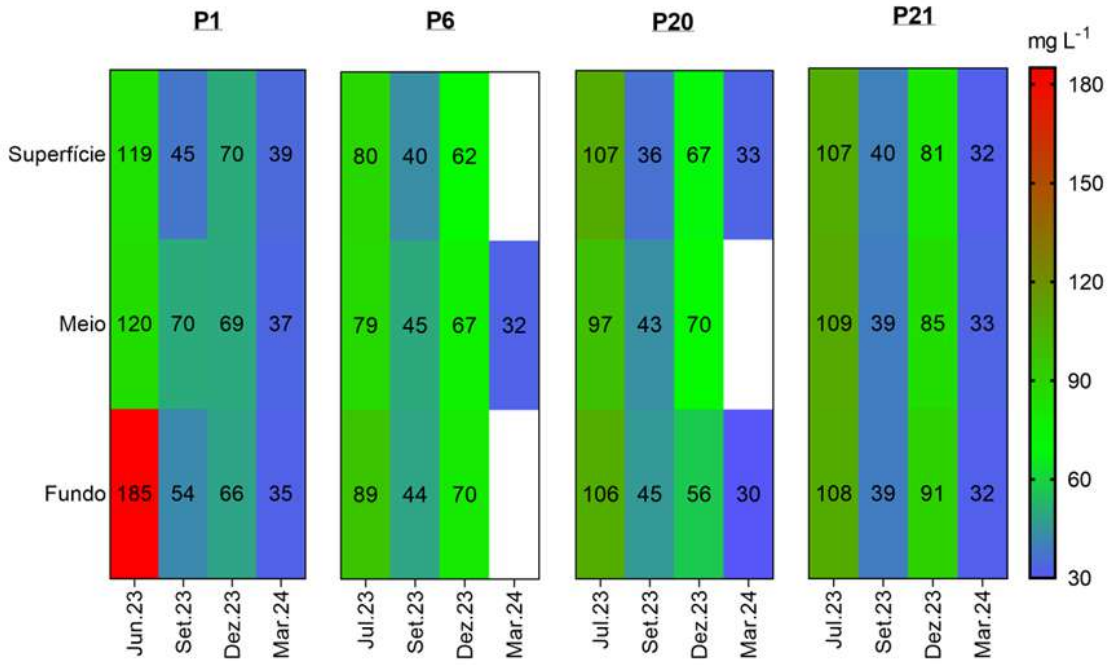


Figura 4.6. Perfis verticais da sólidos totais dissolvidos na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas de junho de 2023 a março de 2024.

Os sólidos suspensos apresentaram valores abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (30 mg L^{-1}) em todos os períodos de amostragem.

4.4.2.3 Condutividade, pH, potencial de óxido redução

A condutividade, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 70 µS cm-1 e valor médio de 76 + 30 µS cm-1, variando entre 17 e 186 µS cm-1.

O pH apresentou mediana de 7,30 e valor médio de 7,25 + 0,84 variando entre 4,90 e 8,70. Os pontos P6, P18 e P23 em setembro de 2023 apresentaram valores abaixo do limite mínimo (6,0) preconizado pela Resolução CONAMA n°357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2.

O potencial de óxido redução, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 443 mV e valor médio de 406 + 106 mV, variando entre 169 e 562 mV.

A Figura 4.7 apresenta os valores de condutividade, pH e potencial de óxido redução nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. A condutividade apresentou diferença estatisticamente significativa apenas entre junho de 2023 e março de 2024 e entre setembro e dezembro de 2023; para o pH junho foi similar apenas a março de 2023 e setembro foi distinto de todos os períodos; o potencial de óxido redução apresentou diferença entre junho e os demais períodos e semelhança entre setembro e dezembro de 2023, março de 2024 apresentou semelhança apenas com dezembro de 2023.

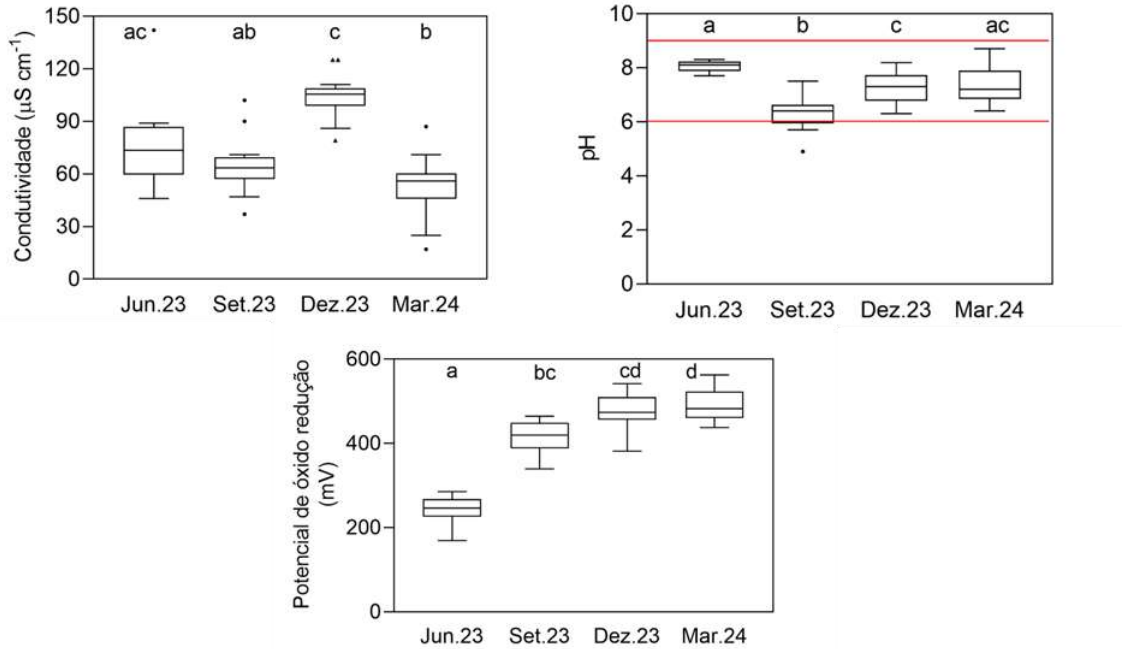


Figura 4.7. Representação gráfica dos valores de condutividade, pH e potencial de óxido redução na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024.

Os valores de condutividade não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados na maioria dos pontos, indicando a homogeneidade dos perfis, com exceção do ponto P21 em dezembro de 2023 (Figura 4.8).

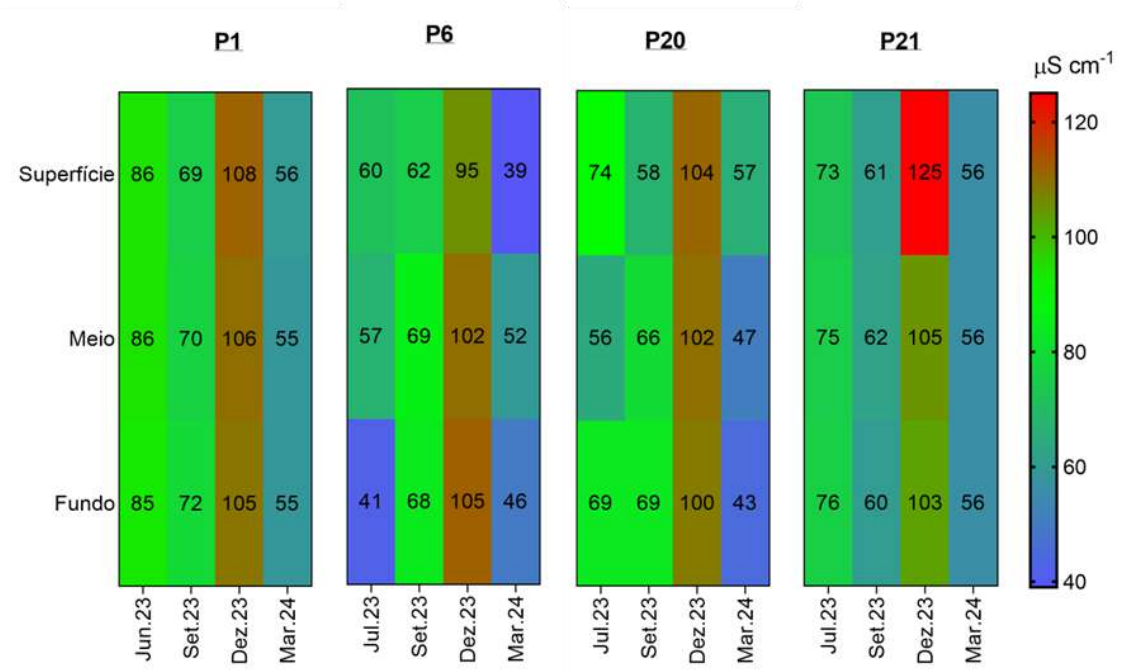


Figura 4.8. Perfis verticais da condutividade na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre junho de 2023 a março de 2024.

Os valores de pH não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados na maioria dos pontos, indicando a homogeneidade dos perfis, com exceção do ponto P1 em setembro de 2023. Os maiores valores ocorreram na superfície na maioria dos pontos (Figura 4.9).

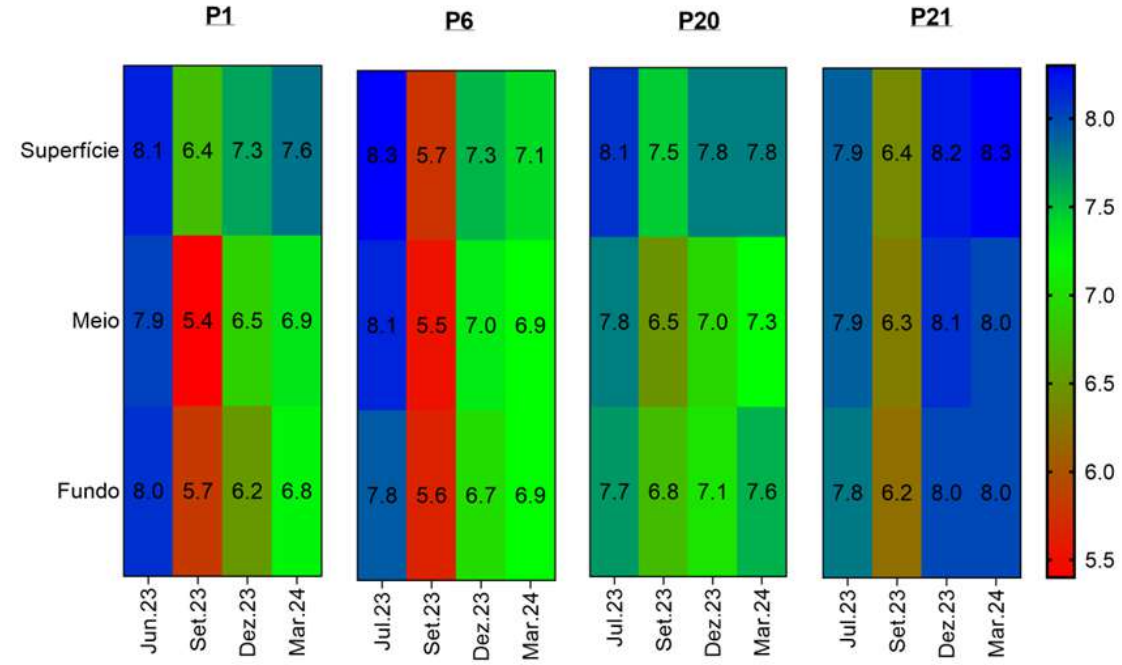


Figura 4.9. Perfis verticais da pH na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre julho de 2023 e março de 2024.

Os valores de potencial de óxido redução não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados na maioria dos pontos, indicando a homogeneidade dos perfis, com exceção do ponto P6 em dezembro de 2023 (Figura 4.10).

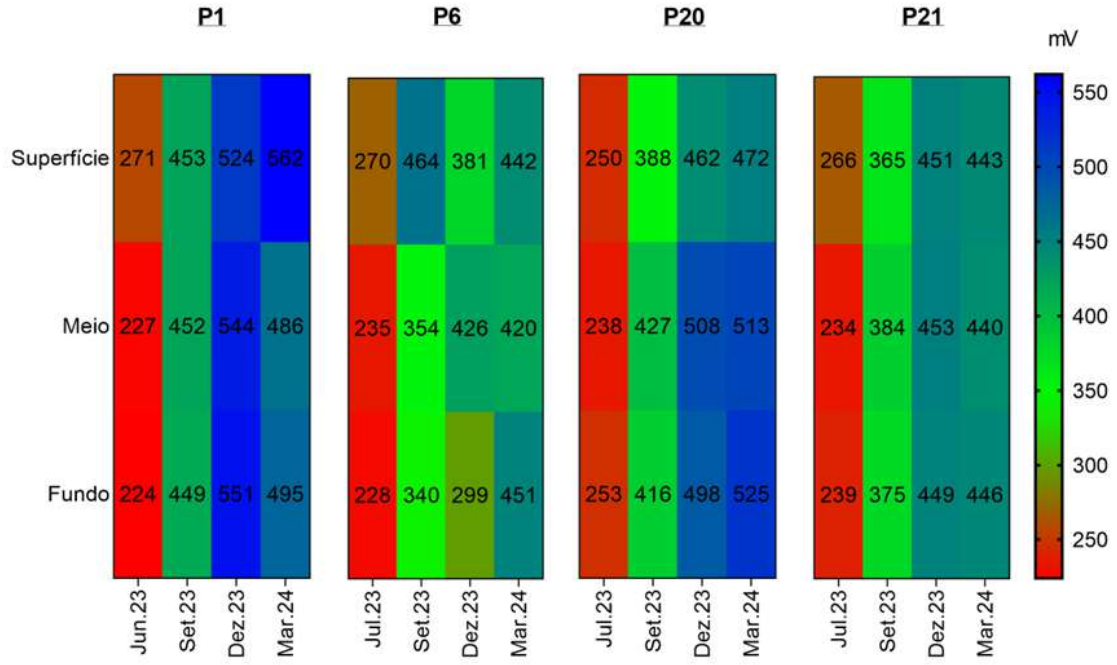


Figura 4.10. Perfis verticais de potencial de óxido redução na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre julho de 2023 e março de 2024.

4.4.2.4 Oxigênio Dissolvido, DQO e DBO

As principais fontes de oxigênio na água provêm da atmosfera e da fotossíntese, e suas perdas se dão pelo consumo e decomposição de matéria orgânica (oxidação), por difusão para a atmosfera, pela respiração de organismos aquáticos e pela oxidação de íons metálicos como, por exemplo, o ferro e o manganês (ESTEVES & MENEZES, 2011), sendo que sua solubilidade na água está intrinsicamente relacionada com níveis de pressão, salinidade e temperatura locais.

Porém, em ecossistemas aquáticos tropicais, cuja temperatura média da água é geralmente mais elevada, a solubilidade do oxigênio é menor do que se comparado a ecossistemas de regiões temperadas. O perfil vertical de profundidade em ecossistemas aquáticos lênticos, também demonstra a estratificação e diminuição dos valores de oxigênio. Além disso, em ecossistemas tropicais que recebem naturalmente elevada carga orgânica de fácil biodegradação, há o consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos. Como consequência deste processo oxidativo espera-se que a concentração de oxigênio dissolvido naturalmente seja baixa, enquanto a demanda bioquímica de oxigênio naturalmente seja elevada. Isto ocorre, pois, a elevada taxa de consumo de oxigênio não permite a reposição deste através da sua solubilização na interface atmosfera-água.

O oxigênio dissolvido, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 6,15 mg L^{-1} e valor médio de 5,82 + 1,25 mg L^{-1}, variando entre 1,00 e 8,10 mg L^{-1}. O ponto P1, P15 e P22 em junho de 2023, P10 e P22 em dezembro de 2023, P1 e P15, em março de 2024, apresentaram valores abaixo do limite (5,00 mg L^{-1}) estabelecido na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2.

A demanda química de oxigênio (DQO), assim como a DBO5, também pode ser utilizada como um parâmetro inferencial sobre o grau de poluição de um corpo d'água, porém mais focado nos esgotos e efluentes industriais (Agência Nacional das Águas, 2012).

A demanda biológica de oxigênio (DBO5) apresentou mediana de 3 mg L^{-1} e valor médio de 3 + 1 mg L^{-1}, variando entre 2 e 5 mg L^{-1}. Alguns pontos apresentaram valores abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (2 mg L^{-1}) em todos os períodos de amostragem.

A DQO, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 6 mg L^{-1} e valor médio de 6 + 2 mg L^{-1}, variando entre 2 e 12 mg L^{-1}. Os pontos P15 em junho de 2023, P1, P2, P6, P15 e P22 em setembro e dezembro de 2023 apresentaram valores de DQO abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (2 mg L^{-1}).

A Figura 4.11 apresenta os valores de oxigênio dissolvido, DBO e DQO nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. Para o oxigênio e a DQO não houve diferença estatística entre os períodos; e para a DBO apenas março de 2024 foi distinto de junho de 2023, os demais períodos foram similares.

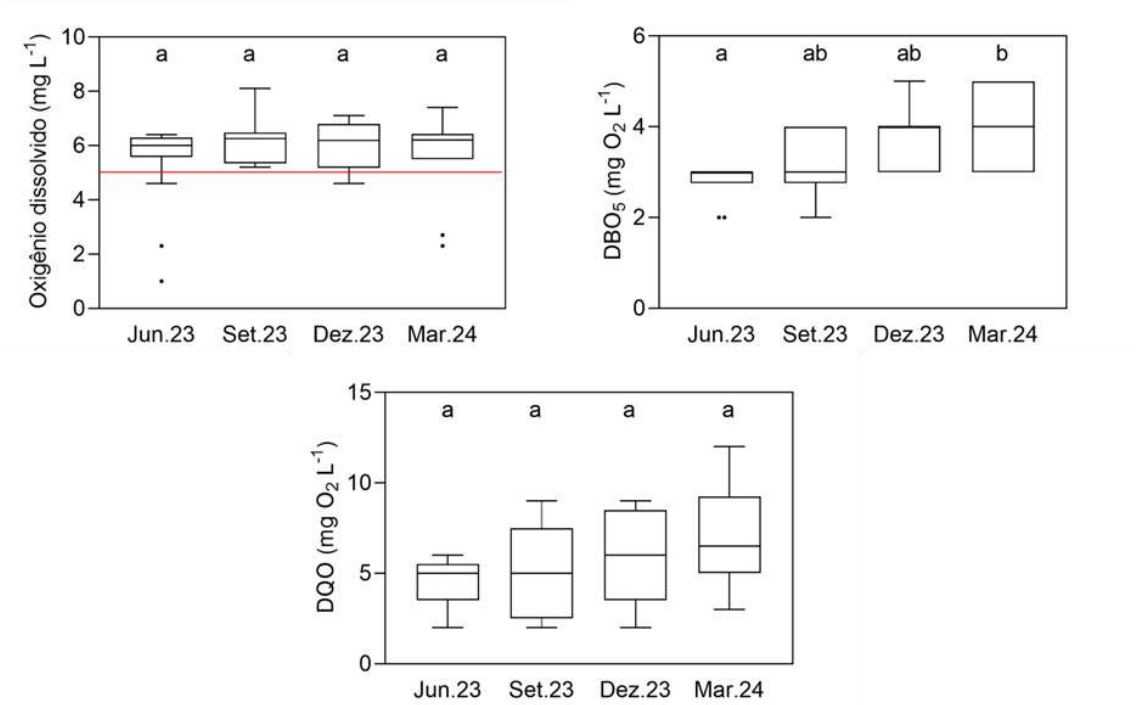


Figura 4.11. Representação gráfica dos valores de oxigênio dissolvido, DBO e DQO na área de influência direta da UHE Cana Brava entre junho de 2023 a março de 2024.

Os valores de oxigênio dissolvido não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados na maioria dos pontos, indicando a homogeneidade dos perfis, com exceção dos pontos P6 e P20 em julho de 2023. Os menores valores ocorreram no perfil fundo na maioria dos pontos (Figura 4.12).

Os perfis mais profundos quase sempre sofrem uma depleção devido ao rápido consumo deste agente oxidante, quando o mesmo é consumido por causa da elevada taxa de exportação de substâncias reduzidas oriundas da interface sedimento-água.

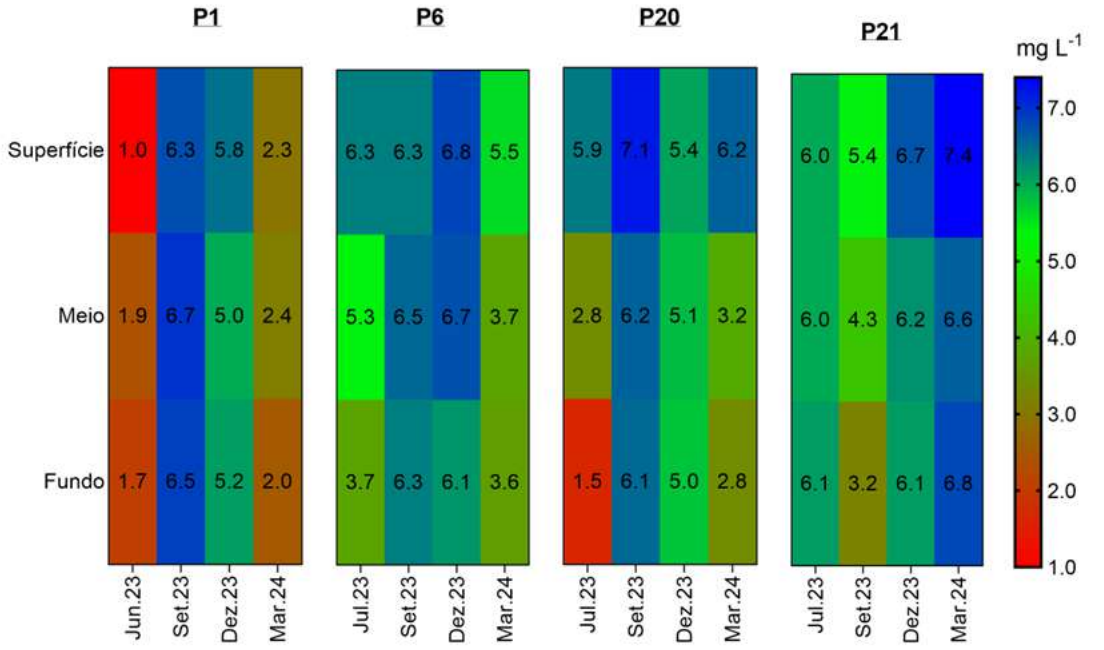


Figura 4.12. Perfis verticais do oxigênio dissolvido na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre junho de 2023 a março de 2024.

Os valores de DBO não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados na maioria dos pontos, indicando a homogeneidade dos perfis. A superfície e o perfil meio dos pontos P1 em setembro e dezembro de 2023 e P6 em dezembro de 2023; A superfície no ponto P6 em junho e setembro de 2023 e P21 em dezembro de 2023; e todo o perfil do ponto P21 em setembro de 2023 apresentaram valores abaixo do LQ (Figura 4.13).

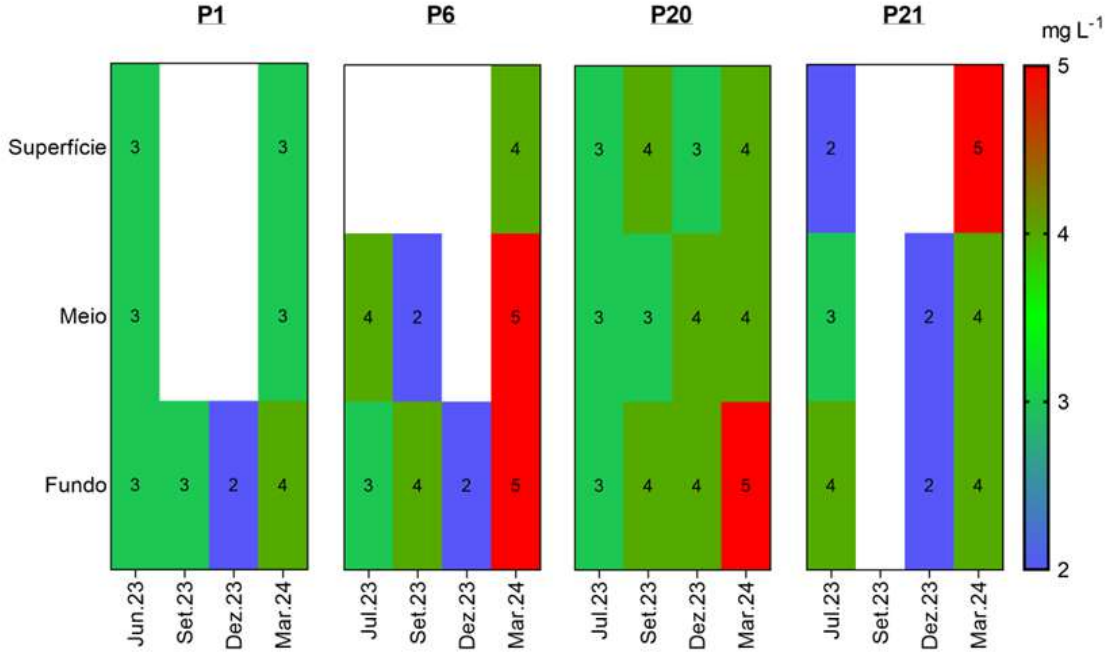


Figura 4.13. Perfis verticais da DBO na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas entre junho de 2023 a março de 2024.

4.4.2.5 Alcalinidade

A alcalinidade, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 43 mg L^{-1} e valor médio de 46 + 9 mg L^{-1}, variando entre 30 e 69 mg L^{-1}.

A Figura 4.14 apresenta os valores de alcalinidade nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. Os períodos foram estatisticamente semelhantes, com exceção de junho de 2023.

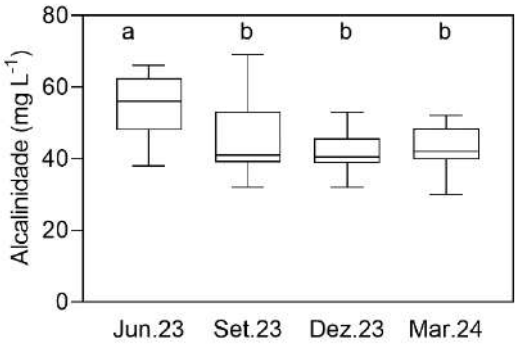


Figura 4.14. Representação gráfica dos valores de alcalinidade na área de influência direta da UHE Cana Brava entre junho de 2023 a março de 2024.

4.4.2.6 Nitrogênio

Tanto o fósforo quanto o nitrogênio, em suas diferentes formas, são bons indicadores de poluição por efluentes domésticos e industriais, além do uso e ocupação do solo (Agência Nacional das Águas, 2012). O fósforo, em conjunto com o nitrogênio, é um importante elemento no que se refere a limitação da produção primária, sendo que ambos são fundamentais para o crescimento de algas, mas, em excesso, podem ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização.

O nitrogênio (N) pode ser limitante da produtividade primária dos ecossistemas. As formas de nitrato e amônia ocorrem naturalmente no solo, formadas pela mineralização do nitrogênio, a qual promove as transformações de nitrogênio nessas e em demais formas. O uso de fertilizantes nitrogenados, por sua vez, pode aumentar as concentrações de nitrato e amônia no solo. O lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais também são fontes antrópicas da entrada de N nos ecossistemas aquáticos. Quanto maior a disponibilidade de N no solo, menor é a imobilização deste nutriente por microrganismos do solo e maior é a taxa de mineralização do N.

Além disso, os compostos de nitrogênio podem sofrer lixiviação, principalmente na forma de nitrato, que, por ser bastante solúvel em água, alcançando os sistemas aquáticos e pode causar eutrofização caso ocorra em grandes quantidades. Dessa forma, as baixas concentrações de

nitrogênio amoniacal, determinadas nos pontos monitorados no reservatório da UHE Cana Brava indicam a saúde desse ecossistema.

No que se refere à legislação brasileira, o limite para a concentração de nitrogênio amoniacal depende do valor de pH, sendo que em ambientes com valores de pH < 7,5, o valor máximo estabelecido para nitrogênio amoniacal é igual a 3,7 mg L^{-1}; para ambientes com pH < 7,5 e ≤ 8,0 o valor de nitrogênio amoniacal não pode ultrapassar 2,0 mg L^{-1}; para ambientes com pH < 8,0 e ≤ 8,5 o valor máximo de nitrogênio amoniacal deve ser 1,0 mg L^{-1}; e para ambientes com pH > 8,5 o valor máximo é 0,5 mg L^{-1}.

O nitrogênio amoniacal total, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 0,085 mg L^{-1} e valor médio de 0,098 + 0,034 mg L^{-1}, variando entre 0,060 e 0,180 mg L^{-1}. Os pontos P6 em setembro de 2023 e P18 em março de 2024 apresentaram valores de nitrogênio amoniacal total abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,05 mg L^{-1}).

O nitrato apresentou mediana de 0,024 mg L-1 e valor médio de 0,026 + 0,015 mg L^{-1}, variando entre 0,001 e 0,076 mg L^{-1}.

O nitrogênio total apresentou mediana de 0,64 mg L^{-1} e valor médio de 0,69 + 0,26 mg L^{-1}, variando entre 0,42 e 2,39 mg L^{-1}. Os pontos P10, P15, P18, P19 e P20 em junho de 2023 e P6 e P10 em setembro de 2023 apresentaram valores de nitrogênio total abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,1 mg L^{-1}).

Todos os pontos de amostragem estão de acordo com os valores máximos de nitrogênio amoniacal total e nitrato, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2.

A Figura 4.15 apresenta os valores de nitrogênio amoniacal total, nitrato e nitrogênio total nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. O nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrogênio total não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os períodos, indicando que houve grandes variações.

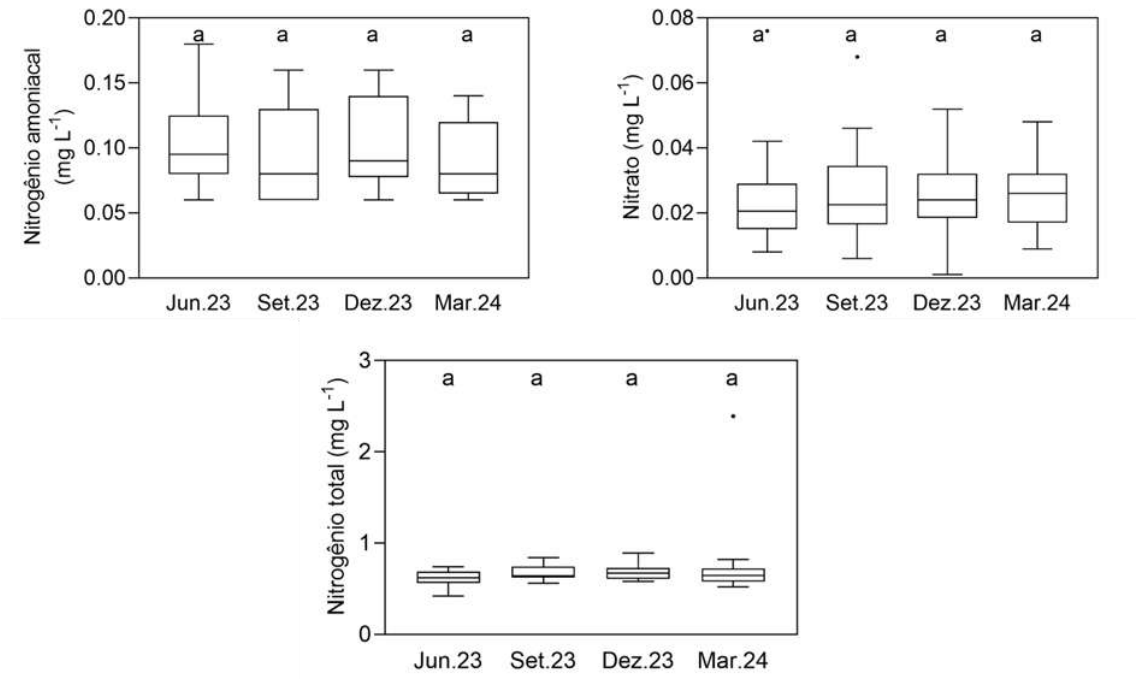


Figura 4.15. Representação gráfica dos valores de nitrogênio amoniacal total, nitrato e nitrogênio total na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024.

Os valores de nitrogênio amoniacal não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados em todos os pontos. A superfície do ponto P6 em setembro de 2023 e o perfil meio do ponto P21 em setembro de 2023 apresentaram valores de nitrogênio amoniacal total abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,05 mg L^{-1}) (Figura 4.16).

É importante ressaltar que o nitrito apresentou valores abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,010 mg L^{-1}) em todos os períodos de amostragem.

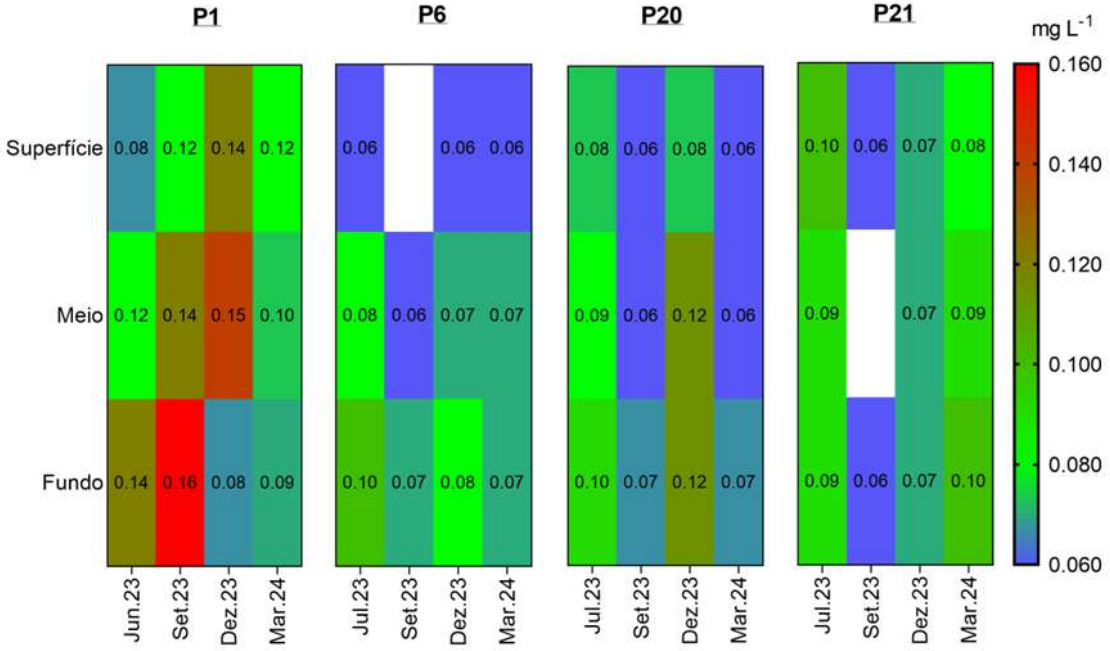


Figura 4.16. Perfis verticais do nitrogênio amoniacal na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as amostragens realizadas entre junho de 2023 a março de 2024.

4.4.2.7 Fósforo

O fósforo, em suas diferentes formas, são bons indicadores de poluição por efluentes domésticos e industriais, além do uso e ocupação do solo (Agência Nacional das Águas, 2012). O fósforo, em conjunto com o nitrogênio, é um importante elemento no que se refere a limitação da produção primária, sendo que ambos são fundamentais para o crescimento de algas, mas, em excesso, podem ocasionar um exagerado desenvolvimento desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização.

O fósforo total apresentou mediana de 0,007 mg L^{-1} e valor médio de 0,008 + 0,004 mg L^{-1}, variando entre 0,002 e 0,018 mg L^{-1}. Os pontos P2 e P21 em setembro de 2023, o P2, P15 e P18 em dezembro de 2023 e os pontos P2 e P15 em março de 2024 apresentaram valores de fósforo total abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,001 mg L^{-1}).

A Figura 4.17 apresenta os valores de fósforo total nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. O fósforo total não apresentou diferença entre os períodos.

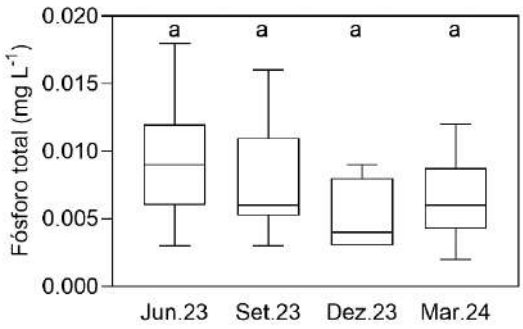


Figura 4.17. Representação gráfica dos valores de fósforo total na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024.

Os valores de fósforo total não tiveram grande variação nos diferentes perfis amostrados em todos os pontos. A superfície e o perfil meio do ponto P21 em setembro de 2023 apresentaram valores de fósforo total abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,001 mg L^{-1}) (Figura 4.18).

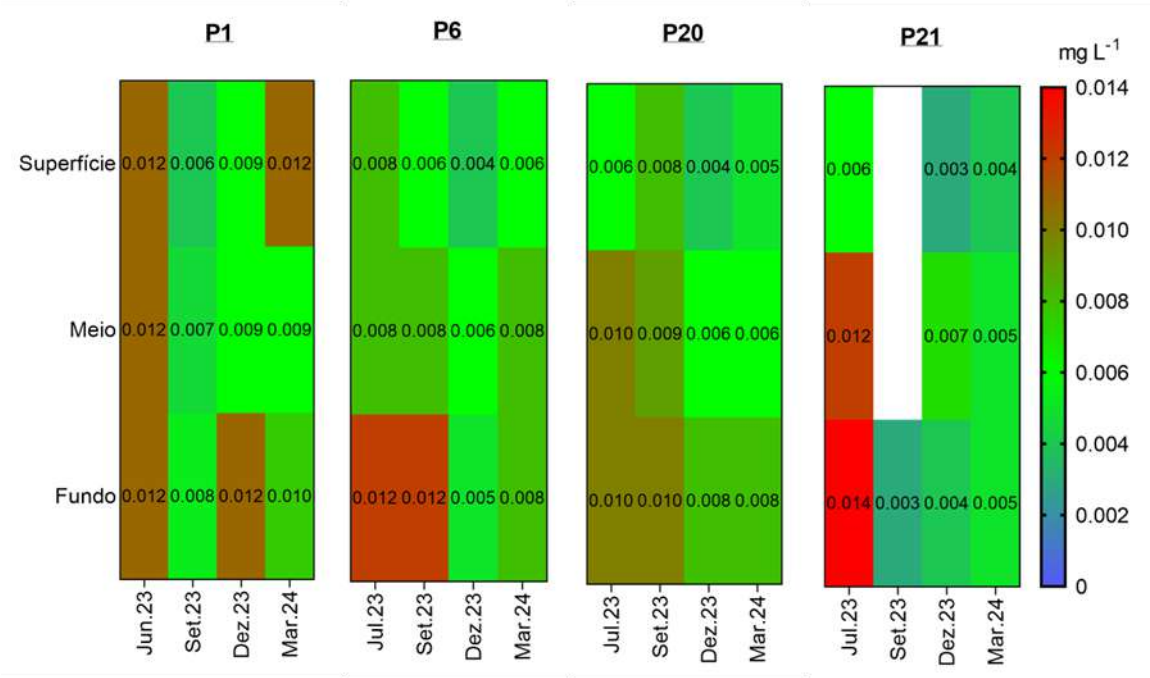


Figura 4.18. Perfis verticais do fósforo total na área de influência direta da UHE Cana Brava durante as campanhas de amostragem realizadas de junho de 2023 a março de 2024.

O fósforo solúvel reativo, considerando as amostragens de água realizadas no período de julho de 2023 a março de 2024, apresentaram a maioria dos valores abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,029 mg L^{-1}). Dessa forma, não foram feitos os gráficos e estatística comparativa.

Tendo em vista que a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2, preconiza diferentes limites de fósforo total para ecossistemas lóticos (0,10 mg L^{-1}) e lênticos (0,030 mg L^{-1}), os pontos do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água da UHE Cana Brava foram analisados de acordo com essa classificação. Os pontos lóticos e lênticos estão de acordo com o valor máximo de fósforo total estabelecido pela legislação.

4.4.2.8 Ferro

O ferro total, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 0,020 mg L^{-1} e valor médio de 0,029 + 0,024 mg L^{-1}, variando entre 0,005 e 0,112 mg L^{-1}.

O ferro dissolvido, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 0,012 mg L^{-1} e valor médio de 0,015 + 0,016 mg L^{-1}, variando entre 0,003 e 0,086 mg L^{-1}. A maioria dos pontos de amostragem em todos os períodos apresentaram valores de ferro dissolvido abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,001 mg L^{-1}).

A maioria dos pontos de amostragem estão de acordo com o valor máximo de ferro dissolvido (0,3 mg L^{-1}), estabelecido na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2, com exceção dos pontos P1 e P2 em junho de 2023.

A Figura 4.19 apresenta os valores de ferro total e dissolvido nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. Ambos os parâmetros não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os períodos.

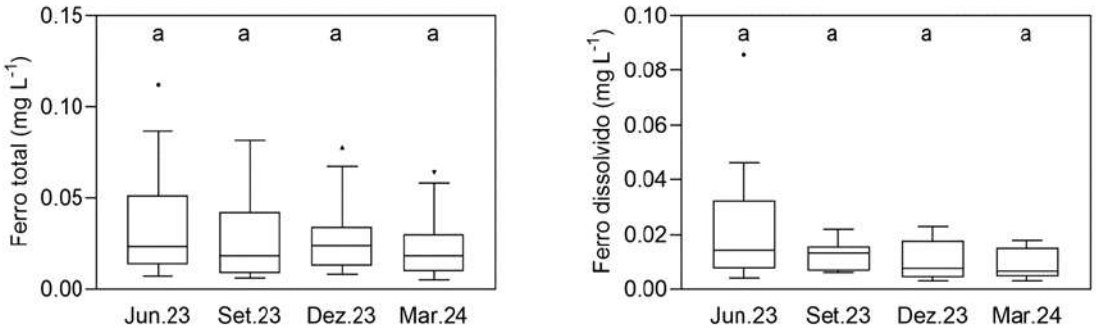


Figura 4.19. Representação gráfica dos valores de ferro total e dissolvido na área de influência direta da UHE Cana Brava de junho de 2023 a março de 2024.

4.4.2.9 Íons Principais (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4)

O sódio, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 3,02 mg L^{-1} e valor médio de 3,03 + 0,55 mg L^{-1}, variando entre 2,09 e 4,23 mg L^{-1}.

O potássio apresentou mediana de 1,31 mg L^{-1} e valor médio de 1,32 + 0,13 mg L^{-1}, variando entre 1,05 e 1,53 mg L^{-1}. Os pontos P2, P5 e P10 em junho de 2023 e P23 em março de 2024 apresentaram valores de potássio abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (1,109 mg L^{-1}).

O cálcio apresentou mediana de 5,96 mg L^{-1} e valor médio de 5,86 + 1,72 mg L^{-1}, variando entre 2,62 e 11,19 mg L^{-1}.

O magnésio apresentou mediana de 3,07 mg L^{-1} e valor médio de 2,98 + 0,59 mg L^{-1}, variando entre 1,89 e 4,89 mg L^{-1}.

O cloreto apresentou mediana de 0,64 mg L^{-1} e valor médio de 0,72 + 0,29 mg L^{-1}, variando entre 0,33 e 1,27 mg L^{-1}.

O sulfato apresentou mediana de 0,42 mg L^{-1} e valor médio de 0,77 + 0,75 mg L^{-1}, variando entre 0,12 e 3,10 mg L^{-1}.

Todos os pontos de amostragem estão de acordo com o valor máximo de cloreto e sulfato (250 mg L^{-1}), estabelecido na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2.

A Figura 4.20 apresenta os valores de sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto e sulfato nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. Todos os parâmetros não apresentaram diferença estatística entre os períodos.

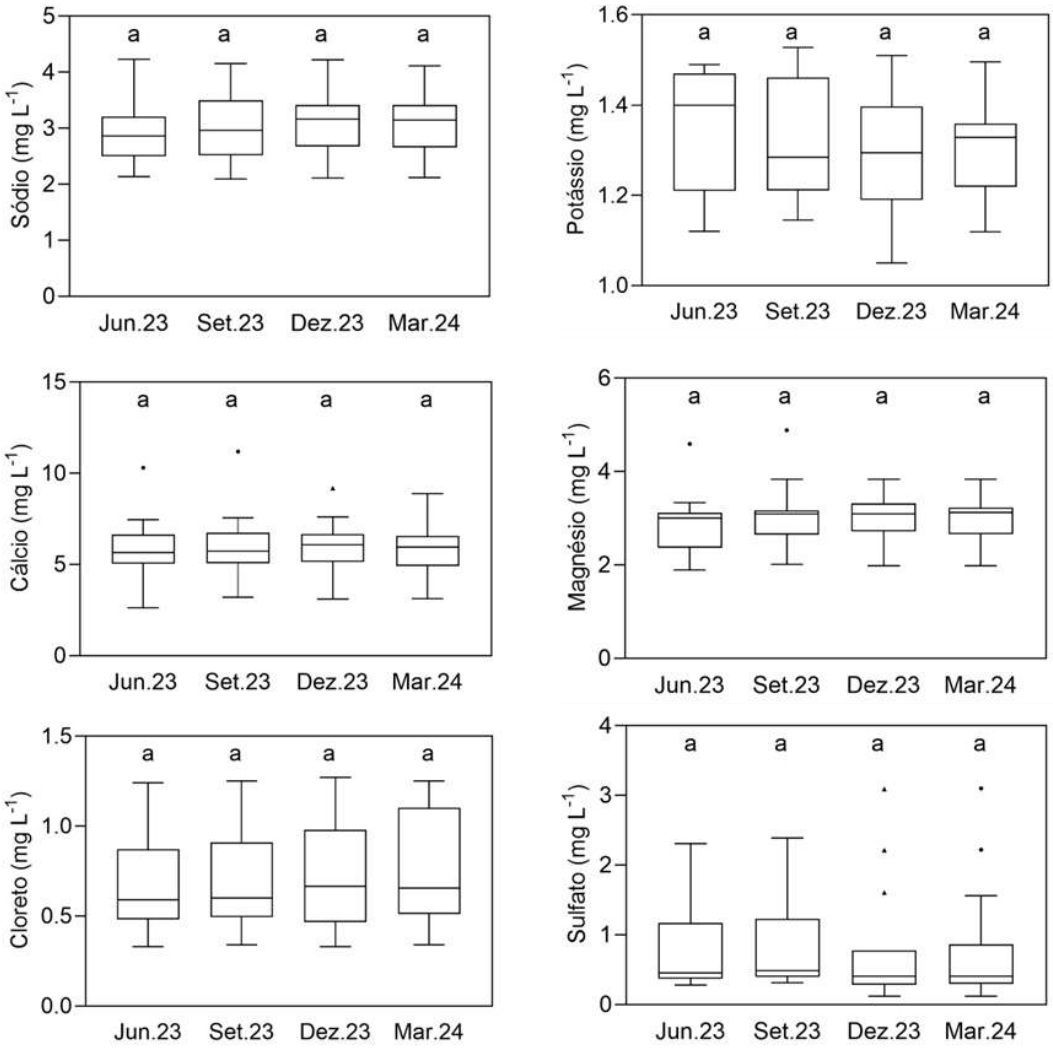


Figura 4.20. Representação gráfica dos valores de sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto e sulfato na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024.

4.4.2.10 Elementos Traço

Devido sua abundância em solos tropicais, a sílica dificilmente atua como fator limitante na produção primária. O silício, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 2,99 mg L^{-1} e valor médio de 3,13 + 0,87 mg L^{-1}, variando entre 2,23 e 6,69 L^{-1}.

O mercúrio apresentou valores abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (1,94 10-6 mg L^{-1}) na maioria das amostragens, com exceção dos pontos P21 em junho, P2 e P21 em setembro de 2023 (8,0 10-6; 5,0 10-6; 12,0 10-6, respectivamente). Todos os pontos de

amostragem estão de acordo com o valor máximo de mercúrio (0,0002 mg L^{-1}), estabelecido na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2.

A Figura 4.21 apresenta os valores de silício nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. Todos os períodos foram semelhantes.

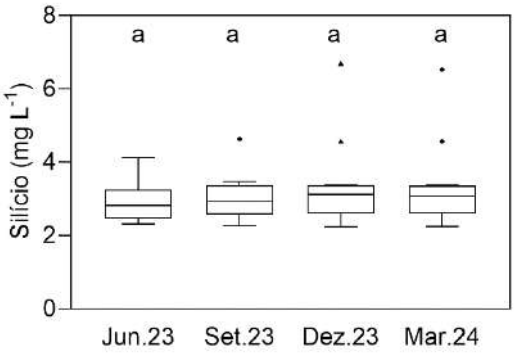


Figura 4.21. Representação gráfica dos valores de silício na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024.

O níquel, cádmio, cobre, chumbo, zinco e glifosato apresentaram concentrações abaixo do LQ (0,008; 0,001; 0,018; 0,008; 0,039; 0,050 mg L^{-1}, respectivamente) em todos os pontos de amostragem da água em todos os períodos.

4.4.2.11 Clorofila-α

A clorofila é uma variável importante em estudos de qualidade de água, por se tratar de uma ótima indicadora no que se refere a processos de eutrofização.

A clorofila-a apresentou mediana de 5 µg L^{-1} e valor médio de 6 + 1 µg L^{-1}, variando entre 4 e 8 µg L^{-1}. Alguns pontos em todos os períodos apresentaram concentrações abaixo do LQ (4 µg L^{-1}).

A Figura 4.22 apresenta os valores de clorofila nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. Não houve diferença estatística entre os períodos, apenas uma maior variação no mês de junho.

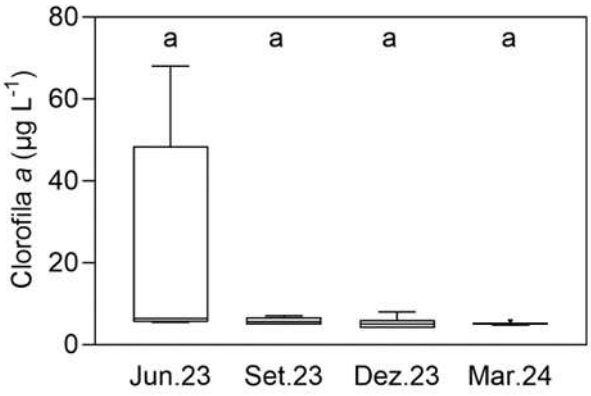


Figura 4.22. Representação gráfica dos valores de clorofila na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024.

4.4.2.12 Coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*

A presença de certos tipos de bactérias, como as do grupo coliforme, são bons indicadores da saúde e poluição nos corpos d'água, principalmente por efluentes domésticos (GREGHI, 2005), podendo ser prejudiciais não somente à saúde humana, mas também ao ecossistema aquático como um todo.

Os coliformes totais, considerando as amostragens de água realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentaram mediana de 112 UFC 100 mL^{-1} e valor médio de 115 + 37 UFC 100 mL^{-1}, variando entre 48 e 189 UFC 100 mL^{-1}.

Os coliformes termotolerantes apresentaram mediana de 15 UFC 100 mL-1 e valor médio de 17 + 8 UFC 100 mL^{-1}, variando entre 4 e 36 UFC 100 mL^{-1}. O ponto P15 em junho de 2023 apresentou valor abaixo do LQ (1 UFC 100 mL^{-1}). Todos os pontos de amostragem estão de acordo com o valor máximo de coliformes termotolerantes (1.000 UFC 100 mL^{-1}), estabelecido na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2.

A *Escherichia coli* apresentou mediana de 10 UFC 100 mL^{-1} e valor médio de 11 + 5 UFC 100 mL^{-1}, variando entre 3 e 24 UFC 100 mL^{-1}. Alguns pontos em todos os períodos apresentaram valores abaixo do LQ (1 UFC 100 mL^{-1}).

Para coliformes totais o ponto P15 em dezembro de 2023 e para os coliformes termotolerantes e a Escherichia coli alguns pontos em dezembro de 2023 e março de 2024 apresentaram valores abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (1 UFC 100 mL^{-1}).

A Figura 4.23 apresenta os valores de coliformes totais, termotolerantes e Escherichia coli nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. Os coliformes totais e termotolerantes não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os períodos. Entretanto, a Escherichia coli foi distinta a amostragem ocorrida em junho e dezembro de 2023.

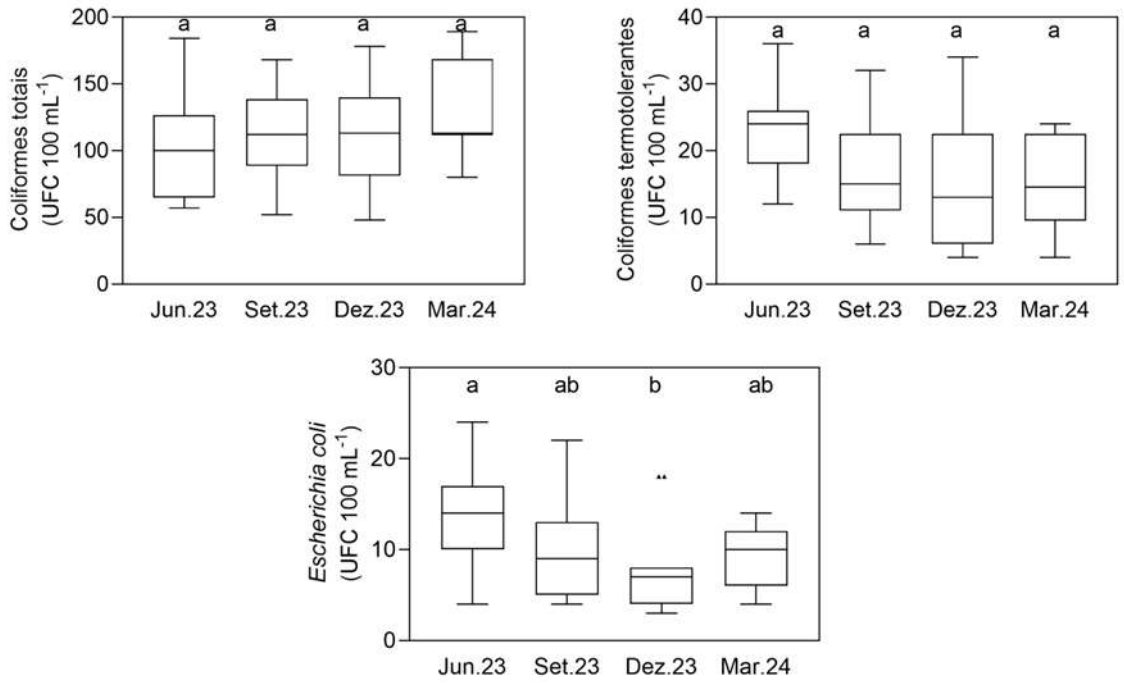


Figura 4.23. Representação gráfica dos valores de coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024.

4.4.2.13 Óleos e Graxas

O parâmetro óleos e graxas apresentou valores abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (10 mg L^{-1}) no ponto situado à jusante da UHE Cana Brava (P15) e no ponto localizado próximo à UHE Cana Brava (P21) entre junho de 2023 e março de 2024.

É importante ressaltar que a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece para óleos e graxas a condição de serem virtualmente ausentes, isto é, a avaliação acerca da presença de óleos e graxas é visual, avaliada em campo. Os valores descritos acima foram determinados pelo método gravimétrico/extração por soxhlet, em laboratório, sendo concentrações muito baixas que não podem ser visualizadas a olho nu. Dessa forma, os valores descritos foram virtualmente ausentes e estão de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Além disso, devido à baixa profundidade e à presença de densa vegetação próxima aos pontos, é possível que essas concentrações sejam de origem natural.

4.4.3 Elementos-traços na Matriz Sedimento

O termo elemento-traço tem sido utilizado na definição de metais, ametais e semi-metais presentes em baixas concentrações nos vários compartimentos abióticos. Os elementos-traço estão presentes naturalmente, sendo o aumento em suas concentrações decorrente de intemperismos de rochas e lixiviação nos perfis dos solos. Entretanto, há atividades antrópicas, como mineração, geração de efluentes, agricultura e queima de carvão, que contribuem para o

aporte de elementos no ambiente, sobretudo nas águas superficiais (KABATA-PENDIAS, PENDIAS, 2001).

A Resolução CONAMA nº 454, de 1º de novembro de 2012, estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas. Para a classificação desse material são definidos critérios de qualidade na referida legislação, sendo o Nível 1 o limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota e o Nível 2 o limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota. Os limites apenas dos parâmetros mensurados no Monitoramento Limnológico da UHE Cana Brava, nos dois níveis da Resolução, estão apresentados na Tabela 21 do Anexo 4.3.

O chumbo, considerando as amostragens de sedimento realizadas no período de junho de 2023 a março de 2024, apresentou mediana de 4,7 mg L^{-1} e valor médio de 4,4 + 2,8 mg L^{-1}, variando entre 0,6 e 8,0 mg L^{-1}.

O cobre apresentou mediana de 7,0 mg L^{-1} e valor médio de 8,1 + 5,8 mg L^{-1}, variando entre 1,1 e 18,0 mg L^{-1}.

O mercúrio apresentou mediana de 0,006 mg L^{-1} e valor médio de 0,007 + 0,002 mg L^{-1}, variando entre 0,004 e 0,009 mg L^{-1}. Os pontos P2 e P7, em junho, setembro e dezembro de 2023 e os pontos P2, P7 e P10 em março de 2024, apresentaram valores de abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,005 mg kg^{-1}).

O níquel apresentou mediana de 2,7 mg L^{-1} e valor médio de 6,4 + 5,2 mg L^{-1}, variando entre 0,6 e 14,2 mg L^{-1}. O ponto P2 em setembro e dezembro de 2023 e março de 2024 apresentaram valores abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (0,50 mg kg^{-1}).

O zinco apresentou mediana de 7,6 mg L^{-1} e valor médio de 8,8 + 7,0 mg L^{-1}, variando entre 1,2 e 24,6 mg L^{-1}.

A Figura 4.24 apresenta os valores de chumbo, cobre, mercúrio, níquel e zinco nos pontos distribuídos nos afluentes e nas diferentes áreas do reservatório da UHE Cana Brava. Para todos os parâmetros não houve diferenças estatisticamente significativas entre os períodos.

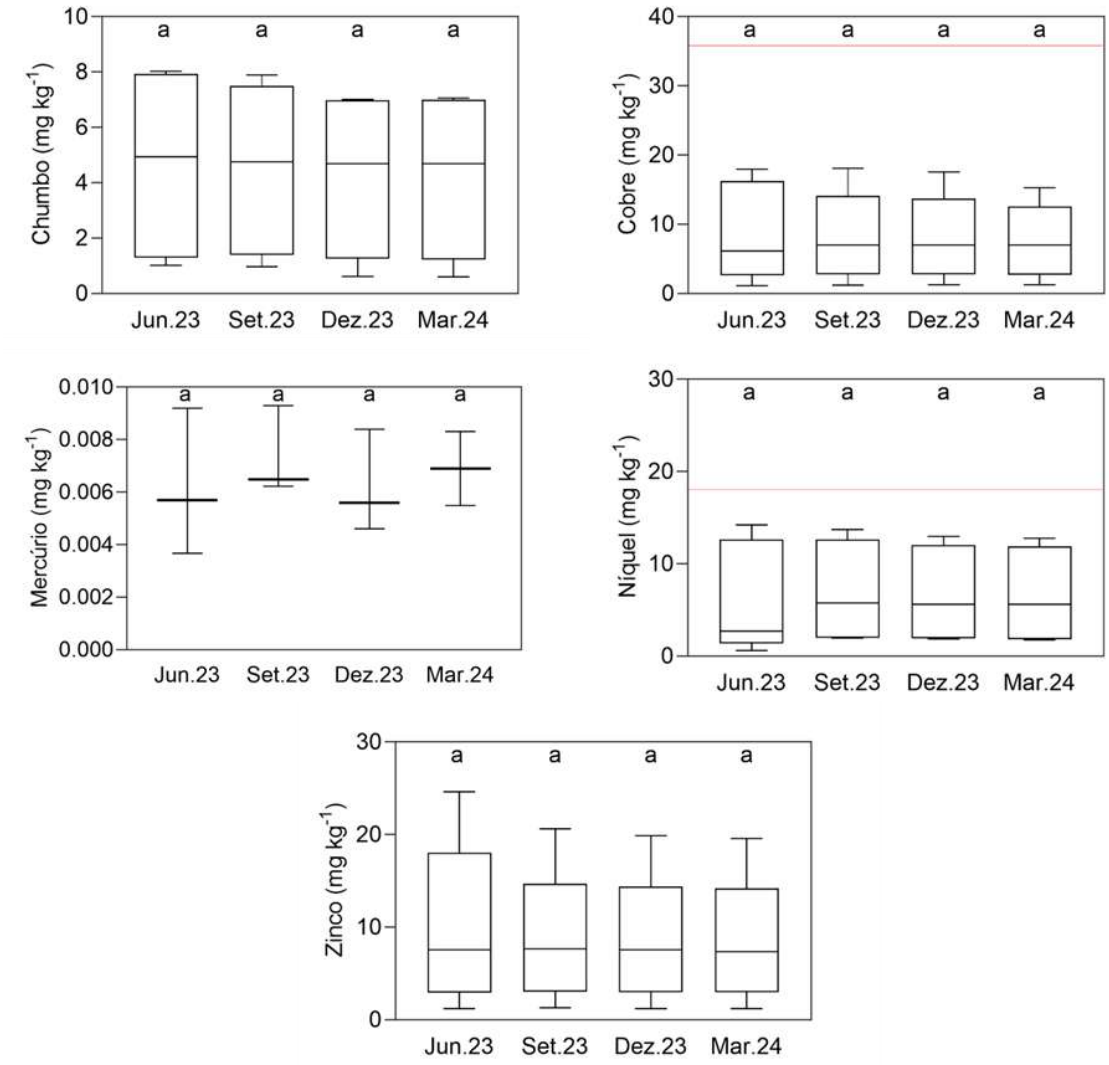


Figura 4.24. Representação gráfica dos valores de chumbo, cobre, mercúrio, níquel e zinco na área de influência direta da UHE Cana Brava em junho de 2023 a março de 2024.

O cádmio e o glifosato apresentaram valores abaixo dos limites de quantificações das técnicas utilizadas (0,50 e 0,08 mg kg^{-1}, respectivamente) em todos os períodos de amostragem. Isso impossibilitou as análises estatísticas para avaliar as diferenças entre os períodos.

As concentrações dos metais encontradas nas amostras de sedimento coletadas nos pontos do desenho amostral do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da água nas áreas de influência direta e indireta da UHE Cana Brava atendem aos limites dos níveis 1 e 2 estabelecidos e analisados pela Resolução CONAMA nº 454/2012.

Os resultados dos elementos traço em amostras de sedimento nos períodos de junho de 2023 a março de 2024 estão apresentados nas Tabelas 22 a 25 do Anexo 4.3 e nos boletins de ensaio disponíveis no Anexo 4.5.

4.4.4 Carga Poluidora da UHE Cana Brava

De acordo com dados fornecidos pela administração da UHE Cana Brava o volume médio de efluente no ano de 2023 foi de 10,78 m^3/dia, sendo 264 o quantitativo de dias que a estação de tratamento de efluentes (ETE) esteve em operação. Além disso, foram disponibilizados dados dos parâmetros DQO, DBO_5 e óleos e graxas minerais dos meses de março, junho, outubro e dezembro de 2023. Os resultados da carga poluidora para cada parâmetro estão apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Concentração média (mg/L) e as respectivas cargas poluidoras (t/ano) calculadas para os parâmetros DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e Óleos e graxas minerais.

Parâmetro	Concentração média (mg/L)	Carga poluidora (t/ano)
DQO	280,00	0,80
DBO5	139,30	0,40
Óleos e graxas minerais	< 5	-

Cálculo das cargas:
Cálculo da carga de DQO = 10,78 $m^3.dia^{-1}$ x 264 $dia.ano^{-1}$ x 280,00 10^{-6} $t.m^{-3}$ = 0,80 t/ano.
Cálculo da carga de DBO_5: = 10,78 $m^3.dia^{-1}$ x 264 $dia.ano^{-1}$ x 139,30 10^{-6} $t.m^{-3}$ = 0,40 t/ano.

A coleta das amostras no corpo receptor (rio Tocantins) foi realizada a 500 m à jusante do lançamento do efluente sanitário da UHE Cana Brava. A DBO5 apresentou valores abaixo do limite de quantificação (LQ) da técnica utilizada (<2 mg/L) na maioria das amostragens no ano de 2023, com exceção de março, o qual apresentou o valor 2 mg/L. A DQO e os óleos e graxas também apresentaram valores abaixo do LQ em todos os períodos (<2 e <10 mg/L, respectivamente). As concentrações medidas no corpo receptor mostram claramente que a carga orgânica é totalmente assimilada neste meio, sendo que as amostras oriundas do rio Tocantins apresentam valores de DQO e DBO_5 condizentes com corpos aquáticos não impactados por atividades antrópicas.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é que a vazão média anual do corpo receptor é de 456 m^3/s (dado disponibilizado pela ANA), com uma amplitude que varia entre 0 (mínima) a 1.221 (máxima) m^3/s. Isso representa um Fator de Diluição (FD) do efluente sanitário da UHE Cana Brava de pelo menos 4.247.148 vezes.

Fator Diluição = vazão média anual do rio (m^3/dia) / vazão média anual de efluente (m^3/dia).

4.4.5 Variáveis Bióticas

4.4.5.1 Fitoplâncton

A análise das amostras qualitativas do fitoplâncton referente às amostragens realizadas no ano de 2023 (junho e dezembro), na área de influência da UHE Cana Brava, totalizou 110 táxons, distribuídos em onze classes: Cyanophyceae, Chlorophyceae, Treuboxiophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae, Coscinodiscophyceae, Bacillariophyceae, Mediophyceae, Synurophyceae, Cryptophyceae e Dinophyceae. As classes Cyanophyceae (28%) e Zygnematophyceae (25%) foram as mais representativas nas amostras qualitativas, seguidas pelas clorofíceas (classe Chlorophyceae, 19%) (Figura 4.25).

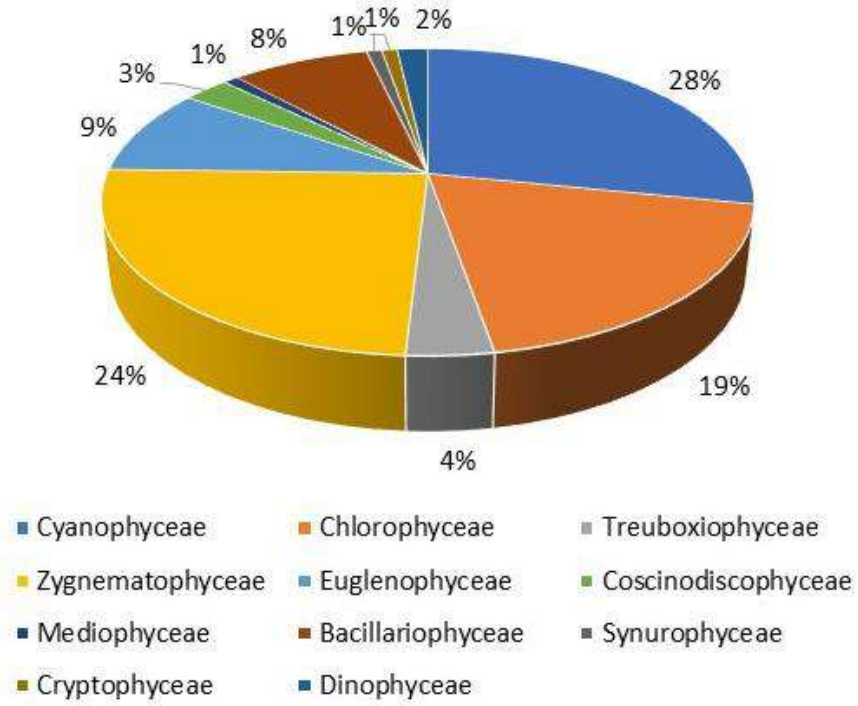


Figura 4.25. Porcentagem de ocorrência das classes de algas registradas durante as amostragens em junho e dezembro de 2023 nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava.

A análise das amostras qualitativas da comunidade perifítica referente à coleta realizada em junho e dezembro de 2023, totalizou 78 táxons, distribuídos em dez classes: Cyanophyceae, Chlorophyceae, Treuboxiophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae, Coscinodiscophyceae, Mediophyceae, Bacillariophyceae, Synurophyceae e Dinophyceae. As desmídias (classe Zygnematophyceae) e as cianobactérias (classe Cyanophyceae) foram as algas predominantes, representando 28% e 27% dos táxons identificados, respectivamente, seguidas pelas diatomáceas (classe Bacillariophyceae), com 13% (Figura 4.26).

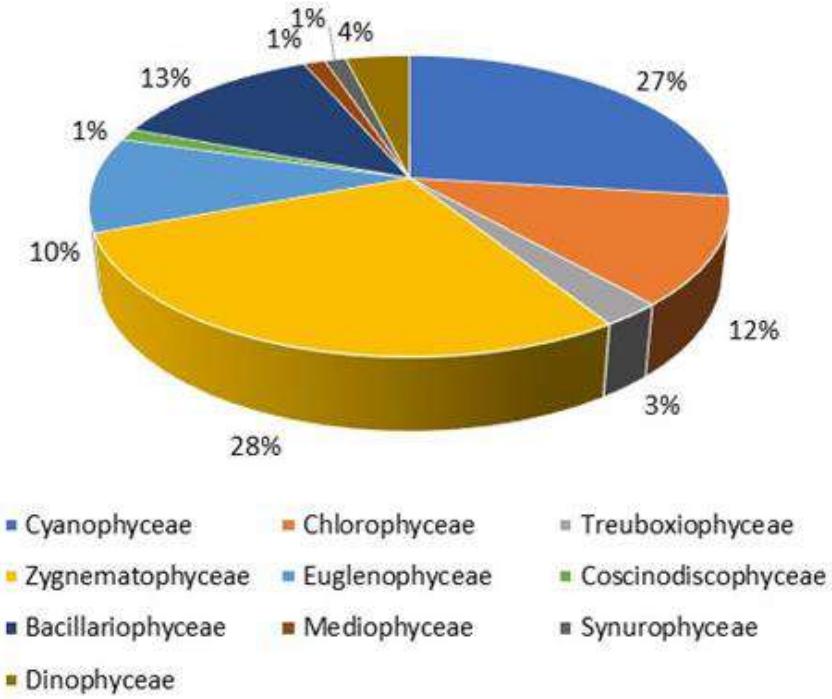


Figura 4.26. Porcentagem de ocorrência das classes de algas perifíticas registradas nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.

A densidade total de cianobactérias em células por mililitro (cel.mL^{-1}) foi de 24.540 cel.mL^{-1} em junho de 2023 e de 53.372 cel.mL-1 em dezembro. As colônias de *Aphanocapsa delicatissma* e os filamentos de *Pseudanabaena sp*. foram predominantes em densidade em ambas as campanhas. A densidade de cianobactérias não ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005 (20.000 cel.mL-1) em nenhum local amostrado.

O valor do índice de diversidade foi, em média, 1,73 bits.ind-1. O ponto P7 foi o que registrou o maior valor de diversidade em junho de 2023 e o ponto P2 em dezembro de 2023 (Figura 4.27).

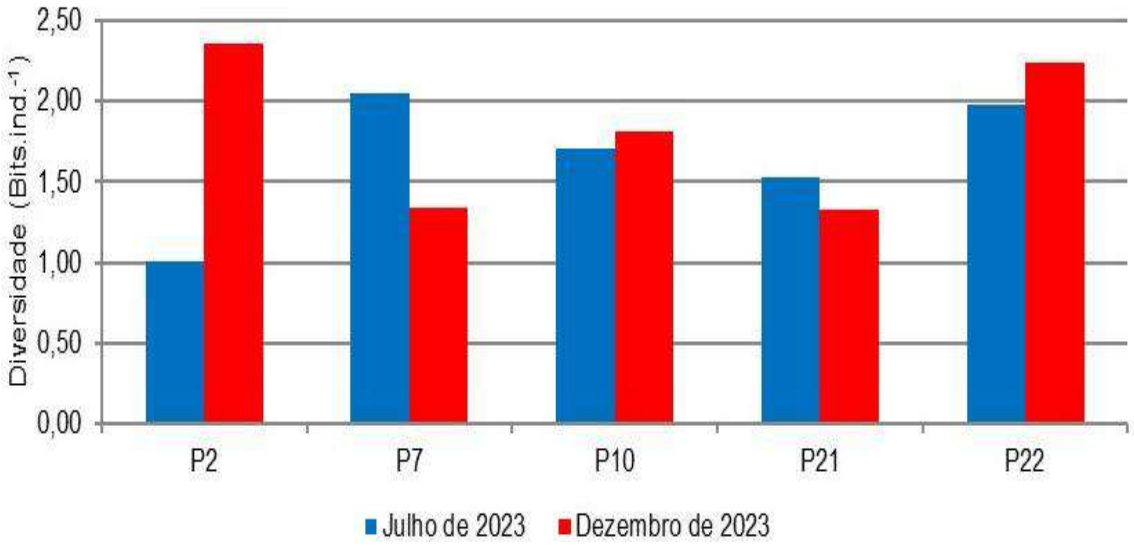


Figura 4.27. Valores dos índices de Shannon-Wiener (H') registrados nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.

Pela análise de similaridade de Bray-Curtis observou-se que a similaridade entre os pontos amostrados na UHE Cana Brava em junho de 2023 foi baixa, cerca de 15%. Os pontos P10 e P2 foram os mais similares entre si (cerca de 58%), provavelmente devido aos valores próximos de densidade registrados. (Figura 4.28-A). Em dezembro de 2023 também foi registrada baixa similaridade, menor que 10%. Os pontos P7 e P21 foram os mais similares entre si, cerca de 60%, provavelmente devido aos maiores valores de densidade registrados nesses locais (Figura 4.28-B). Vale salientar que a heterogeneidade ambiental verificada entre os pontos contribui para a baixa similaridade apresentada pela comunidade fitoplanctônica.

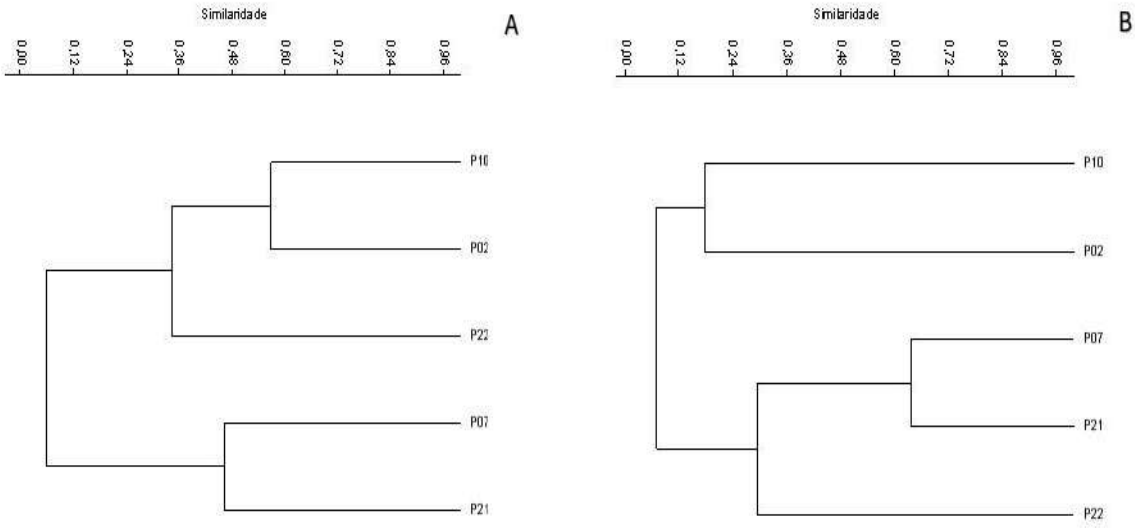


Figura 4.28. Dendrograma de similaridade com os valores de similaridade de Bray-Curtis nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho de 2023 (A – Cf=0,9049) e dezembro de 2023 (B- Cf=0,9577).

4.4.5.2 Zooplâncton

Nas amostras qualitativas referentes à coleta de zooplâncton realizada em junho de 2023, na área de influência da UHE Cana Brava, foram identificados 32 táxons, sendo 11 representantes do grupo Cladocera, 10 protozoários, 6 do grupo Rotifera, 3 copépodes e 2 táxons para o Meroplâncton. Os táxons mais frequentes foram o protozoário *Arcella vulgaris* e o copepodito de Copepoda Calanoida com ocorrência superior a 70% das amostras e classificados como muito frequentes. Além destes, foram classificados como frequentes, ocorrendo entre 40 e 70% das amostras, o cladócero *Bosminopsis deitersi*, os náuplios de Copepoda Calanoida e Cyclopoida e os copepoditos de Copepoda Cyclopoida. Em dezembro de 2023, foram identificados 34 táxons, sendo 7 representantes do grupo Cladocera, 9 protozoários, 7 do grupo Rotifera, 7 copépodes e 4 táxons para o Meroplâncton. Os táxons mais frequentes durante a campanha foram os copepoditos de Copepoda Calanoida e Cyclopoida e a família Chironomidade, representante do Meroplâncton, com ocorrência superior a 70% das amostras e classificados como muito frequentes.

Em relação à riqueza registrada entre os pontos, nota-se que em junho de 2023 os maiores valores foram observados nos pontos P7 e P21, com 14 e 15 táxons, respectivamente. Já a menor riqueza foi registrada no ponto P22, com 7 táxons. Em dezembro, a maior riqueza de espécies foi verificada nos pontos P7 e P22, com 14 táxons. Já a menor riqueza foi registrada no ponto P10, com 7 táxons.

Em junho de 2023 os maiores valores de densidade numérica foram registrados para o protozoário *Arcella vulgaris* (7.500 ind.m^{-3} no ponto P10), para os náuplios de Copepoda Calanoida (7.200 ind.m^{-3} no ponto P22) e para o protozoário *Lesquereusia spiralis* (6.000 ind.m^{-3} no ponto P21). Para o grupo Rotifera, o maior valor de densidade foi registrado para a espécie *Collotheca* sp. (3.600 ind.m^{-3} no ponto P7), enquanto para Cladocera, o maior valor de densdidae foi registrado para *Bosminopsis deitersi* (2.467 ind.m^{-3} no ponto P2). Já para o Meroplâncton o maior valor de densidade foi registrado para o táxon Chironomidae (200 ind.m^{-3} no ponto P10).

Em dezembro de 2023 os maiores valores de densidade numérica foram registrados para os copepoditos e náuplios de Copepoda Cyclopoida (240.000 e 187.500 ind.m^{-3}, respectivamente no ponto P22) e os copepoditos e náuplios de Copepoda Calanoida (140.000 e 9.500 ind.m^{-3}, respectivamente nos pontos P22 e P7). Para o grupo Rotifera, o maior valor de densidade foi registrado para a espécie *Brachionus angularis* (7.500 ind.m^{-3} no ponto P22), enquanto para Cladocera, o maior valor de densidade foi registrado para *Diaphanosoma spinulosum* (9.500 ind.m^{-3} no ponto P22). Para os protozoários, a espécie *Centropyxis aculeata* foi a mais abundante (5.000 ind.m^{-3} no ponto P7). Já para o Meroplâncton o maior valor de densidade foi registrado para o táxon Conchostraca (167 ind.m^{-3} no ponto P7). Em relação aos principais grupos do

zooplâncton, verifica-se o grupo Copepoda foi mais representativo na maioria dos pontos amostrados durante as duas campanhas, representado pelas fases juvenis de náuplios e copepoditos, seguido pelo grupo Protozoa (Figura 4.29).

Em junho o maior valor de densidade total foi registrado no ponto P21 (23.055 ind.m^{-3}) e o menor valor no ponto P2 (3.740 ind.m^{-3}). Já em dezembro, o maior valor de densidade total foi registrado no ponto P22 (608.609 ind.m^{-3}) e o menor valor no ponto P2 (3.870 ind.m^{-3}) (Figura 4.29).

As altas densidades do grupo Copepoda, sendo principalmente representado por elevadas abundâncias das fases juvenis nos pontos amostrados, são influenciadas pela região litorânea e bentônica, por isso ambientes com a mata ciliar preservada, como é observado na área monitorada, favorecem a comunidade zooplanctônica. As áreas litorâneas agregam o ecossistema aquático e são fundamentais para a contribuição de organismos com a zona limnética. Além disso, indivíduos do grupo Copepoda são mais facilmente adaptados à ambientes com maior estabilidade da coluna d'água (GANNON & STEMBERGER, 1978; MATSUMURA-TUNDISI et al., 2000; LANSAC-TÔHA et al., 1999, 2005).



Figura 4.29. Densidade numérica (ind.m^{-3}) dos principais grupos registrados para a comunidade zooplanctônica em junho e dezembro de 2023 nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava.

Em relação à diversidade de Shannon é possível verificar que, em junho de 2023, os maiores valores foram registrados nos pontos P7 e P21 (1,67 e 2,14 bits.ind^{-1}, respectivamente). Os menores valores de diversidade, no entanto, foram registrados nos pontos P2 e P22 (0,95 e 0,88 bits.ind^{-1}, respectivamente). Em dezembro de 2023, os maiores valores de diversidade também foram registrados nos pontos P7 e P21 (1,90 e 1,83 bits.ind^{-1}, respectivamente). Já os

menores valores de diversidade, no entanto, foram registrados nos pontos P10 e P22 (1,15 e 1,38 bits.ind^{-1}, respectivamente). Verifica-se que os valores de diversidade variaram entre os pontos e as campanhas, no entanto, pode-se considerar que apenas no ponto P21 amostrado em junho o valor é elevado, ou seja, acima de 2 bits.ind^{-1} (Figura 4.30). Esse resultado reflete as condições limitantes ao desenvolvimento da maioria dos táxons zooplanctônicos, favorecendo aqueles caracterizados com hábitos oportunistas (MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI, 2005), que no caso da UHE Cana Brava foram representados pelas fases juvenis de Copepoda.



Figura 4.30. Valores do índice de Shannon-Wiener (H') registrados na área de influência da UHE Cana Brava em junho e dezembro de 2023.

Pela análise de agrupamento de Bray-Curtis plotada através dos valores de densidade numérica registrados para a comunidade zooplanctônica verifica-se que para as duas campanhas existe baixa similaridade entre os pontos (menor que 45%) (Figura 4.31).

É importante destacar que a grande heterogeneidade ambiental verificada entre os pontos amostrados na UHE Cana Brava, cada um com suas particularidades, é responsável pela baixa similaridade apresentada pela comunidade zooplanctônica.

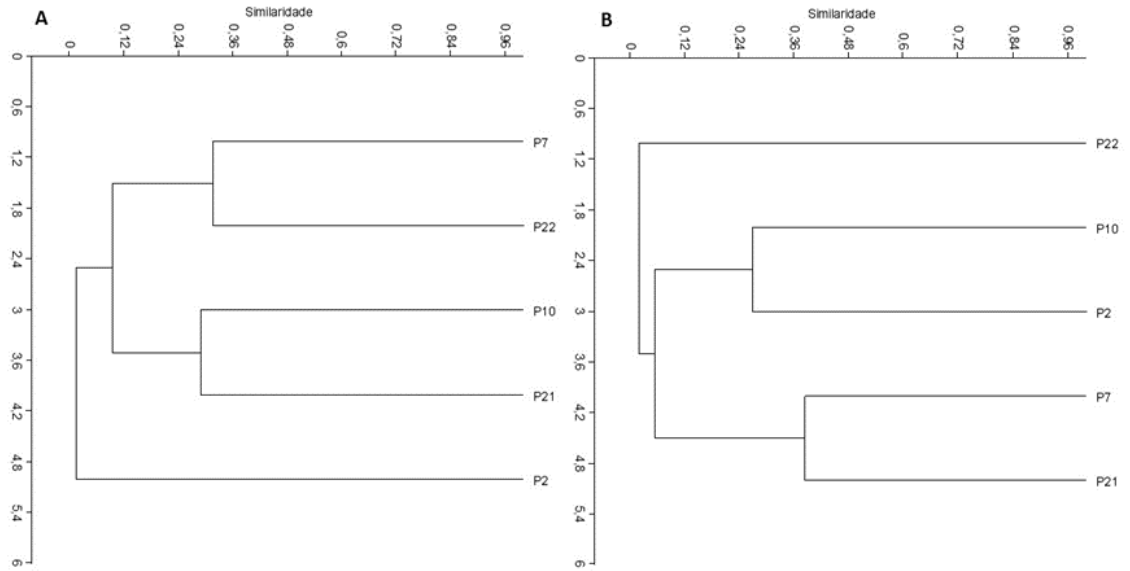


Figura 4.31. Dendrograma da análise de agrupamento apresentando os valores de similaridade de Bray-Curtis nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava em junho de 2023 (A) e dezembro de 2023 (B) (Cf. = 0,86 e 0,97, respectivamente).

4.4.5.3 Macroinvertebrados Bentônicos

Considerando as amostragens realizadas em junho e dezembro de 2023 foram identificados 57 táxons pertencentes à comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Estes táxons estão divididos em 3 Filos: Annelida (2 táxons), Arthropoda (48 táxons) e Mollusca (7 táxons).

Em junho o maior valor da riqueza taxonômica foi registrado no ponto P10 com 20 táxons e em dezembro no ponto P2 com 22 táxons (Figura 4.32).

Tanto em junho quanto em dezembro de 2023 foram registrados baixos valores de abundância, sendo os maiores valores de abundância registrados em junho para o gênero Tanytarsus sp. com 205 indivíduos no P2, correspondendo 37,48% da fauna coletada. Em dezembro de 2023, o maior valor foi do gênero Potamolithus sp. com 61 indivíduos no P21 correspondendo 42,36% da fauna coletada neste ponto.

Em relação à abundância absoluta por ponto de amostragem, em junho de 2023 a maior abundância ocorreu no P2, com 547 indivíduos, e o menor valor foi registrado no ponto P22, com 45 indivíduos. Já em dezembro de 2023, o ponto com maior valor de abundância foi o P2 com 164 indivíduos e o menor valor foi registrado no ponto P10, com 18 indivíduos (Figura 4.33).

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi composta principalmente pelos insetos aquáticos. A dominância dos insetos tanto em relação a diversidade quanto a abundância é um padrão comum dos ecossistemas aquáticos continentais (HYNES, 1970; LAKE, 1990). Isto ocorre devido a sua grande diversidade morfológica e a plasticidade adaptativa, as quais lhes proporcionam a capacidade de colonizar todos os tipos de ecossistemas limnicos (WALLACE &

ANDERSON, 1996). Da mesma forma, a ordem Diptera é um dos grupos mais diversos e abundantes da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (PÉREZ, 1988). Entre os dípteros a família Chironomidae se destaca em termos de abundância e diversidade, sendo encontrada em todos os tipos de sistemas aquáticos continentais (DI GIOVANNI et al., 1996; NESSIMIAN & CARVALHO, 1998).

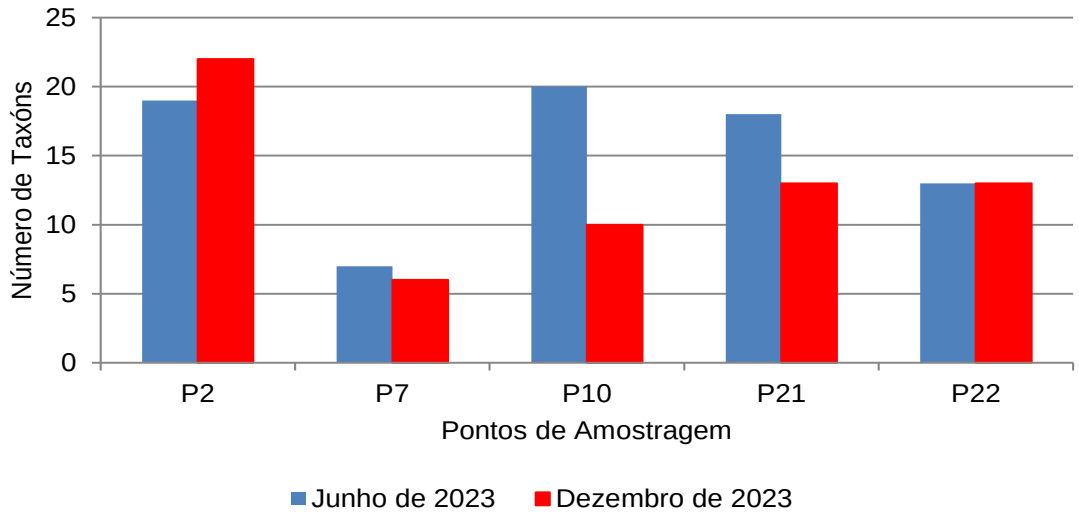


Figura 4.32. Riqueza de espécies para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.

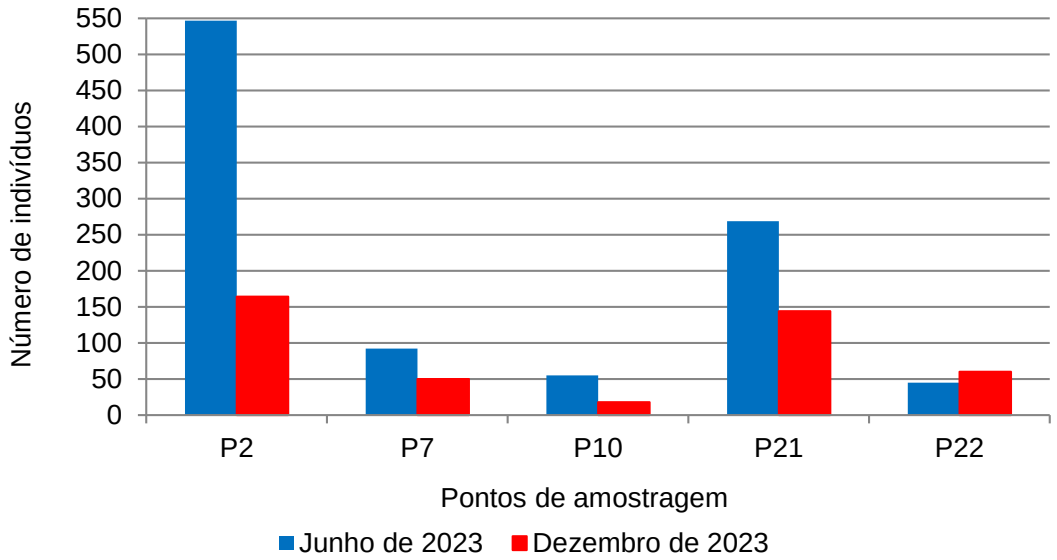


Figura 4.33. Abundância absoluta das espécies da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.

Entre os táxons registrados em junho de 2023, a maioria foi classificada como "Esporádica", e somente 5 táxóns foram classificados como "Muito frequentes", são eles: *Notonecta* sp., *Monogobia* sp., *Polypedilum* sp., *Tanytarsus* sp. e Ceratopogonidae, sendo

registrados em 80% ou mais dos pontos de amostragem. Da mesma forma, em dezembro de 2023, a maioria dos táxons foi classificada como "Esporádica", e somente 4 táxóns foram classificados como "Muito frequentes", são eles: Tubificinae, *Monopelopia* sp., *Biomphalaria amazonica e Polypedilum* sp., Ceratopogonidae, sendo registrados em 80% ou mais dos pontos de amostragem. Esta baixa frequência de ocorrência evidencia a singularidade dos ambientes amostrados, visto que as espécies apresentam preferências distintas em relação ao habitat. Por isso, uma região heterogênea comporta uma assembleia diversificada e com baixa frequência de ocorrência, como observado na área monitorada.

O maior valor do índice de diversidade de espécies registrado em junho de 2023 foi no ponto P10, com 2,58 bits.ind^{-1} e o menor valor no ponto P7, com 0,68 bits.ind^{-1}. Em dezembro de 2023, o maior valor do índice de diversidade de espécies foi registrado para o ponto P2, com 2,54 bits.ind^{-1} e o menor valor no ponto P7, com 0,51 bits.ind^{-1} (Figura 4.34).

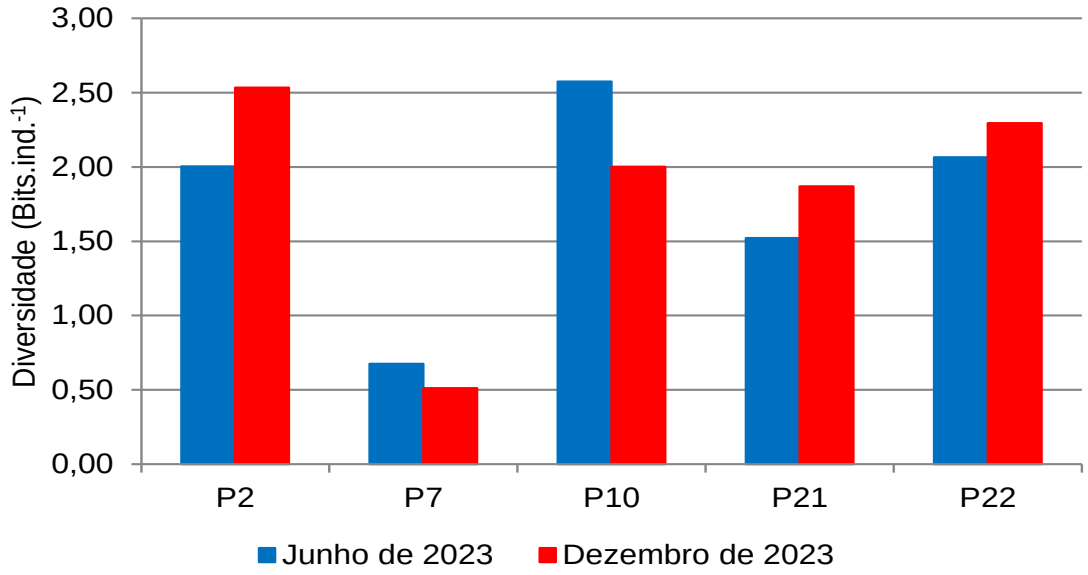


Figura 4.34. Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade de macroinvertebrados nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.

Através do dendrograma de similaridade (Bray-Curtis) pode-se observar que os pontos de amostragem apresentaram baixa similaridade em relação a composição taxonômica e abundância dos organismos. Em junho de 2023, a maior similaridade foi entre os pontos P7 e P2, com cerca de 25% de semelhança. Em dezembro de 2023 os pontos apresentaram menor similaridade, sendo a maior semelhança entre os pontos P21 e P22, com cerca de 40% de semelhança (Figura 4.35).

Os resultados das análises de similaridade corroboram com os dados da frequência de ocorrência, evidenciando, novamente, a heterogeneidade das áreas amostradas.

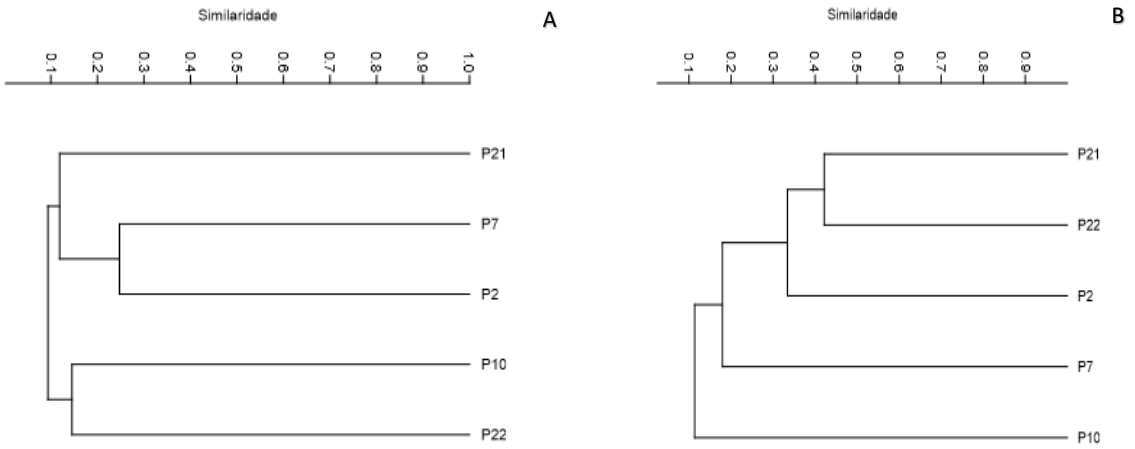


Figura 4.35. Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis dos organismos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da UHE Cana Brava, em junho de 2023 (A – Cf=0,8858) e dezembro de 2023 (B- Cf=0,8467).

Os predadores e os coletores foram os grupos com maior abundância relativa em junho e dezembro de 2023, representando 47,6% e 33,3% em junho; e 43,8% e 31,3% da fauna coletada em dezembro (Figura 4.36). Os dados obtidos indicam que os predadores juntamente com os coletores foram as guildas tróficas mais abundantes. Os predadores por não dependerem dos gradientes de produtividade ou da disponibilidade de partículas orgânicas, mas da presença de outros macroinvertebrados, habitualmente possuem abundâncias relativamente constantes (VANNOTE et al., 1980). Enquanto que a abundância de coletores está relacionada com a grande quantidade de matéria orgânica particulada presente no substrato. Os organismos pertencentes a esta categoria alimentam-se de matéria orgânica fina, geralmente menor que 1 mm de tamanho, tanto por filtração da água corrente quanto por coleta nos depósitos de sedimento (MERRITT & CUMMINS, 1996).

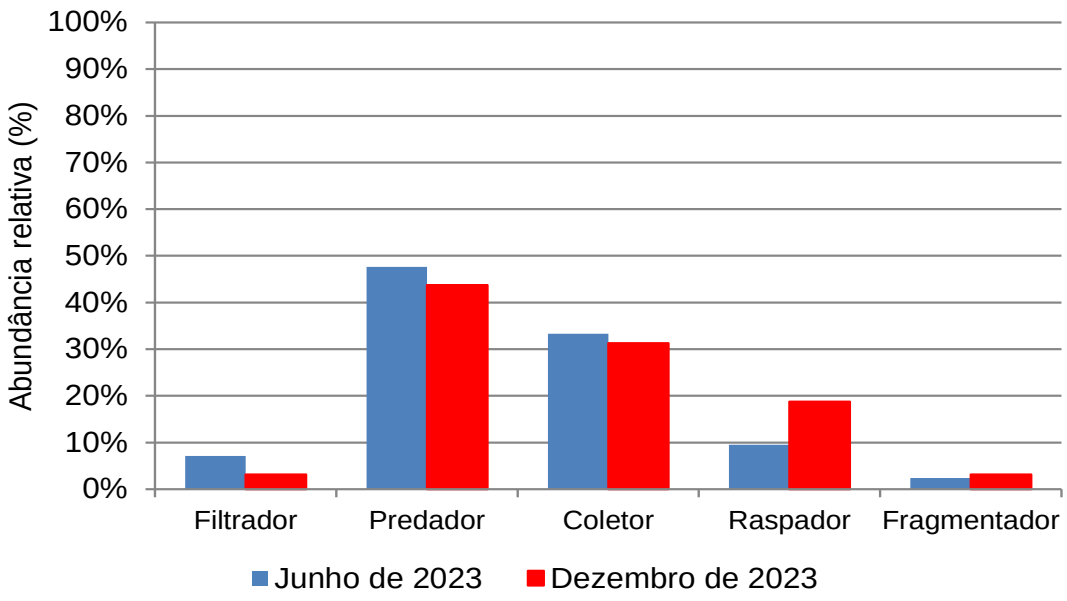


Figura 4.36. Abundância relativa do grupo trófico funcional da comunidade de macroinvertebrados bentônicos na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.

4.5 Considerações Finais

As amostras da água atendem aos parâmetros estabelecidos e analisados na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2. Com exceção de alguns pontos para o pH, oxigênio dissolvido, turbidez, fósforo total e DBO.

A maioria dos pontos de amostragem na área de influência da UHE Cana Brava foram classificadas pelo Índice de Langelier como equilibradas e corrosivas e pelo Índice de Qualidade da Água como de “boa” e “ótima” qualidades.

Os pontos de amostragem no sedimento atendem aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454, de 1º de novembro de 2012.

O inventário taxonômico da comunidade fitoplanctônica registrado durante o ano 2023 mostra uma comunidade rica e diversificada com composição típica de sistemas aquáticos tropicais. A variedade de micro-habitats e o fato da coleta ter sido realizada na margem contribuíram para este registro. Portanto, os baixos valores de densidade aliados à lista de gêneros/espécies obtida na análise qualitativa do fitoplâncton e do perifiton, onde as desmídias predominaram, indica um ambiente bem preservado e favorável ao desenvolvimento e manutenção da vida aquática.

A comunidade zooplanctônica apresentou composição típica dos sistemas aquáticos tropicais. O grupo Copepoda (fases juvenis) foi mais abundante na maioria dos pontos amostrados. Os táxons representantes desse grupo são registrados em ambientes com características típicas, como a presença de substratos e uma área litorânea marcante com mata

ciliar, além de maior estabilidade da coluna d'água. No geral, os valores de riqueza e de diversidade zooplanctônica foram baixos. Esse resultado reflete condições ecológicas limitantes ao desenvolvimento da maioria dos táxons zooplanctônicos, como ambientes oligotróficos e baixa produção primária. Além disso, verifica-se alta variação de valores entre os pontos amostrados, como consequência da heterogeneidade ambiental da região.

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi composta tanto de organismos sensíveis, quanto resistentes à poluição e ao stress ambiental, e sem a presença de grupo dominante, apresentando uma distribuição homogênea. Outra característica comumente observada é a baixa similaridade entre os pontos de amostragem. Esta característica deve estar relacionada à diversidade de micro-habitat que a vegetação ciliar proporciona, visto que quase todo entorno do reservatório possui mata ciliar.

Finalmente, caberia apontar a coerência observada entre as análises físico-químicas nos diferentes pontos ao longo do reservatório com os resultados aqui apresentados das análises da riqueza e da diversidade taxonômica.

4.6 Equipe Técnica

A equipe técnica da empresa Venturo Análises Ambientais, envolvida nos trabalhos constitui-se dos seguintes profissionais (Tabela 4.3).

Tabela 4.3. Equipe técnica do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água da UHE Cana Brava.

Profissional	CTF/IBAMA	Qualificação	Função no Contrato
Ademir Santos	2132749	Doutor/Químico	Especialista em química ambiental e coordenador geral
Júlio C. Rocha	5185347	Doutor/Químico	Especialista em química Ambiental
Wilson F. Jardim	5397904	Doutor/Químico	Especialista em química Ambiental
Tania M. da Silva	4340910	Mestra/Gestão Ambiental	Gestora ambiental
Wllyane S. Figueiredo	5350612	Mestra/Gestão Ambiental	Gestora ambiental
Marcos Vinicius Nunes	3826833	Doutor/Biólogo	Analista da comunidade bentônica e macrófitas aquáticas

4.7 Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Qualidade de água em reservatórios**, Unidade 2, 2012. Disponível em: www.capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/74/4/Unidade_2.pdf. Acesso em: maio de 2018.

ALLAN, J. D. **Stream Ecology:** structure and function of running waters. London: Chapman & Hall, 388p. 1995.

BEISEL, J. N. Stream community structure in relation to spatial variation: the influence of mesohabitat characteristics. **Hydrobiologia**, 389: 73 – 88, 1998.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, Brasília, 2005.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, RESOLUÇÃO CONAMA nº 344, Brasília, 2004.

CETESB. Relatório Técnico: Monitoramento de *Escherichia coli* e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo. São Paulo, 2008.

COIMBRA, C.D.; CARVALHO, G.; PHILIPPINI, H.; SILVA, M.F.M.; NEIVA, E. Determinação da concentração de metais traço em sedimentos do estuário do rio Maracaípe – PE/Brasil. *Brazilian* Journal of *Aquatic Science* and *Technolog,* 19(2): 58-75, 2015.

DI GIOVANNI, M. V., GORETTI, E. & TAMANTI, V. Macrobenthos in Montedoglio Reservoir, central Italy. Hidrobiologia, 321: 17-28, 1996.

ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 2ª Ed. – Rio de Janeiro: Interciência. 1998.

ESTEVES, F. D. A., & MENEZES, C. Papel da Água e da Limnologia na sociedade Moderna. Fundamentos de limnologia, *3*, 62-73, 2011.

GANNON, J. E. & STEMBERGER, R. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. Transactions of the American Microscopical Society, 97: 16-35, 1978.

GARCIA-ARMISEN T., PRATS J., SERVAIS P. Comparison of culturable fecal coliforms and Escherichia coli enumeration in fresh waters. Can. J. Microbiol. 53: 798-801, 2007.

GREGHI, S. D. Q. Avaliação da eficiência de métodos rápidos usados para detecção de coliforme totais e coliforme fecais em amostras de água, em comparação com a técnica de fermentação em tubos múltiplos. 2005.

HAMILTON W.P., KIM M.K., THACKSTON E.L. Comparison of commercially available Escherichia coli enumeration tests: implications for attaining water quality standards. Water Res 39: 4869-4878, 2005.

HOLOMUZKI, J. R. & BIGGS, B. J. F. Taxon-specific responses to high flow disturbance: implications for population persistence. Journal of the North American Benthological Society, 19: 670-79, 2000.

HYNES, H. B. The ecology of running waters. Canada, University of Toronto Press, 1970.

KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. 3.ed. Boca Raton, CRC Press, 413p, 2001.

LAKE, P.S. Disturbing hard and soft bottom communities: a comparison of marine and freshwater environments. Australian Journal of Ecology, Carlton, 15: 477-488. 1990.

LANSAC-TÔHA, F.A. VELHO, L.F.M. & BONECKER, C.C. Estrutura da comunidade zooplanctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá-GO. In: Henry, R (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fundibio/Fapesp. cap. 12, p. 347-74. 1999.

LANSAC-TÔHA, F.A., BONECKER, C.C. & VELHO, L.F.M. Estrutura da cominidade zooplanctônica em reservatórios. In: RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. & GOMES, L. C. (eds). Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais. São Carlos: RIMA, p. 115-128. 2005.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; LUZIA, A. P. & TUNDISI, J. G. Estado Trófico dos Reservatórios em Cascata do Médio e Baixo Tietê (SP) e Manejo para o Controle da Eutrofização. In: STRAŠKRABA, M. & TUNDISI, J. G. (eds.) Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos. Volume 9: Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas. São Carlos: ILEC, IIE., 2000.

MATTHAEI, C. D.; UEHLINGER, U.; MEYER, E. I. A. & FRUTIGER, A. Recolonization by benthic invertebrates after experimental disturbance in a Swiss prealpine river. **Freshwater Biology**, 35: .233-48, 1996.

McCABE, D. J. & GOTELLI, N. J. Effects of disturbance frequency, intensity, and area on assemblage of stream macroinvertebrates. **Oecologia**, 124: 270-79, 2000.

MERRIT, R. & CUMMINS, K. **An introduction to the aquatic insects of North America.** 3 ed. Kendall: Hunt Publishing. 1996.

NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, A. L. **Ecologia de Insetos Aquáticos.** Séries Oecologia Brasiliensis, PPGEUFRJ: Rio de Janeiro, 1998.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 1988.

PÉREZ, G. R. **Guia para el estúdio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia.** Fondo Fen Colombia, Conciencias, Universidad de Antioquia, Bogotá, 1988.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W. L.; SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries an Aquatic Sciences**, 37: 130-137, 1980.

WALLACE, J. B. & ANDERSON, N. H. Habitat, Life History, and Behavioral Adaptations of Aquatic Insects. In: MERRITT, R. W. & CUMMINS K. W. (eds). **An introduction to the aquatic insects of North America.** 3 ed. Kendall: Hunt Publishing. 1996.

5. MONITORAMENTO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

5.1 Introdução

O presente relatório técnico tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas no período de junho de 2023 a junho de 2024, no âmbito do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas da Usina Hidrelétrica (UHE) Cana Brava, por meio do Contrato DPS. RERT.21.197564 celebrado entre a ENGIE Brasil Energia e a Venturo Análises Ambientais.

Macrófitas aquáticas são todos os vegetais vasculares cujas partes fotossinteticamente ativas estão permanentemente ou por algum período submersas no corpo d'água ou flutuantes na superfície d'água e são visíveis a olho nu (Cook, 1974). Em uma mais recente atualização do conceito de macrófitas aquáticas Irgang & Gastal (1996) incluíram as plantas de ambientes salobros e marinhos neste grupo. E também como definido pela Convenção Ramsar (1971), o termo se aplica aos vegetais que ocorrem em ambientes palustres (Pedralli, 2003).

As macrófitas aquáticas por apresentarem grande plasticidade adaptativa e ecológica, colonizam a maioria dos ecossistemas lóticos e lênticos, sendo encontradas nas margens e nas áreas rasas de rios, lagos e reservatórios, mas também em cachoeiras e fitotelmos, nas regiões costeiras, em água doce, salgada e salobra (Esteves, 2011). Entre as funções ecológicas desempenhadas pelas macrófitas aquáticas estão: aumento da heterogeneidade espacial, criação de habitats para diversos animais, como por exemplo, macroinvertebrados (Esteves & Camargo, 1986) e peixes (Weaver *et al*. 1997), aumento da estabilidade da região litorânea e proteção das margens (Sand-Jensen, 1998), e retenção de nutrientes e poluentes (Carpenter & Lodge, 1986; Gopal, 1987; Engelhardt & Ritchie, 2001).

Devido à sua grande importância ecológica, seja ela na oferta de abrigo e alimento à outras espécies ou aos serviços ecossistêmicos prestados, como um filtro ambiental que retira excesso de nutrientes da água, a comunidade de macrófitas aquáticas deve ser monitorada, principalmente para evitar a proliferação de algumas espécies, evitando desta forma prejuízos ambientais, sociais e econômicos. Neste sentido, este relatório apresenta informações dessa comunidade na área de influência da UHE Cana Brava compreendendo as campanhas semestrais.

5.2 Caracterização da Área

O desenho amostral do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas nas áreas de influência direta da UHE Cana Brava, na bacia do rio Tocantins, está apresentado nas Figuras a seguir.

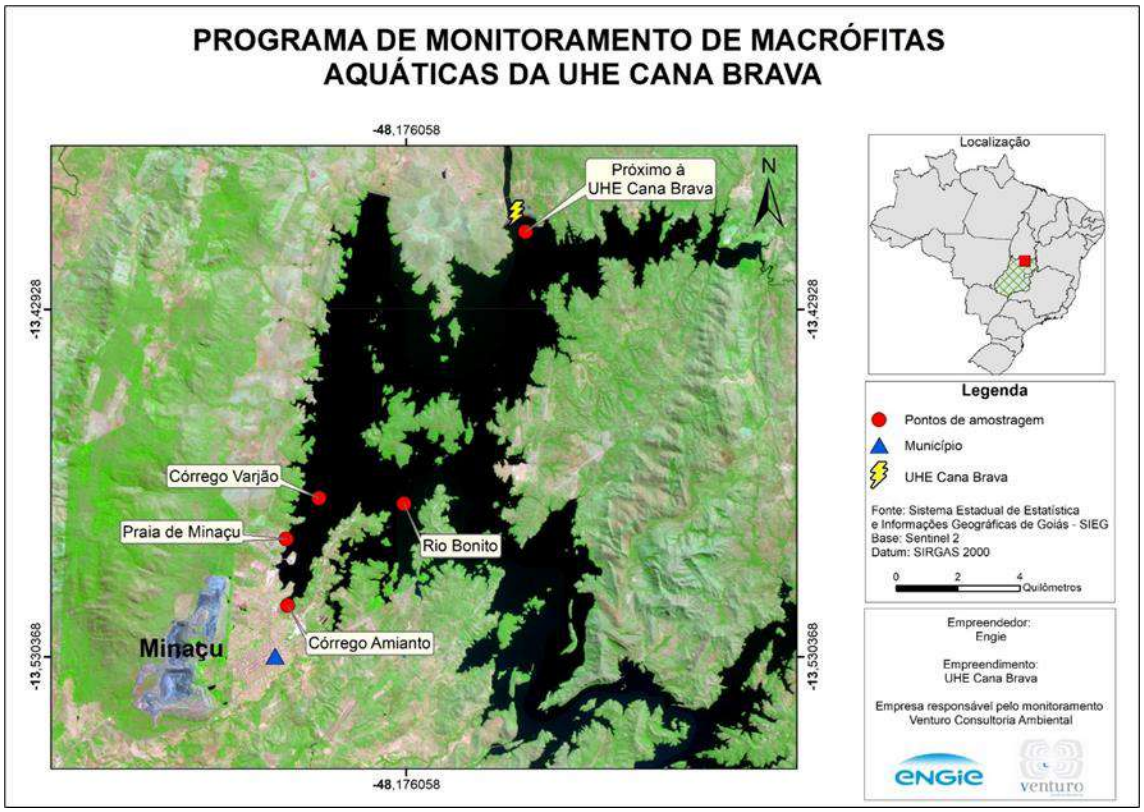


Figura 5.1. Mapa do desenho amostral do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas nas áreas de influência direta da UHE Cana Brava.



Figura 5.2. Rio Bonito, situado na área de influência da UHE Cana Brava em junho de 2023.



Figura 5.3. Rio Bonito, situado na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro de 2023.



Figura 5.4. Córrego Varjão, situado na área de influência da UHE Cana Brava em junho-2023.



Figura 5.5. Córrego Varjão, situado na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro-2023.



Figura 5.6. Córrego Amianto, situado na área de influência da UHE Cana Brava em junho-2023.



Figura 5.7. Córrego Amianto, situado na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro-2023.



Figura 5.8. Praia de Minaçu, situada na área de influência da UHE Cana Brava em junho-2023.



Figura 5.9. Praia de Minaçu, situada na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro-2023.



Figura 5.10. Ponto próximo à Usina Hidrelétrica Cana Brava em junho-2023.



Figura 5.11. Ponto próximo à Usina Hidrelétrica Cana Brava em dezembro-2023.



Figura 5.12. Rio Carmo, situado na área de influência da UHE Cana Brava em junho-2023.



Figura 5.13. Rio Carmo, situado na área de influência da UHE Cana Brava em dezembro-2023.

Os pontos de amostragem estão descritos na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Pontos de amostragem com suas coordenadas geográficas – Área de influência da UHE Cana Brava.

PONTO DE AMOSTRAGEM	COORDENADA GEOGRÁFICA (SIRGAS 2000)	
	LONGITUDE	LATITUDE
Rio Bonito	-48,1767	-13,4858
Córrego Varjão	-48,2014	-13,4842
Córrego Amianto	-48,2104	-13,5154
Praia de Minaçu	-48,2109	-13,4961
Próximo à UHE Cana Brava	-48,1414	-13,4067
Rio Carmo	-48,073	-13,413

5.3 Metodologia

O Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas tem uma abordagem interdisciplinar e multi-institucional nos vários níveis possíveis de interação, de modo a integrar o conhecimento do sistema ambiental. O monitoramento de macrófitas está integrado ao Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da água, desenvolvido na mesma área de estudo, onde são analisados diversos parâmetros físico-químicos.

A Tabela 5.2 lista as metodologias utilizadas pelo Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da água para as determinações dos parâmetros físico-químicos.

Tabela 5.2. Metodologias aplicadas às análises dos parâmetros físico-químicos pelo Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água.

	PARÂMETRO	METODOLOGIA
Físico-químicos	Condutividade	Sonda multiparamétrica
	Oxigênio dissolvido	
	Saturação de oxigênio	
	pH	
	Sólidos totais dissolvidos	
	Potencial de óxido redução	
	Temperatura da água	
	Turbidez	
	Salinidade	

5.3.1.1 Amostragem de macrófitas aquáticas

Para o inventário das espécies de macrófitas aquáticas foi realizada uma vistoria em campo, visando detectar as espécies, além coletar material para a determinação da biomassa nos pontos de amostragem que apresentavam a formação de bancos de macrófitas.

Para a estimativa de biomassa, o material biológico foi coletado com um estande de 0,50 m^2 de área. Para isso, o estande foi inserido sobre o banco de macrófitas e os exemplares presentes dentro dele foram fotografados, retirados e acondicionados em sacos etiquetados. Em cada banco das espécies dominantes foram coletados 3 estandes e determinada a biomassa média, a qual foi expressa em peso seco por grama em metro quadrado ($gPS.m^{-2}$).

Em laboratório foi feita a identificação do material coletado utilizando bibliografia especializada, como: Cook (1974), Kissmann & Groth (1997), Lorenzi & Sousa (1999), Pott & Pott (2000), Amaral *et al.*, (2008). Além disso, para o material destinado à obtenção da biomassa, em peso seco, foi realizada a secagem completa das amostras, e depois o material foi colocado em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura entre 60 e 65 ºC. Após secagem foi determinado o peso seco das amostras.

A lista das espécies registradas está organizada por ordem alfabética de famílias, gêneros e espécies segundo sistema de Judd *et al*. (1999). A terminologia nomenclatural e abreviações dos nomes dos autores foram feitas segundo INPI (2001). As formas biológicas foram analisadas segundo Irgang & Gastal Jr. (1996).

5.3.1.2 Análise de macrófitas aquáticas

Os resultados do levantamento das macrófitas aquáticas registradas na UHE Cana Brava foram expressos pela composição taxonômica, isto é, pelo conjunto das espécies registradas nos

pontos de amostragem; pela riqueza taxonômica, a qual foi medida com a simples somatória dos táxons; pela biomassa, determinada pelas principais espécies de macrófitas em cada ponto e pelo índice de similaridade.

A similaridade foi calculada por meio do Coeficiente Sorensen Dice, o qual estabelece o grau de semelhança entre as composições de organismos e as suas respectivas localizações. Este índice baseia-se nos dados de presença e ausência das espécies. O coeficiente de Sorensen (Ss) é expresso por:

$$\mathbf{Ss = 2\ a\ /\ 2a + b + c}$$

Onde:

a = número de espécies comuns em ambas amostras;

b = número de espécies presentes somente na amostra b;

c = número de espécies presentes somente na amostra c (Sorensen, 1948).

Foi utilizado o programa estatístico *Palaeontological Statistics Software Package* v. 1,74, PAST (Hammer et al., 2001), para realizar o agrupamento utilizado na construção do dendrograma de similaridade.

Como forma de avaliar a consistência do padrão de agrupamento encontrado, foi calculado o Coeficiente Cofenético (ou Coeficiente de Correlação Cofenética), que corresponde ao coeficiente de correlação linear de Pearson entre os elementos da matriz de dissimilaridade (obtida a partir dos dados originais) e os elementos da matriz cofenética (obtida a partir do dendrograma), sendo que valores mais próximos a 1 indicam melhor representação das relações entre os pontos pelo dendrograma (Valentin, 2000).

Além disso, a Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi aplicada para verificar a existência de correspondências entre alguns parâmetros físico-químicos e a biomassa das macrófitas aquáticas identificadas. Esta análise estatística multivariada foi realizada com o programa CANOCO 3.12 (Ter Braak, 1986).

5.4 Resultados e Discussões

Considerando as amostragens semestrais realizadas em junho e dezembro de 2023 foram registradas 25 táxons (Tabela 5.3) nos seis (6) pontos de amostragem: Rio Bonito, Córrego Varjão, Córrego Amianto, Praia de Minaçu, Rio do Carmo e próximo à UHE Cana Brava, este último ponto está localizado na mesma região do ponto P21 do Programa de Monitoramento Limnológico e

Qualidade da Água. Sendo registrados 25 táxons em junho de 2023 e 24 táxons em dezembro de 2023.

A maioria das espécies registradas (21 espécies), possuem forma de vida anfíbia, ou seja, apresentam uma ecofase aquática e outra terrestre (Pott & Pott, 2000).

Também foram registradas 4 espécies verdadeiramente aquáticas, duas (2) com forma de vida flutuante-fixa: *Ludwigia sedoides* e *Nymphoides indica;* uma (1) de forma de vida flutuante-livre: *Salvinia auriculata* e uma (1) de forma de vida submersa fixa, a espécie *Chara rusbyana*, considerada uma espécie de alga macroscópica.

Tabela 5.3. Composição taxonômica da comunidade de macrófitas aquáticas considerando os pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.

Táxon	Nome vernacular	Forma de vida	Junho de 2023	Dezembro de 2023
Characeae				
Chara rusbyana M. Howe	Lodo	Submersa fixa	X	X
Isoëtaceae				
Isoëtes sp. L.	Cebolinha	Anfíbia	X	X
Alismatacea				
Echinodorus grandiflorus (Cham. & Schultdl.)	Chapéu-de-couro	Anfíbia	X	X
Cyperaceae				
Cyperus odoratus L.	Tiririca	Anfíbia	X	X
Cyperus surinamensis Rottb.	Tiririca	Anfíbia	X	X
Eleocharis interstincta (Vahl) Roem. & Schult	Cebolinha	Anfíbia	X	X
Eleocharis minima Kunth	Cabelo-de-porco	Anfíbia	X	
Fimbristylis autumnalis (L.) Roem. & Schult.		Anfíbia	X	X
Fimbristylis miliacea (L.) Vahl		Anfíbia	X	X
Poaceae				
Brachiaria subquadripara Trin	Brachiaria	Anfíbia	X	X
Hymenachne amplexicaulis (H.B.K.) Hitchc.	Capim-de-Capivara	Anfíbia	X	X
Typhaceae				
Typha latifolia L.	Taboa	Anfíbia	X	X
Fabaceae				
Aeschynomene sp. L.	Cortiça	Anfíbia	X	X
Aeschynomene sensitiva Sw	Cortiça	Anfíbia	X	X
Mimosa dormiens Humb. & Bonpl. ex Willd.	Dormideira	Anfíbia	X	X
Mimosa pudica L.	Dormideira	Anfíbia	X	X
Euphorbiaceae				
Caperonia palustris (L.) A. St. Hil.	Erva-mexicana	Anfíbia	X	X
Onagraceae				
Ludwigia nervosa Poir.	Lombrigueira	Anfíbia	X	X
Ludwigia octovalvis (jacq.) P.H. Raven	Cruz-de-Malta	Anfíbia	X	X
Ludwigia sedoides (H.B.K.) Hara	Cruz-de-Malta	Flutuante fixa	X	X

Táxon	Nome vernacular	Forma de vida	Junho de 2023	Dezembro de 2023
Ludwigia tomentosa (Cambess.) Hara	Florzeiro	Anfíbia	X	X
Polygonaceae				
Polygonum ferrugineum Wedd.	Erva-de-Bicho	Anfíbia	X	X
Polygonum punctantum Elliot	Erva-de-Bicho	Anfíbia	X	X
Menyanthaceae				
Nymphoides indica (L.) Kuntze	Largatixa	Flutuante fixa	X	X
Salviniaceae				
Salvinia auriculata Aubl.	Orelha-de-onça	Flutuante livre	X	X
Total			**25**	**24**

No geral, os pontos de amostragem que registraram os maiores valores de riqueza de espécies foram o Córrego do Amianto e o Rio do Carmo, respectivamente, com 17 e 16 espécies. Enquanto o menor valor de riqueza taxonômica foi registrado nos pontos Rio Bonito e Praia de Minaçu, ambos, com 9 espécies (Tabela 5.4 e Figura 5.14).

Tabela 5.4. Riqueza de espécies e distribuição das macrófitas aquáticas por ponto de amostragem considerando a somatória das campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023.

Espécies	Rio Bonito	Córrego Varjão	Córrego Amianto	Prox. UHE CB	Praia de Minaçu	Rio do Carmo
Chara rusbyana		X	X	X	X	X
Isöetes sp.	X		X	X	X	X
Echinodorus grandiflorus						X
Cyperus odoratus		X	X	X		X
Cyperus surinamensis				X		X
Eleocharis interstincta	X	X	X		X	X
Eleocharis minima				X		
Fimbristylis autumnalis		X				X
Fimbristylis miliacea			X	X		
Brachiaria subquadripara	X	X	X			X
Hymenachne amplexicaulis	X	X	X	X		X
Typha latifolia	X	X	X		X	
Aeschynomene sp.	X		X	X	X	X
Aeschynomene sensitiva		X				
Mimosa dormiens			X			
Mimosa pudica				X	X	
Caperonia palustris	X	X	X		X	X
Ludwigia nervosa		X	X	X		
Ludwigia sedoides				X		X
Ludwigia octovalvis			X	X		
Ludwigia tomentosa						X
Polygonum ferrugineum			X			X
Polygonum punctantum	X	X	X		X	X
Nymphoides indica		X	X			
Salvinia auriculata	X	X	X		X	X
Riqueza taxonômica	**9**	**13**	**17**	**12**	**9**	**16**

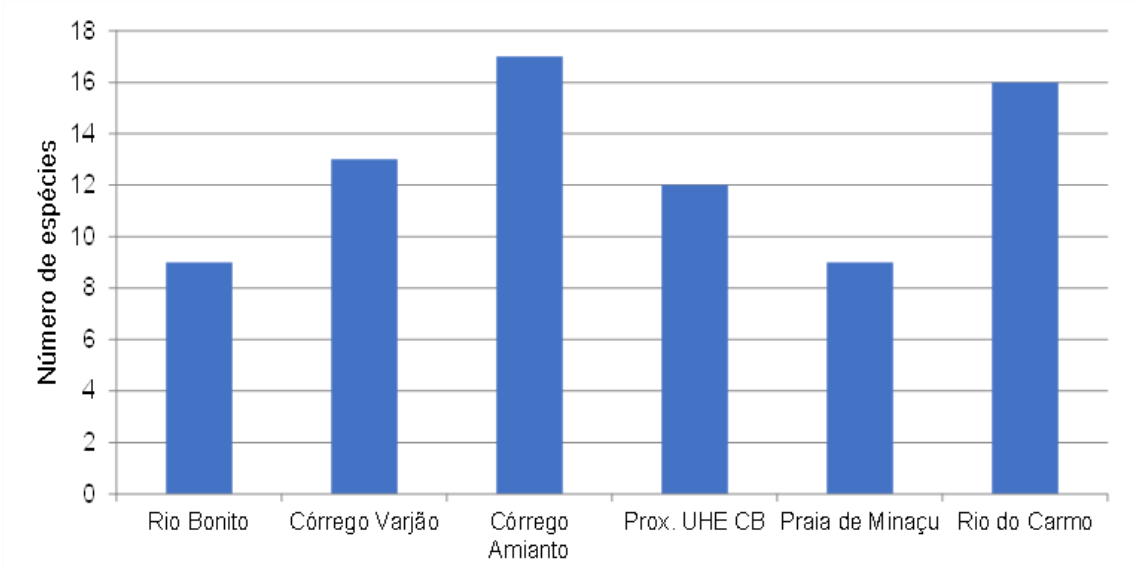


Figura 5.14. Riqueza de espécies para a comunidade de macrófitas aquáticas por ponto de amostragem, considerando as campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023.

Ao analisar cada campanha separadamente observa-se que em junho de 2023 o maior valor de riqueza de espécies foi registrado nos pontos Córrego do Amianto e Rio do Carmo, com 15 espécies cada, e no ponto Praia de Minaçu foi registrado o menor valor, com 5 espécies, conforme apresentado na Tabela 5.5 e na Figura 5.15. Da mesma forma, em dezembro de 2023 os maiores valores de riqueza de espécies foram registrados nos pontos Córrego Amianto e Rio do Carmo com 15 espécies cada e no ponto Praia de Minaçu foi registrado o menor valor, com 9 espécies (Tabela 5.6 e Figura 5.15).

Tabela 5.5. Riqueza de espécies e distribuição das macrófitas aquáticas por ponto de amostragem considerando a campanha realizada em junho de 2023.

Espécies	Rio Bonito	Córrego Varjão	Córrego Amianto	Prox. UHE CB	Praia de Minaçu	Rio do Carmo
Chara rusbyana		X	X	X	X	X
Isöetes sp.			X	X		X
Echinodorus grandiflorus						X
Cyperus odoratus		X	X			X
Cyperus surinamensis				X		X
Eleocharis interstincta	X	X	X			X
Eleocharis minima				X		
Fimbristylis autumnalis						X
Fimbristylis miliacea				X		
Brachiaria subquadripara		X	X			
Hymenachne amplexicaulis	X	X	X	X		X
Typha latifolia	X	X	X		X	
Aeschynomene sp.	X		X	X	X	X
Aeschynomene sensitiva		X				
Mimosa dormiens			X			
Mimosa pudica				X	X	

Espécies	Rio Bonito	Córrego Varjão	Córrego Amianto	Prox. UHE CB	Praia de Minaçu	Rio do Carmo
Caperonia palustris		X	X		X	X
Ludwigia nervosa			X	X		
Ludwigia sedoides						X
Ludwigia octovalvis			X	X		
Ludwigia tomentosa						X
Polygonum ferrugineum						X
Polygonum punctantum	X	X	X			X
Nymphoides indica		X	X			
Salvinia auriculata	X	X	X			X
Riqueza taxonômica	**6**	**11**	**15**	**10**	**5**	**15**

Tabela 5.6. Riqueza de espécies e distribuição das macrófitas aquáticas por ponto de amostragem considerando a campanha realizada em dezembro de 2023.

Espécies	Rio Bonito	Córrego Varjão	Córrego Amianto	Prox. UHE CB	Praia de Minaçu	Rio do Carmo
Chara rusbyana		X	X	X	X	X
Isöetes sp.	X		X	X	X	X
Echinodorus grandiflorus						X
Cyperus odoratus		X		X		X
Cyperus surinamensis				X		
Eleocharis interstincta		X	X		X	X
Fimbristylis autumnalis		X				X
Fimbristylis miliacea			X	X		
Brachiaria subquadripara	X	X	X			X
Hymenachne amplexicaulis	X	X				X
Typha latifolia	X	X	X		X	
Aeschynomene sp.	X		X	X	X	X
Aeschynomene sensitiva		X				
Mimosa dormiens			X			
Mimosa pudica				X	X	
Caperonia palustris	X	X	X		X	X
Ludwigia nervosa		X	X	X		
Ludwigia octovalvis			X	X		
Ludwigia sedoides				X		X
Ludwigia tomentosa						X
Polygonum ferrugineum			X			X
Polygonum punctantum	X	X	X		X	X
Nymphoides indica		X	X			
Salvinia auriculata	X	X	X		X	X
Riqueza taxonômica	**8**	**13**	**15**	**10**	**9**	**15**

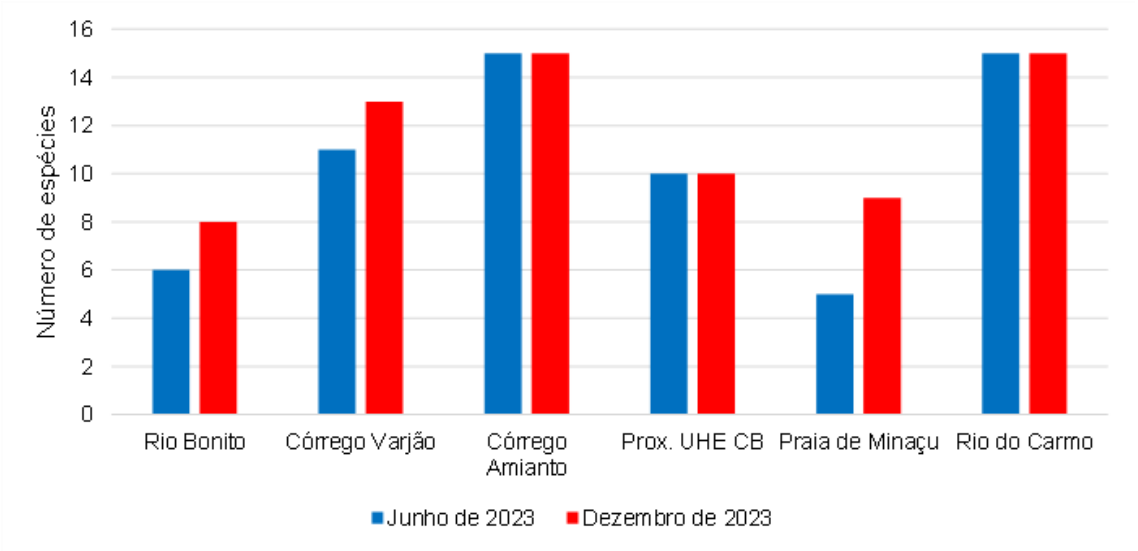


Figura 5.15. Riqueza de espécies para a comunidade de macrófitas aquáticas por ponto de amostragem, considerando as campanhas realizadas em junho de 2023 e dezembro de 2023.

A determinação da biomassa (gPS.m^{-2}) foi realizada somente para as espécies dominantes de cada ponto de amostragem. Pode-se observar que os maiores valores de biomassa foram registrados em junho de 2023. Da mesma forma, *Typha latifolia* foi a espécie que apresentou o maior valor de biomassa em ambas as campanhas, sendo registrados 13.081,00 gPS.m^{-2} em junho e 10.974,00 gPS.m^{-2} em dezembro (Tabela 5.7, Figura 5.16 e Figura 5.17).

Salvinia auriculata é uma espécie de macrófita aquática flutuante comum nos ambientes aquáticos tropicais e possui ampla distribuição geográfica (Wolff et al., 2009). Esta espécie apresenta altas taxas de crescimento e capacidade de reprodução, principalmente de forma vegetativa (Fernández *et al.,*1990). Devido a esta eficiente capacidade reprodutiva aliada às modificações ambientais, sendo resultado, principalmente, das atividades humanas, como o aumento de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, esta espécie pode proliferar-se rapidamente, cobrindo extensas áreas e causando prejuízos aos usos múltiplos do ecossistema (Mitchell e Tur, 1975; Gopal, 1990, Camargo *et al*., 2003).

Apesar de frequentemente a ocorrência de bancos de *Salvinia* estar relacionada às altas concentrações de nutrientes (Thomaz *et al.*, 1999; Esteves, 2011), alguns autores, como Camargo e Esteves (1995) observaram grandes bancos desta espécie em ambientes oligotróficos. Isto ocorre porque *S. auriculata* apresenta plasticidade morfológica, possibilitando alterações na forma, tamanho e peso das folhas aéreas e submersas (Coelho *et al*., 2000).

A espécie*Typha latifolia* apresentou maior produção de biomassa, em especial nos pontos Córrego Amianto e Rio Bonito. Isto se deve, sobretudo, à grande produção vegetal, uma vez que esta espécie possui alta taxa de fotossíntese (Lakshman, 1987). Esta espécie apresenta efetivos mecanismos de propagação vegetativa e alelopatia e grande capacidade de rebrota após incêndio

e cortes, além disso, apresenta grande desenvolvimento em ambientes alterados, ricos em nutrientes.

Tabela 5.7. Valores da biomassa seca (gPs.m^{-2}) das espécies da comunidade de macrófitas aquáticas nos pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, considerando as campanhas realizadas em junho e em dezembro de 2023.

Espécies		Rio Bonito	Córrego Varjão	Córrego Amianto	Prox. UHE CB	Praia de Minaçu	Rio do Carmo
Chara rusbyana	Jun.23		333,33	122,22	137,04	203,70	
	Dez.23			55,56	118,52	370,37	203,70
Isöetes sp.	Jun.23				77,78		
	Dez.23				88,89		
Eleocharis interstincta	Jun.23		940,74	470,37			651,85
	Dez.23		962,96	933,33			896,30
Brachiaria subquadripara	Jun.23			733,33			
	Dez.23						
Typha latifolia	Jun.23	2411,11	2359,26	6025,93		2285,19	
	Dez.23	1729,63	2129,63	5625,93		1488,89	
Ludwigia sedoides	Jun.23						533,33
	Dez.23						574,07
Polygonum ferrugineum	Jun.23						1277,78
	Dez.23						759,26
Salvinia auriculata	Jun.23	725,93	188,89	122,22			
	Dez.23	62,96	277,78	185,19			

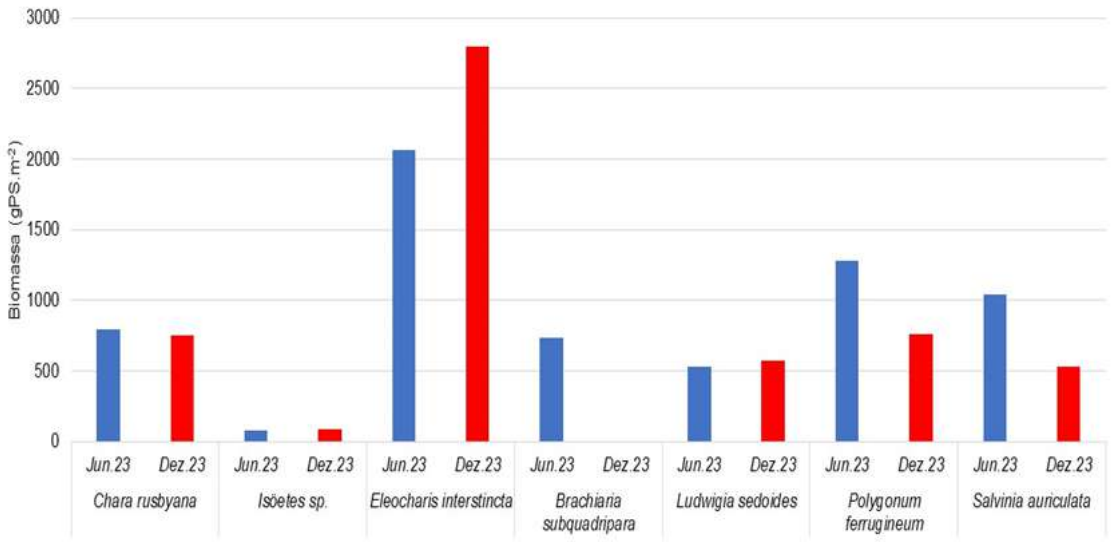


Figura 5.16. Valores da biomassa (gPS.m^{-2}) das espécies da comunidade de macrófitas aquáticas nos pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, considerando as campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023.

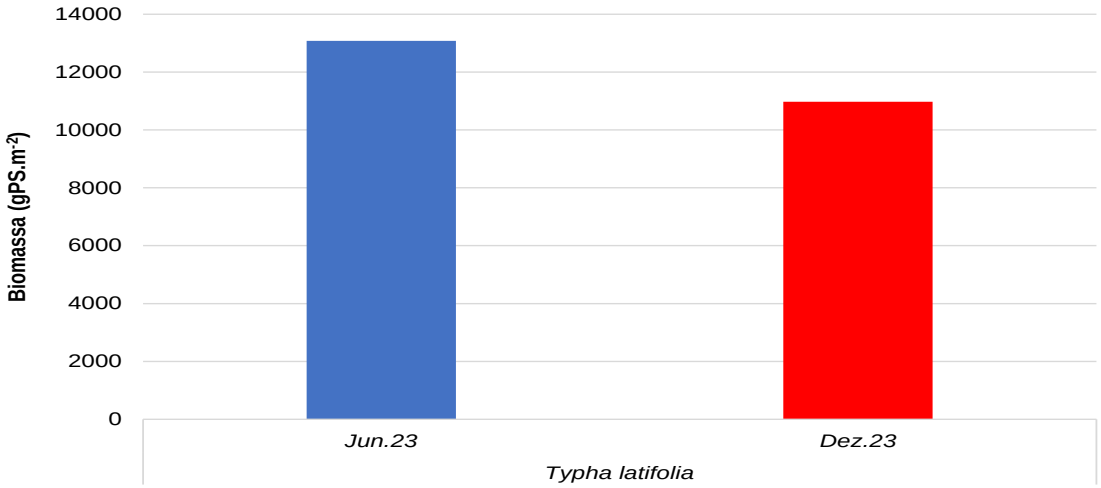


Figura 5.17. Valores da biomassa (gPS.m^{-2}) da espécie *Typha latifolia* registrada nos pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, considerando as campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023.

No geral, em junho foi registrado o maior valor de biomassa com 19.600,00 gPS.m^{-2}, enquanto em dezembro foi registrado 16.462,96 gPS.m^{-2} (Figura 5.18).

Em relação à biomassa por ponto de amostragem, é possível notar que todos os pontos registraram maiores valores em junho de 2023, principalmente nos pontos: Rio Bonito, com 3.137,04 gPS.m^{-2} em junho e 1.792,59 gPS.m^{-2} em dezembro; Córrego Amianto, com 7.474,07 gPS.m^{-2} em junho e 6.800,00 gPS.m^{-2} em dezembro; Córrego Varjão, com 3.822,22 gPS.m^{-2} em junho e 3.370,37 gPS.m^{-2} em dezembro; Praia de Minaçu com 2.488,89 gPS.m^{-2} em junho e 1859,26 gPS.m^{-2} em dezembro; Rio do Carmo, com 2.462,96 gPS.m^{-2} em junho e 2.433,33 gPS.m^{-2} em dezembro e no ponto Prox. UHE Cana Brava com 214,81 gPS.m^{-2} em junho e 207,41 gPS.m^{-2} em dezembro (Figura 5.19).

Esta diferença dos valores de biomassa entre as campanhas ocorre devido a influência da sazonalidade sobre o desenvolvimento e crescimento das macrófitas, principalmente, submersas e flutuantes. No período chuvoso (dezembro de 2023) ocorre o aumento do volume de água e da correnteza, fazendo com que ocorra o arraste das macrófitas aquáticas flutuantes (Beyruth, 1992). Além disso, com o aumento do volume de água há uma diminuição da concentração de nutrientes e aumento de partículas em suspensão na água, afetando diretamente as populações de macrófitas submersas (Lolis e Thomaz, 2011).

Embora tenha sido observado um aumento do banco de *Salvinia auriculata* no Rio Bonito, no último ano, em dezembro de 2023 há redução dos valores de biomassa em relação à junho de 2023. Contudo, recomenda-se a observação desse banco nas próximas campanhas, visto que neste local ocorre um controle natural. Os dados evidenciam a ciclicidade desta espécie, onde é possivel observar o aumento e diminuição natural do tamanho de seu banco (Figura 5.20).

Além disso, uma contenção instalada para impedir a dispersão das macrófitas no Rio Bonito foi rompida, o que pode ter contribuído para o aumento do banco nesta campanha.

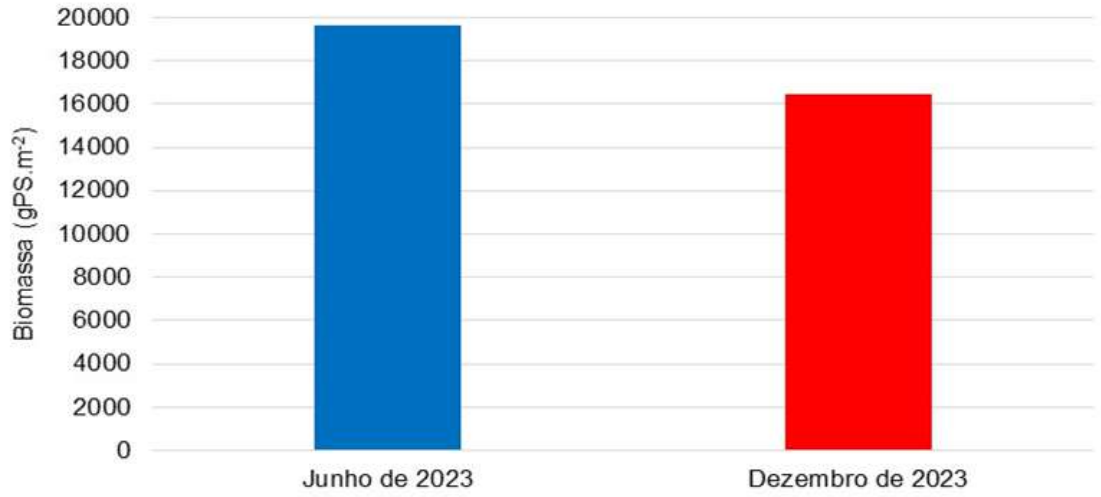


Figura 5.18. Valor total da biomassa (gPS.m-²) em junho e dezembro de 2023.

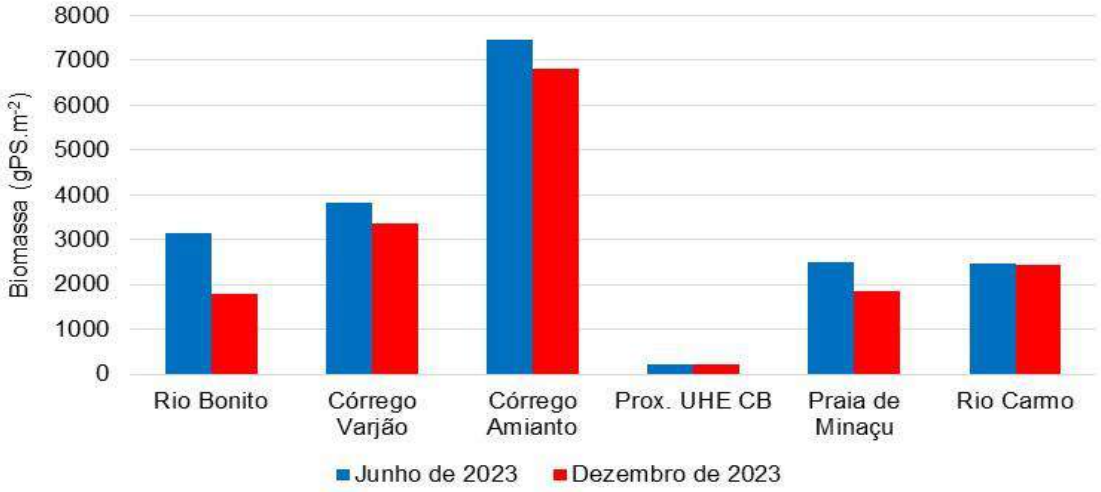


Figura 5.19. Valor total da biomassa (gPS.m^{-2}) por ponto de amostragem considerando as campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023.

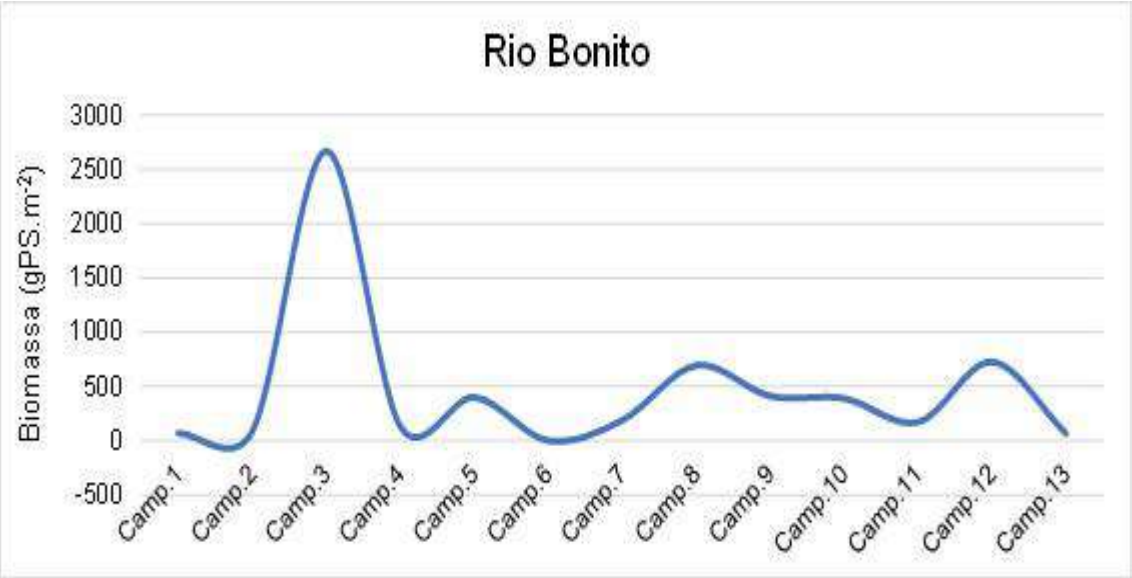


Figura 5.20. Variação dos valores da biomassa (gPS.m^{-2}) da espécie *Salvinia auriculata* registrada no ponto localizado no rio Bonito, ao longo das últimas 13 campanhas.

Através do dendrograma de similaridade observa-se que o ponto de amostragem próximo à UHE Cana Brava (UHE CB) foi dissimiliar aos demais, esta diferença pode ter ocorrido devido ao fato de ser o único local onde foi registrado biomassa da espécie *Isöetes* sp. Da mesma forma, também é possivel observar que não houve separação entre as campanhas (Figura 5.21).

A espécie *Isöetes* sp. é uma macrófita tipicamente aquática, ocorrendo como planta submersa em rios e lagos, embora várias de suas espécies sejam também terrícolas em áreas permanente a sazonalmente inundadas, com preferência a ambientes oligotróficos e águas transparentes (Pfeiffer, 1922).

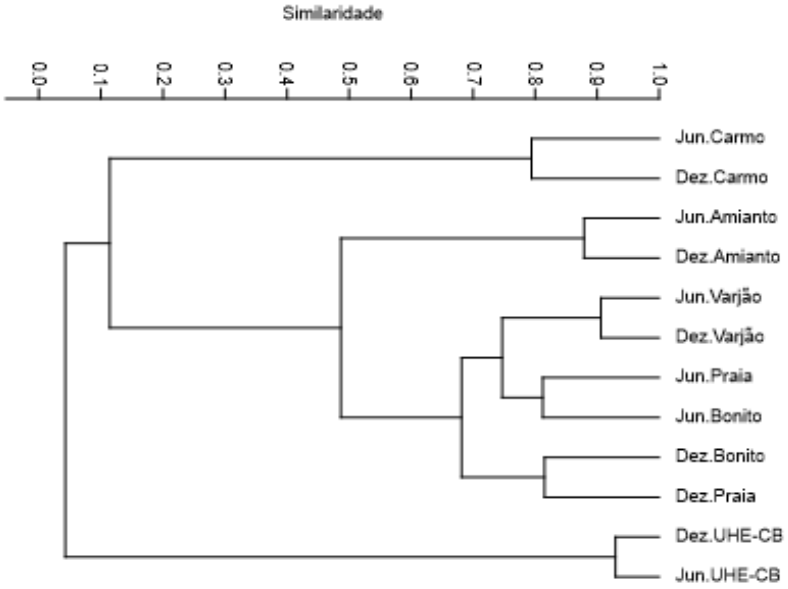


Figura 5.21. Dendrograma de similaridade de Bray-Curtis das espécies da comunidade de macrófitas aquáticas nos pontos localizados na área de influência da UHE Cana Brava, considerando as campanhas realizadas em junho (Jun.) e em dezembro de 2023 (Dez.). (Cf=0,9677).

A Figura 5.22 apresenta os resultados obtidos a partir da *Análise de Correspondência Canônica* (CCA) entre a composição e biomassa da comunidade de macrófitas aquáticas e as variáveis físico-químicas analisadas nos seis pontos de amostragem. A porcentagem total da variabilidade dos dados explicada pelos dois primeiros componentes da análise foi de 80% e a variável potencial redox (Prox) foi considerada significativa. É possível observar que a espécie *Salvinia auriculata* correlacionou com as variáveis turbidez (Turb.) e sólidos totais dissolvidos (STDS) e com o ponto Rio Bonito nas duas campanhas.

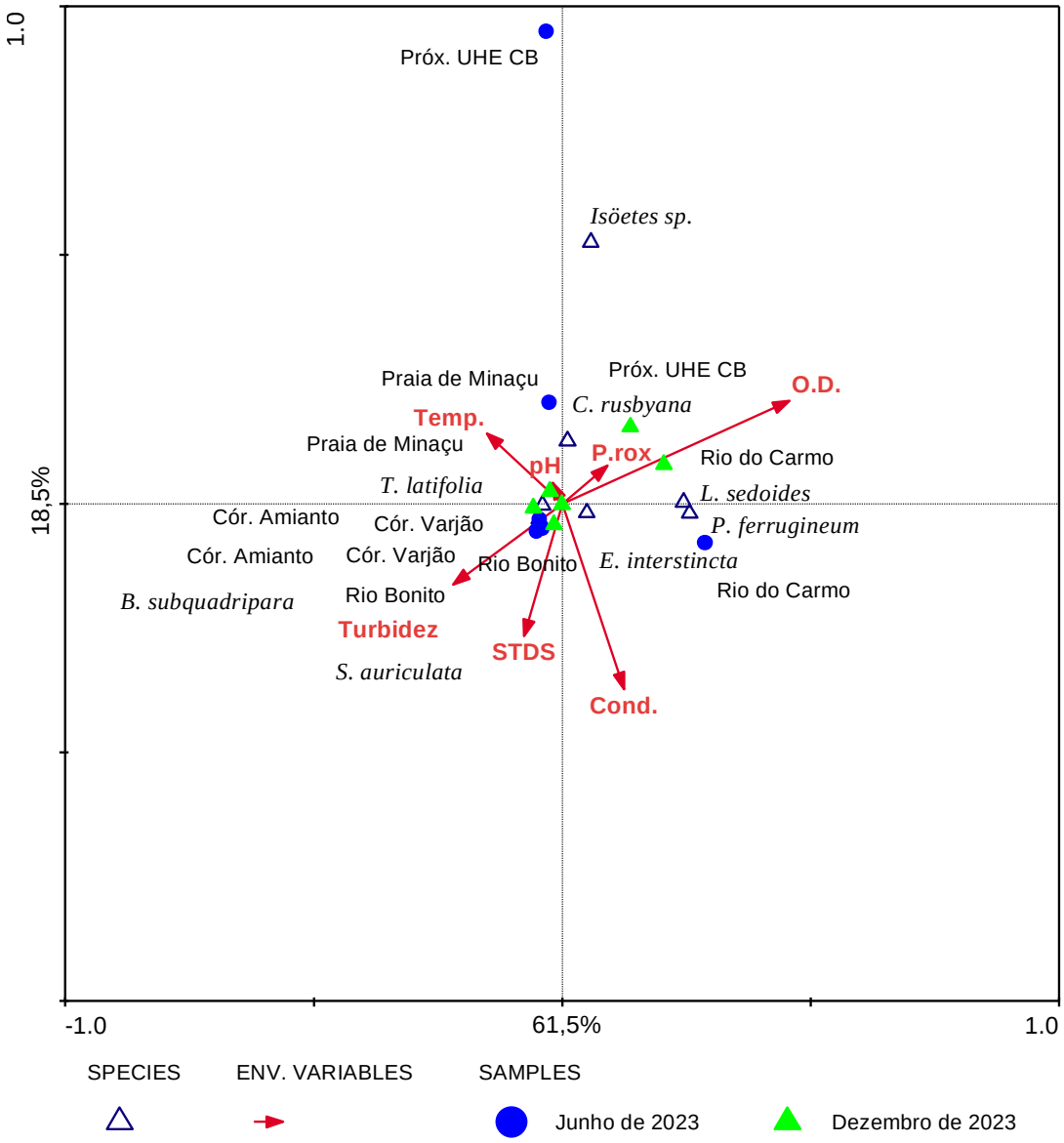


Figura 5.22. Diagrama de ordenação da CCA entre os valores da biomassa das macrófitas aquáticas e as variáveis ambientais: pH, turbidez, temperatura da água (Temp.), condutividade elétrica (Cond.), sólidos totais dissolvidos (STDS) e oxigênio dissolvido (O.D.), nos pontos de amostragem da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.

Através da interface com o Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água foram medidos os parâmetros físico-químicos: temperatura da água, pH, potencial de óxido

redução, condutividade, turbidez, sólidos dissolvidos totais, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio e salinidade.

A temperatura da água é um parâmetro físico que influencia nas reações biogeoquímicas relacionadas aos parâmetros de cor, odor e saturação de oxigênio. Por essa razão, a medição da temperatura é fundamental na compreensão e avaliação da dinâmica aquática (Abreu & Cunha, 2015).

A temperatura da água apresentou maiores valores em dezembro em todos os períodos de amostragem (Figura 5.23).

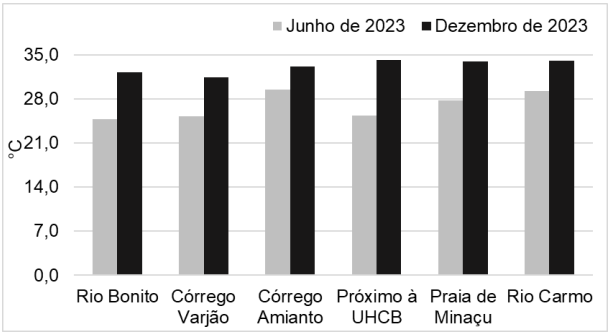


Figura 5.23. Valores de temperatura da água nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava.

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução aquosa e é um parâmetro fundamental na avaliação da qualidade da água. Ele pode variar em uma escala de 0 a 14, onde valores abaixo de 7 indicam acidez, valores iguais a 7 indicam neutralidade e valores acima de 7 indicam alcalinidade (Oliveira, 2013). A variação do pH na água pode ser naturalmente associada à dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese, mas também pode ser influenciada por fontes antrópicas, como efluentes domésticos e industriais.

Além disso, o pH pode afetar o equilíbrio dos compostos químicos presentes na água, influenciar no desenvolvimento de algas e na formação de sólidos em suspensão, impactando diretamente a qualidade da vida aquática (Brasil, 2004). Vale ressaltar que a especiação de algumas substâncias, como nitrogênio, alumínio e mercúrio, também pode ser influenciada pelos valores de pH. Por isso, o monitoramento do pH é uma prática importante na gestão e preservação dos recursos hídricos.

Nas áreas onde foram amostradas macrófitas, o pH apresentou maiores valores em junho de 2023 para a maioria dos pontos de amostragem, com exceção do ponto próximo à UHE Cana Brava. Todos os pontos apresentaram valores de pH de acordo com os limites mínimo e máximo (6 a 9) preconizados pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2 (Figura 5.24).

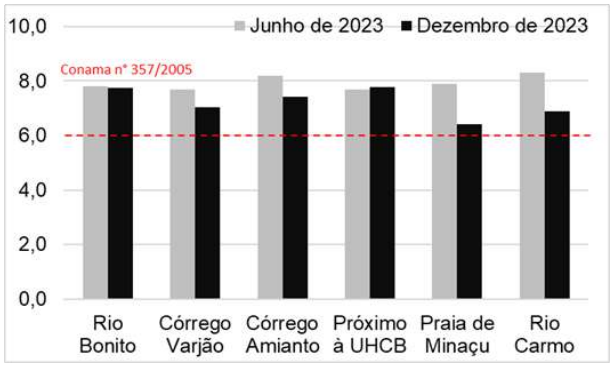


Figura 5.24. Valores de pH nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. A linha grifada corresponde ao limite estabelecido pela Resolução Conama n°357/2005.

O potencial de óxido redução apresentou maiores valores em dezembro de 2023 em todos os pontos de amostragem. O potencial de óxido redução pode ser definido como a tendência de uma espécie química adquirir elétrons e, desse modo, ser reduzida (Figura 5.25)

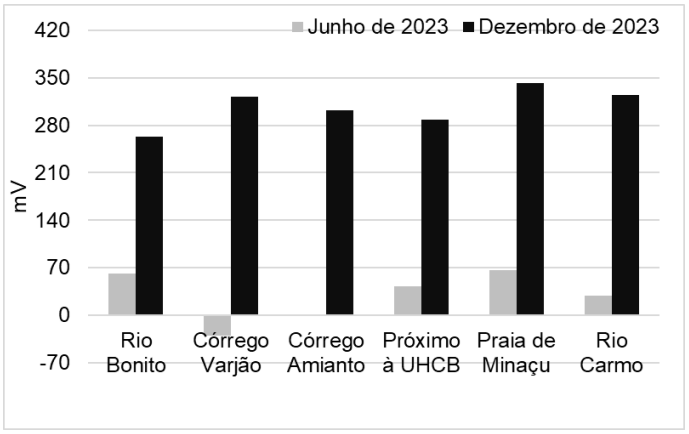


Figura 5.25. Valores de potencial de óxido redução nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava.

A condutividade elétrica é definido por Silva e colaboradores (2007) como a capacidade da água em conduzir corrente elétrica. Ela está relacionada sobretudo aos fatores geoquímicos, geralmente produtos de intemperismo, compostos iônicos, não iônicos e sais; e ao clima, podendo indicar possíveis modificações na composição da água, principalmente mineral.

A condutividade apresentou maiores valores em dezembro de 2023 na maioria dos pontos de amostragem, com exceção do Rio Bonito e do Córrego Varjão, que apresentaram maiores valores em junho de 2023 (Figura 5.26).

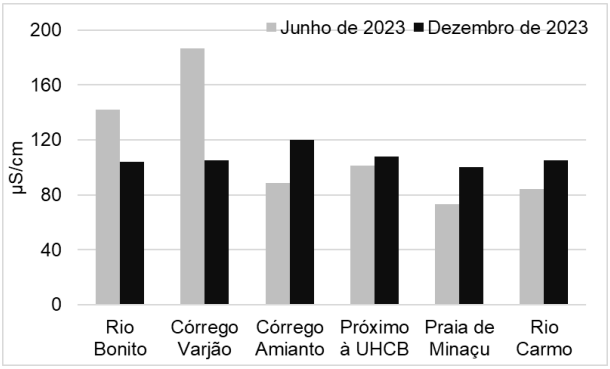


Figura 5.26. Valores de condutividade nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava.

A turbidez da água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plânctons, entre outros (Portal de tratamento de água, 2009). A turbidez é um importante parâmetro na determinação da qualidade das águas, pois está associada, principalmente, à carga de poluição difusa, potencializada pelo assoreamento dos corpos de água. Além disso, a turbidez também pode afetar os usos doméstico, industrial e recreativo do corpo hídrico (ANA, 2012). Altos valores desse parâmetro podem prejudicar a realização da fotossíntese pelos produtores primários que pode, por sua vez, reduzir a produtividade de peixes, bem como afetar a eficiência do processo de desinfecção da água (IGAM, 2005).

A turbidez apresentou maiores valores em dezembro de 2023 para a maioria dos pontos de amostragem. Contudo, o Córrego Varjão apresentou maiores valores em junho de 2023. Todos os pontos apresentaram valores de turbidez de acordo com o limite (100 NTU) preconizado pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de Classe 2 (Figura 5.27).

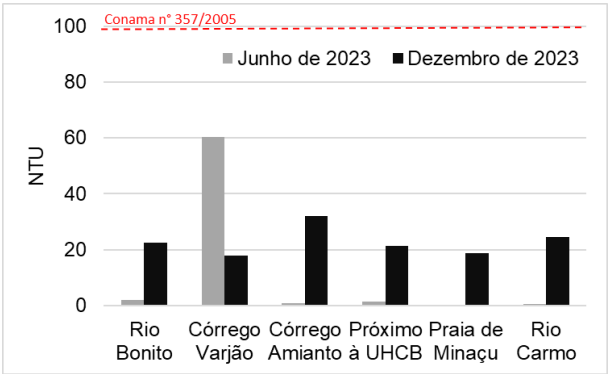


Figura 5.27. Valores de turbidez nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. A linha grifada corresponde ao limite estabelecido pela Resolução Conama n°357/2005.

Sólidos totais dissolvidos é um parâmetro que compreende todas as substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas num líquido, quer seja nas formas moleculares, ionizadas ou coloidais

que formam uma solução verdadeira. É um parâmetro inerente à qualidade da água, pois avalia a quantidade total dos constituintes minerais e orgânicos presentes na água, por unidade de volume (Konhauser et al., 1994).

Os sólidos dissolvidos totais apresentaram maiores valores em junho de 2023 em todos os pontos (Figura 5.28).

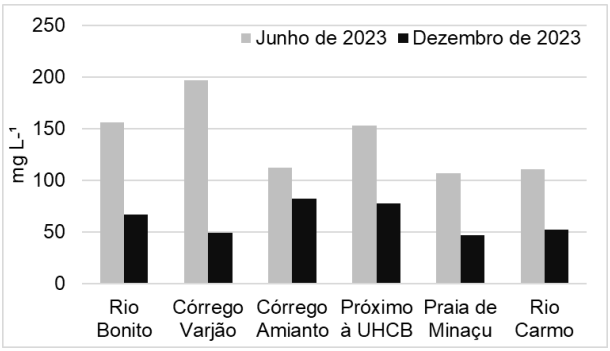


Figura 5.28. Valores de sólidos dissolvidos totais nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava.

Em ecossistemas aquáticos tropicais, onde a temperatura média da água é geralmente mais elevada, a solubilidade do oxigênio é menor do que em ecossistemas de regiões temperadas. Além disso, o perfil vertical em ecossistemas aquáticos lênticos demonstra a estratificação e a diminuição dos valores de oxigênio. Em ecossistemas tropicais que recebem naturalmente uma elevada carga orgânica de fácil biodegradação, há o consumo de oxigênio dissolvido pelos microorganismos. Como consequência deste processo oxidativo, espera-se que a concentração de oxigênio dissolvido seja baixa e a demanda bioquímica de oxigênio seja elevada. Isto ocorre porque a elevada taxa de consumo de oxigênio não permite sua reposição através da solubilização na interface atmosfera-água (Amon & Benner, 1996). Parte desta variabilidade se deve à temperatura média da água, pois em meses mais frios a solubilidade deste gás aumenta, enquanto em meses mais quentes a temperatura da água se eleva, diminuindo a solubilidade do oxigênio. Outro ponto importante a ser mencionado é a medição do O2 em perfis mais profundos, os quais quase sempre sofrem uma depleção devido ao rápido consumo deste agente oxidante, quando o mesmo é consumido devido à elevada taxa de exportação de substâncias reduzidas da interface sedimento-água.

O oxigênio dissolvido apresentou maiores valores em dezembro de 2023 na maioria dos pontos de amostragem. Os pontos Rio Bonito e Córrego Amianto apresentaram maiores valores em junho de 2023. Apesar das grandes populações de macrófitas presentes, sobretudo no Rio Bonito, as concentrações de oxigênio dissolvido estão de acordo com o limite mínimo (5,00 mg L^{-1}) preconizado pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, para águas doces de

Classe 2 (Figura 5.29). O Córrego Varjão e ponto próximo à UHE Cana Brava apresentaram valores em desacordo com a referida lei em junho de 2023 e o Córrego Amianto em dezembro de 2023.

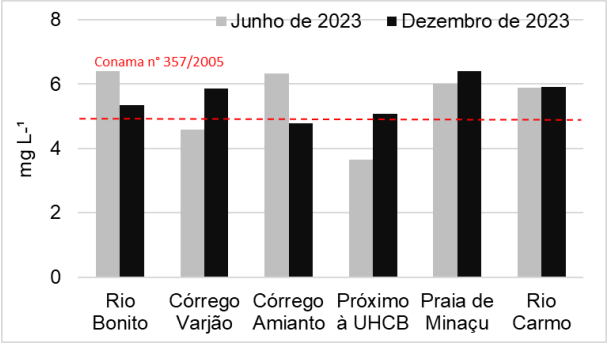


Figura 5.29. Valores de oxigênio dissolvido nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava. A linha grifada corresponde ao limite estabelecido pela Resolução Conama n°357/2005.

A saturação de oxigênio apresentou maiores valores em junho de 2023 na maioria dos pontos de amostragem. O Córrego Varjão e ponto próximo à UHE Cana Brava apresentaram maiores valores em dezembro (Figura 5.30).

A saturação de oxigênio dissolvido pode ser definida como a quantidade de oxigênio contido em 1L de água relativo ao nível total de oxigênio que a água pode reter numa determinada temperatura. A saturação de oxigênio nos pontos de amostragem da área de influência da UHE Cana Brava pode estar mais relacionada à baixa velocidade e às temperaturas mais elevadas das águas, as quais são comuns em ambientes tropicais e influenciam os processos biológicos, reações químicas e bioquímicas e solubilidade dos gases dissolvidos (Pinto et al., 2010).

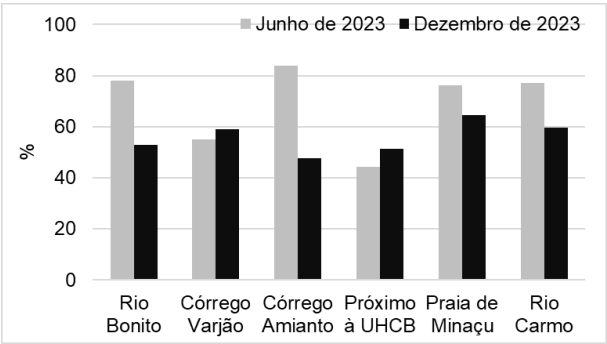


Figura 5.30. Valores de saturação de oxigênio nos pontos de amostragem de macrófitas da área de influência da UHE Cana Brava.

A salinidade apresentou valores muito baixos em todos os pontos de amostragem.

De acordo com os resultados do índice de qualidade das águas disponibilizados pelo Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água a maioria dos pontos de amostragem em junho apresentaram águas classificadas como de ótima qualidade. Todos os

pontos em dezembro e o rio Bonito em junho apresentaram águas de boa qualidade. É importante ressaltar que o ponto localizado no Córrego Amianto não faz parte da malha amostral do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água (Tabela 5.8).

Tabela 5.8. Índices da qualidade da água nas campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023, na área de influência da UHE Cana Brava com interface com o Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água.

Ponto de Amostragem	IQA	
	Junho de 2023	Dezembro de 2023
Rio Bonito	69- Boa	59- Boa
Córrego Varjão	83- Ótima	70- Boa
Próximo à UHE Cana Brava	85- Ótima	75- Boa
Praia de Minaçu	84- Ótima	73- Boa
Rio Bonito	82- Ótima	57- Boa

5.4.1.1 Distribuição Vertical e Horizontal de Macrófitas

O cálculo das áreas dos 6 (seis) pontos de amostragem foi realizado com auxílio de imagens capturadas por um drone.

A Tabela 5.9 apresenta a distribuição vertical e horizontal aproximada dos pontos de amostragem em junho e dezembro de 2023. De modo geral, os bancos de macrófitas apresentaram áreas condizentes para ecossistemas com águas lênticas e ricas em nutrientes, sobretudo reservatórios de hidrelétricas.

O ponto Rio Bonito apresentou a maior área com macrófitas flutuantes de diferentes espécies em junho e o Córrego Amianto em dezembro de 2023. O nível de assoreamento compromete a profundidade, que por sua vez favorece a permanência das macrófitas nesse ponto. O fato de haver agropecuária, loteamentos em suas margens e lançamento de efluentes tratados nesses locais, também contribui para o aporte de nutrientes nas águas e, consequentemente, grandes populações de macrófitas.

O ponto próximo à UHE Cana Brava apresentou a menor área em junho e a praia de Minaçu em dezembro de 2023. É importante ressaltar que houve variações nas áreas ocupadas pelos bancos de macrófitas nos dois períodos

No geral, a estimativa é de 0,054% da área do reservatório da UHE Cana Brava esteja ocupada por macrófitas em junho de 2023 e 0,06% em dezembro de 2023. Tais percentuais não comprometem as características limnológicas, bem como a saúde ambiental de toda a área de influência do empreendimento.

Tabela 5.9. Valores aproximados das áreas (m²) dos bancos de macrófitas nos pontos de amostragem localizados na área de influência da UHE Cana Brava, em junho e dezembro de 2023.

Ponto de Amostragem	Área (m²)	
	Junho de 2023	Dezembro de 2023
Rio Bonito	42.634	22.600
Córrego Varjão	14.505	9.763
Córrego Amianto	5.578	26.229
Próximo à UHE Cana Brava	1.916	4.771
Praia de Minaçu	4.958	4.000
Rio Carmo	5.132	19.427

5.5 Plano de Manejo

O manejo das macrófitas aquáticas em reservatórios apresentam várias dificuldades, visto que não existem técnicas padronizadas que possam ser utilizadas em todos os ecossistemas aquáticos (Thomaz & Bini, 2003).

Alguns procedimentos de controle do crescimento de macrófitas, de acordo com Gibbons *et al.* (1994) e Pompêo (2017), são definidos como métodos físico, biológico e químico.

Os métodos físicos podem ser aplicados diretamente de forma manual (uso de facas e tesouras) e mecânicos (uso de equipamentos de pequeno a grande porte, tais como lâminas cortantes deslizantes, ceifadeiras flutuantes ou escavadeiras). Indiretamente podem ser criadas barreiras de contenção.

O método biológico utiliza organismos vivos para o controle ou a redução das populações de macrófitas, como a utilização de um predador que tenha a espécie de macrófitas como fonte de alimento.

O método químico consiste em produtos químicos que intoxiquem a planta, matando-a ou limitando seu crescimento, sendo o sulfato de cobre, um dos produtos químicos mais comuns utilizados neste método.

É importante ressaltar que antes do uso de qualquer método de controle do crescimento de macrófitas, o plano de manejo deve haver previsão dos impactos que as ações de controle pretendidas trarão aos demais interesses e usos do reservatório. Além disso, os procedimentos de controle do crescimento de macrófitas estão de acordo com a Resolução CONAMA nº 467/2015, que "dispõe sobre critérios para a autorização de uso de produtos ou de agentes de processos físicos, químicos ou biológicos para o controle de organismos ou contaminantes em corpos hídricos superficiais".

Conforme observado durante o monitoramento, o reservatório da UHE Cana Brava possui apenas alguns pequenos bancos de macrófitas localizados nas áreas mais protegidas do reservatório (braços). Comumente nas regiões de remanso são observadas a presença e propagação de macrófitas aquáticas, devido às diferenças na velocidade de corrente,

profundidade e variáveis físicas, químicas e biológicas em relação à porção central do reservatório (Esteves, 1998).

O maior banco de macrófitas observado é da espécie flutuante *Salvinia auriculata* localizado no Rio Bonito, espécie que não representa riscos aos demais ambientes. Este banco está localizado em uma região afastada da calha central do reservatório, o que dificulta o transporte dessa espécie, através de correnteza e da ação dos ventos em direção a barragem. Normalmente essa espécie ocorre em ambientes eutrofizados, apresentando altos valores de biomassa e cobrindo extensas áreas. Provavelmente essa é a causa da presença de banco desta macrófita na região do Rio Bonito, visto que neste local ocorre o lançamento de efluentes tratados da cidade de Minaçu. O incremento de nutrientes, seja por lançamentos de efluentes (domésticos e industriais) ou por drenagem de áreas agrícolas, ocasiona o aumento de nutrientes como: fosfato, amônia e nitrato. Consequentemente, este aumento acarreta na eutrofização do ecossistema aquático (Esteves & Barbosa, 1986) proporcionando o desenvolvimento de macrófitas nesses locais.

Nos trechos ocupados pelas macrófitas não há captações de água outorgadas ou licenciadas importantes, bem como não se percebe atividades de usos múltiplos como pesca, esportes náuticos, etc.

Em conformidade com o Plano de Manejo, periodicamente, quando as plantas aquáticas ocupam toda a área delimitada pela barreira de contenção instalada na foz do Rio Bonito, elas são retiradas mecanicamente, através de barcos conectados com uma grade metálica com malha de 3 cm (tela alambrado médio) que direciona o material até uma rampa de coleta e transbordo, com uma retroescavadeira adaptada, que remove e deposita o material em um caminhão caçamba basculante.

Conforme já comentado em relatórios anteriores, as macrófitas presentes no reservatório da UHE Cana Brava não apresentam risco de crescimento profuso em locais diferentes dos já observados anteriormente.

O controle realizado tem mostrado resultados significativos na redução da biomassa acumulada anualmente pelas plantas aquáticas. A última atividade de retirada de macrófitas foi realizada nos meses de julho e agosto de 2016, pois, desde então, a biomassa não atingiu área suficiente para remoção.

O crescimento das macrófitas no reservatório da UHE Cana Brava está limitado a área da contenção instalada no rio Bonito, com aproximadamente 15 ha delimitada com uma barreira de contenção, que consiste em uma estrutura flutuante com módulos de polietileno conectados, formando um cordão de 65 metros, fixados à margem em poitas com cabos de aço, evitando assim a sua dispersão. A instalação dessa barreira foi solicitada pela 2ª Promotoria de Justiça da

Comarca de Minaçu, através do Ofício GAB – 2ª PJ nº 463/2011 e autorizada pela Marinha do Brasil, através do Ofício Nº 360/CFB-MB.

Em dezembro de 2018, a barreira de contenção – Log Boom, foi realocado com objetivo de diminuir a área de confinamento e viabilizar a remoção das macrófitas. Essa relocação foi realizada com base no pedido feito pela 2ª Promotoria de Justiça da Comarca de Minaçu e Conselho Municipal de Segurança e Defesa Social de Minaçu, através do Ofício Conjunto nº 001/2015 e autorizado pela Marinha do Brasil através do Ofício nº 209/CFB-MB.

Recomenda-se manter as medidas já implantadas, como a manutenção da barreira de contenção localizada no rio Bonito bem como o monitoramento periódico da vegetação aquática, visando assim identificar as áreas mais propícias ao desenvolvimento de novos bancos e acompanhar o desenvolvimento e o crescimento do banco já existente de *Salvinia auriculata*.

Tendo em vista a condição avançada de assoreamento do rio Bonito, que dificulta a navegação dos barcos e das grades de arrasto nas áreas de proliferação, a ENGIE Brasil Energia está avaliando a possibilidade de intervir no local para a realização de uma limpeza de sedimento de modo a viabilizar a realização de retirada de macrófitas.

É importante frisar que o reservatório de Cana Brava, como qualquer outro ecossistema lêntico, presumivelmente está sujeito ao processo de assoreamento. Contudo este processo tende a ser mais rápido nos reservatórios do que em ambientes naturais, devido a maior relação entre a bacia de drenagem e a área alagada (Ford, 1990). Por isso, a solução definitiva para os problemas acarretados pelas macrófitas aquáticas só será almejada através de ações como o reordenamento do uso e conservação do solo, o controle das fontes de poluição e a recomposição da vegetação ciliar. Estas atividades compreendem ações interinstitucionais e seus efeitos são esperados a longo prazo.

5.6 Considerações Finais

A maioria das macrófitas registradas nas campanhas realizadas em junho e dezembro de 2023 são consideradas espécies anfíbias, podendo viver tanto dentro da água quanto fora, nas regiões palustres. Entre este grupo de espécies, *Typha latifolia* foi a que apresentou maior produção de biomassa ($gPS.m^{-2}$), em especial no ponto situado no Rio Bonito provavelmente devido ao fato deste ponto ser o corpo receptor de efluentes domésticos tratados.

O lançamento de efluentes domésticos no Rio Bonito não é a única causa do aumento de nutrientes (nitrogênio, fósforo, cloreto e outros compostos orgânicos) na água e, consequente proliferação de macrófitas. A remoção das matas ciliares para implementação de culturas, criação de animais e construção de casas aumentam a lixiviação de poluentes do solo adjacente ao rio,

sendo a explicação mais plausível para os resultados apresentados mais à montante das duas estações de tratamento de efluentes.

Apesar de desempenharem papel ecológico importante na remoção de poluentes da água, alguns elementos como o ortofosfato, quando absorvido pelas macrófitas não é completamente incorporado à sua biomassa, uma fração é excretada tornando-se disponível na coluna d'água, causando o "efeito bombeamento", que constitui na absorção de nutrientes das partes profundas do sedimento e sua posterior liberação na coluna d'água por excreção ou durante sua decomposição.

No geral, os resultados sugerem que o reservatório e os tributários apresentam águas equilibradas e com qualidades adequadas aos usos múltiplos, como a preservação da vida aquática, o abastecimento público, a irrigação, a balneabilidade, entre outros.

.

5.7 Equipe Técnica

Tabela 5.10. Equipe técnica do Programa de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas

Profissional	CTF/IBAMA	Qualificação	Função no Contrato
Ademir Santos	2132749	Doutor/Químico	Coordenador geral e especialista em química ambiental
Júlio C. Rocha	5185347	Doutor/Químico	Especialista em química ambiental
Wilson F. Jardim	5397904	Doutor/Químico	Especialista em química ambiental
Tania M. da Silva	4340910	Doutora/Gestão Ambiental	Gestora ambiental
Wllyane S. Figueiredo	5350612	Doutora/Gestão Ambiental	Gestora ambiental
Marcos Vinicius Nunes	3826833	Doutor/Biólogo	Analista da comunidade bentônica e macrófitas aquáticas
Ademir Santos	2132749	Doutor/Químico	Coordenador geral e especialista em química ambiental

5.8 Referências Bibliográficas

ABREU, C.H.M.; CUNHA, A.C. Qualidade da água em ecossistemas aquáticos tropicais sob impactos ambientais no baixo Rio Jari-AP: **Revista Biota Amazônia**, v.5, n.2, p.119-131, 2015.

AMARAL, M. C. E.; BITTRICH, V.; FARIA, A. D.; ANDERSON, L. O. & AONA, L. Y. S. Guia de campo para plantas aquáticas e palustres do estado de São Paulo. Ribeirão Preto: **Holos**, 2008.

AMON, R.M.W.; BENNER, R. Bacterial utilization of different size classes of dissolved organic matter. ***Limnology and Oceanography,*** v. 41, p. 41-51, 1996.

ANA- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Qualidade de água em reservatórios, Unidade 2**. 2012. Disponível em: www.capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/74/4/Unidade_2.pdf. Acessado em: março de 2023.

BEYRUTH, Z. Macrófitas aquáticas de um lago marginal ao rio Embu-mirim, São Paulo, Brasil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, 26 (4): 272-282,1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria 518/2004**.

CAMARGO, A. F. M. & ESTEVES, F. A. Infuence of water level variation on fertilization oxbow lake of Rio Mogi-Guaçu, State of São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, 299: 185-193, 1995.

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M. & HENRY-SILVA, G. G. Fatores limitantes à produção primária. In: THOMAZ, S. M. & BINI, L. M. (Ed). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003.

CARPENTER, S. R. & LODGE, D. M. Effects of submersed macrophytes on ecosystem process. **Aquatic Botany**, 26: 341-370, 1986.

COELHO, F. F.; DEBONI, L. & LOPES, F. S. Density-dependent morphological plasticity in Salvinia auriculata aublet. **Aquatic Botany**, 66: 273 – 280, 2000.

COOK, C. D. K. Water plants of the world. W. Junk: **The Hague**, 1974.

ENGELHARDT, K. A. M. & RITCHIE, M. E. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. **Nature**, 411: 687-689, 2001.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

ESTEVES, F. A. & BARBOSA, F. A. R. Eutrofização artificial: a doença dos lagos. **Ciência Hoje**, 5(27): 56-61, 1986.

ESTEVES, F. A. & CAMARGO, A. F. M. Sobre o papel das macrófitas aquáticas nas estocagem e ciclagem de nutrientes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 1: 273-298, 1986.

FERNÁNDEZ, O. A., D. L. SUTTON, V. H. LALLANA, M. R. SABBATINI & IRIGOYEN, J. H. Aquatic weed problems and management in South and Central America. In: PIETERSE, A. H. & K. J. MURPHY (eds), **Aquatic Weeds.** Oxford University Press, Oxford, 1990.

FORD, D. E. Reservoir transport processes. In: THORNTON, K. W.; KIMMEL, B. L. & PAYNE, F. E. (Ed.). **Reservoir limnology**: ecological perspectives. New York: John Wiley & Sons, 1990.

GIBBONS, M. V.; GIBBONS, H. L. & SYTSMA, M. D. 1994. A citizens manual for developing integrated aquatic vegetation management plans. Washington: Department of Ecology, Water Quality Financial Assistance Program, 1994

GOPAL, B. Water hyacinth. Amsterdam: **Elsevier**, 1987.

GOPAL, B. Nutrient dynamics of aquatic plant communities. In: GOPAL, B. (Ed.). **Ecology and management of aquatic vegetation in the indian subcontinent.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T. & RYAN, P. D. PAST: Palaeontological Statistics Software Package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, 4(1): 9, 2001. Disponível em < http://folk.uio.no/ohammer/past >

IGAM- Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Relatório de monitoramento das águas superficiais na Bacia do Rio Jequitinhonha em 2004. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte, 167p, 2005.

INPI – **International Plant Names Index**. [on line] Disponível na Internet via www.url: http://www.ipni.org. Acessado em: 12/dezembro/2017.

IRGANG, B. E. & GASTAL, C. V. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

JUDD, W. S.; KELLOG, E. A. & STEVENS, P. F. Plant systematics: a phylogenetic approach. Sunderland: **Sinauer Associates**, 1999.

KISSMANN, K. G & GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas** – Tomo III. BASF SA, São Bernardo do Campo, 1997.

KONHAUSER, K.O.; FYFE, W.S.; KRONBERG, B.I. Multi-element chemistry of some Amazonian waters and soils. **Chemical Geology**. v.111, p.155-175, 1994.

LAKSHMAN, C. Ecotechnological opprtunities for aquatic plants – a survey of utilization options. In: REDDY, K. R & SMITH, W. H. (Ed). **Aquatic plant for water treatment and resource recorey**. Orlando: Magnolia Publ. Inc, 1987.

LOLIS, S. F. & THOMAZ, S. M. Monitoramento da composição específica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório Luis Eduardo Magalhães. **Planta Daninha,** 29(2): 247-258, 2011.

LORENZI, H. & SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 2ª edição. Instituto Plantarum de estudos da flora Ltda. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 1999.

MITCHELL, D. S. & TUR, N. M. The rate of growth of *Salvinia molesta* (*S. auriculata* Auct.) in laboratory and natural conditions. Journal of Applied Ecology, 12: 213-225, 1975.

OLIVEIRA, M. T. **Comparação das diferentes metodologias de determinação de índice de qualidade da água**. Trabalho de Conclusão de curso, Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia Civil, 40 p, 2013.

PEDRALLI, G. **Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade de água: alternativas para usos múltiplos de reservatórios**. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Eds.). Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003.

PFEIFFER, N. E. Monograph of the Isoetaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden,** 9(2): 79–233, 1922.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Revista GEOMAE- Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, 1: 1, 2010.

POMPÊO, M. **Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros**. São Paulo: Instituto de Biociências da USP, 2017.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Qualidade da água**, 2009. Disponível em www.tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/. Acesso em março de 2023.

POTT, V. J. & POTT, A.. **Plantas aquáticas do Pantanal**. Brasília: Embrapa, 2000.

RAMSAR. **Ramsar Information Paper no. 1**. The Ramsar Convention Bureau. Switzerland: Gland, 1971.

SAND-JENSEN, K. Influence of submerged macrophytes on sediment composition and near-bed flow in lowland streams. **Freshwater Biology**, 39: 663-679, 1998.

SILVA, A.E.; ANGELIS, C.F.; MACHADO, L.A.T. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, Florianópolis, p.3577-3584, 2007.

SORENSEN, T. A method for establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. **Biologiske Skrifter**, 5:1-34. 1948.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, 67: 1167-1179, 1986.

THOMAZ, S.M. & BINI, L.M. **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2003.

THOMAZ, S. M., BINI, L. M., SOUZA, M. C., KITA, K. K. & CAMARGO, A. F. Aquatic macrophytes of Itaipu reservoir, brazil: survey of specie and ecological considerations. **Archives of Biology and Technology**, 42(1): 15-22, 1999.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000

WEAVER, M. J., MAGNUSON, J. J. & CLAYTON, M. K. Distribution of littoral fishes in structurally complex macrophytes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 54: 2277-2289, 1997.

WOLFF, G.; ASSIS, L. R.; PEREIRA, G. C.; CARVALHO, J. G. & CASTRO, E. M. Efeito da toxidade do zinco em folhas de *Salvinia auriculata* cultivadas em solução nutritiva. **Planta Daninha**, 27(1): 133-137, 2009.

6. MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS

6.1 Introdução

Este capítulo descreve as atividades relativas ao serviço de vistoria geotécnica dos taludes marginais do reservatório da UHE Cana Brava. Esse programa está sendo atualmente executado pela empresa VERACRUZ Soluções Geofísicas e Geológicas Ltda., visando monitorar a situação dos pontos identificados com processos erosivos nos taludes marginais do reservatório e áreas adjacentes, bem como indicar possíveis medidas de controle a serem implementadas, quando pertinente.

No presente capítulo são apresentados os principais resultados do monitoramento dos processos erosivos entre os meses de junho de 2023 e maio de 2024.

6.2 Atividades Executadas

O monitoramento dos processos erosivos da UHE Cana Brava foi realizado entre 2001 e 2014 por empresas especializadas, e devido a relativa estabilização dos taludes marginais, vinha sendo realizado nos últimos anos pela equipe de fiscalização ambiental e sócio patrimonial da usina.

Desde 2022 o monitoramento passou a ser realizado pela empresa VERACRUZ Soluções Geofísicas e Geológicas Ltda., com a realização de campanhas semestrais, considerando a sazonalidade, sendo uma campanha no período de seca e outra no período chuvoso.

Em julho, setembro de 2022, e março de 2023, em atendimento ao plano de trabalho para a complementação do Componente Indígena do Estudo de Impacto Ambiental (CI-EIA) da UHE Cana Brava, a equipe da VERACRUZ esteve em campo para a avaliação geotécnica das margens situadas na terra indígena Avá-Canoeiro, quando também realizou o monitoramento de todo o trecho marginal do reservatório da UHE Cana Brava. Posteriormente, em setembro de 2023 e em maio de 2024 as vistorias concentraram-se nas margens do reservatório da UHE Cana Brava (nessas campanhas o trecho da área indígena não foi avaliado).

Neste relatório são sumarizados os principais resultados acerca dos processos erosivos identificados ao longo do reservatório da UHE Cana Brava e são apresentadas formas que ajudem o rio/reservatório a estabelecer um novo equilíbrio geomorfológico, principalmente nos locais onde se observa uma evolução progressiva dos processos erosivos (aumento da taxa de recuo das margens), conforme recomendações contidas no Parecer SEI IBAMA 19017416/2024, emitido em abril de 2024.

6.3 Resultados e Discussões

As duas campanhas de campo realizadas no período em análise compreenderam vistorias em todo o trecho do reservatório situado a montante da barragem da UHE Cana Brava, incluindo os braços situados nos rios Preto, São Félix, rio Bonito, e rio do Carmo, bem como a porção imediatamente a jusante da barragem.

O monitoramento está sendo feito através de fichas de campo, GPS e máquina fotográfica. Utilizou-se o GPS 64SC da *Garmin*, o qual possui máquina fotográfica embutida e permite que as fotos dos processos erosivos sejam georreferenciadas automaticamente, possibilitando ampliar o monitoramento com uma melhor amostragem visual, já que é possível fotografar muitos pontos de margens bem preservadas ou com pequenas erosões, as quais são georreferenciadas automaticamente com o *software BaseCamp*.

Para a avaliação quantitativa das taxas erosivas, estacas de monitoramento foram implantadas em pontos selecionados, conforme metodologia de Fernandez (1991).

A apresentação sintética dos resultados será individualizada nos itens abaixo entre os pontos situados nas margens montante do barramento (Capítulo 6.3.1) e jusante do barramento (Capítulo 1.1.1).

6.3.1 Vistoria nas Margens situadas a montante do Barramento

Em todo o trecho situado a montante da barragem da UHE Cana Brava foram avaliados 38 pontos notáveis.

Considerou-se a mesma denominação utilizada pela empresa Ampliari Natureza e Sociedade (2014) para os pontos que já vinham sendo monitorados anteriormente, e para os novos pontos identificados utilizou-se a denominação ME (margem esquerda), MD (margem direita) e MI (margem ilha) seguido de números aleatórios.

A localização dos pontos de monitoramento está apresentada na representação cartográfica da Figura 6.1. Para facilitação da apresentação dos resultados, o reservatório foi subdividido em setores (setor sul, setor central, e setor norte).

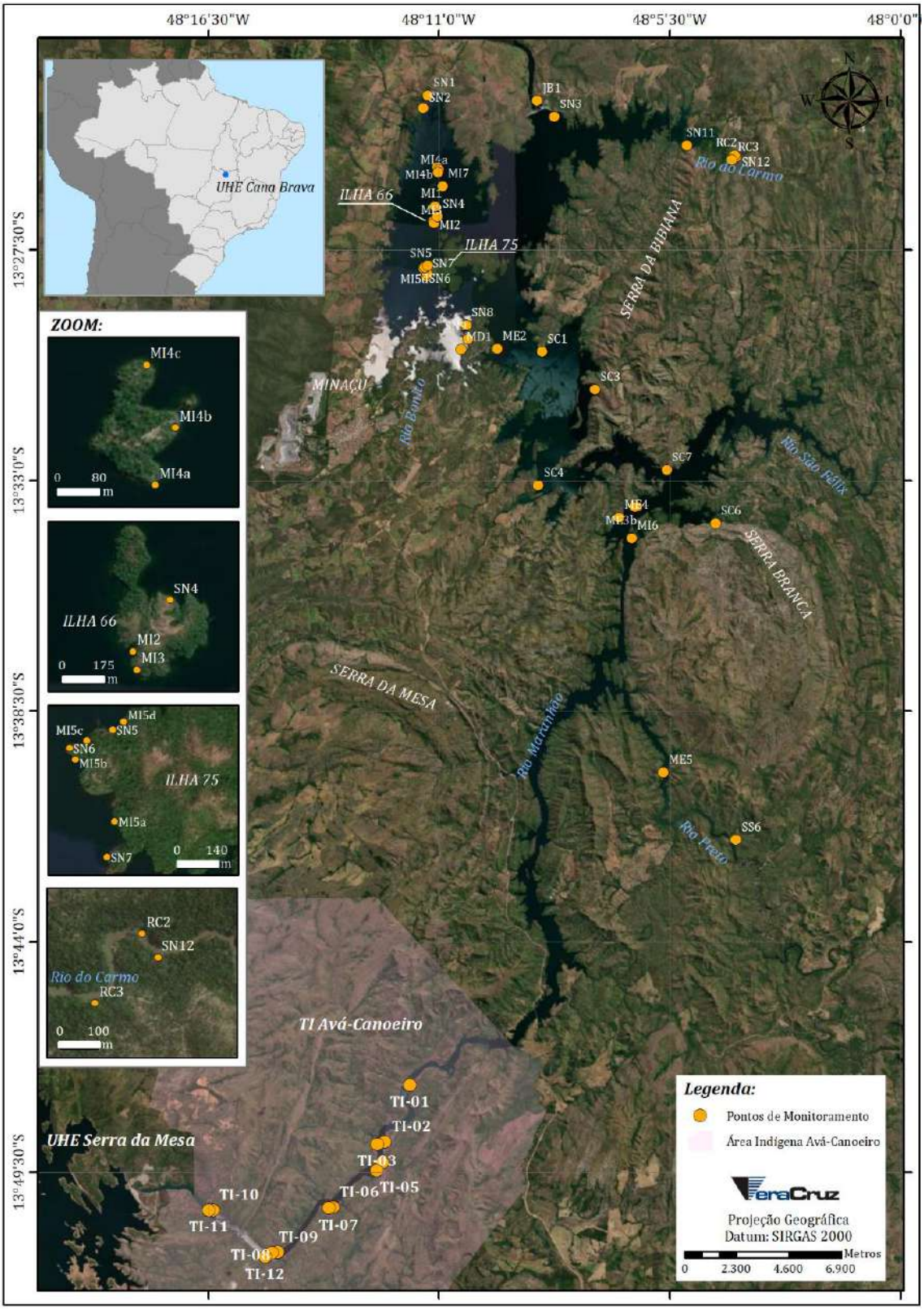


Figura 6.1. Localização dos pontos de vistoriados no reservatório da UHE Cana Brava nas campanhas realizadas em setembro de 2023 e maio de 2024. Ressalta-se que os pontos localizados na TI Avá-Canoeiro (pontos situados na área hachurada em rosa) não foram avaliados nessa campanha.

6.3.1.1 Pontos localizados no setor sul

O setor sul compreende o trecho do rio Maranhão a jusante da ponte do Rubão até o ponto MI6 e o trecho do rio Preto. Três pontos de monitoramento foram avaliados nessa porção.

O processo do ponto **ME5** está restrito a uma extensão de cerca de 9 metros, e altura média de 5 metros em solo de alteração (saprólito), composto predominantemente por areia fina e cascalho. Nas campanhas de setembro de 2023 e maio de 2024 foram verificados pequenos solapamentos na linha d'água (Figura 6.2).



Figura 6.2. Ponto ME5 nas campanhas de: (esquerda) setembro de 2023; e (direita) maio de 2024. Os processos estão avançando lentamente. Verificou-se solapamentos na linha d'água (setas).

O processo de solapamento do ponto **MI6** apresenta-se aparentemente estável em uma extensão de cerca de 15 metros em talude de 1,5 metros de altura. A vegetação ciliar e os galhos dispostos nas margens contribuem para a estabilidade do local (Figura 6.3).



Figura 6.3. Ponto MI6 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O local não apresenta feições que indiquem retomadas recentes.

E, por fim, os processos erosivos no ponto SS6, localizado em margem côncava do rio Formigueiro (afluente do rio Preto), são desencadeados em talude com altura média de 5 metros, em cerca de 60 metros de extensão. O perfil de alteração é constituído predominantemente por areia, seguido de cascalho. Além da suscetibilidade textural, os processos erosivos tendem a evoluir naturalmente pelas caraterísticas hidrodinâmicas do canal, visto a tendência da corrente principal ser levada em direção da margem côncava (zona de erosão) com significativa velocidade

nos períodos de águas altas. Na margem convexa (zona de deposição), a corrente lenta para transportar, abandona a carga, formando bancos de área e cascalho (Figura 6.4, Figura 6.5 e Figura 6.6).

Devido à alta suscetibilidade, foram instaladas duas estacas de monitoramento para o acompanhamento das taxas erosivas (Tabela 6.1). No entanto, tanto na campanha de setembro de 2023 quanto nas anteriores, não foram registradas ou observadas retomadas erosivas, o que demonstra relativa estabilidade do trecho. Na campanha de maio de 2024 não foi possível acessar o local devido ao baixo nível do rio.

Tabela 6.1. Informações das estacas de monitoramento instaladas no talude do ponto SS6.

Estaca	Número de ID (lacre)	Localização Coordenadas UTM WGS-84	Altura exposta inicial – jul/22	Altura exposta – set/22	Altura exposta – mar/23	Altura exposta– set/23	Altura exposta– mai/24
Estaca 1	0008195	22L 817439 8484333	34 cm	34 cm	34 cm	34 cm	--
Estaca 2	0008196	22L 817437 8484316	29 cm	29 cm	29 cm	29 cm	--



Figura 6.4. Localização da feição erosiva SS6.



Figura 6.5. Margem de agradação encoberta parcialmente pelo nível do rio em maio de 2024.



Figura 6.6. Feição erosiva do ponto SS6 na campanha de setembro de 2023.

6.3.1.2 Pontos localizados no setor central

No setor central foram identificados 11 pontos notáveis, atingidos por feições erosivas antigas ou suscetíveis a ocorrência de retomadas erosivas.

O ponto SC1 se situa em encosta utilizada para atraque (embarque e desembarque) da Balsa do Buriti. No atracadouro da balsa não foram verificados processos erosivos significativos. Os processos de solapamento estão localizados nas margens do entorno, em área parcialmente desvegetada (Figura 6.7). Visualmente notou-se certa estabilidade no local entre as campanhas de julho de 2022 e maio de 2024, sendo a continuidade do monitoramento necessária devido a presença de moradia no terreno.



Figura 6.7. Ponto SC1. Solapamento em margem próxima ao local do atracadouro da balsa do Buriti, respectivamente, nas campanhas de set/2023 (esquerda) e mai/2024 (direita).

O ponto SC2, localizado na margem direita do rio Tocantins, nas proximidades da Serra da Bibiana, foi detalhado nas vistorias técnicas do ano de 2010. No local foi identificada presença de

degrau de abatimento (Figura 6.8), com possibilidade de ocorrer escorregamento rotacional ou translacional e rastejo. O local permaneceu estável no decorrer do monitoramento.

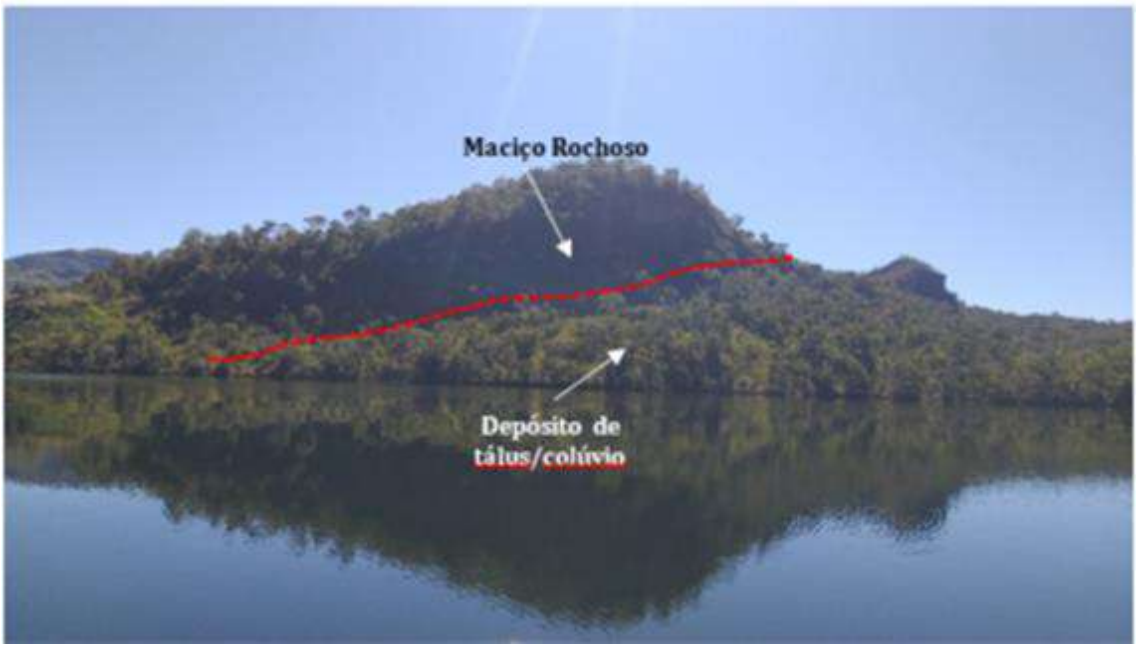


Figura 6.8. Ponto SC2 na campanha de maio de 2024. Destaque para o maciço rochoso e depósito de tálus/colúvio presente na cuesta.

Os pontos SC3 (Figura 6.9) e SC4 (Figura 6.10), são referentes a Gruta Bibiana e ao Sítio Arqueológico, respectivamente. Essas áreas se configuram por locais de beleza cênica, que têm se mantido preservados ao longo do tempo. Tanto a Gruta Bibiana, quanto o sítio arqueológico não sofrem influência do reservatório, visto que sua cota mais alta não alcança a entrada da caverna e o sítio arqueológico. Esses locais possuem suscetibilidade a ocorrência natural de queda de blocos, relacionados a geologia local. Portanto, em conformidade com a recomendação do Parecer SEI/IBAMA 19017416/2024 foram instaladas placas de sinalização nesses locais (Figura 6.9c, Figura 6.9d, Figura 6.10c e Figura 6.10d), visto que apesar da estabilidade aparente, processos podem ocorrer repentinamente.



Figura 6.9. Ponto SC3, Gruta da Bibiana em: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. As fotos apresentadas em (c) e (d) mostram as placas de sinalização inseridas no local em junho de 2024.



Figura 6.10. Ponto SC4, localizado na margem esquerda do rio Tocantins na Serra da Bibiana, referente ao Sítio Arqueológico. Em (a) foto obtida em setembro de 2023; em (b) foto obtida em maio de 2024. As fotos apresentadas em (c) e (d) mostram as placas de sinalização inseridas no local em junho de 2024.

O ponto SC6 se refere a foz do rio dos Macacos. Nesse local são monitoradas duas feições, sendo elas: (i) encosta com afloramentos rochosos de quartzitos suscetível a desplacamentos e queda de blocos, que se ocorrerem não causará risco ao reservatório em termos de diminuição do volume útil (Figura 6.11a); e (ii) processo de assoreamento nas proximidades da foz do rio dos Macacos (Figura 6.11b), decorrente principalmente das características dos solos da Serra Branca, de textura siltosa e arenosa, suscetíveis a ocorrência de processos erosivos, e da presença de mineradoras na Serra Branca, a montante do rio.

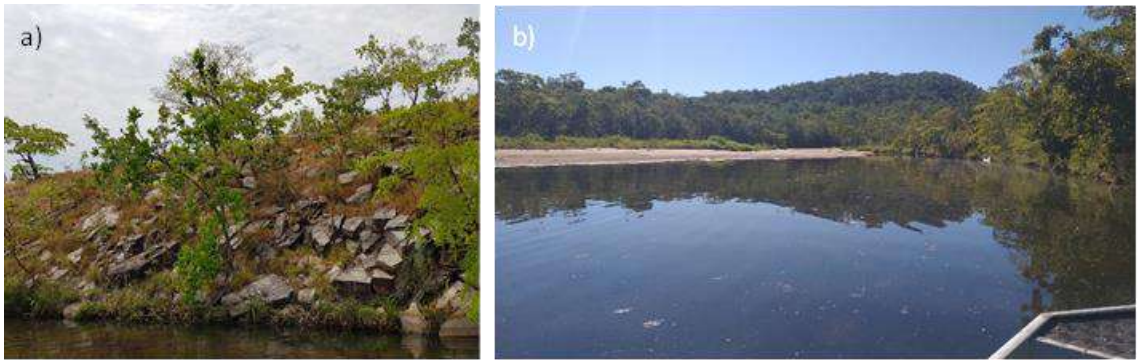


Figura 6.11. (a) Encosta com afloramentos rochosos de quartzitos no ponto SC6 em setembro de 2023; (b) Deposição sedimentar em forma de leque em área de remanso do reservatório, na foz do rio dos Macacos, em maio de 2024.

O ponto SC7, localizado na margem direita do reservatório, se caracteriza por movimento de massa, em extensão na feição principal de cerca de 25 metros em 13 metros de altura. O material saprolítico, originário da alteração de xisto, é friável, e a declividade do talude é maior que 45º. Nas campanhas entre março de 2023 e maio de 2024 não foram observadas retomadas erosivas (Figura 6.12).

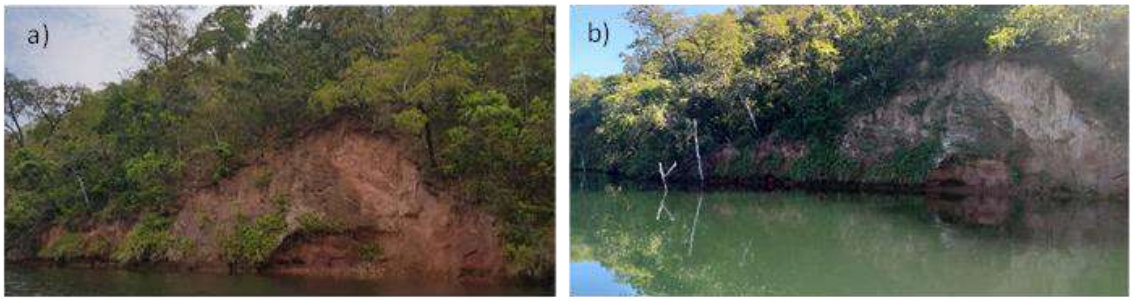


Figura 6.12. Processo de escorregamento do talude em solo saprolítico localizado na margem direita do rio Tocantins, no ponto SC7. (a) Foto obtidas em setembro de 2023; e (b) foto obtida em maio de 2024.

O ponto MD1, apresenta solapamento em margem composta por rocha densamente fraturada, em alteração (solo raso e pouco intemperizado). Por estar bem localizado, em 11 metros de extensão em talude com altura de 1 metro (Figura 6.13), não representa risco ao reservatório, porém deve ser monitorado, visto a presença de moradia próxima.



Figura 6.13. Solapamento em rocha de alteração (xisto e quartzo) no ponto MD1. Comparativo entre as campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. Não houve alteração do modelado significativa no período.

O ponto ME2 está localizado em margem de ilha e é formado por duas feições de solapamento de aproximadamente 25 metros de extensão cada, e até 1,6 metros de altura. O solo possui horizonte superficial transportado, predominantemente cascalhento. Depósitos coluviais na base das feições e queda de árvores indicam instabilizações recentes (Figura 6.14).



Figura 6.14. Solapamento em margem de ilha no ponto ME2 (a) em setembro de 2023 e (b) em maio de 2024. As setas indicam os locais que sofreram erosão entre campanhas.

Os pontos ME3a (Figura 6.15) e ME3b (Figura 6.16) estão localizados próximos geograficamente e são caracterizados por processos de solapamento, que evoluíram por ação da gravidade, para movimentos de massa. Os perfis são formados por saprólito e os processos tendem evoluir lentamente até que atinjam seu perfil de estabilidade. Em maio de 2024, o colúvio depositado no sopé do ponto ME3b evidenciou movimento de massa recente em cerca de 5 metros do processo.

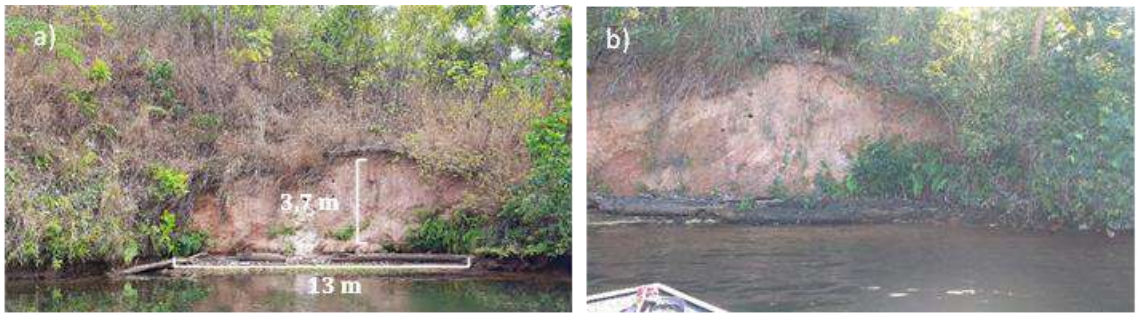


Figura 6.15. Fotos comparativas do solapamento basal no ponto ME3a: (a) em setembro de 2023 e (b) em maio de 2024.



Figura 6.16. Fotos comparativas do solapamento basal no ponto ME3b: (a) em setembro de 2023 e (b) maio de 2024. Destaque para colúvio demonstrando movimento de massa recente.

O ponto ME4, localizado na margem esquerda do reservatório, é caracterizado por feição de solapamento em cerca de 22 metros de extensão em talude saprolítico com altura de até 3,5 metros (Figura 6.17). Os processos apresentam, atualmente, estabilidade relativa.

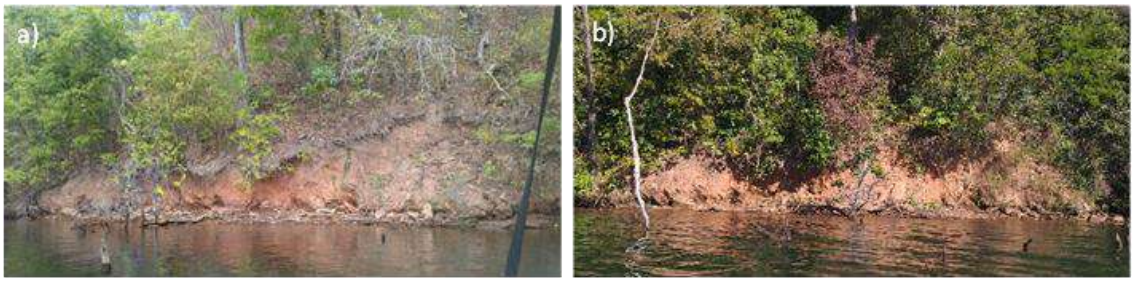


Figura 6.17. Fotos comparativas do solapamento basal no ponto ME4: (a) em setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

6.3.1.3 Pontos localizados no setor norte

No setor norte foram identificados 24 pontos notáveis, atingidos por feições erosivas ou suscetíveis a ocorrência de retomadas erosivas.

O ponto SN1 se localiza próximo ao Dique 2, junto a ombreira oeste. Neste local, havia um acampamento, o qual foi aterrado. O solo nesta área possui textura predominantemente argilosa, e com o embate das ondas ocorre a retirada deste material fino por solapamento, deixando a água ao redor turva (Figura 6.18). Nas campanhas entre julho de 2022 e maio de 2024 verificou-se que os processos avançam lentamente e possuem gravidade muito baixa.



Figura 6.18. Solapamento no ponto SN1. Fotos obtidas em: (a) setembro de 2023; (b) maio de 2024.

O ponto SN2 se localiza a cerca de 800 metros do dique 2, na margem esquerda. No local ocorrem rochas ultramáficas que apresentam em sua composição ferro e magnésio, o que dá a coloração avermelhada ao solo. No talude subvertical de altura média entre 1,0 e 1,3 metros, ocorre erosão por solapamento pelo embate de ondas em cerca de 35 metros de extensão (Figura 6.19). Atualmente, os processos desse ponto apresentam relativa estabilidade, porém devem ser mantidos sob análise. Entre as campanhas de julho de 2022 e maio de 2024, não houve retomada erosiva significativa.



Figura 6.19. Solapamento no ponto SN2. Fotos obtidas em: (a) setembro de 2023; (b) maio de 2024.

O ponto SN3 está localizado próximo à barragem e ao dique 1, em zona de oscilação do nível do reservatório, pelo efeito fetch. Atualmente o processo de solapamento se estende pelo perímetro de cerca de 40 metros em solo litólico (pouco desenvolvido), sob horizonte de regolito (xisto alterado). Análise comparativa dos registros fotográficos antigos e os atuais, demonstram que o perfil atingiu sua estabilidade relativa, não tendo havido retomadas erosivas significativas no período, com estabilização de grande parte de sua extensão (Figura 6.20).

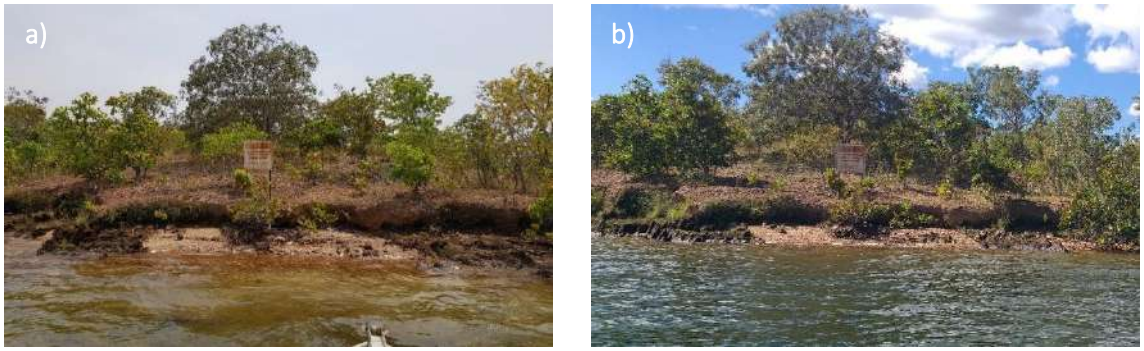


Figura 6.20. Ponto SN3 com feições de solapamento estáveis. (a) em setembro de 2023; e (b) em maio de 2024. A comparação demonstra pouca evolução dos processos erosivos.

O ponto SN4 está situado nas margens da ilha nº 66 (Figura 6.21), e possui erosão do tipo solapamento, relacionado com o embate das ondas nas encostas. O solo predominantemente de alteração do micaxisto, possui baixa coesão entre as partículas, o que resulta em maior facilidade no arraste deste material. Verifica-se o solapamento das margens, sendo que o material de base vai sendo erodido pelas águas e o que está por cima vai desmoronando. O material erodido forma

o depósito de colúvio no sopé da feição, que apesar de instável, reduz o impacto das ondas na feição principal. Durante todo o período monitorado, o local apresentou evolução e instabilidade.

Esta área ainda tende a evoluir, horizontalmente, de forma lenta, até atingir o nível máximo da água do reservatório, ou até atingir seu nível de base.

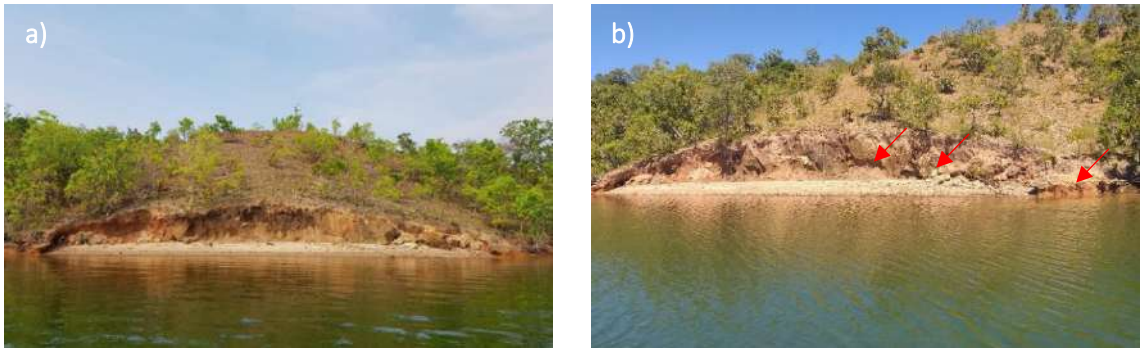


Figura 6.21. Comparativo do Ponto SN4 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. As setas vermelhas indicam as erosões recentes.

O ponto MI2 também está situado na ilha nº66, e possui erosão do tipo solapamento, relacionado com o embate das ondas nas encostas. Na área há ocorrência de depósito de seixos coluvionares no horizonte superficial da encosta e saprólito no horizonte de alteração. O processo se estende por 20 metros, dos quais há indícios de erosão recente em 10 metros. Entre as campanhas de julho/2022 a setembro/2023 houve retomada erosiva, com ocorrência de pequeno movimento de massa, já na campanha de maio de 2024 não se verificou feições recentes (Figura 6.22).



Figura 6.22. Comparativo do Ponto MI2 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

O ponto MI3 também se situa na ilha 66 em relevo suave ondulado (Figura 6.23). De maneira semelhante aos pontos SN4 e MI2, há ocorrência de solapamento basal e movimento de massa por gravidade, provocado pelo efeito fetch, em solo de alteração (predominantemente argiloso). Entre as campanhas de julho de 2022 e maio de 2024 não foram verificados avanços erosivos significativos, porém, notou-se alteração no modelado dos depósitos coluviais de erosões pretéritas.



Figura 6.23. Comparativo do Ponto MI3 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

O ponto MI1 está situado em pequena ilha e apresenta processos de solapamento e movimentos de massa recentes (Figura 6.24). O solo friável, predominantemente argiloso, sofre os efeitos do fetch. Movimentos de massa foram observados entre as campanhas.



Figura 6.24. Ponto MI1 nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

Para o acompanhamento quantitativo das taxas erosivas no ponto MI1, foram instaladas duas estacas de monitoramento (Tabela 6.2). Uma das estacas caiu entre as campanhas de março e setembro de 2023, evidenciando a ocorrência de movimentos de massa. Em maio de 2024 os processos continuaram a evoluir.

Tabela 6.2. Informações das estacas de monitoramento instaladas no talude do ponto MI1.

Estaca	Número de ID (lacre)	Localização Coordenadas UTM WGS-84	Jul/2022		Set/2022		Mar/2023		Set/2023		Mai/24	
			V	H	V	H	V	H	V	H	V	H
Estaca 1	0008109 (horizontal)	22L 804842 851235	20 cm	--	20 cm	--	20 cm	--	Estaca Caiu		=	
Estaca 2	0008110 (vertical)	22L 804841 8512356	45 cm	3 m	45 cm	3 m	45 cm	3 m	45 cm	2,96 m	45 cm	2,26 m

V = Altura exposta na medida vertical
H = Altura exposta na medida horizontal

Os pontos MI4a, MI4b e MI4c estão situados em margens de ilha, a 3,3 km do Dique 2. Os três processos são caraterizados por solapamento e movimento de massa em solo de

alteração, friável. Entre as campanhas de setembro de 2023 a maio de 2024 verificou-se retomadas erosivas especialmente no ponto MI4a (Figura 6.25). As erosões dos pontos MI4b (Figura 6.26) e MI4c (Figura 6.27) apresentaram degradações mais significativas na campanha de maio de 2024.



Figura 6.25. Ponto MI4a. Foto obtida em: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. De tempos em tempos, o material de base vai sendo erodido pelas águas e o que está por cima vai desmoronando. O processo possui 24 metros de extensão e altura média de 1,7 metros.



Figura 6.26. Ponto MI4b. Foto obtida em: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O processo de solapamento possui 38 metros de extensão em sua feição principal e altura de até 1,65 metros.



Figura 6.27. Ponto MI4c em (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O processo de solapamento possui 15 metros de extensão e altura média de 1,4 metros. Verificou-se evolução na campanha de maio de 2024.

6.3.1.4 Pontos localizados na ilha 75

Na ilha 75 foram cadastrados 7 pontos de atenção, sendo três deles já cadastrados anteriormente no monitoramento (SN5, SN6 e SN7) e 4 feições (MI5a, MI5b, MI5c e MI5d) catalogadas na campanha de julho de 2022.

O ponto SN5 apresenta feições de solapamento relativamente estáveis em solo de alteração originário de gnaisse (solo espesso com textura areno-siltosa) e horizonte superficial constituído por depósito coluvionar (Figura 6.28). Entre as campanhas de setembro de 2023 e maio de 2024 não foram verificadas retomadas erosivas significativas.



Figura 6.28. O ponto SN5 possui 12 metros de extensão e altura média de 1,4 metros. (a) Foto obtida em setembro de 2023; e (b) foto obtida em maio de 2024.

O ponto SN6 também apresenta feições de solapamento, relacionadas ao embate de ondas (Figura 6.29). A parte mais profunda do perfil é constituída por horizonte C (solo pouco ou parcialmente alterado), friável e pouco coeso, composta predominantemente por silte (34,3%) e areia fina (26,6%). Assim, com o embate das ondas do reservatório, este material menos resistente vai sendo erodido, desestabilizando o que está acima dele.

Para o acompanhamento quantitativo das taxas erosivas, foram instaladas duas estacas de monitoramento (Tabela 6.3). Entre as campanhas de julho de 2022 e maio de 2024, elas não indicaram retomadas erosivas, apesar da instabilidade do perfil.

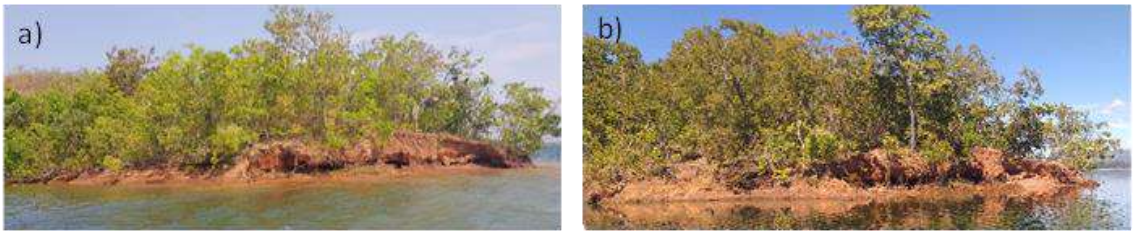


Figura 6.29. Ponto SN6 nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

Tabela 6.3. Informações das estacas de monitoramento instaladas no talude do ponto SN6.

Estaca	Número de ID (lacre)	Localização Coordenadas UTM WGS-84	Altura exposta inicial – jul/22	Altura exposta – set/22	Altura exposta – mar/23	Altura exposta– set/23	Altura exposta– mai/24
Estaca 1	0008161	22L 804308 8509661	29 cm	29 cm	29 cm	29,2 cm	29,2 cm

Estaca	Número de ID (lacre)	Localização Coordenadas UTM WGS-84	Altura exposta inicial – jul/22	Altura exposta – set/22	Altura exposta – mar/23	Altura exposta– set/23	Altura exposta– mai/24
Estaca 2	0008162	22L 804306 8509658	24 cm	24 cm	24 cm	24 cm	24 cm

O ponto SN7 também está situado na ilha 75 e sofre erosão de base por solapamento em solo de alteração, composto predominantemente por argila. O processo é monitorado há mais de 10 anos e demonstra evolução gradativa (Figura 6.30). Nesse local, medidas de contenção envolvendo aplicação de paliçada em madeira se mostrou ineficiente, tendo sido destruída pelo embate de ondas (conforme informa o relatório da empresa Ampliari, out/2013). Na campanha de setembro de 2022 foram verificadas retomadas, com feição resultante de solapamento, de cerca de 1 metro de profundidade em 1,6 metros de extensão. Em setembro de 2023 os processos permaneceram instáveis em talude com 20 metros de extensão e aproximadamente 2,0 metros de altura. Da mesma forma, em maio de 2024 movimentos de massa acarretaram na queda parcial da placa informativa que há no local.

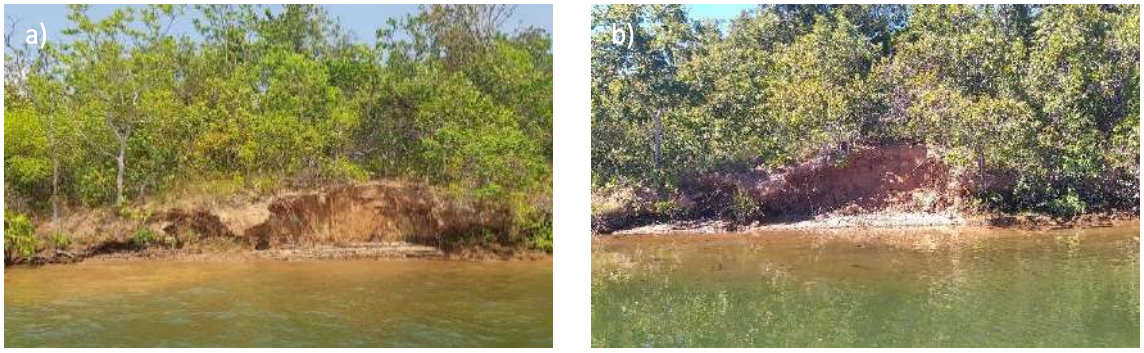


Figura 6.30. Fotos comparativas do ponto SN7 nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. No período, os processos apresentaram evolução gradativa.

O ponto MI5a também está relacionado a feições de solapamento e movimentos de massa provocadas como consequência das ondas do efeito *fetch* e pela vulnerabilidade do solo, que é constituído por horizonte superficial coluvionar e horizonte subsuperficial saprolítico (Figura 6.31). Nas campanhas de setembro de 2023 e maio de 2024 não foram verificados avanços erosivos significativos em relação às campanhas anteriores, de julho e setembro de 2022 e de março de 2023.



Figura 6.31. Feições erosivas de solapamento no ponto MI5a nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O processo erosivo possui aproximadamente 40 metros de extensão e altura entre 1,5 e 2,5 metros. O local apresenta-se suscetível a retomadas erosivas.

De forma semelhante, o ponto MI5b também é caraterizado por solapamento basal em solo saprolítico. Os processos são bem localizados, se estendendo por 14 metros, em talude com altura de até 1,6 metros (Figura 6.32). Entre as campanhas de julho de 2022 e maio de 2024 verificou-se pequenas retomadas erosivas, de baixa gravidade.



Figura 6.32. Feições erosivas de solapamento no ponto MI5b nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. O processo erosivo possui aproximadamente 7 metros de extensão e altura de até 1,6 metros. Evoluções erosivas estão destacadas no retângulo vermelho.

O ponto MI5c também é caraterizado por solapamento, no entanto, esse ponto atingiu seu nível de estabilidade ao atingir a rocha sã em grande parte de sua extensão, que perfaz cerca de 75 metros (Figura 6.33). Esse ponto não apresenta gravidade atualmente.



Figura 6.33. Solapamento no ponto MI5c nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. Os processos estão em fase de estabilização.

O ponto MI5d também apresenta feições de solapamento e movimentos de massa em solo residual saprolítico, numa extensão de cerca de 21 metros em talude com altura de até 3,7 metros (Figura 6.34). Entre as campanhas de julho e setembro de 2022 não foram verificadas retomadas erosivas, já entre as campanhas de março de 2023 e maio de 2024, observou-se retomadas localizadas, com ocorrência de movimento de massa na crista e presença de colúvio no sopé.

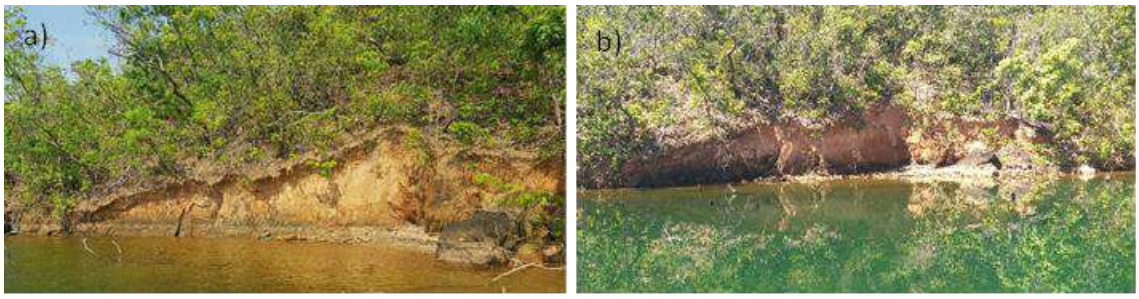


Figura 6.34. Solapamento no ponto MI5d nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

O ponto MI7 foi cadastrado na campanha de setembro de 2022. Trata-se de feição de solapamento na pequena ilha 58. Inicialmente, o processo possuía 3 metros de extensão e tinha avançado cerca de 2 metros adentro da ilha. Nas campanhas posteriores, a feição aumentou, tendo avançado adentro da ilha mais 40 cm na campanha de março e mais 40 cm na campanha de setembro de 2023. Em maio de 2024 não houve evolução relevante. Nas duas últimas campanhas, a extensão lateral do processo era de 4,7 metros (Figura 6.35).



Figura 6.35. Solapamento no ponto MI7, na ilha 58, nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

O ponto SN8 está localizado na margem direita de braço lateral do reservatório no rio Bonito. Os processos de solapamento de base e movimentos de massa (pela gravidade) estão presentes em uma extensão de cerca de 250 metros, em solo saprolítico friável, originário de rochas de quartzo micaxisto, além do depósito de seixos na camada superficial do perfil. Verifica-se que os processos ainda não atingiram seu nível de estabilidade, visto que em porções localizadas existem depósitos coluvionares recentes no sopé da encosta e há ocorrência de movimentos de massa (Figura 6.36).



Figura 6.36. Processos erosivos no ponto SN8 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

Para o acompanhamento quantitativo das taxas erosivas, foram instaladas duas estacas de monitoramento (Tabela 6.4). Apesar das estacas não terem indicado retomadas erosivas entre julho e setembro de 2022, verificou-se empiricamente evoluções localizadas, com o surgimento/aprofundamento de solapamentos e funis de erosão na base do talude. Já na campanha de março de 2023, uma das estacas indicou a ocorrência de retomada erosiva; da mesma forma, na campanha de setembro de 2023 uma das estacas caiu e a outra indicou retomada erosiva de 8,7 cm; e, por fim, na campanha de maio de 2024 a segunda estaca também caiu (Tabela 6.4).

Tabela 6.4. Informações das estacas de monitoramento instaladas no talude do ponto SN8.

Estaca	Número de ID (lacre)	Localização Coordenadas UTM WGS-84	Altura exposta inicial – jul/22	Altura exposta – set/22	Altura exposta – mar/23	Altura exposta– set/23	Altura exposta– mai/24
Estaca 1	0008197	22L 806102 8506969	20 cm	20 cm	20 cm	28,7 cm	Estaca caiu
Estaca 2	0008198	22L 806097 8506964	23 cm	23 cm	60,5 cm	Estaca caiu	=

O ponto SN9 foi cadastrado por apresentar erosão do tipo solapamento em cerca de 55 metros de extensão em solo predominantemente argiloso de consistência friável (Figura 6.37). Nas campanhas entre julho de 2022 e março de 2023 verificou-se condições de estabilidade e baixa tendência evolutiva. Contudo, na campanha de maio de 2024, verificou-se desagregações e movimentos de massa no local. Recomenda-se atenção a esse ponto nas próximas campanhas.



Figura 6.37. Processos erosivos no ponto SN9 nas campanhas de: (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

O ponto SN11 (Figura 6.38) está localizado na margem esquerda do rio do Carmo, no início da Serra da Bibiana, e foi cadastrado para a observação de eventual queda de blocos em função de que o enchimento do reservatório poderia alterar as condições de preenchimento das fraturas.

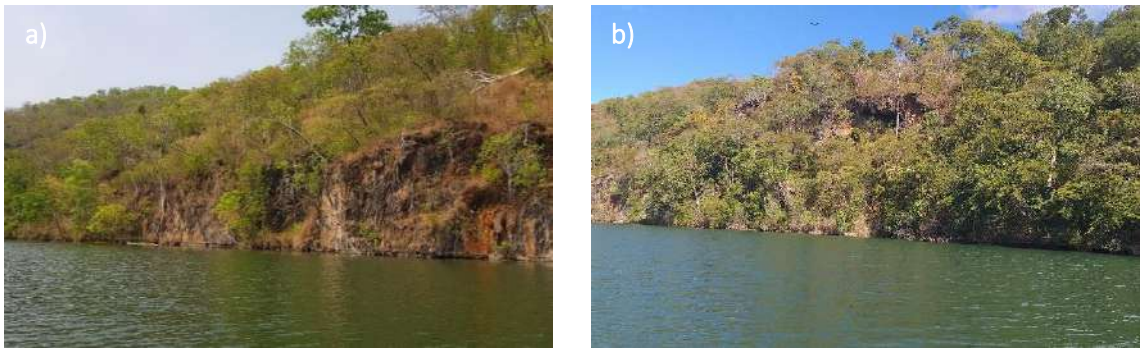


Figura 6.38. Situação do ponto SN11, caracterizado por paredão de rochas calcárias, nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

O ponto SN12 está localizado no trecho final do rio do Carmo, formado por feições de solapamento em margem côncava com cerca de 30 metros de extensão (Figura 6.39). No local verificou-se também processo de voçorocamento na desembocadura de pequeno rio afluente. O solo aluvionar, constituído predominantemente por areia fina em todo o perfil, aliado a posição geográfica da encosta em margem côncava, que tende a receber a pressão da velocidade da corrente, especialmente no período de águas altas, torna a área suscetível a ocorrência de retomadas erosivas. Nas campanhas de setembro de 2023 e maio de 2024 não se verificou retomadas significativas, apesar da suscetibilidade.



Figura 6.39. Ponto SN12, situado em margem côncava do rio do Carmo. (a) solapamento em margem côncava em setembro de 2023; e (b) solapamento em margem côncava em maio de 2024.

O ponto RC2 também está situado no rio do Carmo, na margem côncava de solo aluvionar predominantemente arenoso. Os processos de solapamento e movimento de massa são bem localizados, ocupando extensão de 6 metros em um metro de altura, sendo que a vegetação e o depósito coluvionar estão auxiliando na estabilização do talude (Figura 6.40). Nas campanhas de set/23 e mai/24 o talude estava parcialmente estável. Caso a vegetação não se estabeleça naturalmente, recomenda-se o plantio de gramíneas e leguminosas para auxiliar na estabilização do local.



Figura 6.40. Solapamento do ponto RC2, situado em margem côncava do rio do Carmo, nas campanhas de: a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024.

O ponto RC3 também está situado em margem côncava no rio do Carmo, e é caracterizado por solapamento em solo aluvionar (Figura 6.41). O processo está estável, com o crescimento de vegetação secundária, e apresenta gravidade baixa.



Figura 6.41. Solapamento do ponto RC3, situado em margem côncava do rio do Carmo. Comparativo da situação nas campanhas de (a) setembro de 2023 e (b) maio de 2024. A vegetação secundária está auxiliando na estabilização do talude.

6.3.2 Vistoria nas Margens situadas a Jusante do Barramento

O monitoramento dos processos erosivos na área de influência de reservatórios hidrelétricos consiste na avaliação da evolução espaço-temporal de eventuais degradações erosivas nas encostas marginais que coloquem em risco áreas de preservação permanente (APPs), propriedades públicas e privadas, e estruturas auxiliares.

A avaliação desse trecho a jusante é de suma importância, pois com o passar dos anos foi constatado que parte dos sedimentos em suspensão nas águas dos rios ficavam retidos nos reservatórios devido a diminuição da velocidade da água no interior dos mesmos (CARVALHO, 2008). Se por um lado essa característica pode ser encarada como um impacto positivo do reservatório sobre as águas dos rios, por outro, a água mais “limpa”, com poucos sedimentos em suspensão, que é liberada pelas barragens hidrelétricas, possuem um poder erosivo muito maior que o normal, produzindo erosões significativas em diversos empreendimentos hidrelétricos.

Esse tipo de erosão a jusante das barragens hidrelétricas, em geral ocorre de forma mais intensa nos períodos de chuvas, assim como a maior parte das erosões no interior do reservatório, porém, como a água sai das turbinas ou dos vertedouros com uma velocidade maior que o normal, a erosão nesse trecho do rio pode ser intensificada, podendo chegar a uma retração de vários metros de margens em curtos períodos de tempo.

Na UHE Cana Brava, verificou-se que a margem esquerda, contida com enrocamento, encontra-se estável. Já na margem direita, há um trecho erosivo ativo, composto por processo de voçorocamento, causado pelo escoamento das águas superficiais, em solo arenoso, pouco coeso e característico de planícies aluviais, e processos de solapamento e movimento de massa causados quando da elevação do nível da água do rio acima do trecho enrocado. A Figura 6.42 mostra as condições gerais do trecho de jusante, e a Figura 6.43 e

Figura 6.44, respectivamente, apresentam as condições dos trechos da margem esquerda e direita imediatamente a jusante do barramento da UHE Cana Brava.



Figura 6.42. Condições gerais do trecho imediatamente a jusante da UHE Cana Brava.



Figura 6.43. Margens enrocadas na margem esquerda em maio de 2024. Situação estável.



Figura 6.44. Processos erosivos na margem direita. Destaque para os processos de voçorocamento causados pela ação pluvial em solo arenoso (b).

6.4 Considerações Finais

A porção sul do reservatório apresenta margens preservadas e estáveis. Nessa porção o monitoramento foi continuado em um único ponto, SS6, situado em margem côncava do rio Formigueiro, e dois novos pontos foram catalogados para observação (ME5 e ME6). O ponto SS6 tende a evoluir, devido as caraterísticas hidrodinâmicas naturais do canal, visto a tendência da corrente principal ser levada em direção da margem côncava (zona de erosão) com significativa velocidade nos períodos de águas altas. Para esse ponto recomenda-se a continuidade do monitoramento através das estacas instaladas. Já os pontos ME5 e ME6 são restritos a solapamentos de pequena extensão, os quais tendem a atingir estabilidade naturalmente.

Na porção central também há predominância de margens preservadas. Nessa região foi mantido o monitoramento de seis pontos cadastrados anteriormente, dentre eles, os pontos SC3 (Gruta Bibiana) e SC4 (Sítio Arqueológico), que não sofrem influência do reservatório, visto que o nível d'água mais alto não atinge a entrada da caverna e o sítio arqueológico (para esses pontos, conforme recomendação do Parecer SEI/IBAMA 19017416/2024, foram instaladas placas de sinalização indicando risco de queda de blocos); o ponto SC2, que foi cadastrado devido a presença de degrau de abatimento em cuesta, feição que permaneceu estável durante todo o período monitorado; o ponto SC1, localizado em encosta habitada e utilizada para atraque da Balsa do Buriti, cujas feições de solapamento possuem baixa gravidade, devendo ser avaliadas periodicamente em vista da presença de habitação; e o ponto SC6, composto por talude de afloramentos rochosos fraturados e a presença de assoreamento intenso na foz do rio dos Macacos, decorrentes da presença de mineradoras a montante.

Na porção central também foram cadastrados cinco novos pontos de ocorrência iminente de instabilidades geotécnicas. Esses pontos se restringem a pequenas extensões onde há ocorrência de solapamento em solos saprolíticos. Essas feições devem ser avaliadas periodicamente.

A porção norte apesar de também demonstrar estabilidade e preservação em grande parte de sua extensão, é a área mais afetada por processos erosivos, os quais estão presentes

principalmente nas margens das ilhas centrais do reservatório, nas quais são monitorados 24 pontos notáveis. As erosões do tipo solapamento e movimento de massa que permanecem instáveis devem ser acompanhadas (quali e quantitativamente). A implementação de medidas específicas, como a revegetação, deve ser utilizada quando verificadas condições adequadas, para a contenção de alguns desses processos.

Na porção à jusante, na margem direita, também foram observados processos erosivos de solapamento, movimento de massa e voçorocamento ativos, os quais deverão ser continuamente monitorados. Medidas de contenção devem ser adotadas nos próximos meses para a recuperação desses locais, conforme recomendação do Parecer SEI/IBAMA 19017416/2024.

Portanto, através do presente estudo constatou-se estabilidade na maior parte das margens do reservatório da UHE Cana Brava. Quando existentes os processos são restritos a pequenas extensões e não representam risco iminente ao volume útil do reservatório ou benfeitorias próximas. No entanto, faz-se necessário a continuidade do monitoramento especialmente na margem direita imediatamente a jusante do barramento, e na porção norte do reservatório para o acompanhamento das feições erosivas existentes nas margens das ilhas, e serão adotadas de medidas de contenção, em atendimento ao Parecer SEI/IBAMA 19017416/2024.

6.5 Referências Bibliográficas

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

CPRM, 2008. Mapa Geológico do estado de Goiás. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Geologia-Basica/Estado-de-Goias-399.html. Acesso em: 09/10/2022.

GOIAS (estado). **Geomorfologia de Goiás e Distrito Federal**. Superintendência de Geologia e Mineração do Governo de Goiás. Série Geologia e Mineração, volume 2, 2006.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, B da. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 4. ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

HOLANDA, F.S.R., et al. Controle da erosão em margens de cursos d'água: das soluções empíricas à técnica da bioengenharia de solos. R. **RAEGA**, Editora UFPR, Curitiba, n. 17, p. 93-101, 2009.

PIMENTEL, V. C. R. **Alternativas de solução para os impactos físicos de barragens**. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

7. MONITORAMENTO DA FAUNA SILVESTRE

7.1 Introdução

O presente capítulo traz o resumo das atividades do Programa da Fauna Silvestre (PFS) – Monitoramento de Botos e Esquistossomose, e Programa de Monitoramento da Ictiofauna, fase Pós-enchimento do reservatório, realizadas na área de influência direta da Usina Hidrelétrica Cana Brava, no período entre junho de 2023 e junho de 2024, por contrato entre a Systema Naturae Consultoria Ambiental Eireli (NATURAE) e a ENGIE Brasil Energia S.A.

As atividades encontram-se licenciadas junto à Diretoria de Licenciamento Ambiental do IBAMA (DILIC/IBAMA), através do Processo nº 02001.000156/97-11 (PFS e Monitoramento de Ictiofauna) e Processo nº 02010.001748/2023-31 (Resgate de ictiofauna nas unidades geradoras da Usina Hidrelétrica Cana Brava).

7.2 Atividades Executadas

7.2.1 Monitoramento de Botos

- Realização das campanhas amostrais C17 (23 a 28 de junho de 2023), C18 (21 a 26 de setembro de 2023), C19 (05 a 10 de dezembro de 2023), C20 (21 a 26 de março de 2024) e C21 (14 a 19 de junho de 2024), contemplando os trechos amostrais 1, 2, 3, 4, 6 e 7 delimitados ao longo da área do reservatório da UHE Cana Brava e de seus principais tributários. Ressalta-se que, para o ano de 2023/2024, não está sendo realizada amostragem no Trecho 5, localizado dentro da Terra Indígena Avá-Canoeiro, devido ao término da autorização de ingresso concedida pela FUNAI;
- Emissão dos Relatórios Técnicos Parciais referentes aos dados obtidos nas campanhas C17, C18, C20 e C21 do PMCF – SMB, respectivamente em agosto de 2023, outubro de 2023, março de 2024 e junho de 2024;
- Emissão do Relatório Técnico Anual referente aos dados obtidos nas campanhas amostrais C17, C18, e C19 do PMCF – SMB em março de 2024.
- Pelo cronograma de execução do monitoramento, ainda estão previstas campanhas de campo nos meses de junho, setembro e dezembro de 2024.

7.2.2 Monitoramento de Hospedeiros Intermediários de Esquistossomose

- Realização da quinta campanha amostral da segunda etapa do Monitoramento de Hospedeiros Intermediários de Esquistossomose realizado na área de influência da UHE Cana Brava, no período entre 14 e 18/12/2023;

- Emissão do Relatório Técnico Consolidado das atividades relacionadas ao Monitoramento de Hospedeiros Intermediários de Esquistossomose como parte integrante do Programa da Fauna Silvestre (PFS), em execução na fase pós-enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Cana Brava;
- Pelo cronograma de execução do monitoramento, ainda está prevista a campanha de campo no mês de dezembro de 2024.

7.2.3 Monitoramento da Ictiofauna – Ictioplâncton

Em 2020 o programa de monitoramento da ictiofauna encontrava-se paralisado, aguardando a aprovação do Plano de Trabalho e a emissão da ABIO junto ao IBAMA através do processo- nº protocolo 001812.0000493/2020, junto ao Portal de Serviços do Governo Federal, a qual se encontrava em "análise técnica".

Para a retomada do programa, a ENGIE Brasil Energia, com base na experiência junto ao Programa de Monitoramento de Ictiofauna que vêm realizando e nos resultados apresentados, elaborou um novo plano de trabalho e protocolou junto ao IBAMA para análise através da CE-EBE-UHCB-0003/2020-V.1 e, conforme orientação do IBAMA solicitou via Portal de Serviços do Governo Federal a emissão da ABIO, para que mediante aprovação, fossem retomadas as atividades do monitoramento.

O IBAMA pediu a alteração no plano de trabalho através do Parecer Técnico nº 26/2020-NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO em 04 de dezembro de 2020, o qual foi respondido pela ENGIE Brasil Energia em 16 de abril de 2021 através da CE-EBE-UHCB-0010/2021-V.1. O Plano de Trabalho revisado também foi alterado dentro do processo de solicitação de ABIO, processo- nº protocolo 001812.0000493/2020 junto ao Portal de Serviços do Governo Federal, aprovado e finalizado em novembro de 2020.

A atividade do Monitoramento de Ictiofauna possui a ABIO Nº 73/2021, 1ª Renovação, válida até 11 de abril de 2025, e RET nº 02/2024- PROCESSO IBAMA: 02001.000156/97-11.

A nível de esclarecimento, o Plano de Trabalho do Monitoramento da Ictiofauna agrega áreas amostrais no reservatório da UHE Cana Brava, em Área Indígena, da comunidade Avá-Canoeiros. Tendo em vista o contexto epidemiológico vivenciado desde março de 2020 em função da epidemia por Covid-19, vigoravam restrições de acesso em Terra Indígena por parte da FUNAI, em todo o território nacional, até que fossem reestabelecidas condições sanitárias que eliminassem os riscos de contaminação dessas comunidades.

Após a mudança no cenário da epidemia por Covid-19, a vacinação das populações em geral, incluindo a comunidade indígena, a FUNAI emitiu um parecer favorável ao início das

atividades na terra indígena - Ofício Nº 01/2022/COEP/CGLIC/DPDS/FUNAI e Ofício Nº 137/2022/COEP/CGLIC/DPDS/FUNAI.

Ressalta-se que para o ano de 2023, somente a campanha realizada entre abril e maio ainda tinha autorização de entrada na área indígena Avá-Canoeiro, conforme campanha apresentada abaixo:

- Realização da décima segunda campanha amostral do PMI para amostragens de ictioplâncton nos trechos amostrais 1, 2, 3, 4 e 5, delimitados ao longo da área do reservatório da UHE Cana Brava e de seus principais tributários, no período entre 28/04/2023 e 06/05/2023;

A partir de agosto de 2023, os trabalhos de monitoramento da ictiofauna não estão sendo realizados no Trecho 5, localizado dentro da Terra Indígena Avá-Canoeiro, devido ao término da autorização de ingresso pela FUNAI. As campanhas realizadas no período estão apresentadas abaixo:

- Realização da décima terceira campanha amostral do PMI para amostragens de ictioplâncton nos trechos amostrais 1, 2, 3, e 4, delimitados ao longo da área do reservatório da UHE Cana Brava e de seus principais tributários, no período entre 02 e 10/08/2023;
- Realização da décima quarta campanha amostral do PMI para amostragens de ictioplâncton nos trechos amostrais 1, 2, 3, e 4, delimitados ao longo da área do reservatório da UHE Cana Brava e de seus principais tributários, no período entre 22 e 30/11/2023;
- Realização da décima quinta campanha amostral do PMI para amostragens de ictioplâncton nos trechos amostrais 1, 2, 3, e 4, delimitados ao longo da área do reservatório da UHE Cana Brava e de seus principais tributários, no período entre 12 e 21/12/2023;
- Realização da décima sexta campanha amostral do PMI para amostragens de ictioplâncton nos trechos amostrais 1, 2, 3, e 4, delimitados ao longo da área do reservatório da UHE Cana Brava e de seus principais tributários, no período entre 08 e 15/01/2024;
- Realização da décima sétima campanha amostral do PMI para amostragens de ictioplâncton nos trechos amostrais 1, 2, 3, e 4, delimitados ao longo da área do reservatório da UHE Cana Brava e de seus principais tributários, no período entre 19 e 27/02/2024;

- Realização da décima oitava campanha amostral do PMI para amostragens de ictioplâncton nos trechos amostrais 1, 2, 3, e 4, delimitados ao longo da área do reservatório da UHE Cana Brava e de seus principais tributários, no período entre 02 e 08/05/2024;
- Preparação do Relatório Técnico Semestral referente à consolidação dos resultados obtidos através da realização das campanhas amostrais do Programa de Monitoramento da Ictiofauna, no período entre maio de 2023 e fevereiro de 2024, com entrega prevista para julho de 2024;
- Pelo cronograma de execução do monitoramento, ainda estão previstas campanhas de campo nos meses de agosto, novembro e dezembro de 2024, janeiro, fevereiro e maio de 2025.

7.2.4 Resgate da Ictiofauna Confinada em Estruturas das Unidades Geradoras

Dentro as atividades vinculadas ao monitoramento da ictiofauna encontram-se a realização de resgates da ictiofauna confinada em estruturas das Unidades Geradoras.

A UHE Cana Brava possui um procedimento para o resgate de peixes quando de seu aprisionamento no conduto da caixa espiral e no tubo de sucção em razão do fechamento das comportas de jusante das unidades geradoras nas paradas programadas. Este procedimento tem como objetivo mitigar os impactos ambientais ocasionados tanto nas paradas programadas, quanto nas emergenciais de unidades geradoras, visando à proteção da ictiofauna.

Cabe ressaltar que este procedimento é inerente à atividade de operação de usinas hidrelétricas constituindo-se num dos grandes desafios para o setor elétrico a nível mundial. Os trabalhos executados são parte integrante do Programa de Monitoramento da Ictiofauna (PMI) da UHE Cana Brava.

A atividade de resgate de peixe possui a ABIO Nº 1593/2024 e RET Nº 2/2024, com validade até 2028.

Desta forma, no período foram realizados resgate da ictiofauna confinada no tubo de sucção da Unidade Geradora nº 02 (UG 02) entre 12 e 13 de junho de 2024, e na Unidade Geradora 03 (UG 03) no dia 10 de julho de 2024, por ocasião da parada de máquinas para manutenção, e contou com uma equipe formada por representantes das empresas NATURAE, ENGIE e SERRA & PINHEIRO. O resgate na UG 01 está previsto para acontecer no dia 29 de julho de 2024, cujo relatório será enviado na sequência.

7.3 Resultados e Discussões

7.3.1 Monitoramento de Botos

7.3.1.1 Décima sétima campanha amostral (C17) – Período entre 23 e 28 de junho de 2023.

Durante esta campanha não foram registrados botos. Este fato pode estar relacionado a um deslocamento mais intenso dos botos dentro da área do reservatório, inviabilizando o registro durante a campanha amostral. Para esta campanha a densidade obtida para os dados coletados em transecto foi igual a 0 botos avistados por km^2 e a taxa de registros correspondente a 0 botos avistados por km.

7.3.1.2 Décima oitava campanha amostral (C18) – Período entre 21 e 26 de setembro de 2023.

Durante esta campanha foi registrado 01 (um) evento com registro visual de *Inia araguaiaensis* na área de estudo, sendo observado através de transecto, contabilizando 2 (dois) botos.

Para o cálculo da taxa de encontros foram considerados 151,3 km de margens percorridos em transectos e o número de botos avistados, obtendo-se uma taxa de 0,013 indivíduos por km percorrido (= 2 indivíduos / 151,3 km percorridos). A densidade obtida para os dados coletados em transecto foi igual a 0,018 indivíduos por km^2.

7.3.1.3 Décima nona campanha amostral (C19) – Período entre 05 e 10 de dezembro de 2023

Durante esta campanha foi registrado 01 (um) evento com registro visual de *Inia araguaiaensis* na área de estudo, sendo observado através de transecto, contabilizando 1 (um) boto.

Para o cálculo da taxa de encontros foram considerados 147,15 km de margens percorridos em transectos e o número de botos avistados, obtendo-se uma taxa de 0,007 indivíduos por km percorrido (= 1 indivíduos / 147,15 km percorridos). A densidade obtida para os dados coletados em transecto foi igual a 0,01 indivíduos por km^2.

7.3.1.4 Vigésima campanha amostral (C20) – Período entre 20 e 26 de março de 2024

Durante esta campanha não foram registrados botos. Este fato pode estar relacionado a um deslocamento mais intenso dos botos dentro da área do reservatório, inviabilizando o registro durante a campanha amostral. Para esta campanha a densidade obtida para os dados coletados em transecto foi igual a 0 botos avistados por km^2 e a taxa de registros correspondente a 0 botos avistados por Km.

7.3.1.5 Vigésima primeira campanha amostral (C21) – Período entre 14 e 20 de junho de 2024

Durante esta campanha não foram registrados botos. Este fato pode estar relacionado a um deslocamento mais intenso dos botos dentro da área do reservatório, inviabilizando o registro durante a campanha amostral. Para esta campanha a densidade obtida para os dados coletados em transecto foi igual a 0 botos avistados por km^2 e a taxa de registros correspondente a 0 botos avistados por km.

Como parte do processo de elaboração de um catálogo de identificação de indivíduos com base em manchas naturais ou cicatrizes, não foi possível nas últimas 4 (quatro) campanhas o registro de novos espécimes. Sendo que as 3 (três) espécimes avistadas durante as campanhas do período deste relatório, já haviam sido catalogadas anteriormente. Desta forma, o quantitativo de botos identificados permanece com 5 (cinco) botos, anteriormente individualizados através de registros fotográficos, como segue abaixo.

INDIVÍDUO FOTO-IDENTIFICADO	DESCRIÇÃO
	Indivíduo com mancha rosada no final no meio da nadadeira dorsal. Aparentemente apresenta cicatrizes na parte anterior da nadadeira dorsal.
	Indivíduo com várias marcas de riscos e cicatrizes esbranquiçadas na nadadeira dorsal. Poucas manchas rosadas no dorso.
	Indivíduo com extensa mancha rosada ao longo da porção mediana da nadadeira dorsal, seguindo para porção anterior do dorso. Parte posterior da nadadeira dorsal co mancha rosada.
	Indivíduo com mancha rosada quase que na totalidade da nadadeira dorsal, seguindo após uma pequena falha sentido posterior do dorso.
	Indivíduo com mancha rosada começando a aparecer na nadadeira dorsal. Corpo com coloração cinza e com pouquissimas manchas rosas pelo corpo.

Figura 7.1. Relação de indivíduos identificados e respectiva descrição.

A seguir é apresentado o registro fotográfico das atividades de campo realizadas durante as campanhas amostrais.



Figura 7.2. Monitoramento embarcado – Décima sétima campanha amostral.



Figura 7.3. Monitoramento embarcado – Décima oitava campanha amostral.



Figura 7.4. Boto registrado durante a décima nona campanha amostral.

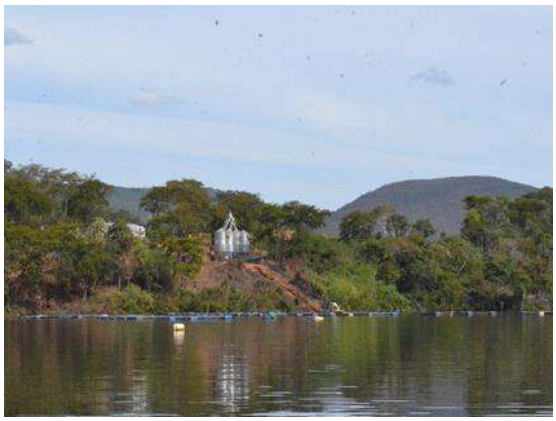


Figura 7.5. Monitoramento embarcado no trecho 4 – Décima sétima campanha amostral.



Figura 7.6. Botos registrados durante a décima oitava campanha amostral.



Figura 7.7. Monitoramento embarcado no trecho 4 – Vigésima primeira campanha amostral.

7.3.2 Monitoramento de Hospedeiros Intermediários de Esquistossomose

7.3.2.1 Quinta campanha amostral (C5) da segunda etapa – período entre 14 e 18/12/2023

7.3.2.1.1 Abundância e Riqueza

Como resultado da realização da quinta campanha de campo da segunda etapa do Monitoramento de Hospedeiros Intermediários de Esquistossomose da UHE Cana Brava foram coletados 1.130 espécimes de moluscos, pertencentes a Classe Gastropoda e Bivalvia,

representando 03 (três) ordens e 04 (quatro) famílias, 03 (três) espécies taxonomicamente confirmadas e 01 (uma) identificada ao nível genérico (Tabela 7.1, Figura 7.8 e Figura 7.9).

Tabela 7.1. Demonstrativo dos moluscos coletados durante a execução das atividades de Monitoramento de Hospedeiros intermediários de Esquistossomose na área de influência da UHE Cana Brava, no período entre 14 e 18/12/23.

TAXA	NOME COMUM	CAMPANHA 5
Classe Bivalvia		
Ordem Veneroida		
Família Corbiculidae		
Corbicula largillierti	Mexilhão-de-água-doce	124
Classe Gastropoda		
Ordem Basommatophora		
Família Physidae		
Physa sp.	Caramujo-de-água-doce	72
Família Planorbidae		
Biomphalaria straminea	Caramujo-de-água-doce	413
Ordem Neotaenioglossa		
Família Thiaridae		
Melanoides tuberculata	Caramujo-trombeta	521
ABUNDÂNCIA		**1.130**
RIQUEZA		**4**



Figura 7.8. **Espécime de *Corbicula largillierti* registrado na área de influência da UHE Cana Brava.**

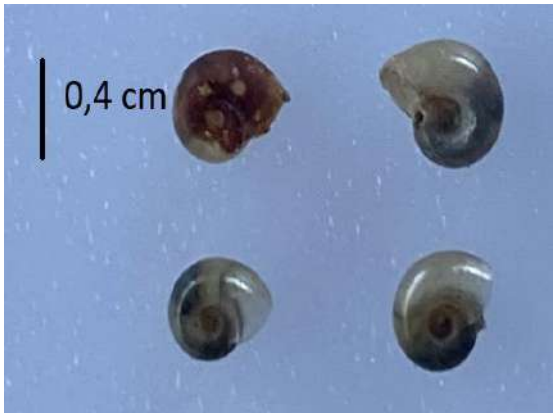


Figura 7.9. Espécimes de Biomphalaria straminea. registrado na área de influência da UHE Cana Brava.

7.3.2.1.2 Destinação de Espécimes Capturadas

Quanto à destinação dos moluscos coletados nesta quinta campanha da segunda etapa do monitoramento, todos os 1.130 indivíduos foram encaminhados ao laboratório do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás (IPTSP/UFG) para identificação taxonômica e realização de análise parasitária.

7.3.2.1.3 Importância Epidemiológica

Dentre as espécies registradas nesta quinta campanha (2ª etapa), destaca-se o registro da espécie *Biomphalaria straminea*, a qual é considerada hospedeiro intermediário natural da esquistossomose.

Em relação às demais espécies de moluscos registradas, estas não possuem registro ou susceptibilidade comprovada para infecção com Schistosoma mansoni, causador da esquistossomose, entretanto, todas elas são incriminadas na literatura como vetores de outras zoonoses, tais como a fasciolose, a meningites eosinofílica, a paragonimíase, a clonorquíase e a centrocestíase, conforme apresentado na Tabela 7.2.

Tabela 7.2: Relação das espécies de moluscos coletados durante a execução das atividades de Monitoramento de Hospedeiros Intermediários de Esquistossomose na área de influência da UHE Cana Brava, no período entre 14 e 18/12/2023.

TAXA	NOME COMUM	DOENÇA POTENCIALMENTE VETORIZADA
Classe Bivalvia		
Ordem Veneroida		
Família Corbiculidae		
Corbicula largillierti	Mexilhão-de-água-doce	Sem registros
Classe Gastropoda		
Ordem Basommatophora		
Família Physidae		
Physa sp.	Caramujo-de-água-doce	Fasciolose hepática e equinostomíase
Família Planorbidae		
Biomphalaria straminea	Caramujo-de-água-doce	Esquistossomose
Ordem Neotaenioglossa		
Família Thiaridae		
Melanoides tuberculata	Caramujo-trombeta	Paragonimíase, clonorquíase e centrocestíase

A seguir é apresentado o registro fotográfico das atividades de campo realizadas durante as campanhas amostrais.



Figura 7.10. Varredura em busca de molusco no reservatório da UHE Cana Brava.



Figura 7.11. Varredura em busca de molusco no reservatório da UHE Cana Brava.



Figura 7.12. Varredura em busca de molusco no reservatório da UHE Cana Brava.



Figura 7.13. Varredura em busca de molusco no reservatório da UHE Cana Brava.

7.3.3 Monitoramento da Ictiofauna – Ictioplâncton

7.3.3.1 Décima segunda campanha amostral do PMI

Após a realização da décima segunda campanha amostral foi emitido, em maio de 2023, o Relatório Técnico de Atividades que contemplou as ações das atividades do PMI da UHE Cana Brava, no período entre 28/04/23 e 06/05/2023.

Nesta campanha foram coletados 70 espécimes de ictioplâncton em diferentes fases de desenvolvimento ontogenético, incluindo larvas, juvenis e adultos. Os espécimes capturados encontram-se distribuídos em 11 espécimes identificados em nível de ordem (Characiformes, N=9; Cyprinodontiformes, N=2), 7 espécimes identificados em nível de família (Characidae, N=1; Hemiodontidae, N=2; Sciaenidae, N=4), 14 espécimes alocados em nível genérico (Gymnotus sp., N=1; *Hemiodus* sp., N=1; *Myloplus* sp., N=1; *Pamphorichthys* sp., N=6; *Serrasalmus* sp., N=3; *Tatia* sp., N=2) e 36 espécimes identificados em nível específico (*Plagioscion squamosissimus*). Além destes, foram registrados dois espécimes para os quais não foi possível a identificação taxonômica nem mesmo em níveis hierárquicos mais altos. Adicionalmente, 135 ovos foram registrados durante a campanha.

7.3.3.2 Décima terceira campanha amostral do PMI

Após a realização da décima terceira campanha amostral foi emitido, em agosto de 2023, o Relatório Técnico de Atividades que contemplou as ações das atividades do PMI da UHE Cana Brava, no período entre 02 e 10/08/2023.

Nesta campanha foram coletados 135 espécimes de ictioplâncton em diferentes fases de desenvolvimento ontogenético, incluindo larvas, juvenis e adultos. Os espécimes capturados encontram-se distribuídos em 11 espécimes identificados em nível de ordem (Characiformes, N=7; Clupeiformes, N=3; Siluriformes, N=1), 107 espécimes identificados em nível de família (Auchenipteridae, N=1; Characidae, N=1; Hemiodontidae, N=102; Sciaenidae, N=3), 14 espécimes alocados em nível genérico (*Hemigrammus* sp., N=2; *Serrasalmus* sp., N=4; *Triportheus* sp., N=8) e 3 espécimes identificados em nível específico (*Plagioscion squamosissimus*, N=2; *Pseudotylosurus microps*, N=1). Adicionalmente, 25 ovos foram registrados durante a campanha.

7.3.3.3 Décima quarta campanha amostral do PMI

Após a realização da décima quarta campanha amostral foi emitido, em novembro de 2023, o Relatório Técnico de Atividades que contemplou as ações das atividades do PMI da UHE Cana Brava, no período entre 22 e 30/11/2023.

Nesta campanha foram coletados 418 espécimes de ictioplâncton em diferentes fases de desenvolvimento ontogenético, incluindo larvas, juvenis e adultos. Os espécimes capturados encontram-se distribuídos em 169 espécimes identificados em nível de ordem (Characiformes, N=160; Siluriformes, N=9), 235 espécimes identificados em nível de família (Anostomidae, N=4; Characidae, N=3; Curimatidae, N=1; Hemiodontidae, N=224; Sciaenidae, N=3), 2 espécimes alocados em nível genérico (*Pamphorichthys* sp., N=1; *Triportheus* sp., N=1) e 7 espécimes identificados em nível específico (Auchenipterus nuchalis, N=1; *Plagioscion squamosissimus,* N=6). Além destes, foram registrados cinco espécimes para os quais não foi possível a identificação taxonômica nem mesmo em níveis hierárquicos mais altos. Adicionalmente, 88 ovos foram registrados durante a campanha.

7.3.3.4 Décima quinta campanha amostral do PMI

Após a realização da décima quinta campanha amostral foi emitido, em dezembro de 2023, o Relatório Técnico de Atividades que contemplou as ações das atividades do PMI da UHE Cana Brava, no período entre 12 e 21/12/2023.

Nesta campanha foram coletados 139 espécimes de ictioplâncton em diferentes fases de desenvolvimento ontogenético, incluindo larvas, juvenis e adultos. Os espécimes capturados

encontram-se distribuídos em 5 espécimes identificados em nível de ordem (Characiformes, N=4; Cyprinodontiformes, N=1), 82 espécimes identificados em nível de família (Characidae, N=1; Hemiodontidae, N=79; Heptapteridae sp., N=1; Sciaenidae, N=1), 36 espécimes alocados em nível genérico (*Anodus* sp., N=31; *Bryconops* sp., N=1; *Tatia* sp., N=3; *Triportheus* sp., N=1) e 15 espécimes identificados em nível específico (*Auchenipterus nuchalis*, N=3; *Plagioscion squamosissimus*, N=12). Além destes, foi registrado um espécime para o qual não foi possível a identificação taxonômica nem mesmo em níveis hierárquicos mais altos. Adicionalmente, 15 ovos foram registrados durante a campanha.

7.3.3.5 Décima sexta campanha amostral do PMI

Após a realização da décima sexta campanha amostral foi emitido, em fevereiro de 2024, o Relatório Técnico de Atividades que contemplou as ações das atividades do PMI da UHE Cana Brava, no período entre 08 e 15/01/2024.

Nesta campanha foram coletados 300 espécimes de ictioplâncton em diferentes fases de desenvolvimento ontogenético, incluindo larvas, juvenis e adultos. Os espécimes capturados encontram-se distribuídos em 106 espécimes identificados em nível de ordem (Characiformes, N=98; Siluriformes, N=8), 150 espécimes identificados em nível de família (Anostomidae, N=2; Characidae, N=6; Hemiodontidae, N=142), 2 espécimes alocados em nível genérico (*Pamphorichthys* sp., N=2) e 39 espécimes identificados em nível específico (*Auchenipterus nuchalis*). Além destes, para 3 espécimes não foi possível a identificação taxonômica nem mesmo em níveis hierárquicos mais altos. Adicionalmente, 198 ovos foram registrados durante a campanha.

7.3.3.6 Décima sétima campanha amostral do PMI

Após a realização da décima sétima campanha amostral foi emitido, em março de 2024, o Relatório Técnico de Atividades que contemplou as ações das atividades do PMI da UHE Cana Brava, no período entre 19 e 27/02/2024.

Nesta campanha foram coletados 17 espécimes de ictioplâncton em diferentes fases de desenvolvimento ontogenético, incluindo larvas, juvenis e adultos. Os espécimes capturados encontram-se distribuídos em 4 espécimes identificados em nível de ordem (Siluriformes, N=4), 7 espécimes identificados em nível de família (Anostomidae, N=3; Characidae, N=2; Hemiodontidae, N=2), 1 espécime alocado em nível de subfamília (Hypostominae, N=1), 1 espécime alocado em nível genérico (*Moenkhausia* sp., N=1) e 4 espécimes identificados em nível

específico (*Auchenipterus nuchalis*, N=2; *Plagioscion squamosissimus*, N=2). Adicionalmente, 59 ovos foram registrados durante a campanha.

7.3.3.7 Décima oitava campanha amostral do PMI

Após a realização da décima oitava campanha amostral foi emitido, em junho de 2024, o Relatório Técnico de Atividades que contemplou as ações das atividades do PMI da UHE Cana Brava, no período entre 02 e 08/05/2024. Os dados ainda se encontram em análise, e, portanto, sem quantitativos que possam ser apresentados neste documento.

A seguir é apresentado o registro fotográfico das atividades de campo realizadas durante as campanhas amostrais.



Figura 7.14. Coleta de amostra utilizando-se rede de ictioplâncton – décima segunda campanha amostral.



Figura 7.15. Coleta de dados abióticos de água com disco de Secchi – décima terceira campanha amostral.



Figura 7.16. Coleta de amostra de água com garrafa tipo Van Dorn – décima segunda campanha amostral.



Figura 7.17. Obtenção de dados de limnologia – décima quinta campanha amostral.



Figura 7.18. Detalhe de equipamento da rede de coleta de ictioplâncton – décima sexta campanha amostral.



Figura 7.19. Acondicionamento de amostra de ictioplâncton – décima sétima campanha amostral.



Figura 7.20. Coleta de amostra utilizando-se rede de ictioplâncton – décima sexta campanha amostral.



Figura 7.21. Obtenção de dados de limnologia – décima sétima campanha amostral.

7.3.4 Resgate da ictiofauna confinada no tubo de sucção da Unidade Geradora nº02 (UG02) – Período entre 12 e 13 de junho de 2024

7.3.4.1 Abundância e Riqueza

Após a realização da décima segunda campanha amostral foi emitido, em maio de 2023, o Relatório Técnico de Atividades que contemplou as ações das atividades do PMI da UHE Cana Brava, no período entre 28/04/23 e 06/05/2023.

Como resultado das atividades de regate da ictiofauna na estrutura da UG 02 (tubo de sucção) da UHE Cana Brava foram resgatados 13 espécimes de peixes, representando a Classe Actinopterygii, com uma ordem (Characiformes), uma família (Hemiodontidae) e uma espécie (*Hemiodus microlepis*), e o resgate na UG 03 com o resgate de 06 espécimes de peixes, representando a Classe Actinopterygii, com duas ordens (Characiformes e Siluriformes), 04 (quatro) famílias e 05 (cinco) espécies. Todos os espécimes foram resgatados no tubo de sucção, não sendo encontrados espécimes quando da abertura da caixa espiral.

Tabela 7.3: Demonstrativo do resgate da ictiofauna confinada aos recintos da Unidade Geradora 02 da UHE Cana Brava, realizado no período entre 12 e 13/06/2024.

TAXA	NOME COMUM	UNIDADE GERADORA 02 TUBO DE SUCÇÃO	TOTAL GERAL
Classe Actinopterygii			
Ordem Characiformes			
Família Hemiodontidae			
Hemiodus microlepis	Jatuarana-escama-fina	13	13

Tabela 7.4: Demonstrativo do resgate da ictiofauna confinada aos recintos da Unidade Geradora 03 da UHE Cana Brava, realizado no dia 10/07/24.

TAXA	NOME COMUM	UNIDADE GERADORA 02 TUBO DE SUCÇÃO	TOTAL GERAL
Classe Actinopterygii			
Ordem Characiformes			
Família Hemiodontidae			
Hemiodus unimaculatus	Jatuarana-escama-grossa	02	02
Família Anostomidae			
Leporinus affinis	Piau-flamengo	1	1
Ordem Siluriformes			
Família Loricariidae			
Hypostomus aff. *plecostomus*	Cascudo	1	1
Família Pimelodidae			
Pimelodus blochii	Mandi	1	1
Pimelodina flavipinnis	Mandi-moela	1	1

7.3.4.2 Destinação dos espécimes capturados

Quanto à destinação dos espécimes capturados nestas atividades de resgate, os 17 espécimes passaram por biometria e pesagem, sendo acondicionados em recipiente próprio para o transporte de peixes (*Transfish*), e em seguida foi realizada a soltura em local a montante do barramento. Além dos espécimes destinados a soltura, 02 (dois) indivíduos foram retirados sem vida da UG 3, sendo 01 (um) pertencente ao táxon *Pimelodina flavipinnis* (Mandi-moela) e 01 (um) espécime de *Hemiodus unimaculatus* (Jatuarana-escama-grossa). Estes espécimes foram encaminhados para descarte em local destinado pelo empreendimento. Nesse caso, os peixes foram enterrados, observando-se as medidas sanitárias cabíveis, de forma a não apresentar riscos à saúde e odores indesejáveis

A seguir é apresentado o registro fotográfico das atividades de campo realizadas durante o resgate da UG 02 e UG 03.

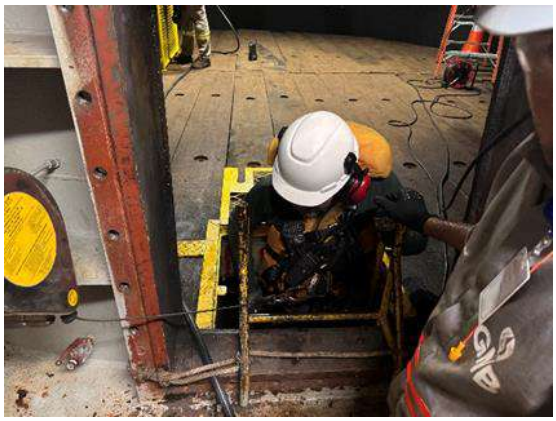


Figura 7.22. Acesso da equipe da Naturae a UG 2 da UHE Cana Brava para o resgate da ictiofauna.



Figura 7.23. Triagem e biometria de espécime de peixe resgatado na UG2 da UHE Cana Brava.

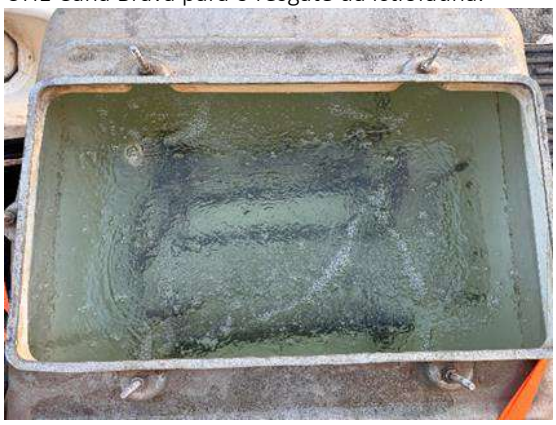


Figura 7.24. Acondicionamento de espécimes de peixe resgatados na UG2 da UHE Cana Brava.



Figura 7.25. Soltura de espécimes de peixe resgatado na UG2 da UHE Cana Brava.



Figura 7.26. Acesso da equipe da Naturae a UG 3 da UHE Cana Brava para o resgate da ictiofauna.



Figura 7.27. Equipe realizando a pesagem de um espécime de *Pimelodina flavipinnis* UG3 da UHE Cana Brava.



Figura 7.28. Acondicionamento de espécimes de peixe resgatados na UG3 da UHE Cana Brava.



Figura 7.29. Soltura de espécimes de peixe resgatado na UG2 da UHE Cana Brava.

7.4 Considerações Finais

As campanhas do Monitoramento de Fauna Silvestre, incluindo o monitoramento de ictiofauna (ictioplâncton), botos e esquistossomose, estão sendo realizados de forma satisfatória, atendendo aos Planos de Trabalho protocolados junto ao Órgão Licenciador e Pareceres Técnicos emitidos pelo IBAMA no período de execução dos programas.

Para a atividade de resgate de peixe verificou-se que a metodologia de trabalho para resgate, acomodação e transporte dos animais resgatados, conforme detalhado no Plano de Trabalho (NATURAE,2024), foi adequada para a execução da atividade de resgate da ictiofauna confinada nas estruturas das UG durante as paradas programadas ou emergenciais. O resultado da operação incluiu a soltura de 90 % dos espécimes (17 indivíduos) e o registro de 02 (dois) descartes de indivíduos que pereceram, atingindo o objetivo de minimizar a mortalidade durante o resgate e salvamento da ictiofauna.

Em abril de 2024, o IBAMA emitiu o Parecer Técnico nº 18911037/2024-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO referente a solicitação de renovação da Abio 73/2021 do Monitoramento de Ictiofauna e recomendou desmembrar a autorização original em duas, para emissão específica de ABIO para a atividade de resgate de peixe, já que as atividades não são correlatas. Em resposta, a ENGIE Brasil Energia emitiu a CE-EBE-UHCB-0004-V.1 informando todos os atendimentos solicitados no parecer.

8. VIGILÂNCIA AMBIENTAL E SOCIOPATRIMONIAL

8.1 Introdução

Este documento apresenta as atividades relacionadas ao Programa de Fiscalização Ambiental e Sócio-Patrimonial das áreas de preservação permanente, reservatório e áreas da concessão da UHE Cana Brava (UHCB), realizadas no período entre junho de 2023 e junho de 2024.

O objetivo do programa é a identificação, caracterização e tratamento de irregularidades ambientais e sócio patrimoniais, tendo como diretriz o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório – PACUERA, bem como definições do Programa de Gestão Ambiental e Sócio-Patrimonial e Manual de Gestão Ambiental e Sócio-Patrimonial- PGASP e MGASP da ENGIE Brasil Energia, em atendimento ao item 4.3 da Licença de Operação da Usina – Licença GUS 212/2005 e recomendações do ofício da ANEEL (212/2001).

O programa compreende manter a fiscalização sobre áreas da concessão, coibir usos inadequados, ocupações irregulares e zelar pelas condições ambientais do entorno do reservatório, realizar acompanhamentos técnicos em campo, acompanhamento de vistorias junto a prestadores de serviços e visitantes, atendimento de solicitações da comunidade para orientação quanto ao uso consciente da APP e reservatório, promovendo a preservação das Áreas de Preservação Permanentes – APPs, na região de influência do empreendimento.

Com base na documentação patrimonial das áreas adquiridas para a concessão do empreendimento, base de dados topográficos e especificação técnica do serviço, o Programa de Fiscalização Ambiental e Sócio-Patrimonial executa o registro de ocorrências ambientais ou patrimoniais, atendendo as seguintes contingências:

- Registros Socioambientais:
    - Acompanhamento Técnico de programas ambientais;
    - Abalroamento e incêndio ou náufrago de embarcações;
    - Acidentes com produtos químicos perigosos;
    - Incêndios e desmatamentos florestais;
    - Afogamentos;
    - Mortandade de peixes;
    - Contaminação por efluentes líquidos;
    - Contaminação por resíduos sólidos;
    - Deslizamentos de taludes marginais;
    - Cheias extraordinárias;
    - Proliferação de macrófitas aquáticas;

- Ocorrências gerais

- Registros Sócio-Patrimoniais:
  - Registos de ocorrências de Uso e Ocupação irregular;
  - Resumo executivo – Vistoria Complementar;

Para a realização das atividades a equipe considera a localização da ocorrência, a programação de prazos, riscos, acessibilidade, características técnicas e topográficas da região, condições climáticas, legislação aplicável, eventuais irregularidades já identificadas e seu status bem como o histórico e a frequência de ocorrências para o planejamento do cronograma de fiscalização e dimensionamento de recursos.

As ocorrências ambientais e usos irregulares são registrados na plataforma Kartado-Hidros, onde é realizado todo acompanhamento e gestão até a resolução e conclusão do registro de forma amigável ou judicialização do caso.

Importante reforçar que a ENGIE preza pelo acordo amigável entre as partes, de modo a conscientizar os usos permissíveis e manter um bom relacionamento com a comunidade

8.1.1 Justificativa

O Programa de Fiscalização Ambiental e Sociopatrimonial é executado como ferramenta de gestão para a preservação de áreas de concessão e coibir usos irregulares dessas áreas e do reservatório, em atendimento ao item 4.3 da Licença de Operação da Usina – Licença GUS 212/2005.

Ainda, em 29 de maio de 2001 a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) determinou as concessionárias a elaboração de Planos de Gestão para os reservatórios de suas Usinas Hidrelétricas, com a preocupação central de aprimorar a vigilância sobre o grande patrimônio imobiliário adquirido pelas diversas empresas. Esta gestão deveria incluir, também, a formulação de mecanismos para viabilizar e compatibilizar os diversos usos da água acumulada, de modo a socializar o seu uso, dentro do princípio de que ela é um bem público, de domínio da União.

Embora o controle sobre o patrimônio tenha sido o objetivo central, as diretrizes e abordagens recomendadas incluíam as variáveis “operação energética”, “ambiental” e “relacionamento com a sociedade”.

Assim a ENGIE Brasil Energia elaborou o “Plano de Gestão Ambiental e Socio-Patrimonial” (PGASP), complementado com o “Manual de Gestão Ambiental e Socio-Patrimonial” (MGASP) e

o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório – PACUERA, conforme determina o Código Florestal Federal – Lei 12.651/2012.

Esses contêm as diretrizes e os procedimentos que são adotados pelas equipes de campo na gestão do reservatório e de seu entorno imediato, envolvendo a vigilância do patrimônio (terras) do empreendedor, a conservação e melhoria dos parâmetros ambientais, o uso do reservatório e das margens, o atendimento a ocorrências extraordinárias (normalmente acidentes ambientais) e o relacionamento com a sociedade.

Já o PACUERA, foi revisado e apresentado em audiência pública virtual em outubro de 2021, sendo aprovado em agosto de 2022 através do OFÍCIO Nº 78/2022/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO e Parecer Técnico nº 13/2022-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO. Desde então, o documento tem sido utilizado para avaliação e regularização dos usos do reservatório e entorno, e divulgação junto à comunidade através de trabalhos de conscientização durante as visitas e vistorias no reservatório e propriedades.

8.1.2 Objetivos

Os objetivos do programa são:

- Observar e relatar irregularidades de ordem Ambiental e Sócio-Patrimonial na área de influência do reservatório e áreas da concessão;
- Identificar características básicas de atividades de exploração de recursos naturais renováveis e não-renováveis que intervêm no Meio Ambiente, em áreas de influência do reservatório;
- Determinar as causas e efeitos dos impactos ambientais globais na saúde, no ambiente e na economia;
- Identificar os efeitos ambientais causados por resíduos sólidos e efluentes líquidos, percebendo suas consequências sobre a qualidade do corpo hídrico do reservatório e APP;
- Operar redes de monitoramento Ambiental da água e solo;
- Promover a Educação Ambiental;
- Registrar acidentes com embarcações, bem como afogamentos;
- Observar e registrar ocorrências extraordinárias no reservatório ou APP, causadas naturalmente ou por interação antrópica;
- Determinar o uso inadequado das áreas adquiridas, de propriedade da empresa, ao longo do reservatório, que estejam em desconformidade com o autorizado ou permitido pela legislação vigente;

- Realizar o monitoramento e controle da proliferação de macrófitas aquáticas.

8.2 Metodologia

São realizadas periodicamente vistorias no reservatório e áreas da concessão da UHE Cana Brava, através de deslocamentos da equipe de Fiscalização por via terrestre e fluvial.

Definiu-se como estratégia a ser aplicada na identificação das áreas, os seguintes conceitos:

- Relação de propriedades adquiridas;
- Formas de aquisição das áreas;
- Destino previsto para a mesma;
- Identificação das áreas através de mapas georreferenciados.

Com base nesses critérios são efetuados levantamentos de reconhecimento inicial da situação, visando identificar as áreas com situações irregulares. Quando encontrado desvios ou irregularidades, observa-se as condições, é realizada a demarcação geográfica das áreas com auxílio de GPS, é realizado o registro fotográfico, além da coleta de dados e informações necessárias para a abertura do registro da ocorrência.

Os dados coletados são processados em escritório, e na sequência é emitido um relatório onde é registrada a ocorrência na plataforma Kartado-Hidros. O relatório é então disponibilizado ao Setor de Meio Ambiente e Patrimônio da usina, que realiza a gestão das informações para definição das ações e estratégias para regularização das ocorrências, seja de forma amigável ou judicializada.

Em situações de ocupação ou uso irregular da APP, áreas da concessão ou do reservatório, em que seja viável o equacionamento amigável, é realizada a negociação junto ao infrator, buscando a regularização através de contrato de Permissão de Uso. Nesse caso é dado um prazo para que a situação seja regularizada. Em casos, os quais não é possível compor acordo amigável junto aos infratores, eles são comunicados através de notificação extrajudicial, formalizando um prazo limite para regularização ou remoção das benfeitorias. Em caso de regularização o registro é concluído na plataforma de gestão, e em caso de descumprimento do prazo para regularização ou remoção, é realizado novo registro comprovando o descumprimento e a manutenção das irregularidades, e encaminhado pela Usina para o Setor Jurídico, para providências judiciais. Vale destacar que os registros são concluídos na plataforma quando a área se encontra livre de ocupações irregulares, e em bom estado de conservação da vegetação. Em casos em que as irregularidades são removidas, mas a vegetação permanece em fase de recomposição natural ou

em processo de recuperação por plantio de mudas nativas, a área permanece em acompanhamento, até a regeneração total.

O trabalho de fiscalização ambiental e sociopatrimonial é realizado em parceria com os órgãos ambientais competentes, como: IBAMA, Polícia Ambiental, Secretaria municipal do Meio Ambiente, a fim de agilizar a solução das ocorrências detectadas.

A plataforma de gestão das ocorrências, o Kartado – Hidros, foi implementada em maio de 2020 em substituição ao Geoweb, onde ocorre a gestão das informações levantadas em campo na atividade de Fiscalização Ambiental e Sociopatrimonial.

8.3 Atividades Executadas

No período entre junho/23 e junho /24 foram realizadas 165 vistorias, sendo que todas as áreas da concessão e toda extensão do reservatório da UHE Cana Brava foram percorridos e vistoriados.

Deste total, 20 vistorias foram solicitadas pela Usina para acompanhamento de casos específicos de uso e ocupação irregular da APP e reservatório; 09 foram vistorias de rotina em busca de novas ocorrências, informações dos infratores e conscientização ambiental; 33 vistorias foram solicitadas pela assessoria jurídica da ENGIE Brasil Energia (Escritório de advocacia Barros&Vecchio) para acompanhamento de casos judicializados; 10 vistorias realizadas a partir da solicitação do Ministério Público para acompanhamento de ocorrências encaminhados ao conhecimento da Defensoria Pública; 32 vistorias complementares realizadas para a verificação do cumprimento de acordos judiciais, de casos judicializados, para acompanhamento de cumprimento dos acordos realizados na oportunidade do mutirão judicial de ações de reintegração de posse, promovido pelo Judiciário e ENGIE - UHE Cana Brava; 08 vistorias em atendimento a solicitação do IBAMA; 03 vistorias para registro de ocorrências gerais, além de 50 vistorias em atendimento a solicitação da comunidade para tratar sobre os usos múltiplos da APP e do reservatório sendo que esses atendimentos não geram registros no Kartado/Hidros. Além disso, foram realizados 07 acompanhamentos técnicos de equipes dos programas de monitoramentos ambientais desenvolvidos no reservatório da UHE Cana Brava em atendimento à Licença de Operação, sendo que também não geram registros.

A seguir, tabela com a informação das vistorias realizadas mensalmente: Tabela 8.1 e Figura 8.1, e gráfico de distribuição mensal.

Tabela 8.1. Vistorias realizadas.

MÊS	QUANTIDADE DE VISTORIAS REALIZADAS
Junho/23	08

MÊS	QUANTIDADE DE VISTORIAS REALIZADAS
Julho/23	05
Agosto/23	10
Setembro/23	09
Outubro/23	08
Novembro/23	21
Dezembro/23	06
Janeiro/24	26
Fevereiro/24	17
Março/24	08
Abril/24	07
Maio/24	21
Junho/24	19
Total	**165**

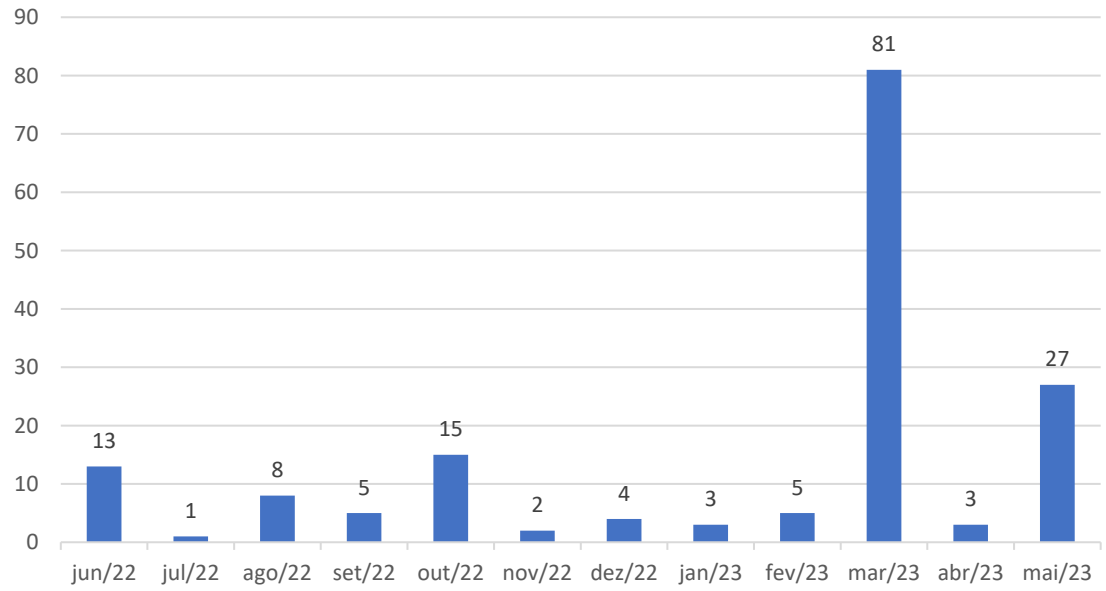


Figura 8.1. Distribuição mensal das vistorias realizadas.

A partir dessas 165 vistorias realizadas no período, foram gerados 105 relatórios na plataforma kartado, que foram distribuídos conforme tipologia, a seguir na Tabela 8.2 e Figura 8.2. Vale salientar que os registros de acompanhamentos (7), registros de ocorrências gerais (03) e de atendimento a comunidade (50) são registrados, mas não geram relatórios no sistema.

Tabela 8.2.Registros e atividades realizados por mês

Mês	Tipo de Registros e Atividades		Total mensal			
	Resumo Executivo	Acompanhamentos	Uso e Ocupação Irregular	Ocorrências Gerais	Atendimento à Comunidade	
Jun/23	00	01	00	00	07	**08**
Jul/23	00	00	00	00	05	**05**
Ago/23	00	00	00	01	08	**09**
Set/23	01	02	00	00	08	**11**
Out/23	04	00	02	00	03	**09**

Mês	Tipo de Registros e Atividades		Total mensal			
	Resumo Executivo	Acompanhamentos	Uso e Ocupação Irregular	Ocorrências Gerais	Atendimento à Comunidade	
Nov/23	13	00	00	00	05	**18**
Dez/23	01	01	01	01	03	**07**
Jan/24	23	00	01	00	02	**26**
Fev/24	12	00	02	00	03	**17**
Mar/24	06	01	02	00	01	**10**
Abr/24	03	00	01	01	02	**07**
Mai/24	12	01	05	00	02	**20**
Jun/24	10	01	06	00	01	**18**
Total	**85**	**07**	**20**	**03**	**50**	165

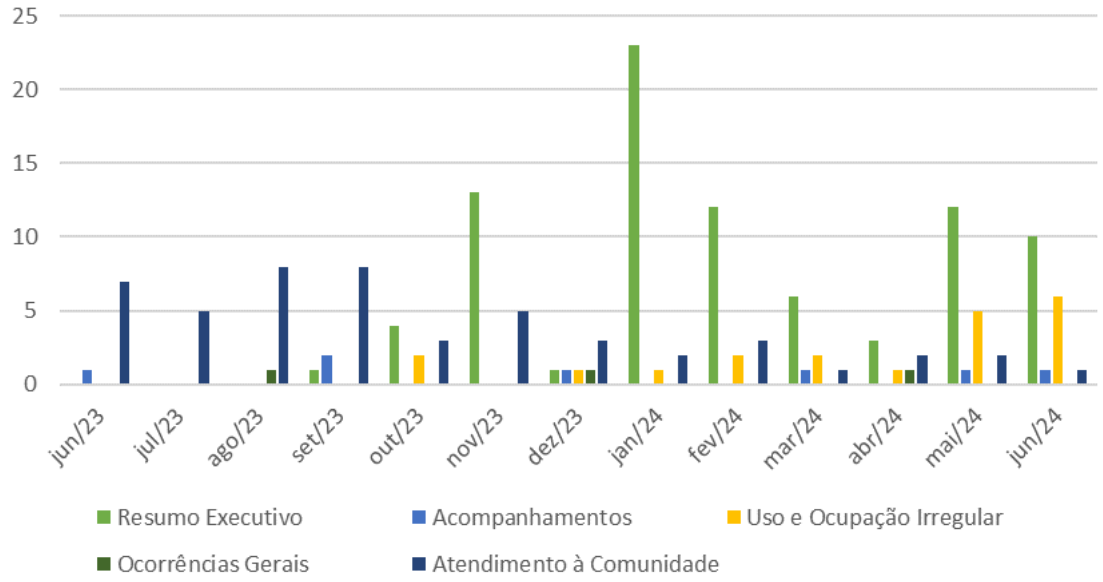


Figura 8.2. Registros e Atividades Elaborados.

8.3.1 Vistoria para registro de Uso e Ocupação Irregular das Terras do Concessionário e de Áreas Vinculadas à Concessão

A vistoria de Uso e Ocupação Irregular é o registro inicial das ocorrências verificadas em campo. O acompanhamento dos registros de ocorrência são realizados através de vistorias complementares em campo, e registrados através de resumos.

São vistorias realizadas com objetivo de registrar em áreas da concessão ou reservatório, ocorrências de uso e ocupação irregular. Os principais usos irregulares comumente registrados são: supressão da vegetação, abertura de acessos ao reservatório em APP, gramado, construções irregulares (casas, abrigos, quiosques para recreação e lazer, colocação de utensílios como bancos, mesas, churrasqueiras), trapiches de madeira, flutuantes na cota de inundação do reservatório, bombas para captação de água, criação de animais, cercas de divisa de propriedade, proteção das margens, entre outros.

Conforme já mencionado anteriormente, durante esse período foram realizadas 20 vistorias para novos registros de ocorrências de uso e ocupação irregular da APP e reservatório. Nestas vistorias observou-se que em 18 casos foi constatado supressão da vegetação, 14 casos de abertura de acessos em Área de Preservação Permanente, em 03 casos observou-se a formação de gramado e plantio de espécies exóticas, 09 casos são referentes a cercas de divisa e bomba para captação de água, 07 casos de trapiche fixo de madeira, 06 casos de flutuantes, 02 casos registrando a colocação de tendas, e 04 casos de pisciculturas irregulares com tanques redes no reservatório. Os shapes com os pontos dos registros de ocorrência e vistoria complementares estão disponibilizados através dos Anexos 8.3.

A Tabela 8.3 e a Figura 8.3 apresentam a distribuição da tipologia das irregularidades e a Tabela 8.4 as informações dos registros de Uso e Ocupação Irregular

Tabela 8.3. Tipologia das irregularidades

Tipologia	Quantidade
Supressão da vegetação	18
Acessos	14
Cercas	04
Captação de água	05
Plantio de espécies exóticas e gramado	03
Trapiche	07
Flutuante	06
Tenda	02
Piscicultura	04



Figura 8.3: Tipologia das irregularidades.

Tabela 8.4. Detalhamento dos Registros de Uso e Ocupação Irregular.

Registro	BACB	Região	Data do Registro	Irregularidades
UHCB-RG-2023.0621	BACB-E 0015	Praia do Sol	06/10/2023	Tenda fixa na cota de inundação.

Registro	BACB	Região	Data do Registro	Irregularidades
UHCB-RG-2023.1345	BACB-E 0247	Praia do Sol	16/10/2023	Supressão, depósito de materiais, depósito de terra e entulhos.
UHCB-RG-2023.1370	BACB-E 0006 BACB-D 0180	Praia do Sol Ponte Rubão	21/12/2023	Parques Aquícolas (Pisciculturas) – Supressão, acesso, armazenamento de materiais, utensílios, trapiche, flutuante e tanques redes em uso dentro do reservatório.
UHCB-RG-2024.0118	BACB-E 0046	Rio Bonito	08/01/2024	Supressão, acesso, armazenamento de materiais, utensílios, talha para manejo de tanques e tanques redes em uso dentro do reservatório.
UHCB-RG-2024.0102	BACB-D 0122 BACB-E 0052	Rio Carmo Rio Bonito	19/02/2024	Postes de energia e fiação elétrica sobre o reservatório.
UHCB-RG-2024.0112	BACB-E 0008	Praia do Sol	29/02/2024	Supressão, cerca de divisa, portão e 02 outdoors.
UHCB-RG-2024.0124	BACB-E 0066	Rio Bonito	07/03/2024	Supressão, acesso e armazenamento de materiais.
UHCB-RG-2024.0132	BACB-D 0040	Praia do Sol	26/03/2024	Ilha 75 – Supressão e vandalismo.
UHCB-RG-2024.0151	BACB-E 0045	Serra Branca	11/04/2024	Supressão, acesso, armazenamento de materiais, utensílios, tenda, galinheiro, flutuante e tanques redes em uso dentro do reservatório.
UHCB-RG-2024.0190	BACB-E 0007	Praia do Sol	20/05/2024	Supressão, acesso, 02 postes de iluminação, estrutura de madeira e um trapiche.
UHCB-RG-2024.0191	BACB-E 0006	Praia do Sol	20/05/2024	Supressão, acesso, sacos de ração, tambores de plástico, caixa d'água, mesa de metal, tendas, tanques redes, armazenamento de materiais e utensílios, tanques redes em uso dentro do reservatório, 01 trapiche e 02 flutuantes.
UHCB-RG-2024.0196	BACB-E 0008	Praia do Sol	20/05/2024	Supressão, acesso, gramado, 10 luminárias, 02 cercas de divisa, bomba para captação de água, parte do muro de alvenaria, portão de vidro, parte do muro de vidro e palanques de madeira na cota de inundação.
UHCB-RG-2024.0200	BACB-E 0019	Rio Bonito	20/05/2024	Supressão, acesso, gramado, bancos de madeira, tenda, tablado, bomba para captação de água, flutuante na cota de inundação.
UHCB-RG-2024.0197	BACB-E 0050	Rio Bonito	29/05/2024	Supressão, acesso, quiosque, mesa e bancos de madeira, abrigo de alvenaria, piso de concreto, banheiro de alvenaria, fossa séptica e um trapiche fixo de madeira na cota de inundação.
UHCB-RG-2024.0201	BACB-E 0041	Balsa do Buriti	11/06/2024	Supressão da vegetação, acesso, utensílios, mesa e churrasqueira de metal, balanço de metal, bomba para captação de água, tenda e uma balsa de metal.

Registro	BACB	Região	Data do Registro	Irregularidades
UHCB-RG-2024.0202	BACB-D 0060	Balsa do Buriti	11/06/2024	Supressão da vegetação, acesso, quiosque de madeira com telha plan e um trapiche na cota de inundação.
UHCB-RG-2024.0203	BACB-D 0203	Rio São Félix	11/06/2024	Supressão da vegetação, acesso, cercas, porteira, bomba para captação de água e um trapiche fixo de madeira na cota de inundação.
UHCB-RG-2024.0204	BACB-D 0122	Rio Carmo	11/06/2024	Supressão da vegetação, acesso, utensílios e um abrigo feito de madeira e lona.
UHCB-RG-2024.0205	BACB-E 0015	Praia do Sol	11/06/2024	Supressão da vegetação, movimentação do solo e estrada.
UHCB-RG-2024.0217	BACB-E 0116	Ponte Rubão	20/06/2024	Supressão, acesso, cercas, plantio de espécies exóticas, rampa de concreto, muro de arrimo, estrutura de metal, bomba para captação de água, tanques redes no reservatório, trapiche fixo de madeira e um flutuante na cota de inundação.

A seguir, registros fotográficos de vistorias de Uso e Ocupação Irregular em APP:



Figura 8.4. Piscicultura e tanques redes no reservatório.



Figura 8.5. Acesso e gramado em APP.



Figura 8.6. Acesso ao reservatório em APP.



Figura 8.7. Flutuante na cota de inundação.



Figura 8.8. Trapiche fixo de madeira na cota de inundação.

Ainda em relação aos casos de Uso e Ocupação Irregular em APP e demais Área da Concessão, através da Figura 8.9 é possível verificar que estas ocorrências estão espalhadas pelo reservatório. Das 20 vistorias, foram gerados 20 relatórios de Uso e Ocupação Irregular, dentre os quais, em 10 registros foram realizados acordos amigáveis, tendo dois cumprimentos de acordo, com a regularização dos usos, e os demais estão aguardando o cumprimento do prazo determinado no acordo amigável. Nos registros em que não foi possível a realização de acordo amigável, os infratores serão notificados para regularização, e no caso de não atendimento será ingressado ação judicial de reintegração de posse.

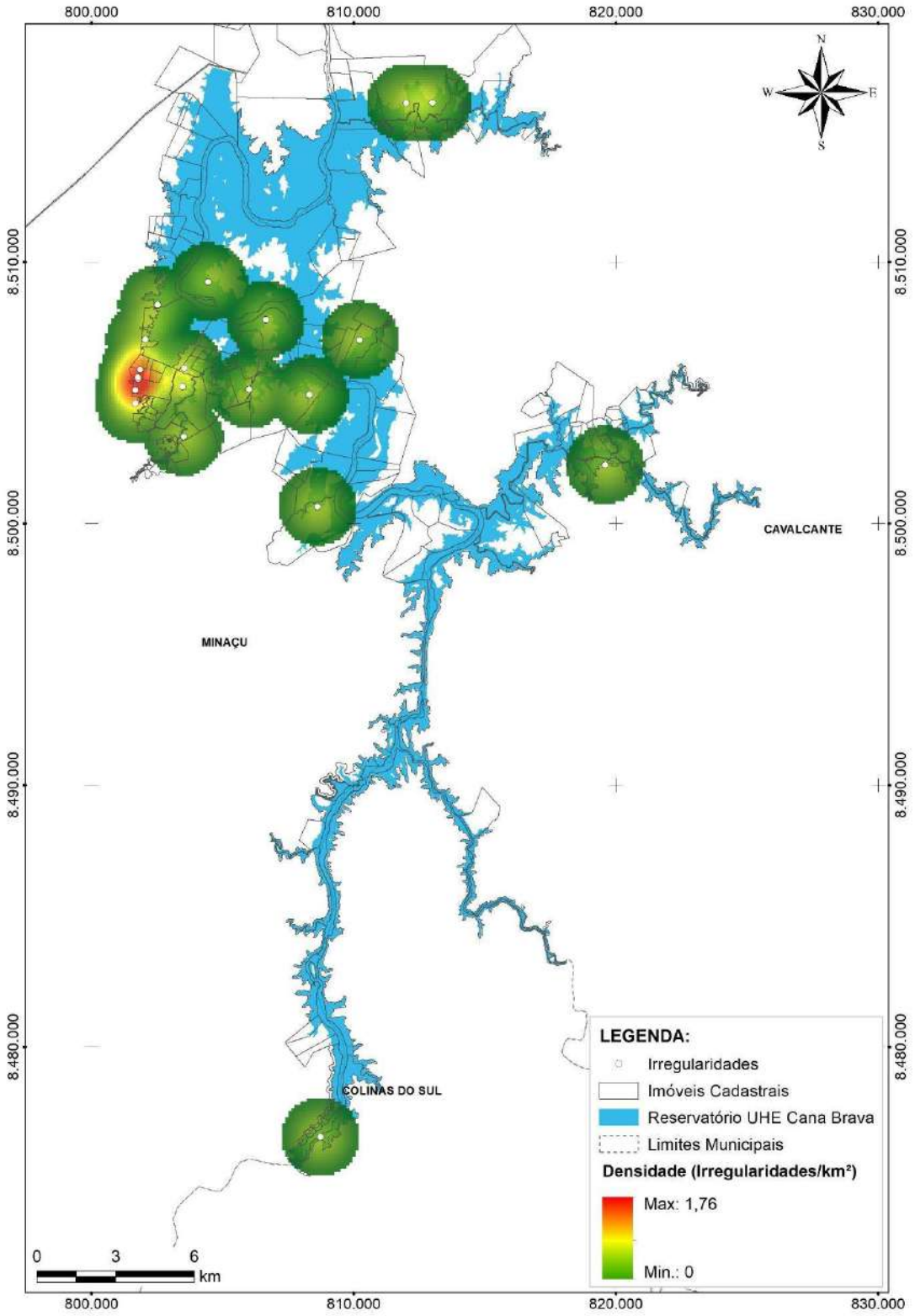


Figura 8.9. Espacialização das ocorrências de Uso Ocupação Irregular de Área da Concessão.

8.3.2 Vistoria Complementar Patrimonial- Resumo Executivo

São vistorias realizadas para acompanhamento do registro de ocorrência inicial com o intuito de atualizar a situação da infração, buscar contato com o infrator por meio de inspeção de

campo, realizar a conscientização ambiental e tentativas de acordos amigáveis e judiciais para a regularização da ocorrência. São também realizadas vistorias complementares para acompanhamento de casos judicializados.

Nesse período tivemos 33 vistorias solicitadas pela assessoria jurídica da ENGIE Brasil Energia (Escritório de advocacia Barros&Vecchio).

A seguir, registros fotográficos de vistorias complementares:



Figura 8.10. Irregularidades em APP: Tendas, fogão a lenha, cadeiras e mesas.



Figura 8.11. Irregularidades em APP: Gado, pastagem e cerca de divisa.



Figura 8.12. Irregularidades em APP: Muro de alvenaria, cerca de alambrado e portão.



Figura 8.13. Irregularidades que foram removidas da APP: Parte da casa de alvenaria;



Figura 8.14. Irregularidade que foi removida da APP: Piso de concreto.

8.3.3 Atendimento à Solicitação do Ministério Público

A atividade de Fiscalização em atendimento à solicitação de atualização de registros de ocorrência pelo Ministério Público – MP – Comarca Minaçu-GO, têm como objetivo verificar a situação atual de ocupação e uso da APP e reservatório, e acontece em decorrência de um Convênio firmado entre a ENGIE Brasil Energia e o Ministério Público, visando apoio a regularização dos usos da APP e reservatório, com base na legislação vigente.

Esse convênio foi assinado em 2008, e se estendeu até 2012. Nesse período todos os registros de ocorrências ambientais e patrimoniais foram encaminhados ao MP, que realizou abertura de Termos de Ajustamento de Conduta – TAC junto aos infratores. Com a substituição frequente de Promotores, o convênio foi encerrado em 2012, porém os casos encaminhados de 2008 a 2011 estão sendo acompanhados até a sua conclusão, quando as irregularidades são sanadas. Vale ressaltar que parte das irregularidades foi removida pela ENGIE Brasil Energia em comum acordo com o infrator e parte foi removida pelo próprio responsável pelas irregularidades.

A seguir, registros fotográficos de vistorias complementares solicitadas pelo Ministério Público.



Figura 8.15. Realocação da cerca de divisa para fora da APP.



Figura 8.16. Vegetação em estado de recomposição natural em APP.



Figura 8.17. Trapiche irregular, o infrator foi orientado a regularizar junto à Marinha conforme regramento do PACUERA da UHE Cana Brava.



Figura 8.18. Remoção das irregularidades em APP.



Figura 8.19. Remoção das irregularidades em APP.



Figura 8.20. Remoção das irregularidades e recomposição da área com plantio de mudas nativas do Cerrado em APP.



Figura 8.21. Recomposição da área com plantio de mudas nativas do Cerrado em APP.

8.3.4 Atividades de Ocorrências Gerais no Reservatório

São vistorias para registrar ocorrências de modo geral que podem influenciar a utilização das águas ou entorno do reservatório da UHCB. Nesse período ocorreram 03 vistorias para registro de ocorrências gerais, sendo 02 delas em decorrência da presença de Macrófitas no reservatório e 01 em decorrência de perecimentos de peixes em 02 pisciculturas no reservatório de Cana Brava.

Do total, 02 vistorias foram em função de vandalismo na barreira de contenção de macrófitas instalada no Rio Bonito, durante o segundo semestre de 2023. Verificado alguns bancos de macrófitas dispersos no corpo principal do reservatório, a equipe se deslocou até o Rio Bonito onde foi constatada a barreira rompida. Em ambos os casos a equipe de fiscalização realizou a manutenção da barreira restabelecendo sua função.

Ainda que a contenção seja para benefício da comunidade, é recorrente a sua depredação.

A seguir registros fotográficos das ocorrências gerais de macrófitas.



Figura 8.22. Barreira de contenção aberta.



Figura 8.23. Barreira de contenção fechada depois da manutenção.

Vale salientar que o trabalho de restauração das barreiras de contenção foi realizado com base na autorização emitida pela Marinha do Brasil, através de ofício emitido arquivado junto ao Setor de Meio Ambiente da UHE Cana Brava.

No período ocorreu também 01 vistoria para registro de ocorrências gerais, sendo ela em decorrência de perecimentos de peixes em 02 pisciculturas, situado na região da Ponte do Rubão

No dia 01 de abril de 2024 foi realizada uma vistoria em Área de Preservação Permanente (APP), e no reservatório da UHE Cana Brava, junto ao lote: BACB-E 0116, identificador: 356549, situado na região da Ponte do Rubão, município de Minaçu-GO. Na ocasião, a ENGIE Brasil Energia foi comunicada da ocorrência pelo responsável da Piscicultura Minaçu, Sr. Uires José Gomes, o qual informou que o perecimento de tilápias aconteceu no dia anterior em decorrência de baixa concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água na região da ponte do Rubão.

Diante das informações a equipe de Fiscalização e Meio Ambiente da ENGIE realizou medições no reservatório, confirmando a baixa concentração de oxigênio nesta região. As medições foram realizadas abaixo da Ponte do Rubão, na piscicultura Cruz de Malta, entres os tanques das 02 pisciculturas, na piscicultura Minaçu, no leito do Rio Tocantins e na Barreira 2 – Terra Indígena Avá-Canoeiro, todas as medições de OD ficaram entre 0,4 mg/L e 1,4 mg/L. Foi constatado o perecimento de peixes em 02 pisciculturas, sendo elas: Piscicultura Minaçu e Piscicultura Cruz de Malta.

Para acompanhamento da situação de hipóxia da água, restrito à região da ponte do Rubão, a equipe de Fiscalização realizou vistorias diárias para investigação das causas e coleta de informações em campo de variáveis ambientais, coleta de amostra de água que foram enviadas para análise, a fim de subsidiar especialista que realizaram um estudo das causas da ocorrência de perecimento dos peixes nas 02 pisciculturas. O acompanhamento no local foi realizado durante 50 dias, os dados coletados foram disponibilizados à ENGIE que encaminhou a especialistas. Os dados foram avaliados e gerou um Parecer Técnico, que foi encaminhado ao conhecimento do IBAMA, Ministério Público Estadual e Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Minaçu-GO.

A seguir registros fotográficos das ocorrências gerais de perecimento de peixes (Tilápias).



Figura 8.24. Medição do Oxigênio Dissolvido (OD) juntamente com Analista Ambiental da ENGIE, no dia 01/04/2024.



Figura 8.25. Medição do Oxigênio Dissolvido (OD) juntamente com Analista Ambiental da ENGIE, no dia 01/04/2024.



Figura 8.26. Tanques rede da Piscicultura Minaçu com peixes perecidos.



Figura 8.27. Tanques rede da Piscicultura Cruz de Malta com peixes perecidos.

8.4 Plano Ambiental de Conservação do Uso do Entorno do Reservatório Artificial - PACUERA

O Plano Ambiental de Conservação do Uso do Entorno do Reservatório Artificial foi aprovado pelo IBAMA em agosto de 2022.

O documento foi elaborado de forma participativa junto com o poder Legislativo, Executivo e os proprietários lindeiros. Esta participação consistiu em grupos de trabalho onde foram expostas as preocupações quanto ao uso responsável das águas e do entorno do reservatório de Cana Brava. Para tanto, foram promovidas reuniões técnicas informativas. A partir de então, utilizando as informações de campo e as contribuições dos representantes da Comunidade foi elaborado o Plano de Uso das Águas e do Entorno do Reservatório da Hidrelétrica de Cana Brava, com base nas orientações da Resolução Conama n° 302/2002, da Lei nº 12.651 e da Nota Técnica 02001.000951/2015-99 COHID/IBAMA, de 20 de maio de 2015.

Desde a aprovação, o PACUERA tem sido utilizado como regra para orientação e avaliação dos usos da APP e reservatório da UHE Cana Brava. Durante as vistorias de campo a equipe de Educação Ambiental, através do Programa Bons Vizinhos, tem realizado visitas aos ribeirinhos e usuários, com objetivo de orientá-los sobre o uso consciente, visando a preservação ambiental e a aplicação do PACUERA.

Em outubro de 2022 foi realizada uma reunião na Superintendência do IBAMA, com a participação de representantes da ENGIE Brasil Energia, IBAMA, SEMAD – Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, e SEMMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Minaçu-GO. A reunião foi solicitada pela ENGIE em decorrência da indefinição no PACUERA de qual órgão ambiental emitiria as licenças para uso da APP, conforme regras estabelecidas no documento. Durante a discussão, concluiu-se as licenças deveriam ser emitidas

pelo Estado, e que tendo em vista a Resolução CEMAm nº 166/2022, o município de Minaçu é credenciado e capacitado para licenciamento ambiental de âmbito local, o que inclui a atuação na área de entorno do reservatório da UHE Cana Brava. Sendo assim, a SEMMA oficializou o questionamento através do Ofício nº 004/2023, que foi respondido pela SEMAD através do DESPACHO Nº 39/2023/SEMAD/CEMAM-14388, autorizando a emissão de licenças ambientais para regularização de usos permitidos da APP e reservatório, com base no PACUERA da UHE Cana Brava.

Atualmente o município de Cavalcante-GO não possui corpo técnico para composição de credenciamento junto a SEMAD, a fim de viabilizar a emissão de licenças ambientais, nos moldes do que é realizado em Minaçu-GO. Sendo assim, no território de Cavalcante, os usos da APP e reservatório são licenciados pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado. A ENGIE Brasil Energia, juntamente com o secretário de Meio Ambiente de Cavalcante está buscando o apoio de consórcios intermunicipais para credenciamento e apoio para que o licenciamento seja realizado no âmbito do município.

8.4.1 Acordos Amigáveis

Como resultado do trabalho de aproximação junto à comunidade através do Programa Bons Vizinhos, a equipe de Fiscalização junto aos usuários da APP, reservatório e comunidade em geral, a partir de visitas de campo com apoio da equipe de Educação Ambiental, mediante a aprovação do Plano Ambiental de Conservação do Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA), a empresa ENGIE Brasil Energia, está aprimorando o contato com os proprietários lindeiros para orientá-los acerca do novo regramento de uso e propondo acordos amigáveis, com objetivo de regularizar os usos permissíveis e remover benfeitorias que não são passíveis de regularização.

Alguns acordos foram formalizados, onde o infrator se compromete a remover benfeitorias não regularizáveis, e regularizar usos permitidos junto aos órgãos responsáveis, dentro de um prazo estabelecido pela empresa.

No período em questão, a equipe conseguiu formalizar 12 acordos amigáveis. Os infratores assinaram um Termo de Responsabilidade se comprometendo a regularizar as intervenções dentro do prazo estabelecido, avaliado individualmente em cada situação, bem como com o regramento definido no PACUERA.

Comprovada a regularização, com as licenças ambientais emitidas, o proprietário poderá solicitar junto à ENGIE Brasil Energia S.A a Permissão de Uso (PU) da área. Os documentos

assinados são entregues a ENGIE como forma de controle da gestão dos processos em andamento.

Na Tabela 8.5 são listados os proprietários que assinaram acordos amigáveis.

Tabela 8.5. Listagem dos acordos amigáveis

Nome	CPF	Região	Data	Status
Messias Genezio Santana da Silva	028.220.771-69	Praia do Sol	10/08/2023	Em atendimento
Aneias Pereira Ramalho	644.197.541-68	Rio Bonito	11/08/2023	Em atendimento
Jallisson Carlos de Almeida	947.030.351-20	Rio São Félix	13/11/2023	Em atendimento
Divino José Batista Alves	478.462.161-04	Balsa do Buriti	29/11/2023	Em atendimento
Vicente Benicio Filho	276.272.841-04	Balsa do Buriti	29/11/2023	Em atendimento
Nelcino Alves de Oliveira	370.561.311-15	Balsa do Buriti	29/11/2023	Em atendimento
Adenir Peres	080.020.928-13	Rio Bonito	08/01/2024	Em atendimento
Jorge Sussumo Mariano Shinkai	082.709.499-06	Praia do Sol	08/01/2024	Em atendimento
Renato Justo Campos	857.240.921-15	Praia do Sol	04/04/2024	Em atendimento
Renato Justo Campos (tenda)	857.240.921-15	Praia do Sol	04/04/2024	Em atendimento
Marcos Gonçalves de Brito	010.551.501-96	Praia do Sol	15/05/2024	Em atendimento
Diogo Batista Prado	044.248.931-54	Rio Bonito	29/05/2024	Em atendimento

8.5 Remoções de Irregularidades decorrente de ações de reintegração de posse.

Os registros de ocorrência em que não foi possível compor acordo e resolução amigável, são encaminhados pela ENGIE Brasil Energia para providências judiciais. Sendo assim, é gerado um processo e protocolado uma ação de reintegração de posse, que tramita na esfera judicial.

No processo de reintegração de posse, a ENGIE Brasil Energia comprova a posse da área a ser reintegrada e comprova os usos irregulares ou sem autorizações e licenciamento. A ação tramita até a sentença, onde é julgado procedente o pedido da autora, e a ENGIE é reintegrada na posse, com a determinação da remoção das irregularidades e a recuperação ambiental na área em questão. Caso o réu não cumpra a determinação, a autora é intimada a realizar o serviço, devendo cobrar as custas nos autos do processo junto ao réu. Outra forma, a qual a ENGIE Brasil Energia realiza a remoção de irregularidades em área da concessão, é por meio de acordo amigável, mediante negociação junto ao infrator, ou em caso de situação de abandono da área e das irregularidades.

No período em questão foram realizadas 05 remoções de irregularidades, 01 a partir de sentença judicial, 01 a partir do acordo judicial realizado no Mutirão judiciário em 31/05/2023 e 03 a partir de acordos amigáveis. A seguir o detalhamento dos trabalhos de remoção:

Remoção de irregularidades (cercas de divisa de pastos), a partir de sentença judicial – Infrator João Rodrigues Siqueira- CPJ 110647- Nº do Processo: 0163073-27.2011.8.09.0103.



Figura 8.28. Remoção de cercas de divisa de pastos em APP marginal a propriedade do Sr. João Rodrigues Siqueira.



Figura 8.29. Remoção de cercas de divisa de pastos em APP marginal a propriedade do Sr. João Rodrigues Siqueira.



Figura 8.30. Remoção de cercas de divisa de pastos em APP marginal à propriedade.



Figura 8.31. Remoção de cercas de divisa de pastos em APP marginal à propriedade.

Remoção de irregularidades (piso de concreto e poste), a partir do acordo judicial realizado no mutirão de Processos de Reintegração de Posse – Infrator Geziel Martins da Rocha- CPJ 111160- Nº do Processo: 0056091-47.2015.8.09.0103.



Figura 8.32. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade do Sr. Geziel Martins da Rocha.



Figura 8.33. Remoção de irregularidades em APP marginal à propriedade.



Figura 8.34. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade do Sr. Geziel Martins da Rocha.



Figura 8.35. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade do Sr. Geziel Martins da Rocha.

Remoção de irregularidades (duas cercas de divisa), a partir do acordo amigável realizado com o Sr. Nelcino Alves de Oliveira.



Figura 8.36. Remoção de duas cercas de divisa em APP marginal a propriedade do Sr. Nelcino Alves de Oliveira.



Figura 8.37. Remoção de duas cercas de divisa em APP marginal a propriedade do Sr. Nelcino Alves de Oliveira.



Figura 8.38. Remoção de duas cercas de divisa em APP marginal a propriedade do Sr. Nelcino Alves de Oliveira.



Figura 8.39. Remoção de duas cercas de divisa em APP marginal a propriedade do Sr. Nelcino Alves de Oliveira.

Remoção de irregularidades (abrigo, fogão a lenha, churrasqueira, mesa de madeira, bancos de plásticos e piso de concreto), a partir do acordo amigável realizado com a Sra. Mônica Vieira dos Santos.



Figura 8.40. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade da Sra. Mônica Vieira dos Santos.



Figura 8.41. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade da Sra. Mônica Vieira dos Santos.



Figura 8.42. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade da Sra. Mônica Vieira dos Santos.



Figura 8.43. Remoção de irregularidades em APP marginal a propriedade da Sra. Mônica Vieira dos Santos.

Realocação de irregularidades (cerca de divisa) para fora da APP, a partir do acordo amigável realizado com o Sr. Manoel da Cunha.



Figura 8.44. Realocação da cerca de divisa para fora da APP marginal a propriedade do Sr. Manoel da Cunha.



Figura 8.45. Realocação da cerca de divisa para fora da APP marginal a propriedade do Sr. Manoel da Cunha.



Figura 8.46. Realocação da cerca de divisa para fora da APP marginal a propriedade do Sr. Manoel da Cunha.



Figura 8.47. Realocação da cerca de divisa para fora da APP marginal a propriedade do Sr. Manoel da Cunha.

8.6 Atividades Relevantes no Período

8.6.1 Mutirão de Processos de Reintegração de Posse- UHE Cana Brava

Com a aprovação do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial (PACUERA), em agosto de 2022 pelo IBAMA, a ENGIE Brasil Energia em parceria com o Poder Judiciário da Comarca de Minaçu, com objetivo de regular os usos da APP e reservatório com base na legislação vigente, promoveu um mutirão de audiências de reintegração de posse para solucionar as ações judicializadas. No mutirão foram propostos acordos para regularização de usos com base no PACUERA, remoção de benfeitorias não passíveis de regularização e recuperação ambiental da APP.

O objetivo desta iniciativa é orientar a comunidade quanto aos usos múltiplos permitidos a partir da aprovação do PACUERA, bem como, possibilitar ao infrator a regularização junto ao órgão licenciador.

Em atendimento ao mutirão jurídico nesse período a equipe de Fiscalização realizou 32 vistorias complementares para verificar o cumprimento do acordo judicial realizado no Mutirão judiciário em 31/05/2023, sendo 06 vistorias em território do Município de Cavalcante e 26 vistorias em Minaçu. Essas vistorias têm como objetivo verificar a situação atual da área e do uso da APP e reservatório. Após as vistorias, foram gerados 32 relatórios no software Kartado.

A seguir, registros fotográficos de vistorias complementares para verificar o cumprimento do acordo judicial realizado no Mutirão.



Figura 8.48. O Infrator removeu as irregularidades e mantem APP preservada.



Figura 8.49. O Infrator removeu as irregularidades e manteve o acesso em APP



Figura 8.50. O Infrator removeu as irregularidades e manteve o acesso em APP.



Figura 8.51. O Infrator regularizou o flutuante junto a Marinha.



Figura 8.52. O Infrator removeu uma casa flutuante do reservatório.


Figura 8.53. O Infrator removeu as irregularidades em APP e vegetação se recuperando de forma natural.

8.6.2 Atendimento a Solicitações da Comunidade

Visando o bom relacionamento com a comunidade, a ENGIE Brasil Energia, no âmbito do Programa de Fiscalização Ambiental e Sociopatrimonial, busca orientar a população quanto os usos múltiplos da APP e do reservatório da UHE Cana Brava, indicando o limite da APP com o início da propriedade confrontante e apoiando iniciativas da comunidade quanto a ações de preservação ambiental de modo em geral.

Nesse período tivemos 50 atendimentos a solicitação da comunidade para tratar sobre os usos múltiplos da APP e do reservatório.

A seguir, são apresentados os registros fotográficos.



Figura 8.54. Indicando o limite da APP com o início da propriedade confrontante.



Figura 8.55. Orientando sobre os usos múltiplos da APP e do reservatório.



Figura 8.56. Indicando o limite da APP e orientando sobre os usos da APP e do reservatório.



Figura 8.57. Orientando sobre os usos múltiplos da APP e do reservatório.

Em um dos atendimentos, buscando viabilizar a regularização dos usos, a ENGIE Brasil Energia, em agosto de 2023 fez a doação de 30 estacas de madeira e 01 bola de arame liso para o Sr. Rosimar Gomes de Andrade, que, conforme acordo firmado no mutirão de reintegração de posse, se comprometeu a remover a duas cerca que se estendia pela APP até o reservatório. Esse material foi utilizado para a construção de uma nova cerca, no limite entre sua propriedade e área da empresa (APP), bem como a construção de um corredor para dessedentação do gado.



Figura 8.58. Material doado pela ENGIE Brasil Energia.



Figura 8.59. Material doado pela ENGIE Brasil Energia.

8.7 Implantação do painel de controle de registros de ocorrências

Visando otimizar a análise e a tomada de decisão estratégica, foi elaborado um painel personalizado para controle de registros de ocorrências. Esta ferramenta de visualização de dados permite analisar os diferentes tipos de usos irregulares identificados nas Áreas de Preservação Permanente (APP) do reservatório, oferecendo uma visão abrangente e transparente da situação.

Através de gráficos, tabelas e mapas interativos, a visualização dos dados ficou mais intuitiva e acessível, facilitando a identificação de padrões, tendências e insights cruciais,

destacando, por exemplo, a distribuição espacial das irregularidades e a frequência de cada tipo de uso irregular encontrado.

Com base nessa ferramenta, a tomada de decisões poderá ser mais assertiva permitindo o direcionamento otimizado de esforços e recursos para as áreas mais críticas.

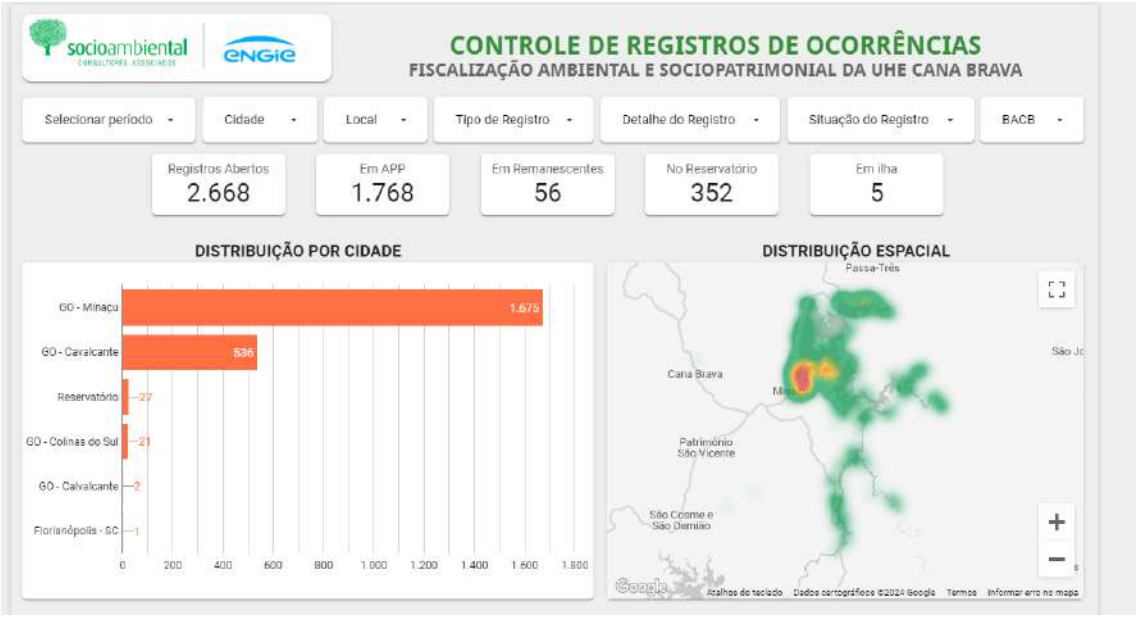


Figura 8.60. Print do painel de controle de registro de ocorrências.

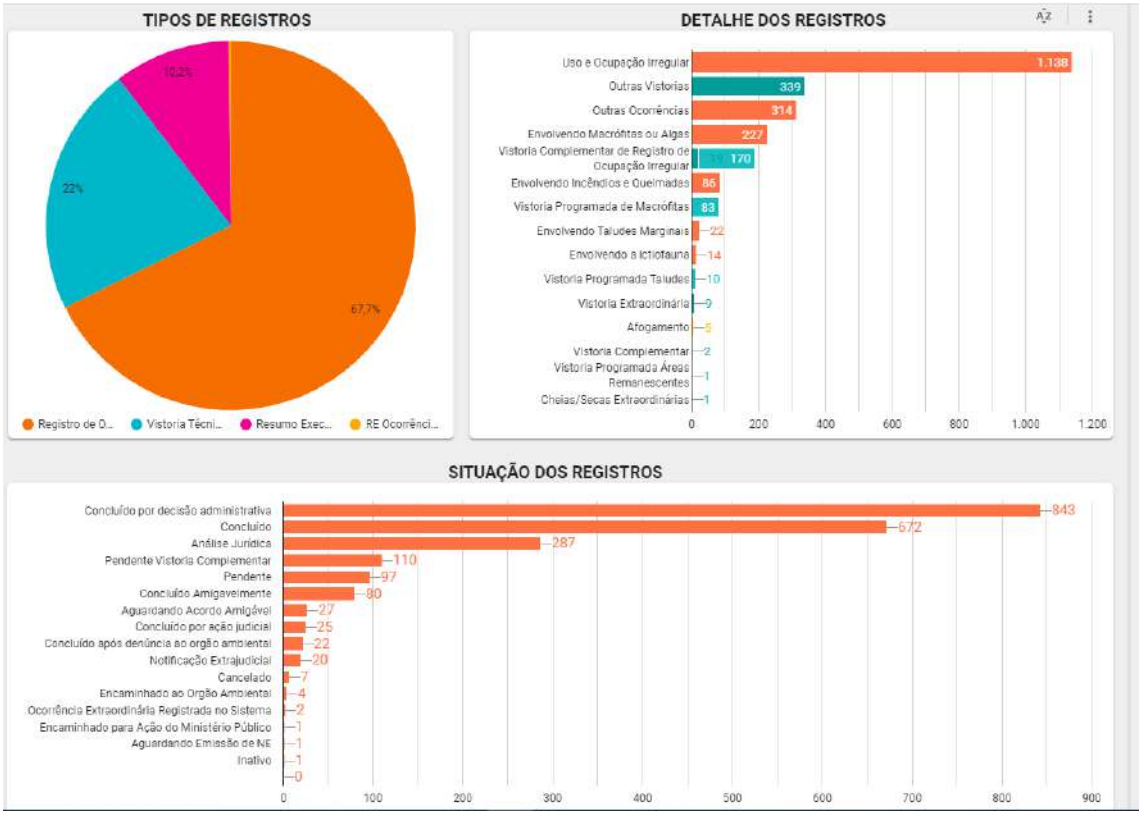


Figura 8.61. Print do painel de controle de registro de ocorrências.

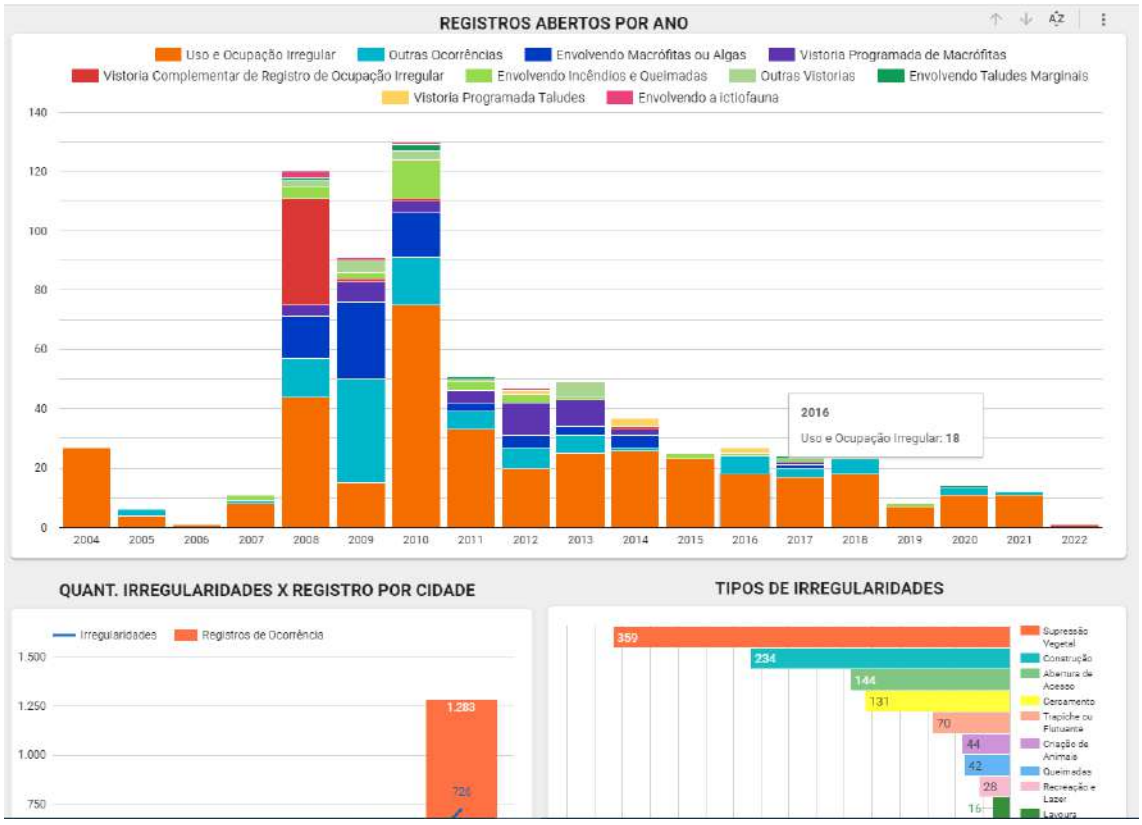


Figura 8.62. Print do painel de controle de registro de ocorrências.

8.8 Interação Com Órgão Licenciador

Em abril de 2024 foi emitido o Parecer Nº 18993696/2024-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO (Anexo 8.1) que considerou as ações realizadas adequadas e condizentes com o proposto no escopo do programa, bem como quanto ao atendimento das complementações solicitadas em pareceres anteriores, que foram enviados no anual do período passado.

8.9 Considerações Finais

O Programa de Fiscalização Ambiental e Sócio Patrimonial é de extrema importância para coibir usos irregulares, objetivando a defesa e proteção do meio ambiente na área de influência do reservatório e municípios da região.

Avaliando-se o número de ocorrências relacionadas ao Uso e Ocupação Irregular de Área da Concessão registradas no período anterior (junho/22 a junho/23 = 30 ocorrências) observamos a redução superior a 30% no número de registros referente ao atual período. Esta redução está relacionada à maior eficiência das ações da equipe de Fiscalização e também ao fato do PACUERA, aprovado em agosto de 2022, possibilitar alguns usos regulamentados pelo órgão licenciador.

Foi possível constatar ainda a necessidade da manutenção das vistorias nas áreas com maior pressão, indicadas na espacialização das ocorrências, promovendo ações de Comunicação

e Educação Ambiental nessas regiões, integrando dessa forma os Programas de Comunicação e Educação Ambiental e Fiscalização Ambiental e Sócio-Patrimonial da UHE Cana Brava. Encaminhamos anexo 8.3 com todos os registros de ocorrência em tratamento georreferenciados em formato shapefile.

O PACUERA é um instrumento importante no processo de orientar a gestão do uso do reservatório e do entorno. Nele estão estabelecidos diretrizes e regramentos para a melhoria da qualidade ambiental, conservação, e recuperação, integrado aos usos múltiplos, respeitando os parâmetros estabelecidos na legislação vigente. Essa ferramenta tem facilitado o trabalho de conscientização junto à comunidade lindeira ao reservatório, e seu regramento utilizado no processo de regularização dos usos da APP e do reservatório.

O mutirão judicial das ações de reintegração de posse foi um marco importante no processo de preservação da faixa de APP do reservatório, pois 32 casos cumpriram o acordo judicial feito no dia levando em consideração o regramento estabelecido no PACUERA. Além disso, o licenciamento ambiental dos usos múltiplos da APP está sendo emitida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Minaçu – SEMMA, facilitando assim a regularização. Após a obtenção da licença, o proprietário deverá enviar toda a documentação para a ENGIE Brasil Energia e a mesma irá emitir a Permissão de Uso (PU), e posteriormente pedir o encerramento das ações judiciais.

Após o sucesso do mutirão judicial, a comunidade buscou se informar mais quanto aos usos múltiplos permitidos em APP e no reservatório a partir da aprovação do PACUERA, bem como, a possibilidade de implantar benfeitorias passíveis de regularização, desde que seja licenciado junto aos órgãos competentes com base nas diretrizes contida no PACUERA.

8.10 Equipe Técnica

Os trabalhos foram desenvolvidos sob a coordenação da Socioambiental, que contou com a seguinte equipe técnica:

Tabela 8.6. Equipe Técnica do Programa de Fiscalização Ambiental e Sócio-Patrimonial

NOME	FUNÇÃO	REGISTRO PROFISSIONAL	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
Ricardo M. Arcari	Gerenciamento	CREA-SC 016823-0	264.058
Edijan Corrêa	Coordenação Técnica	CREA-SC 063102-8	311.939
Dhonata Luiz Teixeira	Fiscalização	-	-
Keila da Silva Ribeiro	Comunicação e Educação Ambiental	-	-
Luiz Carlos da Silva Souza	Apoio a Comunicação e Fiscalização	-	-
Vitor Zimermann	Geoprocessamento	CREA-SC 118.130-3	5.766.567

9. PLANO DE USO E CONSERVAÇÃO DO ENTORNO DO RESERVATÓRIO

O Plano de Uso e Ocupação do Entorno do Reservatório, atualmente vigente, foi apresentado em Audiência Pública no Município de Minaçu / GO em março de 2005.

Conforme Pareceres Técnicos PAR.02010.000031/2015-61 NLA/GO/IBAMA, de 05 de fevereiro de 2015 e PAR. 02001.003784/2015-38 COHID/IBAMA de 22/09/2015, o IBAMA recomendou apresentar em 90 dias, Plano de Trabalho para a revisão do Plano de Uso das Águas e do Entorno do Reservatório da Hidrelétrica de Cana Brava. Na revisão do Plano, solicitou seguir as orientações da Resolução Conama n° 302/2002, da Lei nº 12.651 e da Nota Técnica 02001.000951/2015-99 COHID/IBAMA, de 20 de maio de 2015.

No dia 07 de Março de 2016, a Comunidade de Minaçu organizou uma Audiência na Câmara de Vereadores desse município, a fim de discutir a possibilidade de revisão do Plano para torná-lo mais permissível, à luz da legislação ambiental vigente. Para tanto, a Companhia e o Núcleo de Licenciamento reuniram-se em 04/04/2016 para que a Companhia apresentasse as propostas de Uso formuladas pela Comunidade, cabendo ao IBAMA à avaliação da possibilidade de tais usos. Após realizada esta avaliação, inclusive por meio de vistoria no reservatório, o IBAMA se propôs em reunir-se com a comunidade, para que de maneira integrada se possa emitir um Termo de Referência e por fim revisar o Plano de Uso. No mês de dezembro foi realizada reunião na Câmara de Vereadores de Minaçu para apresentação do posicionamento do IBAMA.

A empresa Socioambiental foi contratada para realizar a revisão do Pacuera. Foi elaborado um Termo de Referência, e submetido à avaliação do IBAMA. O termo de referência foi aprovado pelo Núcleo de Licenciamento do IBAMA, conforme Ofício nº 24/2017/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO-IBAMA.

O documento foi elaborado de forma participativa junto com o poder Legislativo, Executivo e os proprietários lindeiros. Esta participação consiste em grupos de trabalho onde são expostas as preocupações quanto ao uso responsável das águas e do entorno do reservatório de Cana Brava.

No dia 03 de outubro de 2017 foram efetuadas as entregas das cartas-convites convocando as autoridades municipais (prefeito, secretários municipais, vereadores) e representantes dos proprietários lindeiros para a reunião do Pacuera.

No dia 18 de outubro, na câmara municipal de vereadores de Minaçu, ocorreu a 1ª reunião do Grupo de Trabalho do Pacuera, com objetivo de esclarecer e formalizar o documento tendo como base os estudos até então realizados. Estiveram presentes representantes da ENGIE, equipe técnica da empresa contratada, representantes do IBAMA, do poder público executivo,

legislativo, convidados e representantes da comunidade de Minaçu e Cavalcante. Nesta reunião foi definido o os membros do Grupo de Trabalho do Pacuera.

No dia 05 de fevereiro de 2018 foram efetuados contatos com os representantes do Grupo de Trabalho, composto por 23 pessoas e, no dia 19 de fevereiro, a equipe da Arcel (comunicação social) fez a entrega de cartas-convites aos mesmos.

A segunda reunião ocorreu no dia 21 de fevereiro nas instalações da UHE Cana Brava e teve início às 8 horas com um café da manhã. Posteriormente as pessoas foram direcionadas à sala de vídeo conferência onde a reunião foi realizada.

Para a terceira reunião as cartas-convites foram entregues no dia 09 de abril de 2018, e realizadas reuniões prévias nos dias 23 e 24 de abril com representantes de grupos responsáveis pelo Plano Diretor do Município, pela piscicultura de Minaçu, além de representantes de um empreendimento que está previsto para ser construído as margens do reservatório.

No dia 25 de abril às 13 horas, ocorreu a reunião, na UHE Cana Brava, com a presença de representantes do IBAMA, da ENGIE, da empresa responsável pela revisão e membros do grupo de trabalho. Neste evento os representantes da comunidade tiveram a oportunidade de expor ao IBAMA seus anseios, em relação aos usos múltiplos do reservatório.

A partir de então, utilizando as informações de campo e as contribuições dos representantes da Comunidade iniciou-se a elaboração do Plano de Uso das Águas e do Entorno do Reservatório da Hidrelétrica de Cana Brava, com base nas orientações da Resolução Conama n° 302/2002, da Lei nº 12.651 e da Nota Técnica 02001.000951/2015-99 COHID/IBAMA, de 20 de maio de 2015.

As informações foram consolidadas em um documento e a 1ª Revisão foi encaminhada ao IBAMA em 08 de novembro de 2018, através da CE-EBE-MRS-0059/2018. Esse documento considerou como questões norteadoras para a sua construção, aspectos relevantes encontrados no entorno, conflitos existentes, as novas legislações vigentes.

No dia 29 de março de 2019 foi emitido o Parecer Técnico nº 21/2019-NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO com a análise do PACUERA. Em resposta, foi emitido e encaminhada ao IBAMA a CE-EBE-MRS-0023/2019, e foi solicitado ao IBAMA uma reunião, para discutir as alterações e detalhamentos finais para conclusão do documento. A reunião com o IBAMA foi realizada no dia 03 de maio, onde foi comentado que a previsão para a audiência pública é para o segundo semestre de 2019, e como saída, ficou acordado que seria realizada uma reunião prévia, junto ao grupo de trabalho, para apresentar a última versão do documento, e sentir a percepção dos mesmos em relação a proposta do PACUERA para os usos múltiplos do reservatório da UHE Cana Brava.

Na semana do dia 13 a 17 de maio, os integrantes do Grupo de Trabalhos foram notificados com a Carta-Convite, informando da realização da 4ª reunião, que aconteceu no dia 29 de maio de 2019, para apresentação do documento final do PACUERA.

Durante essa reunião, os participantes fizeram algumas sugestões e reivindicações adicionais, com intuito de que elas sejam incorporadas ao PACUERA. Essas considerações foram consolidadas em uma nota técnica e encaminhada via CE-EBE-MRS-0029/2019, emitida em 07/06/2019 e encaminhada ao IBAMA.

Em 18 de setembro de 2019 a ENGIE Brasil Energia emitiu a CE-EBE-MRS-0037/2019 para encaminhamento de Nota em resposta ao Parecer Técnico emitido pelo IBAMA Nº 54/2019-NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO, referente a Análise da Proposta de Revisão do Pacuera UHE Cana Brava, e definição da faixa de APP em zona rural e zona urbana.

O IBAMA emitiu o Ofício Nº 32/2020/CGTEF/DILIC, em 06 de fevereiro de 2020 reiterando o posicionamento referente a faixa de APP do reservatório da UHE Cana Brava, sendo 30 m na zona urbana e 100m na zona rural. A ENGIE Brasil Energia promoveu as alterações no documento, e em 08 de fevereiro de 2021 emitiu a CE-EBE-UHCB-0004/2021-V.1 formalizando a entrega do PACUERA da UHE Cana Brava revisado conforme determinado no ofício em referência, considerando os limites da APP do reservatório como sendo 30 metros em zona rural e 100 metros em zona urbana.

Na sequência, o IBAMA emitiu em 15 de março de 2021 o Ofício nº 60/2021/NLA-GO/DITEC-GE/SPES-GO e Parecer Técnico Mº 9502500/2021-NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO solicitando apenas algumas adequações gráficas e considerou o PACUERA apto para ser apresentado em consulta pública. Recomendou também que a audiência seja realizada na modalidade virtual, em atendimento às recomendações nos termos do Art. 1º, §2º, da Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. A ENGIE emitiu em 25 de março de 2021 a CE-EBE-UHCB-0007/2021-V.1 encaminhando a versão final do PACUERA revisado ao IBAMA-GO, se colocando à disposição para discutir a organização da consulta pública.

Com o PACUERA considerado apto a ser apresentado em consulta pública, a ENGIE Brasil Energia encaminhou o documento finalizado ao conhecimento das Prefeituras e Câmara de Vereadores dos Municípios de Cavalcante-GO, Colinas do Sul-GO e Minaçu-GO. Com a mudança expressiva no grupo gestor do Município de Minaçu-GO (Prefeito e Vereadores) foi realizada uma reunião de apresentação do PACUERA consolidado junto à esse grupo, sendo que no dia 28/05 ocorreu a reunião junto ao Prefeito de Minaçu e Secretários de Governo, e no dia 31/05 o PACUERA foi apresentado À Câmara de Vereadores de Minaçu-GO, com objetivo dar conhecimento as novas diretrizes do PACUERA. Nessas reuniões tivemos a participação do Ministério Público Estadual e representantes do IBAMA-GO e IBAMA-DF.

Para que todos pudessem analisar o Plano, exemplares impressos foram disponibilizamos nas prefeituras, câmaras de vereadores e promotorias públicas dos municípios abrangidos.

No dia 09 de junho de 2021 foi realizada a reunião junto ao IBAMA para discutir as etapas seguintes para a consulta pública do PACUERA. Com saída da reunião a ENGIE Brasil Energia se comprometeu a encaminhar o Plano de Comunicação para a consulta pública no mês de julho/2021, objetivando a avaliação por parte do IBAMA-GO e agendamento da consulta pública para meados de setembro de 2021.

A ENGIE Brasil Energia contratou a empresa UP Time que apoiou na elaboração do plano de comunicação para a consulta pública, e encaminhado ao IBAMA-GO através da CE-EBE-GMA-0014/2021-V.1 emitida em 12 de julho de 2021 e Protocolo SEI nº 10424648.

Em resposta, o IBAMA emitiu o OFÍCIO Nº 126/2021/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO e Parecer Técnico referente a acompanhamento de LO nº 10565139/2021-NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO fazendo algumas sugestões e aprovando o Plano.

A ENGIE Brasil Energia fez a revisão do Plano considerando as sugestões feitas pelo IBAMA, e formalizou a entrega do Plano revisado através da CE-EBE-UHCB-0063/2021-V.1.

Na sequência foi realizada reunião junto ao IBAMA para definição de data para a realização da Consulta pública Virtual do PACUERA, que foi realizada no dia 27 de outubro de 2021.

A Audiência pública foi transmitida ao vivo pelo site www.uhecanabrava.com.br/pacuera e pelas rádios Serra da Mesa-FM 105.1 e Rádio Comunitária Clube - FM 105.9 de Minaçu, além dos canais abertos de comunicação pelos telefones 0800 717 7400 e WhatsApp (62)98627-8635.

A consulta pública foi um momento importante para todos: ENGIE, poder público e comunidade, que puderam participar, tirar dúvidas e obter informações e esclarecimentos acerca do novo plano. O processo de atualização foi criterioso e participativo, com o engajamento da comunidade.

O detalhamento de todo o trabalho, divulgação, audiência pública, materiais confeccionados para divulgação, realização da consulta pública, e tratativas junto ao público, dúvidas após a consulta foram encaminhados via Relatório Final encaminhado ao IBAMA através da CE-EBE-UHCB-0072/2021-V.1, em 13 dezembro de 2021.

Em agosto de 2022 o IBAMA publicou o OFÍCIO Nº 78/2022/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO e Parecer Técnico nº 13/2022-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO (Anexo 9.2 e 9.3) aprovando o PACUERA. Desde então, o documento tem sido utilizado para avaliação dos usos do reservatório e entorno, e divulgação junto à comunidade através de trabalhos de conscientização durante às visitas e vistorias no reservatório e propriedades.

No dia 31 de outubro de 2022, solicitamos uma reunião junto ao IBAMA e SEMAD para discutir sobre o licenciamento ambiental de benfeitorias permissíveis de regularização pelo PACUERA. Na oportunidade esclarecemos que existia uma indefinição sobre qual órgão licenciaria aspectos ambientais de uso da APP e reservatório, se a licença seria emitida a nível federal, estadual ou municipal.

Em reunião o IBAMA-GO informou que o licenciamento deveria ser emitido a nível estadual ou municipal. Diante disso, a SEMAD – Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - informou que município de Minaçu encontra-se credenciado para o exercício do licenciamento ambiental de atividades de impacto local, como Parcialmente Capacitado no Nível 2, por meio da Resolução CEMAm nº 115/2022, estando amparado para atuar localmente, conforme definido no Inciso II, Art. 1º da Resolução CEMAm nº 166/2022 "impacto ambiental de âmbito local: o impacto ambiental, real ou potencial, que tiver incidência exclusivamente pontual, assim considerado aquele que não seja capaz de se estender para além do território municipal, seja por via terrestre , aquática, superficial ou subterrânea, ou por via aérea", Portanto, o credenciamento obtido pelo município de Minaçu- GO inclui a sua atuação na área do entorno do Reservatório da UHE Cana Brava, limitando-se às atividades e empreendimentos passíveis de serem instalados e classificados como de impacto de âmbito local. Sendo assim a SEMAD emitiu o Ofício Despacho nº 39/2023/SEMAD/CEMAM-14388 oficializando este entendimento. O ofício está presente no Anexo 9.4.

Para os Municípios de Cavalcante e Colinas do Sul, as licenças ambientais para regularização dos usos em APP, serão emitidas pela SEMAD, até que as Secretarias Municipais de Meio Ambiente dos municípios se credenciem junto à SEMAD, para que haja a descentralização do licenciamento para o município.

.

10. COMUNICAÇÃO SOCIOAMBIENTAL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

10.1 Introdução

Este capítulo apresenta as atividades relacionadas ao Programa de Comunicação e Educação Socioambiental da UHE Cana Brava (UHCB), realizadas no período entre junho de 2023 e junho de 2024. O programa compreende todas as atividades necessárias para o aprimoramento das relações do empreendimento com a população dos municípios em áreas de influência do reservatório, especialmente as comunidades ribeirinhas afetadas. Fortalecer as ações de comunicação social e educação ambiental de forma integrada, e esclarecer o papel socioambiental da empresa na relação com as comunidades com as quais se relaciona em suas áreas de concessão.

10.1.1 Objetivo Geral

As atividades referentes à Comunicação Social e Educação Ambiental da UHE Cana Brava compreendem todas as ações necessárias para o aprimoramento das relações do empreendimento com a população dos municípios em áreas de influência do reservatório, especialmente as comunidades ribeirinhas afetadas.

10.1.2 Objetivos Específicos

O Programa tem como objetivos, fortalecer as ações de comunicação social e educação ambiental de forma integrada e esclarecer o papel socioambiental da empresa com as comunidades com as quais se relaciona.

10.2 Atividades Executadas

No período entre junho de 2023 e junho de 2024 foram realizadas as seguintes atividades relatadas abaixo.

10.2.1 Participação em Comitê Integrado de relacionamento com a Comunidade

A participação em reuniões do Comitê tem foco no estreitamento da relação da Companhia com as comunidades, desenvolvendo meios de controle, monitoramento, aplicabilidade e avaliação das ações socioambientais.

10.2.2 Divulgação do Programa de Visitas e Palestras de Educação Ambiental

A divulgação do Programa de Visitas e Palestras de Conscientização Socioambiental é realizado junto às comunidades dos municípios em áreas de abrangência do Reservatório de Cana Brava (Minaçu, Colinas do Sul e Cavalcante), onde a equipe percorre as escolas e prefeituras municipais, a fim de divulgar o programa e, fomentar a visitação da comunidade à área industrial, oportunizando ao público, esclarecimentos relacionados aos programas socioambientais promovidos junto as comunidades de abrangência do reservatório.

10.2.3 Execução do Programa de Visitas e Palestras de Conscientização Ambiental

O Programa de Visitas, agora denominado Conexão, busca aproximar a comunidade do empreendimento através de visitações às dependências da Usina. O programa é direcionado à grupos organizados em geral (escolares, religiosos, associações etc.) que tenham interesse em compreender o processo de geração de energia, bem como os compromissos assumidos pela empresa no atendimento as demandas sociais, ambientais e culturais, quando necessário, esclarecimentos relacionados a título de compensação financeira para os municípios.

Relacionado ao trabalho de Conscientização e Educação Ambiental, a equipe UHE Cana Brava promove projetos e executa ações de iniciativa própria e em parceria com unidades escolares, Universidade, Órgão Públicos e entidades filantrópicas.

No âmbito do Programa de Educação Ambiental, são realizadas palestras e ações com intuito de conscientizar a sociedade, e conservar o equilíbrio ambiental a partir de ações de recuperação de APP do reservatório, nascentes e matas ciliares dos rios e córregos dos municípios, informando e envolvendo as comunidades em iniciativas realizadas pela ENGIE Brasil Energia S.A., UHE Cana Brava, reafirmando o compromisso da empresa com o Meio Ambiente.

10.2.4 Execução do Programa de Capacitação da Comunidade e Conscientização Socioambiental

O programa de capacitação tem como foco, capacitar as comunidades para propor e gerir projetos socioambientais que favoreçam a região, estimulando desta forma o protagonismo social e a corresponsabilidade. O programa foi executado através de oficinas oferecidas, gratuitamente, aos grupos interessados.

10.2.5 Execução do Programa Bons Vizinhos

O Programa Bons Vizinhos tem por objetivo, buscar a aproximação junto à comunidade do entorno do reservatório da UHE Cana Brava, disseminando a conscientização ambiental, por

meio de visitas às propriedades vizinhas às APPs de responsabilidade da ENGIE Brasil Energia S.A., orientando quanto as formas regulamentas dos usos múltiplos do reservatório.

Com a aprovação do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Reservatório Artificial (PACUERA), as possibilidades de usos do entorno do reservatório foram ampliadas, possibilitando aos proprietários vizinhos a APP, novos usos regulamentados pelo plano, passíveis de regularização. A equipe responsável pelo programa Bons Vizinhos, realiza visitas rotineiras em aproveitamento ao programa de fiscalização socio patrimonial, orientando quanto as possibilidades de usos, bem como, informando quanto aos encaminhamentos necessários para a regularização de benfeitorias na APP. Parte dos atendimentos realizados, decorrem de solicitações da comunidade, que buscam direcionamentos quanto as permissões de uso contempladas no PACUERA.

10.2.6 Elaboração de Instrumentos de Comunicação (peças, folders, cartazes, banners)

Durante a execução do Plano de Comunicação Social são utilizadas diferentes ferramentas de comunicação para o apoio às atividades programadas. Os materiais de apoio mais utilizadas são: folhetos, cartazes, boletins, cartilhas, spots de rádio.

10.3 Detalhamento Técnico

10.3.1 Participação no Comitê Integrado de relacionamento com a Comunidade no âmbito Social, Ambiental e Cultural

Para o período a equipe participou no total de 11 reuniões, sendo as mesmas listadas a seguir.

10.3.1.1 Detalhamento das reuniões com Comitês de atuação no âmbito Social

10.3.1.1.1 Reunião com representantes do Executivo e Legislativo municipal de Cavalcante-GO.

Buscando atender a comunidade do município de Cavalcante, o Gerente da UHE Cana Brava, José Magno, recebeu os representantes do Executivo e Legislativo Municipal de Cavalcante, Prefeito Sr. Vilmar Kalunga, os Secretários de Obras, Infraestrutura e Educação, além da Vereadora Sra. Euriene. A reunião aconteceu nas instalações da UHE Cana Brava no dia 05/07/23, onde discutiram sobre as dificuldades enfrentadas pelo poder público relacionado a comunidade do povoado da Vila Vermelho.

Na oportunidade, foi discutida a necessidade emergencial de uma reforma no prédio da escola Planalto, situada no povoado. O comitê apresentou à gerência um relatório fotográfico da situação atual do prédio, bem como um projeto de reforma desenvolvido por um por um profissional contratado pela administração municipal. O Gerente José Magno ressaltou os apoios

que empresa tem destinado a comunidade, incluindo a última reforma realizada na escola em 2017, bem como as ações sociais e culturais alinhadas ao trabalho de educação ambiental junto àquela comunidade.

Considerando a urgência na realização dos reparos ao prédio, a ENGIE decidiu apoiar fornecendo os materiais necessários à reforma. O valor foi doado para a ONG Conexão Cidadã, que adquiriu os materiais e disponibilizou no local da reforma. A reforma foi realizada conforme Capítulo 10.4.6.



Figura 10.1. Reunião com representantes da administração municipal de Cavalcante-GO e gerência UHE Cana Brava.

10.3.1.1.2 Reunião do comitê de enfrentamento- Projeto Mulheres Protegidas

O projeto "Mulheres Protegidas" é uma iniciativa da ENGIE Brasil Energia em parceria com autoridades do município de Minaçu, dentre eles o Ministério Público, Polícia Militar, Poder Judiciário, Polícia Civil, Prefeitura de Minaçu – CEAM, com objetivo de atuar junto à comunidade sobre o tema " Violência Doméstica", haja vista que os números de casos de violência contra mulher, feminicídios, são alarmantes na região.

O Projeto iniciou em agosto de 2023 com a formação de uma rede de combate à violência contra mulher. Desde então essa rede atua em trabalhos de conscientização em escolas, igrejas, e eventos organizados pela comunidade. Além da conscientização a rede atua na proposição de ações para apoio a mulheres vítimas de violência, como cursos de capacitação, criação de grupos reflexivos para agressores, criação da Sala Rosa na delegacia para atendimento às vítimas de violência, capacitação da rede de enfrentamento. No dia 03/08/23 foi realizada uma reunião para definir a estratégia dos trabalhos de conscientização, cronograma de execução e público-alvo. Na oportunidade, também foi definido quais os profissionais estariam aptos a realizar a palestra, considerando faixa etária e grupo de interesse.



Figura 10.2. Reunião de alinhamento- Projeto Mulheres Protegidas.

Prosseguindo com as ações propostas ao projeto Mulheres Protegidas, aconteceu no dia 04/10/23, no Fórum de Minaçu a reunião de alinhamento para o evento de encerramento da I etapa do projeto, que contou com a participação da Sra. Maria Mendes de Andrade Leone, Co-fundadora e Superintendente Geral do Instituto Maria da Penha. A reunião que antecedeu ao evento, abordou os pontos positivos e negativos identificados durante a execução do projeto. As informações sobre o evento de encerramento da primeira etapa do Projeto Mulheres Protegidas estão descritas no Capítulo 10.4.1.



Figura 10.3. Reunião com o grupo de enfretamento do Projeto Mulheres Protegidas.

10.3.1.1.3 Reunião com representantes da Sociedade São Vicente de Paulo de Minaçu-GO

O comitê formado pela entidade SSVP, solicitou uma reunião com a gerência da usina no dia 17/08/23. A entidade atua junto à comunidade que vive em situação de vulnerabilidade no

município de Minaçu. O objetivo da reunião foi buscar auxílio para a realização de uma reforma no prédio utilizado como ponto de apoio da equipe. Além das melhorias na estrutura civil, o grupo apresentou as dificuldades enfrentadas pela associação, no atendimento aos pedidos demandados pela comunidade. O Gerente apresentou os mecanismos de gerenciamento de recursos incentivados e não-incentivados, a política de atendimento adotada pela empresa e ofereceu como apoio emergencial a doação de camas box, colchões e roupa de cama para as famílias assistidas pela entidade. As informações sobre a doação estão no Capítulo 10.4.4.



Figura 10.4. Reunião com representantes da Associação São Vicente de Paulo e gerência UHE Cana Brava.

10.3.1.1.4 Reunião com representante Defesa Civil de Cavalcante-GO

Com a mudança de gerência da UHE Cana Brava, o atual Gerente, Sr. José Magno, comprometido com a comunidade de influência do empreendimento, ciente da necessidade de aproximação com a comunidade de interesse, esteve nos dias 27 e 28/09/23 no município de Cavalcante dialogando com os representantes da Defesa Civil, comunidade e representantes do Executivo e Legislativo Municipal. Na oportunidade, se reuniu com o Sr. Ricardo, representante da Defesa Civil de Cavalcante, onde discutiram sobre a implantação do PLANCOM. Na oportunidade, o Gerente pôde conversar com representantes da comunidade e legislativo municipal, com intuito de estreitar o diálogo e entender os anseios dos munícipes com relação ao empreendimento. Na oportunidade foi realizada a doação de um computador para a Defesa Civil de Cavalcante, conforme descrito no Capítulo 10.4.4.



Figura 10.5. Reunião com representantes da Defesa Civil de Cavalcante-GO

10.3.1.1.5 Reunião com comitê do projeto "Multiplicando a Proteção através da Prevenção"

Foi realizado no dia 21 de fevereiro de 2024 nas dependências da UHE Cana Brava, uma reunião que contou com a participação do Presidente do CMDCA Sr. Eduardo Lima, o Promotor da Comarca de Minaçu Dr. Renato Teatini, a Coordenadora da UEG Campos UnU Minaçu Sra. Lusinaide Cordeiro e o Gerente de Usina Sr. José Magno. A reunião foi solicitada pelo comitê, com intuito de apresentar o projeto desenvolvido pela universidade, que visa capacitar acadêmicos do Curso de Pedagogia para que possam atuar no trabalho de conscientização e prevenção da violência sexual contra crianças e adolescentes, através de ações educativas e informativas. A 1ª etapa do projeto terá início em abril, com a capacitação e qualificação dos Acadêmicos, a 2ª etapa é considerada como a fase de multiplicação, onde os acadêmicos atuarão nas instituições de educação, conscientizando, através de palestras distribuição de material educativo, às crianças e adolescentes a respeito do tema. A iniciativa é da universidade e conta com os apoios do Ministério Público do Estado de Goiás, Tribunal de Justiça do Estado de Goiás, Polícia Civil do Estado de Goiás e empresas privadas que atuam no município. O comitê, tem buscado junto às empresas privadas, parcerias que possibilitem a contratação de profissionais capacitados que qualifiquem os multiplicadores, por se tratar de um projeto de extrema relevância, o Gerente da UHE Cana Brava, sinalizou positivamente no apoio a iniciativa. Conforme descrito no Capítulo 1.1.1.



Figura 10.6. Reunião de apresentação do Projeto “Multiplicando Proteção Através da Prevenção”.

10.3.1.2 Detalhamento das reuniões com Comitês de atuação no âmbito Ambiental

10.3.1.2.1 Reunião de planejamento da ação de educação e recuperação ambiental de áreas no reassentamento Cana Brava

Em continuidade ao projeto realizado através da parceria entre as empresas Taesa S.A. e ENGIE Brasil Energia, se reuniram nos dias 11/07 e 24/11 de 2023, virtualmente, os representantes técnicos e de gestão dos setores ambientais de ambas as empresas, com o intuito de alinhar as estratégias de execução do projeto de recuperação de trecho da mata ciliar do córrego Rio Grande, afluente do Rio Cana Brava no Reassentamento Cana Brava em Minaçu, bem como a recuperação de um processo erosivo, de alto grau de avanço, próximo a uma das torres de transmissão de concessão da empresa Taesa S.A. no município de Colinas do Sul. O trabalho foi realizado durante o segundo semestre de 2023, quando também foi realizado ações de conscientização ambiental junto à comunidade local, além do cercamento e adensamento da vegetação nativa do cerrado na área delimitada. As doações em apoio ao projeto estão descritas no Capítulo 10.3.3.2.

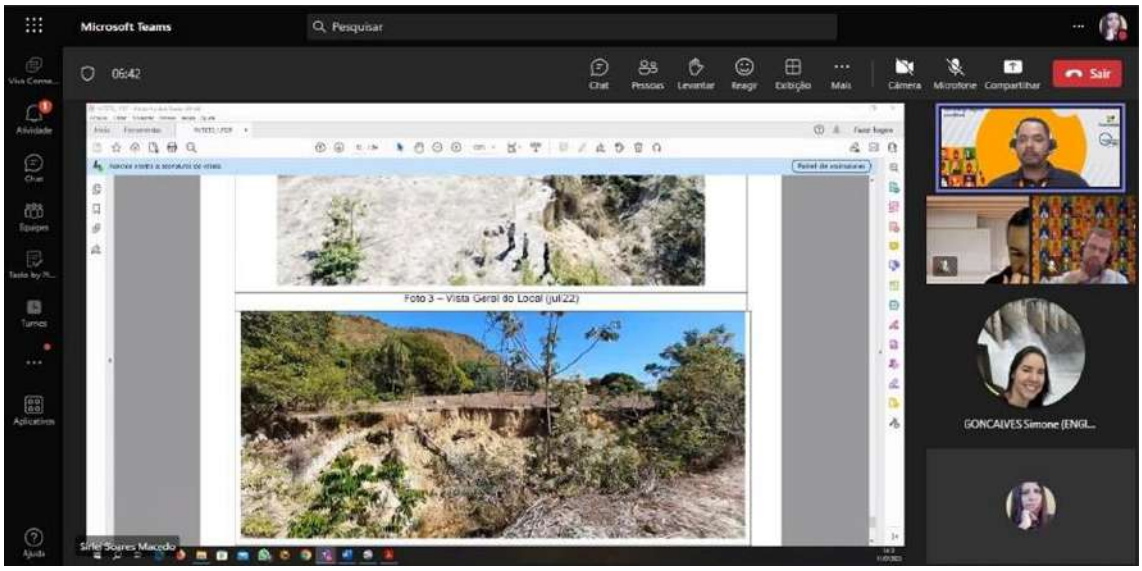


Figura 10.7. Reunião de alinhamento estratégico, empresas ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava e Taesa S.A.

10.3.1.2.2 Reunião com Comitê do Projeto Ser Natureza

Retomando o trabalho de recuperação das Nascentes na Bacia do Rio Cana Brava, se reuniram no dia 18/09/23, nas dependências do Centro de Atendimento à Comunidade da empresa Mineração Serra Verde, parte do grupo estratégico para alinhar as ações relacionadas a execução dos cercamentos definidos para o ano corrente. O objetivo da reunião foi definir as responsabilidades quanto ao mapeamento e avaliação dos locais de execução, aquisição de material e mão de obra necessária para concluir o cercamento da área mapeada. Participaram dessa reunião os representantes das empresas Serra Verde e ENGIE Brasil Energia, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Prev Fogo – IBAMA. A etapa de 2024 está detalhada no Capítulo IV.



Figura 10.8. Reunião com comitê do projeto Ser Natureza.

10.3.1.2.3 Reunião com Comitê da Administração Pública do município de Minaçu-GO

Prezando sempre pelo diálogo com a comunidade e representantes do executivo e legislativo dos municípios de influência do reservatório da UHE Cana Brava, a empresa propôs uma reunião no dia 08/12/23 junto ao grupo, objetivando esclarecer as dúvidas relacionadas à proliferação das macrófitas no reservatório de Cana Brava, especificamente relacionados à espécie *Salvinia auriculata*, que são encontradas em condição de proliferação especificamente na foz do rio Bonito e Córrego Amianto. O problema está relacionado diretamente à deficiência no saneamento básico e lançamentos clandestinos de efluentes ao longo destes rios.

Na oportunidade, a ENGIE, disponibilizou a equipe de especialista da empresa Venturo Consultoria Ambiental, que realiza o Monitoramento de Macrófitas e Limnologia no reservatório da UHE Cana Brava. Os especialistas trouxeram informações técnicas levantadas ao longo do monitoramento, além de esclarecer ao grupo as causas, consequências e a importância das espécies no controle da qualidade da água, detalharam, os impactos ocasionados pelo avanço desordenado da cidade no entorno do reservatório, sem as devidas providências no controle e adequação dos usos.

O objetivo da reunião foi subsidiar a gestão municipal na tomada de decisões e implementações de ações de controle e restauração da condição ambiental dos rios.



Figura 10.9. Reunião com representantes da administração pública de Minaçu e equipe técnica da UHE Cana Brava.

10.3.1.2.4 Reunião com Comitê do Projeto Sustentabilidade 2024

Em mais uma edição do projeto Sustentabilidade, contando novamente com a parceria da empresa Mineração Serra Verde, se reuniram os representantes das empresas no dia 29/01/24, nas instalações do Centro de Atendimento à Comunidade da empresa Serra Verde,

objetivando alinhar as estratégias de execução da 4ª edição do projeto. Com o resultado positivo das edições anteriores, o projeto vem se tornando mais robusto e se fortalecendo como ação socioambiental contínua do calendário da rede de educação municipal de Minaçu. Para a edição 2024, a proposta busca manter o engajamento alcançado com as redes públicas de ensino, e fortalecer a participação das instituições privadas do ensino básico. Para a primeira reunião de planejamento, foi definido o tema, público-alvo e prevista a apresentação da proposta para as redes de ensino convidadas. O tema definido é *"A Preservação dos Recursos Hídricos – Rios Bonito e Cana Brava"*. Os rios definidos como foco do projeto, são afluentes dos reservatórios das UHEs de Cana Brava e São Salvador, usinas operadas pela empresa ENGIE Brasil Energia, que apresentam processos avançados de degradação, o que justifica a necessidade de tratar o tema com maior minúcia, promovendo discussões direcionadas a promoção de ações de recuperação do equilíbrio ambiental em consonâncias às necessidades de usos dos recursos.



Figura 10.10. Planejamento da 4ª edição do Sustentabilidade 2024, empresas ENGIE e Mineração Serra Verde.

A apresentação da proposta do projeto Sustentabilidade 2024 junto Secretaria Municipal de Educação e Cultura, aconteceu no dia 16 de maio de 2024 nas dependências da secretaria, contando com a participação da Secretária Ana Lucia Rodrigues Quintino e equipe pedagógica, Secretária Municipal de Meio Ambiente Elki Sandra Evangelista, representantes das empresas ENGIE Brasil Energia e Mineração Serra Verde. O lançamento do projeto junto as unidades escolares, foi realizado em março, a partir de então foi dado início ao ciclo de palestras e a produção de conteúdo pelos alunos.



Figura 10.11. Divulgação do projeto Sustentabilidade 2024.

Os materiais produzidos foram entregues pelas escolas à Secretaria Municipal de Educação, na primeira semana de junho, quando a comissão organizadora, baseada nos critérios determinados no Estatuto do projeto, fez a escolha dos melhores trabalhos. Após a escolha, os alunos vencedores do concurso foram premiados no evento de encerramento realizado no dia 24 de junho de 2024.

O projeto também premiou os professores destaques, e o Diretor de Escola mais engajado.



Figura 10.12. Encerramento do Projeto Sustentabilidade, premiação do diretor mais engajado.



Figura 10.13. Encerramento do Projeto Sustentabilidade, premiação do professor destaque.



Figura 10.14. Encerramento do Projeto Sustentabilidade, premiação de aluno.



Figura 10.15. Encerramento do Projeto Sustentabilidade, todos os premiados no concurso.

10.3.1.2.5 Reunião com equipe municipal de meio ambiente de Cavalcante-GO

Com a aprovação do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Reservatório Artificial (PACUERA), o licenciamento de benfeitorias em APP, no entorno do reservatório e passíveis de regularização a partir do licenciamento podem ser obtidos em seus respectivos órgãos ambientais seja esfera municipal, estadual ou federal. O trabalho realizado atualmente pela equipe de Comunicação junto com a comunidade lindeira ao reservatório da UHE Cana Brava, busca orientar os usuários das APPs bem como do reservatório, em todos os tipos de usos, e auxiliar quanto ao licenciamento destas junto aos respectivos órgãos reguladores, possibilitando assim, que a usina emita as Permissões de Uso de baixo impacto.

Para as propriedades situadas no trecho do reservatório no território do município de Minaçu, o licenciamento pode ser realizado através da Secretaria de Meio Ambiente de Minaçu, que é credenciada junto ao Estado, conforme Resolução CEMAM nº 240/2023, para o exercício de licenciamento ambiental de atividades de impacto local, incluindo a sua atuação na área do entorno do reservatório da UHE Cana Brava, mediante DESPACHO Nº 39/2023/SEMAD/CEMAM-14388 emitido pela Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável-SEMAD. Para os lindeiros com propriedades localizadas as margens do reservatório no trecho localizado nos municípios de Cavalcante e colinas do Sul, o licenciamento é realizado diretamente na SEMAD, através da plataforma YPÊ.

Durante os trabalhos de comunicação social e fiscalização patrimonial junto à comunidade, a equipe tem identificado, por parte dos lindeiros confrontantes a APP do reservatório, relatos de dificuldade no licenciamento de benfeitorias permitidas pelo PACUERA junto a SEMAD. Devido à distância dos municípios de Cavalcante em relação a SEMAD, sediada na capital Goiânia-GO. O deslocamento até a SEMAD tem se tornado um complicador na regularização dos usos em APP; a segunda alternativa ofertada através da plataforma YPÊ, tem se

apresentado ineficaz, isso se deve, na maioria dos casos, pela falta de instrução da comunidade nos usos de sistemas eletrônicos.

Ciente disso, a ENGIE solicitou uma reunião junto ao Secretário Municipal de Meio Ambiente de Cavalcante-GO em janeiro de 2024, Srº João Ribas, para falar sobre as possibilidades de adequação do quadro técnico desta secretaria, para conseguir o credenciamento junto a SEMAD, e assim, passar a emitir as licenças ambientais. O secretário se mostrou aberto e comprometido em buscar junto a SEMAD, alternativas que auxiliem os lindeiros na regularização dos usos permissíveis em APP e reservatório, em território do Município de Cavalcante, evitando assim o ingresso de novas ações de reintegração de posse, por parte da ENGIE Brasil Energia. Até o momento a questão ainda não foi solucionada. A ENGIE Brasil Energia aguarda o retorno da secretaria de Meio Ambiente de Cavalcante.



Figura 10.16. Reunião entre equipe técnica da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Cavalcante e UHE Cana Brava.

10.3.1.2.6 Reunião de alinhamento do projeto Ser Natureza

Foi realizado no dia 22 de fevereiro de 2024 a primeira reunião da equipe que coordena as ações referentes ao Projeto Ser Natureza no município de Minaçu. A reunião aconteceu nas dependências do Fórum do município, contando com a participação dos representantes das empresas ENGIE Brasil Energie, Cerradão e Mineração Serra Verde, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Foram definidas as próximas etapas de execução do projeto na Bacia do Rio Cana Brava. Foi definido, em aproveitamento ao trabalho de cercamento, a realização de ações de Conscientização Ambiental junto à comunidade, colaboradores das empresas envolvidas no projeto, bem como os demais públicos de segmentos que compõem o comitê.



Figura 10.17. Alinhamento das ações do comitê Projeto Ser Natureza, Minaçu.

10.3.2 Divulgação do Programa de Visitas e Palestras de Conscientização Ambiental

O trabalho de divulgação dos programas de Conscientização Ambiental e o Programa de Visitas, tem sido realizado através de ações pontuais específicas ao atendimento, e em paralelo às atividades executadas ao longo do período, incluindo atividades integradas ao trabalho de fiscalização socio patrimonial. Em todos os eventos de conscientização ambiental, capacitação da comunidade, programa bons vizinhos, a comunidade é convidada a visitar o empreendimento, entender o processo de geração de energia, bem como ter acesso às informações da atuação da empresa na contribuição para o desenvolvimento da região e as ações e projetos socioambientais.



Figura 10.18. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – SENAI município de Minaçu-GO.



Figura 10.19. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – Grupo religioso, município de Minaçu-GO.



Figura 10.20. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – Prefeitura de Cavalcante-GO.



Figura 10.21. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – Comunidade do município de Colinas do Sul-GO.



Figura 10.22. Divulgação dos Programas de Visitas e Conscientização Ambiental – Comunidade escolar, Minaçu-GO.

10.3.3 Programa de Visitas à Usina e Palestras de Conscientização Ambiental

10.3.3.1 Programa de Visitas à Usina

Para o período foram realizadas 16 visitas as instalações da UHE Cana Brava, atendendo 281 pessoas, conforme quadro a seguir, onde os visitantes têm a oportunidade de entender o processo na geração de energia, e têm acesso a informações referentes aos programas, projetos e ações desenvolvidos pela ENGIE no ativo UHE Cana Brava nos municípios de influência do reservatório.

Tabela 10.1. Detalhamento das visitas realizadas

Grupo atendido	Município	Público	Data da visita	Número de visitantes
Comunidade	Minaçu/Porangatu-GO	Universidade Estadual de Goiás	10/08/2023	04
Comunidade	Minaçu	Sociedade comum	26/08/2023	04
Comunidade	Teresina-PI	Sociedade comum	28/08/2023	04
Entidade Pública	Minaçu-GO	MP/OAB/PM	06/09/2023	04
Escolar	Minaçu-GO	Escola Mun. Thiago Moraes	26/09/2023	24
Escolar	Minaçu-GO	Escola Mun. Thiago Moraes	26/09/2023	47
Escolar	Minaçu-GO	Escola Mun. Rural São Salvador	31/10/2023	42
Escolar	Minaçu-GO	Colégio Estadual Ministro Santiago Dantas	07/11/2023	26
Escolar	Minaçu-GO	Colégio Estadual Ministro Santiago Dantas	08/11/2023	24
Escola Técnica	Minaçu-GO	SENAI	17/11/2023	10
Comunidade	Minaçu-GO	Sociedade Comum	27/03/2024	06
Comunidade	Cavalcante	Sociedade Comum	03/04/2024	05
Escolar	Minaçu-GO	Colégio Estadual Bijamin Tavares	08/04/2024	33
Escolar	Minaçu-GO	Colégio Estadual Bijamin Tavares	09/04/2024	34
Escola Técnica	Minaçu-GO	SENAI	08/05/2024	09
Comunidade	Minaçu	Sociedade Comum	20/05/2024	05



Figura 10.23. Visita dos alunos da Escola Municipal Rural São Salvador, Minaçu/GO.



Figura 10.24. Visita dos alunos do curso técnico SENAI/SAMA- Minaçu.



Figura 10.25. Visita dos alunos da Escola municipal Walter Barbosa, Minaçu.



Figura 10.26. Visita dos engenheiros elétricos, Teresina-PI.



Figura 10.27. Visita dos representantes da Polícia Militar, OAB, Ministério Público do Estado de Goiás, Minaçu.



Figura 10.28. Visita dos moradores de Minaçu.

10.3.3.2 Educação Ambiental

Em atendimento ao Programa de Educação Ambiental, são realizadas palestras de conscientização, projetos de educação ambiental e ações de recuperação de áreas degradadas, todas as ações buscam alcançar o mesmo objetivo que é de contribuir na conservação do equilíbrio dos ecossistemas. Os projetos e programas realizados por iniciativa da empresa, são idealizados de forma a envolver a comunidade diretamente impactadas, e capacitar

disseminadores de boas práticas, reafirmando o compromisso da ENGIE Brasil Energia com as comunidades influenciadas pelo empreendimento e o Meio Ambiente.

10.3.3.2.1 Projeto Sustentabilidade 2023 – Poluição Atmosférica e o Aquecimento Global

A 3ª edição do projeto teve como público-alvo, os alunos da rede municipal de educação de Minaçu, e se estendeu à unidade escolar Extensão Kalunga Planalto, do povoado da Vila Vermelho, Cavalcante-GO. A equipe representando da empresa ENGIE Brasil Energia, visitou 06 unidades escolares, atendendo 911 alunos no total, segue abaixo a lista das unidades acompanhadas pela equipe da UHE Cana Brava. Dentre o conteúdo programático abordado, foi tratado a importância no combate às queimadas, e a participação da sociedade na emissão dos gases GEE através do uso de veículos automotores ressaltando a importância na opção por utilizar meios de transportes alternativos que reduzam o lançamento de gases que agravem os problemas relacionados ao aquecimento global.

- Escola Municipal Rural Extensão Planalto, no dia 01/09/23, período matutino, atendendo 14 estudantes;
- Escola Municipal Rural São Salvador, no dia 12/09/23 período matutino, atendendo o total de 61 estudantes;
- Escola Municipal Rural São Lucas, no dia 12/09/23, período vespertino, atendendo o total de 35 estudantes;
- CEMEI Dona Izaura, no dia 21/09/23, períodos matutino e vespertino, atendendo o total de 60 crianças;
- Escola Municipal Walter Barbosa de Souza, no dia 22/09 e 02/10/23, nos períodos matutino e vespertino, atendendo 271 alunos;
- Escola Municipal Juscelino Kubistchek, no dia 29/09 e 03/10/23, períodos matutino e vespertino, atendendo 470 estudantes.



Figura 10.29. Conscientização ambiental, povoado de Vila Vermelho, Cavalcante.


Figura 10.30. Conscientização ambiental, Escola Municipal Rural São Salvador, Minaçu.



Figura 10.31. Conscientização ambiental, Escola Municipal Walter Barbosa, Minaçu.

No dia 01/11 aconteceu no Centro de Cultura Conexão Cidadã o encerramento da 3ª edição do Projeto Sustentabilidade, que contou com a participação dos alunos da rede municipal de educação, professores, pais de alunos, representantes da administração e legislativo municipal. O concurso premiou 09 alunos, entre ensino fundamental, educação infantil e educação inclusiva; presenteou 03 professores e 01 diretor como forma de destacar a importância do profissional da educação na formação socioambiental dos alunos. Na oportunidade, participaram do evento 300 pessoas.



Figura 10.32. Encerramento 3ª Edição do Projeto Sustentabilidade, Minaçu-GO.

10.3.3.2.2 Sustentabilidade 2024 – Preservação dos Recursos Hídricos “Rios Bonito e Cana Brava”

Para a 4ª Edição do projeto, o comitê programou a sua execução no primeiro semestre, onde contou com a participação de unidades escolares da rede municipal e privada de Minaçu. O trabalho de Conscientização foi realizado entre os meses de abril e maio, com encerramento e premiação do concurso no dia 24/06. A equipe representando a empresa ENGIE Brasil Energia, se responsabilizou pelo trabalho em 7 unidades escolares, atingindo o total de 1.586 estudantes. O conteúdo abordado tratou das problemáticas de forma ampla, relacionando as ocorrências identificadas nos rios do município, como: assoreamento, erosões, despejo de efluentes, riscos de doenças parasitárias, degradação das matas ciliares entre outros.

- Escola Municipal Thiago Moraes Vieira, no dia 11/04, períodos matutino e vespertino, atendendo 270 estudantes;
- Escola Municipal Rural São Salvador, no dia 22/04, período matutino, atendendo 116 estudantes;
- Escola Municipal Rural Prof. João Pereira Figueredo, período vespertino, atendendo 100 estudantes;
- Escola Municipal Jovino Seabra Campos, no dia 25/04, períodos matutino e vespertino, atendendo 240 estudantes;
- Escola Municipal Maura Coelho Barros, no dia 29/04, período matutino e vespertino, atendendo 175 estudantes;
- Escola Municipal Paulo Freire, no dia 03/05, período matutino e vespertino, atendendo 414 estudantes;
- Centro Educacional Evangélico Pr. Antônio Martins da Rocha, no dia 17/05, período matutino, atendendo 271 estudantes.



Figura 10.33. Conscientização ambiental, Escola Municipal Thiago Moraes Vieira, Minaçu-GO



Figura 10.34. Conscientização ambiental, Escola Municipal Paulo Freire, Minaçu-GO.



Figura 10.35. Conscientização ambiental, Escola CEEPRAM, Minaçu-GO.



Figura 10.36. Conscientização ambiental, Escola Municipal Rural São Salvador, Minaçu-GO.

O encerramento da 4ª Edição do Projeto Sustentabilidade 2024, aconteceu no dia 24/06, onde contou com a participação de 160 estudantes das redes municipais e privadas do município, onde premiou 15 estudantes que participaram do concurso. O projeto abrange os alunos do ensino especializado, destaca o trabalho desenvolvidos pelos professores em sala de aula e premia um diretor escolar, como forma de agradecimento ao engajamento à iniciativa do projeto.



Figura 10.37. Evento de encerramento do projeto Sustentabilidade 2024, Minaçu-GO.

10.3.3.3 Conscientização Ambiental

Em atendimento ao programa de Educação Ambiental, foi realizado no dia 01/07/23, junto aos colaboradores da empresa de mineração SAMA, uma palestra ministrada pela Bióloga e Analista Ambiental da ENGIE Brasil Energia, com tema “Recursos Naturais e a Atividade Humana”. O objetivo da proposta é refletir acerca das mudanças climáticas relacionados ao aquecimento global e a pegada de carbono das atividades humanas, apresentando todo o panorama de uso e manejo inadequado dos recursos naturais o que causa o agravamento dos eventos climáticos. A

ideia central da discussão é esclarecer a conscientizar a sociedade que, a responsabilidade de cuidar do meio ambiente é todos, cada indivíduo deve contribuir na redução do processo de degradação dos recursos naturais e participar ativamente com o uso consciente, e do processo de recuperação dos ecossistemas antropizados.



Figura 10.38. Palestra em atendimento ao programa de Educação Ambiental UHE Cana Brava.

Em comemoração ao Dia Nacional do Cerrado e da Árvore, foi realizado no dia 19/09/23, no Fórum de Minaçu, o trabalho de Conscientização Ambiental em paralelo a Campanha contra queimadas, contando com a parceria do judiciário com a participação da Juíza da comarca de Minaçu, Dra. Isabella Bittencourt. A ação foi idealizada pela empresa ENGIE Brasil Energia, equipe da UHE Cana Brava, onde o trabalho de conscientização foi direcionado aos colaboradores do judiciário da comarca de Minaçu e os alunos da unidade escolar CEEPRAM. Na oportunidade, foram plantadas no entorno do prédio 60 mudas de espécie nativa do cerrado.



Figura 10.39. Conscientização Ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu.



Figura 10.40. Conscientização Ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu.

Durante a Semana Interna de Saúde e Meio Ambiente da UHE Cana Brava, foram realizadas palestras de conscientização sobre a importância da preservação e uso consciente dos recursos naturais. No dia 20/09/23 ocorreu a uma palestra junto aos colaboradores com o tema Aquecimento Global, expondo todas as iniciativas adotadas pela empresa através do programa NET Zero, que tem coimo objetivo minimizar as emissões de Gases de efeito estufa, com metas até 2030 e 2045.

Na oportunidade o Coordenador da Brigada de incêndio PREV FOGO do IBAMA, Lucas Maia, apresentou para os colaboradores da usina, o trabalho que vem sendo realizado pelos brigadistas no combate às queimadas, bem como as ações de conscientização junto às comunidades que residem nas regiões de atuação grupo. Apresentou os métodos seguros e regulamentados no trabalho de queimadas controladas e prevenção contra incêndios descontrolados realizados através de aceiros negros.



Figura 10.41. Conscientização ambiental junto aos colaboradores UHE Cana Brava.



Figura 10.42. Conscientização sobre Combate a Queimadas junto aos colaboradores UHE Cana Brava.

No dia 23/10/23, foi realizado o trabalho de Educação Ambiental junto à unidade Escolar Municipal Alci Alves Moreira, no município de Cavalcante-GO. O tema discutido junto aos alunos da primeira fase do ensino fundamental foi a importância da preservação dos recursos naturais, considerando que o município se localiza em uma região de destaque no âmbito de preservação ambiental do Estado, e a relevação do bioma cerrado no contexto ecológico do país. Na oportunidade os alunos foram convidados a participarem do plantio de 40 mudas de espécies frutíferas do cerrado no entorno da escola. O trabalho contou com o apoio da Secretaria Municipal de Educação e a brigada de incêndio Prev Fogo-IBAMA



Figura 10.43. Educação Ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Cavalcante.


Figura 10.44. Conscientização Ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Cavalcante.

Em continuidade ao trabalho de cerramento de nascentes da bacia hidrográfica do Rio Cana Brava, foi realizado no dia 30/10/23, na propriedade do Sr. Sebastião Tobias (Fazenda Santo Antônio), o trabalho de Educação Ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado que contou com a participação dos alunos e professores da unidade escolar CEEPRAM, os colaboradores da UHE Cana Brava, Ministério Público, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e a Brigada de

Incêndio do PREV FOGO – IBAMA. Na oportunidade, os alunos, moradores locais e os colaboradores puderam compreender melhor como o projeto Ser Natureza tem impactado positivamente no cenário ambiental da região de atuação. Foi apresentado ao grupo relatos de resultados já alcançados em outras propriedades, onde já é perceptíveis a evolução no processo de restauração do equilíbrio do bioma cerrado. Na propriedade, foram plantadas 1.600 mudas.



Figura 10.45. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu.



Figura 10.46. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu.

Dia 24/11/23, foi realizado junto aos alunos do Colégio Estadual Rural Santo Antônio de Cana Brava e moradores do reassentamento Cana Brava, o trabalho de Educação Ambiental e o plantio de 100 mudas de espécies nativas do cerrado, na APP de uma nascente propriedade do Sr. Hugo. O trabalho de educação ambiental realizado junto à comunidade, foi o início do processo de recuperação de parte do trecho do Rio Grande, que deságua no Rio Cana Brava. O córrego é um afluente do Rio Cana Brava, que apresenta avançado processo de assoreamento e diminuição do fluxo de água. O avançado processo de degradação em que se encontro o recurso hídrico, motivou o comitê a realizar o trabalho de recuperação, inicialmente em parte do trecho, onde foi realizado o cercamento com apoio da empresa TAESA e adensamento vegetal a partir da doação das mudas pela empresa ENGIE Brasil Energia. A equipe de engenharia ambiental da empresa TAESA, realizou o mapeamento de toda a extensão da área e apontou a necessidade do plantio de 2 mil mudas que foram entregues na ocasião.



Figura 10.47. Conscientização ambiental, doação e plantio de mudas nativas do cerrado no reassentamento Cana Brava, Minaçu.



Figura 10.48. Conscientização ambiental, doação e plantio de mudas nativas do cerrado no reassentamento Cana Brava, Minaçu.

Dia 04/12/23, paralelo ao trabalho de recuperação de APP no entorno do reservatório de Cana Brava, região da Praia do Sol setor residencial Cana Brava na zona urbano do município de Minaçu, foi realizado o trabalho de Educação Ambiental que contou com a participação dos alunos da primeira fase do ensino fundamental da escola CEEPRAM, os alunos foram orientados quanto a importância da preservação da vegetação nativa na região, e os impactos que o processo de degradação podem ocasionar ao equilíbrio do bioma. A empresa em parceria com a Secretaria de Meio Ambiente, realizaram a limpeza e o cercamento da área, e contou com o apoio da comunidade no plantio das mudas nativas do cerrado.



Figura 10.49. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Minaçu.

No dia 06/12/23, aconteceu por iniciativa da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Minaçu a Virada Ambiental, onde as empresas ENGIE Brasil Energia e Mineração Serra Verde foram convidadas a participar e contribuir na realização do evento. Como método de multiplicação de boas práticas, foi realizado junto aos alunos e professores do Centro Educacional Municipal Infantil Raio de Sol o trabalho de educação ambiental e o plantio de mudas nativas do cerrado. Foram instaladas placas orientativas no local e a comunidade do entorno se comprometeu na manutenção das mudas e orientar a comunidade a cessar a deposição de resíduos e entulhos na área. O intuito da ação é recuperar a área e conscientizar a comunidade sobre a importância da preservação das matas ciliar no entorno do reservatório. Participaram do evento 30 pessoas.



Figura 10.50. Virada ambiental, Minaçu.

Buscando fortalecer o vínculo entre empreendimento e a comunidade de Cavalcante, a equipe de meio ambiente da UHE Cana Brava, tem buscado junto à comunidade educacional fortalecer as ações ambientais na região. Ciente da necessidade de desenvolvimento da consciência ambiental das crianças e jovens da região, foi realizado no dia 27/02/24, na Escola Municipal Joselina Francisco Maia, povoado Kalunga Engenho II o trabalho Educação Ambiental onde foram abordados temas como: Aquecimento Global e as Mudanças Climáticas, a importância da Preservação dos recursos naturais para o equilíbrio do ecossistema. Na oportunidade os alunos participaram do plantio de 200 mudas de espécies nativas do cerrado, realizado com o apoio da Brigada de incêndio Prev Fogo-IBAMA e voluntários da comunidade. O plantio foi realizado nas proximidades do povoado, em uma área remanescente da mata ciliar do rio Capivara. O local compõe um dos atrativos turísticos mais visitados da região, a Cachoeira da Capivara, e o trabalho de conscientização ambiental vem se fortalecendo com apoio da comunidade e incentivo de empresas, transformando o cenário de degradação em reservas ambientais protegidas pela comunidade local com incentivos de empresas e entidades públicas.



Figura 10.51. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Cavalcante.



Figura 10.52. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, Cavalcante.

No dia 20 de março, na escola Municipal de Minaçu Juscelino Kubistchek, em aproveitamento ao lançamento do projeto Sustentabilidade 2024, foi realizado junto aos alunos uma palestra em comemoração ao Dia Mundial da Água. O tema definido para a 4ª edição do projeto envolve a discussão sobre os usos da água e a preservação das APPs dos entornos do recurso. Os alunos foram convidados a refletir a respeito das práticas identificadas nos cursos d'água que abastecem o município, que vem provocando impactos significativos ao equilíbrio ecológico.

O projeto Sustentabilidade é uma iniciativa da ENGIE Brasil Energia, UHE Cana Brava, em parceria com a empresa Mineração Serra Verde, executado no município de Minaçu-GO, para a 4ª edição conta com a colaboração das Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Educação e Cultura. O tema para a edição 2024 é: Preservação dos Recursos Hídricos: Rios Bonito e Cana Brava; como público-alvo, o projeto atenderá aos alunos da rede municipal e privada, contemplando as crianças da Educação Infantil e os estudantes do ensino fundamental (1º ao 9º Ano).



Figura 10.53. Conscientização ambiental - Dia Mundial da Água e lançamento da 4ª Edição do Projeto Sustentabilidade, Minaçu.


Figura 10.54. Conscientização ambiental - Dia Mundial da Água e lançamento da 4ª Edição do Projeto Sustentabilidade, Minaçu.

Em comemoração ao Dia Mundial da Água a equipe da ENGIE Brasil Energia, UHE Cana Brava, se reuniu com a equipes das Secretarias Municipais de Meio Ambiente e Educação de Colinas do Sul, na realização de uma ação ambiental que contou com participação de alunos e colaboradores da rede pública. Os alunos do 5º Ano da Escola Municipal Maria Auxiliadora, participaram de uma aula de campo na Propriedade Rural Procópio. No local, os estudantes puderam analisar a condição ambiental das matas ciliares dos afluentes que atravessam toda a extensão da propriedade, que por sua vez, deságuam no Rio Cachoeirinha, importante afluente do reservatório da usina de Serra da Mesa. Todos os córregos e nascentes da propriedade, apresentam estado de conservação satisfatório, todos os cursos d'água estão cercados e preservados.

No segundo momento, os alunos se deslocaram para o complexo Cachoeirinha, na zona urbana do município. No local, os estudantes puderam avaliar os impactos causados pela ocupação urbana. Foi realizada uma dinâmica envolvendo a coleta e descarte adequado de resíduos sólidos. O intuito da ação foi levar os estudantes a reflexão sobre a importância da preservação ambiental e as consequências dos usos desordenados dos recursos naturais. Ao final da ação, os alunos receberam a doação de mudas nativas do cerrado para arborizar áreas da unidade escolar e na sequência, foi servido um lanche oferecido pela empresa ENGIE Brasil Energia juntamente com as Secretarias de Educação e Meio Ambiente.



Figura 10.55. Conscientização ambiental e doação de mudas, junto aos estudantes da escola municipal Maria Auxiliadora, Colinas do Sul.



Figura 10.56. Conscientização Ambiental, mutirão de limpeza às margens do Rio Cachoeirinha, Colinas do Sul.

No dia 28/03/24, no auditório da UHE Cana Brava, os colaboradores foram convidados a participar de um momento de reflexão a respeito das atividades executadas no ambiente industrial, avaliando os aspectos e impactos de cada atividade. Tendo em vista o comprometimento da empresa com as questões ambientais, foram adotados procedimento operacionais que neutralizam qualquer possibilidade de impacto e regularmente os funcionários se reúnem para discutirem a eficácia dos controles adotados, possibilitando a participação de todos no processo. Na ocasião os temas: Gerenciamento de resíduos, consumo de água, Leis de proteção a animais silvestres e a flora, maus tratos aos animais, foram discutidos pelo grupo.



Figura 10.57. Conscientização ambiental realizada junto aos colaboradores UHE Cana Brava.

Dia 12/04/24, participaram de uma ação de Educação Ambiental os representantes e colaboradores das empresas ENGIE Brasil Energia, UHE Cana Brava, e Mineração Serra, Prev Fogo-IBAMA, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Polícia Militar do Estado de Goiás e moradores da região do povoado Carrapicho, onde em alusão ao Dia Mundial da Terra, o grupo refletiu a cerca a relevância do projeto Ser Natureza no enfrentamento dos impactos ambientais na região de atuação. A propriedade beneficiada com o cercamento da nascente, fazenda Cristo Rei, localiza-se na bacia hidrográfica do Rio Cana Brava, região de atuação do projeto, que pretende contemplar o maior número possível de nascentes protegidas. Na área cercada, se fez necessário o adensamento da vegetação e o trabalho contou com a participação dos colaboradores das empresas e demais participantes, foram plantadas na ocasião de 310 mudas. O evento contou com a participação de 75 pessoas.



Figura 10.58. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, projeto Ser Natureza, Minaçu.



Figura 10.59. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, projeto Ser Natureza, Minaçu.



Figura 10.60. Conscientização ambiental e plantio de mudas nativas do cerrado, projeto Ser Natureza, Minaçu.

Aconteceu no dia 03/06/24, nas instalações da UHE Cana Brava, a celebração do Dia Mundial do Meio Ambiente. O momento contou com a participação de todos os colaboradores da usina, que foram convidados a refletir a respeito da consciência ambiental que permeiam as nossas ações enquanto cidadãos, portadores de direitos e deveres, sobre o uso consciente dos recursos naturais, a preservação do meio ambiente e a necessidade de redução de GEE. O grupo participou de uma dinâmica, onde proporcionou a compreensão quanto a importância no gerenciamento adequado dos resíduos produzido durante as atividades no ambiente industrial da Usina, com base nos preceitos da coleta seletiva, considerando a separação de resíduos por Classe, características físicas e químicas. Na sequência, todos participaram do plantio simbólico de muda nativa do Cerrado.



Figura 10.61. Conscientização ambiental, Dia Mundial do Meio Ambiente, UHE Cana Brava.



Figura 10.62. Conscientização ambiental, Dia Mundial do Meio Ambiente, UHE Cana Brava.



Figura 10.63. Conscientização ambiental, Dia Mundial do Meio Ambiente, UHE Cana Brava.

O gráfico a seguir apresenta a distribuição das palestras e visitas executadas no período em estudo.

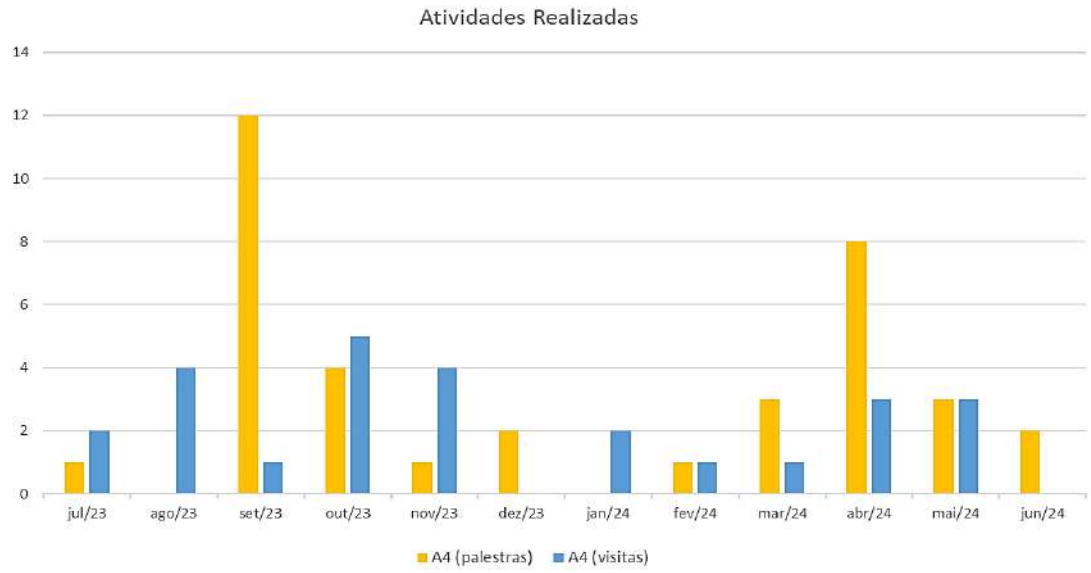


Figura 10.64. Número de ações realizadas

10.3.4 Programa de Capacitação da Comunidade e Conscientização Socioambiental

O programa de capacitação tem como foco, capacitar as comunidades para propor e gerir projetos socioambientais que favoreçam a região, estimulando desta forma o protagonismo social e a corresponsabilidade, possibilitando o fortalecimento do orçamento familiar dos beneficiados. O programa será efetuado através de cursos oferecidos gratuitamente aos interessados.

Para o período, foram realizados 11 cursos, sendo: 10 executados em parceria com o Sindicato Rural de Minaçu /Senar-GO e 1 por iniciativa ENGIE Brasil Energia.

Nos dias 13 e 14/07/23, foi realizado o curso de “Recuperação de Nascente”, direcionado para a comunidade da região do Rio Grande, no município de Minaçu. Esse rio é um importante afluente do Rio Cana Brava, que apresenta avançado processo de assoreamento e em período de estiagem, a perenidade do fluxo de suas águas tem sido comprometida, devido ao agravamento da degradação de suas APPs e nascentes da região. A oficina é parte complementar ao trabalho de recuperação da nascente previsto para ser iniciado a partir do mês de novembro de 2023, na fazenda do Sr. Sebastião Tobias, a propriedade possui 3 nascentes que abastecem o Rio Grande e que não possuem cercamento, o que favorece o sobrepastoreio dos animais, o que dificulta a regeneração natural da área.



Figura 10.65. Capacitação da Comunidade- Curso de Recuperação de Nascente, Minaçu.

Nos dias 21 a 23 de agosto, na Fazenda Divino Espírito Santo, município de Cavalcante-GO, foi ministrado pelo Senar-GO o curso de Construção de Fossa Ecológica. O curso é dividido em duas etapas, onde os participantes compreendem o processo biológico ao qual o rejeito orgânico é submetido, o modelo executado apresenta como benefícios a redução de custos na construção pois utilizada em sua base resíduos como: entulho de construção, pneus usados, terra,

areia, mantas de impermeabilização e terra vegetal. Utilizado de forma adequado, a estrutura tem durabilidade de 30 a 40 anos sem que haja necessidade de manutenção. O objetivo da realização do curso é que os participantes repliquem a ideia nas propriedades vizinhas, contribuindo para o meio ambiente preservado e equilibrado.



Figura 10.66. Capacitação da Comunidade- Curso de Fossa Ecológica, Cavalcante-GO.

Nos dias 23 e 24/08/23, foi realizado no povoado da Vila Vermelho, município de Cavalcante-GO, o curso de "Informática Básica", ministrado pelo instrutor do Senar. O curso foi direcionado para o público feminino, onde objetiva-se capacitar mulheres que tenham interesse em ingressar no mercado de trabalho e que ainda não possuem qualificação necessária. O curso traz os princípios básicos de utilização do Windows pacote Office Microsoft e o acesso a rede de internet. Por se tratar de um curso básico, a capacitação tem como foco principal, incentivar os participantes na busca por conhecimento na área da informática, além de introduzir a tecnologia na vida de pessoas que estão fora do mercado de trabalho.



Figura 10.67. Capacitação da Comunidade - Curso de Informática básica, povoado da Vila Vermelho, Cavalcante-GO.

Em continuidade ao curso de Recuperação de Nascente, realizado no mês de julho na propriedade do Sr. Sebastião Tobias, região do Rio Grande. Aconteceu durante os dias 24, 25 e 26/08/23 o curso de "Construção de Cerca Elástica". O modelo apresentado tem como benefícios a durabilidade e redução dos custos materiais da cerca, devido ao formato aplicado, onde a quantidade de material utilizado é inferior ao modelo convencional. O objetivo da empresa em oferecer o curso é de capacitar a comunidade para que possam alcançar retorno financeiro com serviços prestados e incentivar o cercamentos de APPs, considerando que o baixo custo, favorece o cercamento dos recursos hídricos, o que torna o processo de regeneração natural do solo satisfatório.



Figura 10.68. Capacitação da Comunidade- Curso de Recuperação de Nascente, Minaçu.

Durante os dias 29/08 a 01/09/23, aconteceu no povoado da Vila Vermelho o curso de Produção artesanal de doces. O curso possibilita aos participantes transformarem frutas tropicais da região e trabalhar com método de reaproveitamento, onde partes como cascas e entrecascas que seriam descartadas, são reaproveitadas e comercializadas contribuindo com o orçamento familiar. O curso trabalha com a industrialização da matéria prima e orienta quanto aos aspectos de comercialização dos produtos como: durabilidade, apresentação, valor agregado e logística de mercado. A produção de doces industrializados utilizada, possibilita o acesso à métodos de cristalização, produção de geleias e compotas.



Figura 10.69. Capacitação da Comunidade - Curso de Produção Artesanal de Doces, povoado da Vila Vermelho, Cavalcante.

No dia 11/10/23, teve início o curso de "Apicultura avançada". O treinamento foi realizado com a comunidade rural da região do Rio Mucambo, município de Minaçu-GO. O grupo já participou do curso básico e em continuidade a capacitação, receberam o curso avançado. O objetivo da comunidade é consolidar a produção na região e comercializar o produto no município, tendo em vista os benefícios ambientais que a produção apícola traz, principalmente em uma região com considerável avanço agrícola, iniciativas que possibilitem a preservação ambiental, se enquadram nos objetivos não-financeiros aos quais a empresa ENGIE Brasil Energia apoia.

Como forma de incentivo, a empresa aportou o recurso destinados a aquisição equipamentos (EPIs e caixas para captura e criação das abelhas) que auxiliarão no início da produção, o material foi entregue no dia 26/01/24.



Figura 10.70. Capacitação da Comunidade – Curso de Apicultura Avançada, Minaçu.



Figura 10.71. Capacitação da Comunidade – Curso de Apicultura Avançada, Minaçu.



Figura 10.72. Capacitação da Comunidade – Curso de Apicultura Avançada, Minaçu.

Iniciou no dia 22 a 25/11/23, o curso de "Defumação e embutidos suínos" junto à comunidade rural da região do Distrito de Santo Antônio de Cana Brava, município de Minaçu. O curso foi ministrado pelo instrutor do Senar-GO, onde o objetivo é capacitar os participantes, utilizando técnicas artesanais e eficientes no processo de defumação de carne suína e produção de embutidos. O processamento da matéria prima agrega valor aos produtos aumentando o retorno financeiro dos pequenos produtores ruais, fortalecendo o orçamento familiar.

O grupo é composto por pequenos empreendedores do ramo da culinária, que prendem diversificar a produção e se consolidar no comércio local, fornecendo produtos orgânicos e produzidos a partir de técnicas artesanais.



Figura 10.73. Capacitação da Comunidade- Curso de defumação de carne suína e embutidos, Minaçu.

No dia 04/04/24, aconteceu junto à comunidade rural do povoado do Rajado, o curso de "Apicultura avançada". O grupo realizou o curso básico, e contando na segunda etapa da capacitação, com a apoio da empresa ENGIE Brasil Energia que, apoiou na realização do curso e aportará o recurso para a aquisição dos equipamentos necessários para o início da produção apícola na região. A equipe retornará ao local para realizar a entrega do material que está sendo produzido, e a previsão de entrega dos equipamentos apresentada pelo fornecedor é de 90 dias.

No dia 15/04/24, aconteceu no Reassentamento Água Quente, município de Minaçu, o curso de "Produção Artesanal de Panificados". O curso foi direcionado para a região a pedido da comunidade local, que tem o deslocamento para a cidade o maior complicador na execução de qualquer tipo de empreendimento. O intuito do grupo é se capacitar e comercializar toda a produção no próprio assentamento bem como nos assentamentos vizinhos, contribuindo com o orçamento familiar, além de incentivar muitas mulheres a se desafiarem na conquista por novos espaços na sociedade.



Figura 10.74. Capacitação da Comunidade – Curso de Panificação Rural, Minaçu.



Figura 10.75. Capacitação da Comunidade – Curso de Panificação Rural, Minaçu.

Dia 22/04/24, teve início do curso de "Produção Artesanal de Doces", o corso foi direcionado à comunidade do Reassentamento II de junho, município de Minaçu. O curso é voltado para a produção de doces cristalizados, compotas e geleias utilizado frutas encontradas na região. O curso orienta quanto a método de armazenamento, higiene, padronização dos produtos, valor agregado, marketing tudo que possa auxiliar na comercialização da produção e o sucesso do empreendimento. Participaram do curso 8 pessoas, entre homens e mulheres. Dentre os participantes, contamos com empreendedores que já atuam na produção de doces e que buscam conhecimento para inovar e diversificar a produção.



Figura 10.76. Capacitação da Comunidade – Curso de Produção Artesanal de Doces, Minaçu.



Figura 10.77. Capacitação da Comunidade – Curso de Produção Artesanal de Doces, Minaçu.



Figura 10.78. Capacitação da Comunidade – Curso de Produção Artesanal de Doces, Minaçu.

10.3.5 Programa Bons Vizinhos

Com a aprovação do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Reservatório Artificial (PACUERA), os usos das APPs do entorno do reservatório foram atualizadas, ampliando as possibilidades de construção de benfeitorias passíveis de regularização a partir do licenciamento ambiental que poderá ser concedido pela Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, ou Secretaria Municipal credenciada junto ao Estado para o exercício de licenciamento de atividades no entorno do reservatório de Cana Brava. A equipe responsável pelo programa Bons Vizinhos, realiza visitas rotineiras em aproveitamento ao programa de fiscalização socio patrimonial, orientando quanto as possibilidades de usos, bem como, informando quanto aos encaminhamentos necessários para a regularização dos usos identificados nas APPs. A equipe de comunicação disponibiliza à comunidade o contato telefônico e endereço de e-mail para tratar as dúvidas relacionadas regularização de usos no reservatório da

UHE Cana Brava. Para o período foram realizados atendimentos por contato eletrônico, e quando necessário, a equipe se deslocou até a propriedade para realizar uma melhor avaliação e orientar de maneira mais assertiva, sem que haja margem para dúvidas. Almejando o bom relacionamento com a comunidade, o diálogo é tido sempre como principal ferramenta na resolução dos usos nas APPs, quando identificadas interferências irregulares, os responsáveis são convidados a se comprometerem, extrajudicialmente, com a assinatura de um acordo que estabelece prazos para regularização dos usos. Findado o prazo estipulado e nos casos de comprovado do não cumprimento do acordo, dá-se início as tratativas no âmbito judicial, para o período foram assinados 12 acordos.

Ao longo do período, foram realizados 35 atendimentos, conforme quadro a seguir.

Tabela 10.2. Detalhamento dos atendimentos

Nome	Data	Acompanhamento/ Interferência Identificada	Encaminhamento
Antônio Cruz	06/07/23	2 acessos, bomba para captação de água, cerca de divisa	O proprietário foi orientado a remover a cerca de divisa, recompor a vegetação de 1 dos acessos e buscar junto a ANA, a dispensa outorga por uso insignificante, e após a recomposição vegetal, solicitar junto a SEMMA, o licenciamento das benfeitorias, após a emissão das licenças, apresentar à usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Salmo Coreia	06/07/23	Acompanhamento- cumprimento de decisão de remoção judicial da parte da casa de alvenaria, fogão a lenha, ducha de concreto, mesa e bancos de concreto e uma cerca de divisa	Em vistoria de acompanhamento no dia 27/05/24, foi confirmada a remoção de todas as irregularidades.
Gilmar da Conceição	20/07/23	Abertura de acesso	O proprietário foi orientado a buscar junto a SEMMA, a licença para a manutenção do acesso, após a emissão da licença, apresentar à usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Denílson Antônio de Oliveira	24/07/23	Orientação para usos	A área não apresenta nenhuma interferência e o proprietário foi orientado acerca das possibilidades de uso regulamentadas no PACUERA, e os órgão regulador para cada benfeitoria prevista.
Renato Justo Campos	25/07/23	O proprietário mostrou interesse em construir nas proximidades da Praia do Sol uma marina para atracar sua embarcação e de demais interessados	O Sr. Renato foi orientado a não executar o projeto, em caso de descumprimento, estará sujeito a denúncia junto ao MP.
Tânia Crisca	09/08/23	Bomba para captação de água, cercas de	A proprietária Tânia, responsável pelas irregularidades, foi acionada na tentativa de

Nome	Data	Acompanhamento/ Interferência Identificada	Encaminhamento
		divisas, acesso de animais (gado), estrutura de alvenaria, supressão vegetal	realizar acordo amigável para remoção e regularização das interferências, sem sucesso. Foi dada continuidade ao procedimento de atuação em âmbito judicial.
Valdson Moreira da Silva	09/08/23	Acompanhamento de cumprimento de sentença de remoção e orientação para regularização de benfeitorias	Foi realizado um acordo judicial para remoção das irregularidades, e quanto as benfeitorias passíveis de licenciamento ambiental, serão permitidas a permanência, desde que o proprietário solicite o licenciamento junto a SEMMA, e apresente a dispensa de outorga junto a ANA, após a emissão das licenças, apresentar à usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Messias Genésio Santana da Silva	10/08/23	Supressão vegetal, acesso superior a 2,0 metros, enrocamento de rocha em cota de inundação e cerca de divisa	O proprietário confrontante possui testada inferior a 20 metros, impossibilitando a manutenção do acesso atual, sendo orientado a recompor a área suprimida, limitando seu acesso a 1,50 metros. O proprietário se comprometeu, através da assinatura do acordo amigável a recompor a vegetação, reduzir o acesso à 1,5 metros e após o prazo de 2 anos, remover a cerca de divisa e regularizar junto a SEMMA, a regularização das benfeitorias e após a emissão das licenças, apresentar à usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Anéias Pereira Ramalho	11/08/23	Flutuante, acesso, supressão vegetal, fogão rústico fixo e um abrigo de coberto	O Sr. Anéias, responsável pelas interferências foi orientado a recompor a vegetação suprimida, remover as estruturas da APPs e regularizar o flutuante junto a marinha e demais benfeitorias junto a SEMMA, após a emissão da licença, apresentar à usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
João Divino Dantas	17/08/23	Solicitação de orientação de possibilidades de uso e delimitação de APP	O Sr. João Divino, foi orientado a respeito das possiblidades de usos e os encaminhamentos necessários para licenciamento das benfeitorias passíveis de regularização segundo o PACUERA.
Geovane Souza Bento	04/09/23	Acompanhamento de cumprimento de acordo de remoção e orientação para regularização de benfeitorias	O Sr. Geovane removeu todas as interferências, recompôs a vegetação suprimida e protocolou o licenciamento do trapiche fixo de madeira junto a marinha. Foi orientado a buscar junto a SEMMA, o licenciamento das benfeitorias, após a emissão da licença, apresentar à usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
André Luís Ferreira	04/09/23	Acompanhamento de cumprimento de acordo de remoção e orientação para regularização de benfeitorias	O Sr. André Luís removeu todas as estruturas de alvenaria na APP, recompôs a vegetação suprimida e foi orientado quanto a regularização das benfeitorias junto a SEMMA após a emissão da licença,

Nome	Data	Acompanhamento/ Interferência Identificada	Encaminhamento
			apresentar à usina e solicitará a Permissão de Uso (PU).
Vandair Batista Gomides	05/09/23	01 acesso, 01 poste de concreto na cota de inundação, um trapiche fixo de madeira e bomba para captação de água	foi orientado a realocar o poste à 10 metros da cota, após a realocação buscar junto a SEMMA, ANA e Marinha o licenciamento das interferências passíveis de regularização, apresentar a usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Manoel Jesus do Amaral	05/09/23	Bomba e mangueiras para captação, poste de iluminação acesso, supressão vegetal Apoio na solicitação da dispensa de outorga junto a ANA	A equipe apoiou o Sr. Amaral na solicitação da dispensa de outorga junto a ANA, e orientou a regularizar as benfeitorias regulamentadas no PACUERA junto a SEMMA, após a emissão das licenças, apresentar a usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Lázaro Rodrigues	11/09/23	Acompanhamento de cumprimento de acordo de remoção e orientação para regularização de benfeitorias	A equipe confirmou o cumprimento do acordo de remoção e orientou quanto aos encaminhamentos necessários a regularização das benfeitorias junto a SEMMA, após a emissão, apresentar a usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Denis Nunes de Souza	15/09/23	Acesso, e orientação de usos da APP e procedimento para regularização de benfeitorias	O Sr. Denis foi orientado quanto as possiblidades de usos da APP, a necessidade de regularização do acesso junto a SEMMA, após a emissão da licença, apresentar à usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Godofredo Guerra de Lira	21/09/23	Acesso, bomba e mangueiras para captação de água	O Sr. Godofredo solicitou orientações a respeito das possibilidades e regularização de usos na APP. Foi orientado quando a necessidade de regularização do acesso, instalação hidráulica e estrutura da bomba captação de água, após a emissão das licenças, apresentar à usina e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Carlos José Arruda	11/10/23	Supressão vegetal, cerca de alambrado, murro de alvenaria e portão à 25 metros da cota de inundação	O proprietário solicitou a vistoria da equipe para delimitar a APP onde foi contatado inconsistência na medição se fazendo necessária nova topografia da área. Após o levantamento topográfico o proprietário se comprometeu a remover as benfeitorias identificadas
Hélio Carlos André Luís Ferreira	24/10/23	Solicitação de orientação de possibilidades de uso e delimitação de APP	O Sr. Hélio Carlos, foi orientado a respeito das possiblidades de usos e os encaminhamentos necessários para licenciamento das benfeitorias passíveis de regularização segundo o PACUERA.
Daniel Oliveira Morato	26/10/23	2 acessos, 01 cerca de divisa, 02 mesas de madeira com base de metal, instalação de uma pia com base de metal, churrasqueira,	O Sr. Daniel mostrou interesse em firmar um acordo amigável, onde se compromete a regularizar as benfeitorias e remover as irregularidades, para tanto, solicitou orientação quanto aos encaminhamentos necessários para as regularizações. Após o encerramento do prazo para cumprimento

Nome	Data	Acompanhamento/ Interferência Identificada	Encaminhamento
		troncos de madeiras, ducha e um flutuante	do acordo firmado, o proprietário se comprometeu a apresentar as licenças emitidas junto a SEMMA, ANA e Marinha, apresentar à empresa e solicitar a Permissão de Uso (PU).
Éder Abadio Pereira	08/11/23	Acesso, enrocamento rochoso, mangueiras de irrigação, plantas exóticas, muro de arrimo	O Sr. Éder solicitou a presença da equipe para avaliar a possibilidade de realizar um acordo amigável, onde se comprometeria a remover as irregularidades e regularizar as benfeitorias, solicitou nova medição da área, e foi orientado quanto os encaminhamentos necessários. Seguindo o procedimento o proprietário deverá remover as irregularidades e apresentar a dispensa de outorga a empresa, que autorizará o licenciamento das benfeitorias junto a SEMMA, após a emissão, as licenças deverão ser apresentadas a empresa possibilitando a solicitação da PU.
Raimundo Costa Neto	10/11/23	Bancos fixos de madeira, torneira com base de concreto, supressão vegetal, bomba de captação de água e um flutuante na cota de inundação	O Sr. Raimundo foi orientado quando a necessidade de cessar a supressão da vegetação rasteira, remover as irregularidades da APP, e regularizar as benfeitorias. Apresentar a empresa as licenças emitidas junto a ANA e Marinha, para que seja autorizado o licenciamento das demais benfeitorias junto a SEMMA, após a emissão, as licenças deverão ser apresentadas a empresa possibilitando a solicitação da PU.
Edgar Duarte de Farias	14/11/23	Acesso	
Jallisson Carlos de Almeida	13/11/23	Cerca de divisa, porteira de madeira, supressão vegetal, flutuante em cota de inundação, horta cultivada em estrutura móvel, bomba e mangueiras para captação de água	O Sr. Jallisson foi orientado quanto a necessidade de remover as irregularidades da APP, e apresentar à empresa as licenças emitidas junto a ANA e Marinha, para que seja autorizado o licenciamento das demais benfeitorias junto a SEMAD, após a emissão, as licenças deverão ser apresentadas a empresa possibilitando a solicitação da PU.
Valdeir Moreno da Silva	23/11/23	Acesso e um flutuante em cota de inundação	O Sr. Valdeir foi orientado a regularizar o flutuante junto a Marinha e apresentar a licença à empresa, possibilitando a regularização do acesso junto a SEMMA, após a emissão, a licença deverá ser apresentada a empresa possibilitando a solicitação da PU.
Ademir Peixoto	11/12/23	Orientação de possibilidades de usos e regularização de benfeitorias	O Sr. Ademir solicitou orientação quanto a delimitação da área confrontante e a respeito das possibilidades e

Nome	Data	Acompanhamento/ Interferência Identificada	Encaminhamento
			encaminhamentos necessários a regularização das benfeitorias.
Wedney Miranda	08/01/24	Orientação de Usos e regularização de benfeitorias	O Sr. Wedney solicitou orientação quanto a delimitação da área confrontante e a respeito das possibilidades e encaminhamentos necessários a regularização das benfeitorias.
Jorge Sussumo (Piscicultura Nippon)	08/01/24	Acesso, tanques rede piscicultura	O Sr. Jorge, se comprometeu através de assinatura de acordo amigável extrajudicial, a regularizar e apresentar a documentação da piscicultura Nippon, após a apresentação das licenças do empreendimento, será encaminhado a regularização do acesso junto a SEMMA, após a emissão, a licença deverá ser apresentada a empresa possibilitando a solicitação da PU.
Adenir Peres e Taxash Miagutt (Piscicultura Bom Pescado)	08/01/24	Acesso, bomba e mangueiras para captação de água, estrutura fixa de metal, tanques rede	O Sr. Adenir, se comprometeu através de assinatura de acordo amigável extrajudicial, a regularizar e apresentar a documentação da piscicultura Bom Pescado, após a apresentação das licenças do empreendimento, será encaminhado a regularização das benfeitorias junto a SEMMA, após a emissão, as licenças deverão ser apresentadas a empresa possibilitando a solicitação da PU.
Irmá Ferreira Lima	09/01/24	Acesso, supressão vegetal, cerca de divisa	O Sr. Irmá solicitou atendimento para buscar orientação quanto as possibilidades de usos da APP, e foi orientado quanto a necessidade da remoção da cerca, recomposição vegetal e após a regularização, será encaminhado a SEMMA para licenciar o acesso, após a emissão, a licença deverá ser apresentada a empresa possibilitando a solicitação da PU.
Fábio de Santana	02/02/24	Acesso, bomba e mangueiras para captação de água, enrocamento rochoso, plantio de espécies exóticas	O Sr. Fábio mostrou interesse em realizar um acordo amigável, onde se comprometeu a remover as irregularidades e regularizar as benfeitorias. Foi orientado a solicitar a dispensa de outorga, emitida junto a ANA, a e apresentar à empresa, comprovada a remoção das irregularidades, será encaminhado a SEMMA para licenciar as benfeitorias, após a emissão, a licença deverá ser apresentada a empresa possibilitando a solicitação da PU.
Sandro de Souza Freire	09/02/24	Acesso, rampa de concreto medindo 4,0 metros de largura, enrocamento de rocha, poste de iluminação, trapiche fixo de madeira, mangueira para captação de água	A equipe esteve na propriedade para confirmar o cumprimento do acordo firmado e orientar quanto aos encaminhamentos necessários para a regularização das benfeitorias. O proprietário foi encaminhado a SEMMA, e se comprometeu a apresentar as licenças o possibilitará a solicitação da PU.

Nome	Data	Acompanhamento/ Interferência Identificada	Encaminhamento
Adenir Peres	19/02/24	Acesso e orientações a respeito das possibilidades de uso da área	O Sr. Adenir solicitou orientação quanto as possiblidades permitidas pelo PACUERA, relacionadas às atividades econômicas.
Elisangela Gonzaga Abreu e Santina Gonzaga Ferreira	18/03/24	Cerca de divisa e uma porteira	A Sr. Elizângela mostrou interesse em firmar acordo e buscou orientação a respeito das remoções necessárias para cumprimento das orientações do PACUERA, foi definido o prazo de 90 dias para finalizar a remoção das irregularidades e encerramento da ação.
Renato Campos	04/04/24	Orientação de usos para fins comerciais	O Sr. Renato solicitou orientação quanto as possiblidades permitidas pelo PACUERA, relacionadas às atividades econômicas.



Figura 10.79. Programa Bons Vizinhos – apoio na emissão de dispensa de outorga do Sr. Manoel Jesus do Amaral Minaçu.



Figura 10.80. Programa Bons Vizinhos – Realização de acordo amigável, Sr. Fábio Santana, Minaçu.



Figura 10.81. Programa Bons Vizinhos – orientação para regularização e entrega de licenças, Sr. Renato Campos, Minaçu.

10.3.6 Instrumentos de comunicação (peças, folders, cartazes, banners)

Para o período foram produzidos spots de rádio direcionados a campanhas de conscientização contra queimadas (agosto/setembro 2023) e risco de afogamentos (janeiro/fevereiro 2024) nos períodos de alta temporada, que foram reproduzidas nas rádios dos municípios influenciados pelo reservatório da UHE Cana Brava, além de materiais gráficos para

divulgação dos editais públicos direcionados à Educação, Empreendedorismo (Programa Mulheres do Nosso Bairro), Formação Profissional (Jovem de Futuro), materiais de divulgação em mídias sociais. Foram produzidos materiais gráficos, placas orientativas distribuídas em Áreas de Preservação Permanente. Para os projetos executados pela UHE Cana Brava (Projeto Sustentabilidade e Ser Natureza), foram produzidos materiais (Cartazes, folders, camisetas) e direcionados para públicos específicos.



Figura 10.82. Folder de Conscientização contra Queimadas, 2023.



Figura 10.83. Flyer de divulgação do Edital da Educação 2023.



Figura 10.84. Divulgação do programa de estágio ofertado pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava.



BOAS NOVAS

ENGIE

CONHEÇA UM POUCO MAIS SOBRE A NOSSA HISTÓRIA

A Usina Hidrelétrica Cana Brava foi o primeiro ativo da ENGIE Brasil Energia, empresa líder em energia renovável no país

Localizada no **rio Tocantins**, a Usina Hidrelétrica **Cana Brava** é operada pela **ENGIE Brasil Energia,** empresa líder em energia renovável no país, e foi o primeiro ativo da Companhia. **Com 450 MW de capacidade instalada,** é capaz de abastecer, em média, **1,2 milhão de habitantes.** Essa energia é inserida no Sistema Interligado Nacional (SIN) e pode ser usada por consumidores de outras regiões do país.

Com transparência e respeito às pessoas, buscamos nos **conectar com as comunidades,** priorizando sempre o diálogo constante, **e desenvolvendo ou apoiando ações socioambientais** que atendam às necessidades locais. Reforçando esse relacionamento, implementamos o **Centro de Cultura Minaçu,** um espaço disponibilizado no município para a realização de **oficinas de dança, música, artesanato e práticas culturais,** levando conhecimento, cultura e sustentabilidade em atividades gratuitas para todos os públicos.

No **aspecto ambiental,** temos um viveiro para a produção de **mudas nativas do Cerrado,** um dos maiores biomas do Brasil, cuja capacidade de produção anual é de 15 mil unidades. **Mais de 100 mil mudas já foram doadas** e plantadas na região para recuperação de áreas de Cerrado e nascentes.

SOBRE O BOAS NOVAS

O Boas Novas é um informativo desenvolvido pela Usina Hidrelétrica Cana Brava, que traz, trimestralmente, as principais novidades da empresa e que impactam a comunidade em geral. Para mais informações ou dúvidas, acesse: **https://www.engie.com.br/usinas/uhe-cana-brava/**

USINA HIDRELÉTRICA CANA BRAVA, ZONA RURAL DE CAVALCANTE ZONA RURAL, CAVALCANTE - GO, 73790-000
AGENDE SUA VISITA PELO TELEFONE (62) 99916-7952

BOAS NOVAS

ENGIE

INFORMATIVO DA USINA HIDRELÉTRICA CANA BRAVA
ANO 3 | N. 01 | OUTUBRO DE 2023

USINA CANA BRAVA ABRE AS PORTAS PARA A COMUNIDADE

Visitar a casa de força da Usina, localizada às margens do Rio Tocantins, que recebe a água após a geração de energia, faz parte do roteiro do Programa de Visitas

Você, que mora em **Cavalcante, Minaçu** ou em outras cidades próximas da **Usina Hidrelétrica Cana Brava,** é nosso (a) convidado (a) para uma **visita guiada** às nossas instalações. **Abrimos as portas da Usina,** localizada no rio Tocantins, para que a comunidade saiba um pouco mais sobre o nosso trabalho. Durante a atividade, você aprenderá **como geramos energia em uma hidrelétrica,** nossa contribuição para o **desenvolvimento da região** e um pouco mais sobre os projetos socioambientais que atuamos para **apoiar a comunidade.** As visitas à nossa usina já são uma atividade conhecida entre os estudantes das redes pública e particular, mas o que muitos não sabem, é que elas são **abertas para todos os públicos.**

As **visitas são gratuitas** e podem ser realizadas em grupo ou individualmente. **Para agendar,** basta entrar em contato pelo telefone: **(62) 99916-7952,** com Keila Ribeiro.

"O programa de visitas é uma das nossas ações mais importantes de relacionamento junto à comunidade. Acreditamos que abrir as portas da nossa casa para nossos vizinhos é uma das formas mais legítimas de estabelecer vínculo.

Ao mesmo tempo, com foco na educação ambiental, oferecemos atividades para o público, aliando entretenimento e conhecimento sobre o bioma local," destaca José Magno, gerente da Usina Hidrelétrica Cana Brava.

USINA HIDRELÉTRICA CANA BRAVA, ZONA RURAL DE CAVALCANTE ZONA RURAL, CAVALCANTE - GO, 73790-000
AGENDE SUA VISITA PELO TELEFONE (62) 99916-7952

BOAS NOVAS

ENGIE

VOCÊ SABIA QUE A USINA POSSUI UM PLANO DE USO DO RESERVATÓRIO?

O Plano é uma ferramenta de planejamento ambiental que busca orientar e disciplinar a conservação e o uso sustentável da APP e do espelho d'água do reservatório

O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório Artificial, conhecido como **PACUERA,** da Usina Hidrelétrica Cana Brava, é uma **ferramenta de planejamento ambiental** que busca orientar e disciplinar a conservação e o uso sustentável da Área de Preservação Permanente (APP) e do espelho d'água do reservatório. Segundo o Código Florestal, **até 10%** da APP pode ser destinada ao uso, como por exemplo, corredor de dessedentação de animais, lazer (rampas e trapiches), atividades produtividade e captação de água. Todas essas atividades **apoiam o trabalho de pequenos produtores rurais,** possibilitando o uso **ecológico e sustentável da APP,** além de ajudar a desenvolver o **turismo** na região.

Os fundamentos legais e normativos que se aplicam ao contexto do PACUERA tem a finalidade de **orientar a gestão do Reservatório e seu entorno,** disciplinando e conciliando seus usos múltiplos com as normas operativas do empreendimento e com a conservação ambiental da Área de Preservação Permanente (APP) e dos recursos hídricos.

As disposições normativas vigentes quando efetivamente aplicadas **oportunizam a manutenção do equilíbrio ecológico** e viabilizam a integração das políticas de **desenvolvimento socioeconômico** com as de proteção à biodiversidade. O PACUERA da Usina Cana Brava pode ser solicitado diretamente à Usina pelo telefone: **(62) 99916-7952.**

USINA OFERECE VAGAS PARA CURSOS DE TECNOLOGIA

A ENGIE Brasil Energia, empresa que opera a Usina Hidrelétrica Cana Brava, em parceria com a Cubos Academy, empresa de capacitação em tecnologia, abriu cinco mil vagas para cursos introdutórios de Desenvolvimento de Software, Design UX/UI, Análise de Dados e Product Management. Denominada "Profissionais do Futuro", a iniciativa visa impactar, especialmente, comunidades no entorno das operações na Companhia em mais de 10 estados. Para participar, é necessário estar cursando Ensino Médio e possuir conhecimento em informática básica.

As aulas serão ofertadas pela plataforma da Cubos no modelo assíncronas - ou seja, podem ser acessadas posteriormente em um horário que for mais conveniente para os estudantes. Os alunos podem se inscrever em um ou mais cursos disponíveis. Além dos introdutórios à tecnologia, estarão disponíveis cursos especiais sobre soft skills e demais habilidades que auxiliarão os participantes a reconhecerem o perfil esperado das profissões de tecnologia, apoio à preparação de entrevistas de emprego e técnicas de como destacar o perfil no LinkedIn. Após a conclusão do curso, serão disponibilizados certificados de participação.

A parceria com a Cubos Academy integra o Programa de Educação da ENGIE Brasil Energia. Nos últimos dez anos, a ENGIE investiu cerca de R$ 8 milhões em apoio a mais de 1.200 projetos voltados à Educação.

OPORTUNIDADE DE FORMAÇÃO

Os estudantes que concluírem ao menos um curso introdutório poderão concorrer a 100 bolsas para se aprofundar na área desejada. Serão aplicados quatro testes - raciocínio, perfil, situacional e motivacional -, ofertados por uma consultoria de Recursos Humanos. Após análise feita pela Cubos Academy, os alunos irão concorrer às bolsas de estudo integrais.

Os cursos aprofundados têm carga horária total de até 600 horas. Parte do conteúdo ficará disponível para estudo prévio e a maioria das aulas acontecem de forma síncrona, com professores disponíveis ao vivo para esclarecer as dúvidas dos alunos.

SERVIÇO
PROGRAMA: Profissionais do futuro
CURSOS: Desenvolvimento de Software, Design UX/UI, Análise de Dados e Product Management
Link para inscrição: https://www.cubos.academy/pt/engie-profissoes-do-futuro
PERÍODO DE INSCRIÇÕES: De 25 de setembro a 27 de novembro
QUEM PODE PARTICIPAR? Pessoas cursando Ensino Médio e com conhecimento básico em informática

USINA HIDRELÉTRICA CANA BRAVA, ZONA RURAL DE CAVALCANTE ZONA RURAL, CAVALCANTE - GO, 73790-000
AGENDE SUA VISITA PELO TELEFONE (62) 99916-7952

Recurso hídrico utilizado pela Usina Cana Brava gera receitas para os municípios vizinhos ao reservatório

A **Compensação Financeira pela utilização dos Recursos Hídricos,** conhecida como CFURH, corresponde à um valor que as Usinas Hidrelétricas pagam por **utilizar a água para fins de geração de energia elétrica.** Esses valores, são recolhidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) - órgão regulador vinculado ao Ministério de Minas e Energia, que tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica – e distribuídos aos estados, municípios ou outras entidades da Administração Direta da União. A atividade é regulamentada pela Lei nº 7.990/1989 e foi instituída pela Constituição Federal de 1988.

Todos os meses, obrigatoriamente, destinamos à ANEEL **7% do valor de energia produzida** na usina a título de Compensação Financeira. O total a ser pago é calculado conforme a geração da Usina, ou seja, ele varia conforme o despacho estabelecido pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (NOS). **Os recursos são direcionados para a União (12%), estados (25%) e municípios (65%).** A parte da União é dividida entre os ministérios de Minas e Energia e de Meio Ambiente, além do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Agência Nacional de Águas.

No primeiro semestre do ano, **distribuímos mais de R$ 3,8 milhões de reais** aos municípios de abrangência do nosso reservatório – Cavalcante, Colinas do Sul e Minaçu. A arrecadação é repassada para a gestão de cada município e pode ser **investida em benfeitorias diretas para a população.**

"Sabemos o quanto essa contribuição auxilia no desenvolvimento dos municípios e por isso, é importante que a comunidade saiba que esses repasses também são uma forma de contribuição das Usinas para a população. A administração pública decide onde aplica os valores, seja em infraestrutura, por exemplo, ou na melhoria dos serviços oferecidos à população" reforça José Magno, gerente da Usina Hidrelétrica Cana Brava.

USINA HIDRELÉTRICA CANA BRAVA, ZONA RURAL DE CAVALCANTE ZONA RURAL, CAVALCANTE - GO, 73790-000
AGENDE SUA VISITA PELO TELEFONE (62) 99916-7952

Figura 10.85. Cartilha Boas Novas, divulgação dos programas oferecidos pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava.



Figura 10.86. Divulgação de cursos ofertados pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava.

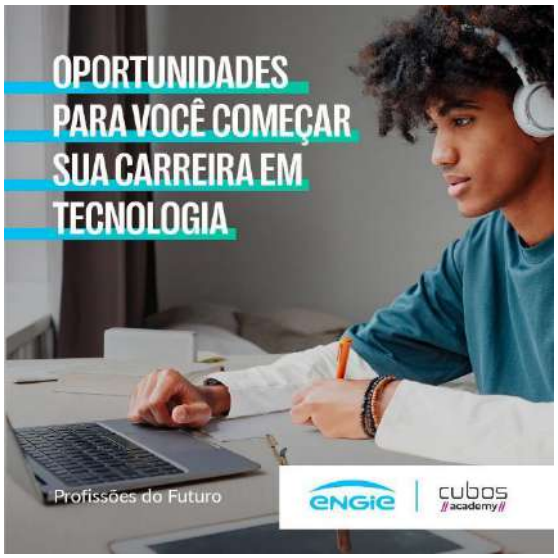


Figura 10.87. Divulgação de cursos ofertados pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava.



Figura 10.88. Divulgação de edital Mulheres do Nosso Bairro 2024, ofertados pela ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava.



Figura 10.89. Divulgação do projeto Sustentabilidade, iniciativa UHE Cana Brava e parceiros.



Figura 10.90. Folder Programa Conexão- ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava.



Figura 10.91. Folder Programa Conexão- ENGIE Brasil Energia/UHE Cana Brava.

O gráfico a seguir apresenta o número de ações realizadas para cada uma das atividades previstas.

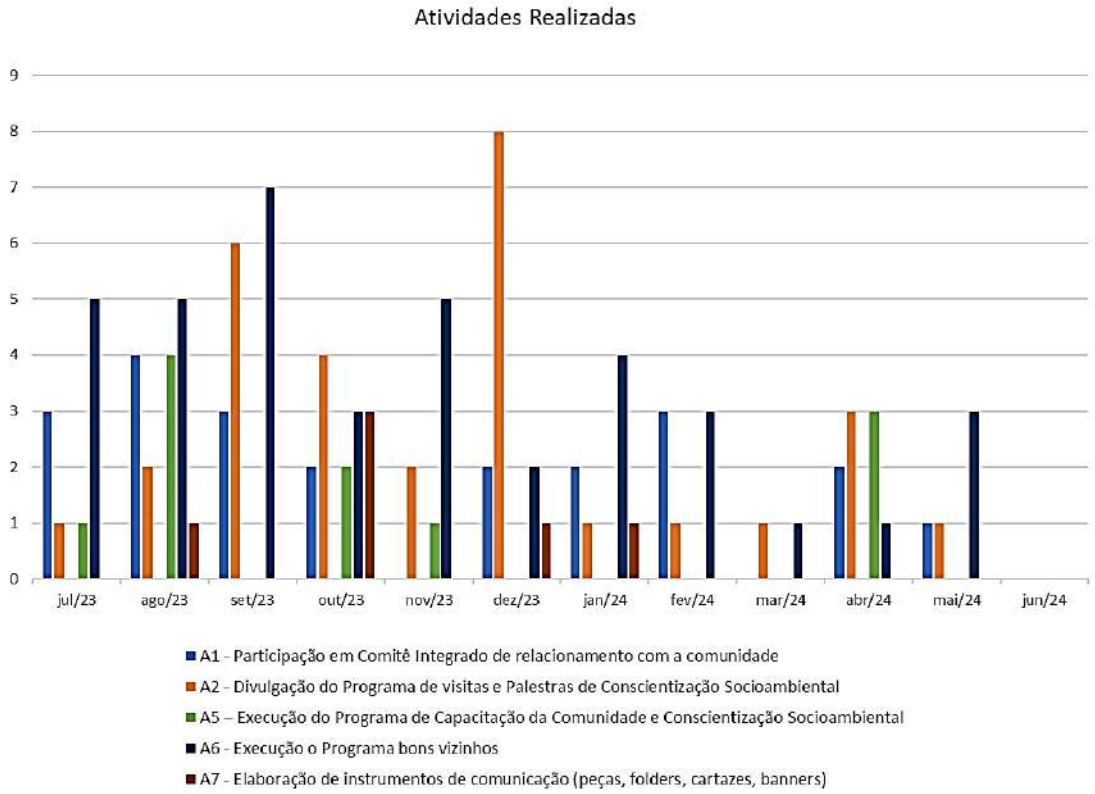


Figura 10.92. O gráfico apresenta o número de ações realizadas para cada uma das atividades previstas.

10.4 Atividades Relevantes

10.4.1 Campanha de Combate à Violência Doméstica- Projeto Mulheres Protegidas

Em continuidade ao projeto Mulheres Protegidas, iniciado em fevereiro de 2023, foram realizadas durante o período, palestras junto à comunidade de Minaçu, atendendo unidades escolares, empresas privadas, câmara legislativa, igrejas, comunidade rural e emissoras de rádio, onde se voluntariaram como palestrantes capacitados que atuam no atendimento à vítimas de violência doméstica, dentre eles estão: Capitão da Polícia Militar- Isael Farias e Sargento Danilo Santana, Promotores de Justiça da Comarca de Minaçu – Drº Renato Teatini e Dº Daniel Venturo, Juíza de Direito da Comarca de Minaçu- Drª Isabella Bittencourt, presidente da OAB de Minaçu- Shirley Alves de Araújo e Psicóloga da Delegacia de Polícia Civil – Mariana de Paula.



Figura 10.93. Projeto Mulheres Protegidas, comunidade evangélica e alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual Joaquim Thomé de Almeida, Minaçu.



Figura 10.94. Projeto Mulheres Protegidas, comunidade evangélica e alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual Joaquim Thomé de Almeida, Minaçu.



Figura 10.95. Projeto Mulheres Protegidas, colaboradores da UHE Cana Brava.



Figura 10.96. Projeto Mulheres Protegidas na rádio Clube FM.

No dia 05/10/23, foi realizado o evento de encerramento da primeira etapa do Projeto Mulheres Protegidas. O evento contou com a participação do grupo de enfrentamento e a participação da Sra. Maria Mendes de Andrade Leone, Cofundadora e Superintendente Geral do Instituto Maria da Penha. O público convidado, em sua maioria, foi composto por professores das redes públicas e privadas de Minaçu, advogados e comunidade em geral.



Figura 10.97. Encerramento do Projeto Mulheres Protegidas, Minaçu.

Aconteceu no dia 23/05/24, no Fórum de Minaçu a solenidade de implantação do Grupo Reflexivo que atenderá os autores de crimes de violência contra mulher. A implantação do Grupo Reflexivo, é uma conquista que para a comunidade de Minaçu, e que recebeu contribuição e incentivo do projeto Mulheres Protegidas, iniciado em 2023, onde a empresa ENGIE Brasil Energia atuou como parceira junto ao Ministério Público e Judiciário do Estado de Goiás, OAB, Polícia Militar e Civil do Estado de Goiás, CEAM e Fundação de Promoção Social.



Figura 10.98. Solenidade de implantação dos Grupos Reflexivos, Minaçu.

10.4.2 Projeto Ser Natureza

Em continuidade ao trabalho de recuperação de nascente aconteceu no dia 07/07/23, o lançamento do projeto de recuperação de nascente na Bacia Hidrográfica do Rio Cana Brava, em Minaçu. O projeto pretende realizar o cercamento e adensamento da vegetação, quando necessário, para o segundo semestre 2023, estão previstas o cercamento de 07 nascente. O comitê estratégico e do projeto é composto pelas empresas Mineração Serra Verde e ENGIE Brasil Energia S. A., Brigada de incêndio PREV FOGO- IBAMA, Ministério Público do Estado de Goiás, e Secretaria Municipal de Meio Ambiente, onde conta com o apoio da comunidade da região.



Figura 10.99. Lançamento do Projeto Ser Natureza na Bacia Hidrográfica do Rio Cana Brava, Minaçu.

10.4.3 Campanha de Conscientização no Combate à Queimadas

Durante os meses de agosto e setembro a equipe realizou a Campanha de Combate a Queimadas, projeto realizado em parceria com o Ministério Público, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Corpo de Bombeiros Militar e Brigada de Incêndio PREV FOGO - IBAMA. A conscientização foi realizada em paralelo aos projetos de educação ambiental do programa sociais desenvolvidas nos municípios influenciados pelo reservatório de Cana Brava. O material de apoio, foi divulgado e entregue durantes palestras, cursos de capacitação, ações ambientais e atendimentos no entorno do reservatório.



Figura 10.100. Conscientização sobre o combate às queimadas junto aos alunos das redes públicas e privadas de Minaçu.



Figura 10.101. Conscientização sobre o combate às queimadas junto aos alunos das redes públicas e privadas de Minaçu.



Figura 10.102. Conscientização sobre combate às queimadas junto à comunidade rural do povoado da Vila Vermelho, Cavalcante.

A Brigada Voluntária de Incêndio de Cavalcante- BRIVAC, que atende a comunidade no trabalho de conscientização e preservação e da Biodiversidade e a integridade ambiental da região com vegetação nativa, nascentes, áreas de preservação permanente, zona de amortecimento do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Território Kalunga, Assentamentos, APA Pouso Alto e povoados existentes no município de Cavalcante e entorno, buscou apoio da empresa na realização do I SIMPÓSIO REGIONAL DO MANEJO INTEGRADO DO FOGO DA CHAPADA DOS VEADEIROS. Tendo em vista a relevância do trabalho realizado pela brigada, junto à comunidade a empresa entende a importância do evento e apoiou a iniciativa que reflete positivamente no trabalho de conscientização do combate as queimadas recorrentes na região, principalmente nos períodos mais críticos. O evento aconteceu nos dias 13, 14 e 15/05/24, por meio de palestras, oficinas, mesa redonda e debates abordando os principais aspectos relacionados à presença do fogo no Cerrado.



Figura 10.103. I Simpósio Regional do manejo integrado do fogo da Chapada dos Veadeiros, Cavalcante-GO.

10.4.4 Atendimento aos anseios da comunidade

Prezando pelo bom relacionamento com a comunidade e incentivando a conservação das APPs do entorno do reservatório de Cana Brava, a ENGIE Brasil Energia realizou o acordo com o proprietário lindeiro ao reservatório Sr. Rosimar Gomes de Andrade onde, o proprietário se comprometeu a regularizar as interferências passíveis de regularização a partir do licenciamento ambiental e realocação das cercas de divisa da propriedade rural nos limites da APP. Como apoio a regularização a empresa doou o material para a construção do corredor de dessedentação animal, o Sr. Rosimar arcará com as custas da mão de obra. O material, madeira e arame, foi entregue no dia 28/08/23.



Figura 10.104. Entrega do material para construção do corredor de dessedentação animal, Minaçu.

Dia 27/09/23, o Gerente da UHE Cana Brava, Sr. José Magno esteve no município de Cavalcante dialogando com os representantes da Defesa Civil, Comunidade e representantes da Administração Pública Municipal. Dentre os diversos assuntos tratados, destacam-se o apoio da empresa nas ações sociais, implantação do PLANCOM. Na oportunidade, foi entregue aos representantes da Defesa Civil, a doação de um computador para uso da equipe.



Figura 10.105. Entrega do computador à Defesa Civil de Cavalcante.

No dia 13/12, foi realizada a entrega de 08 camas e conjuntos de roupas de cama (lençol, cobertor, fronha e travesseiro) compatíveis, para a Sociedade São Vicente de Paula. A entidade é reconhecida nacionalmente pelo trabalho realizado junto às comunidades mais vulneráveis e no município de Minaçu, atua no apoio a famílias carentes fornecendo, além de amparo econômico na aquisição de alimento, medicamentos e mobília entre outros, acompanham as famílias durante os períodos críticos enfrentados, oferecendo atendimento humanizado nos momentos de fragilidade.



Figura 10.106. Entrega da doação à Sociedade São Vicente de Paulo, Minaçu.

No dia 14/12, foi entregue à direção da Escola Municipal Rural São Lucas, no município de Minaçu, 03 computadores. O equipamento é oriundo da substituição das máquinas utilizadas no serviço administrativo da empresa. A ENGIE é uma empresa comprometida com gestão dos resíduos que produz, pensando em praticar a reutilização, os equipamentos passaram por manutenção e estão em total condições de uso. A equipe pedagógica, buscando ampliar o laboratório de informática da unidade, solicitou o apoio da empresa, e recebeu as máquinas conforme registros.



Figura 10.107. Entrega dos computadores à Escola Municipal Rural São Lucas, Minaçu.

A ENGIE vem realizando um trabalho socioambiental robusto junto à comunidade do povoado da Vila Vermelho, promove ações nos âmbitos sociais, ambientais e culturais. Buscando contribuir com as famílias do povoado e região, foi realizado a entrega de brinquedos para 43 crianças no dia 18/12/23, nas instalações da escola Planalto, onde crianças de 8 meses a 12 anos de idade foram presenteadas.



Figura 10.108. Entrega de brinquedos as crianças da comunidade da Vila Vermelho, Cavalcante.

Aconteceu no dia 27/04/24, no Colégio Estadual Joaquim Thomé de Almeida, em Minaçu, o projeto *Netos Por um Instante - Conectando as Gerações*, de iniciativa dos alunos do ensino médio da unidade. O projeto proporcionou a um grupo de idosos, uma manhã de interatividade entre o grupo e as mídias sociais. A empresa ENGIE, apoiou a iniciativa, tendo em vista a relevância da proposta apresentada pelo grupo de alunos da 2ª série do ensino médio. O projeto proporcionou não só o conhecimento digital, como também uma manhã de troca de experiências, cuidado e responsabilidade afetiva com o público-alvo envolvido na ação.



Figura 10.109. Projeto Netos por um Instante – Conectando as gerações, alunos do Colégio Estadual Joaquim Thomé de Almeida, Minaçu.

Comprometida com o incentivo à cultura, a empresa direcionou recursos às iniciativas propostas pela ONG Conexão Cidadã, através dos projetos desenvolvidos pelo Centro de Cultura de Minaçu ao longo do período. A parceria entre empresa e a ONG, tem garantido a comunidade de Minaçu, o acesso a projetos e ações culturais, atrelados a promoção da inclusão. Durante o primeiro semestre de 2024, a empresa apoiou a ONG, no intercâmbio realizados pelos grupos artísticos que fazem parte da entidade, proporcionando a interação cultural entre os estados brasileiros.



Figura 10.110. Participação do grupo de teatro “Construindo Sonhos”, da ONG Conexão Cidadã do Centro de Cultura de Minaçu na comemoração do aniversário da ONG unidade de Florianópolis-SC.

10.4.5 Apoio à Comunidade na Submissão de Projetos Incentivados e Não-Incentivados submetidos ao PROSAS

Com o aumento na demanda por apoio no cadastramento de projetos, que visem angariar recursos financeiros e materiais, submetidos a avaliação da empresa ENGIE Brasil Energia, a equipe de comunicação da UHE Cana Brava, participou do treinamento de Leis de Incentivo Fiscal para Áreas Sociais o “Capacitar” realizado, virtualmente, nos dias 9 e 10/10/23, com o objetivo de capacitar organizações sociais no acesso aos mecanismos utilizados na submissão de projetos atendidos através de incentivo fiscal. A equipe de comunicação divulgou e convidou, a comunidade nos municípios influenciados pelo empreendimento.

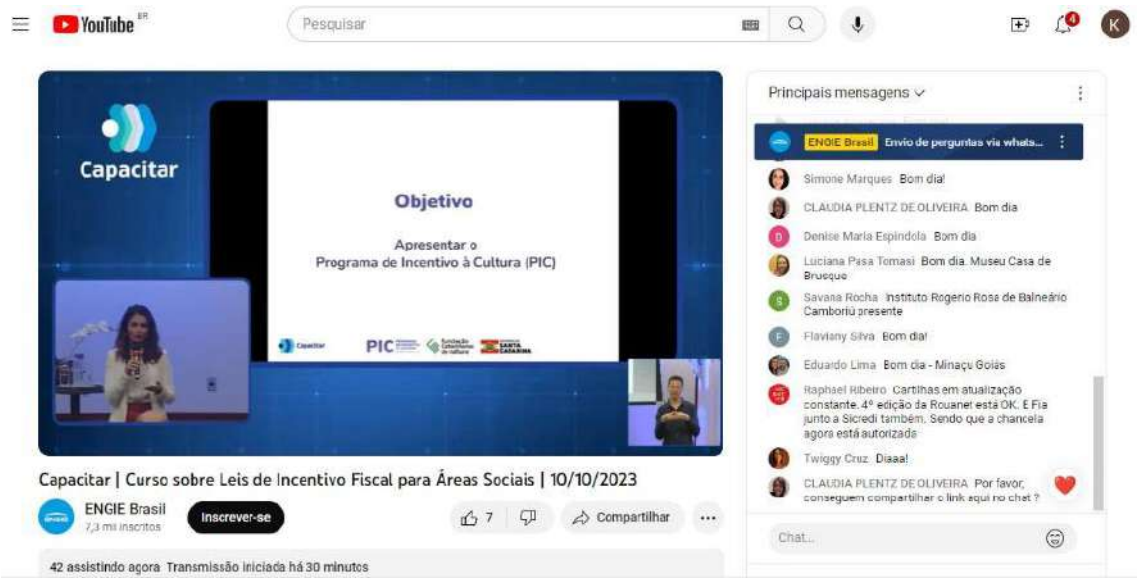


Figura 10.111. Curso de Leis de Incentivo Fiscal para Áreas Sociais, empresa ENGIE Brasil Energia.

Com o aumento na procura por orientações no cadastramento de projetos através da plataforma PROSAS, a equipe de comunicação da UHE Cana Brava, tem disponibilizado às organizações sociais, orientações e apoio ativo no cadastramento de proposta, que estejam alinhadas aos eixos de atendimento adotados pela empresa, que abranjam o maior número de pessoas nos âmbitos sociais, culturais e ambientais.

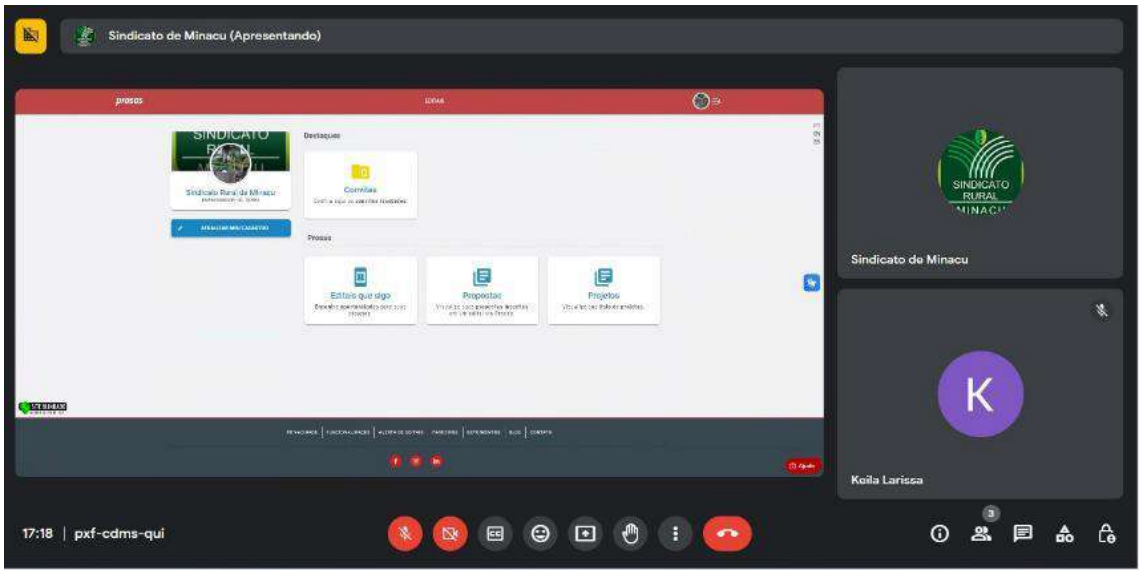


Figura 10.112. Apoio aos representantes do Sindicato Rural de Minaçu.

No dia 17/10/23, foi lançado o 4º edital – Mulheres do Nosso Bairro, o programa busca incentivar mulheres empreendedoras que colaboram ativamente no orçamento familiar, em muitas situações são fonte majoritária do orçamento. Buscando apoiar as mulheres empreendedoras dos municípios de influência do reservatório da UHE Cana Brava, foram realizados 03 dias de plantão de atendimento no espaço da ONG - Centro de Cultura Conexão

Cidadã, onde foi oferecido às mulheres empreendedoras, que não detém familiaridade com uso de plataformas eletrônicas, o apoio no cadastramento de seus projetos.

O edital e o apoio oferecido no cadastramento, foram divulgados de forma intensiva nos municípios de Minaçu, Colinas do Sul e Cavalcante.



Figura 10.113. Plantão de apoio programa Mulheres do Meu Bairro, Minaçu.



Figura 10.114. Plantão de apoio programa Mulheres do Meu Bairro, Minaçu.

10.4.6 Reforma Escola Municipal Planalto – Vila Vermelho

Conforme acordado em reunião entre os representantes do executivo e legislativos do município de Cavalcante e a gerência da UHE Cana Brava, a empresa realizou a doação dos materiais necessários na reforma da unidade escolar Planalto, povoado da Vila Vermelho, onde foram investidos recursos destinados a aquisição dos materiais de construção, conforme orçamento apresentado pela equipe da Secretaria de Obras e Infraestrutura do município. Atendendo a solicitação da comunidade do povoado, foi realizado reparos na estrutura da caixa d'água, que atende as residências e a unidade escolar, que se encontrava em avançado estado de deterioração, oferecendo risco as residências próximas a estrutura. A entrega do material, os reparos na estrutura da caixa d'água e a entrega da reforma junto à comunidade, aconteceu entre os dias 13 e 30/11/23.





Figura 10.115. Reparos na instalação hidráulica, Vila Vermelho, Cavalcante.





Figura 10.116. Reparos na estrutura da caixa d'água, Vila Vermelho, Cavalcante.



Figura 10.117. Entrega do material de construção destinado à reforma da unidade escolar, povoado de Vila Vermelho, Cavalcante.



Figura 10.118. Solenidade de entrega da reforma da unidade escolar Planalto, Vila Vermelho Cavalcante-GO.

10.4.7 Inauguração da ponte sobre o Rio Traíras/Paranã-TO

No dia 08/12/23, aconteceu a solenidade de entrega da ponte do Rio Traíras, localizada entre os municípios de Cavalcante-GO e Paranã-TO. A ponte foi construída através da parceria firmada entre as prefeituras de Cavalcante, Paranã, Minaçu, Associação ASMOGRE e ENGIE Brasil Energia S.A. A ponte é de extrema importância para a comunidade rural dos municípios, considerando que reduz o deslocamento entre os municípios. Sabendo da dificuldade enfrentada diariamente pela comunidade rural da região, composta por pequenos produtores, que comercializam sua produção nas cidades, por tanto dependem de boas condições de estradas e pontes, a empresa não mediu esforços no intermédio do diálogo entre os representantes dos municípios influenciados, bem como no aporte do valor de R$ 200.000,00, entregues a associação ASMOGRE, que se responsabilizou por todo o processo administrativo da obra. Participaram da entrega da obra os prefeitos Carlos Alberto de Minaçu-GO, Fhabio Augustos de Paranã-TO e

Vilmar Kalunga de Cavalcante-GO, Valquíria representante da associação ASMOGRE, Simone Rodrigues empresa ENGIE Brasil Energia.



Figura 10.119. Solenidade de inauguração da ponte sobre o Rio Traíras, Paranã-TO.



Figura 10.120. Solenidade de inauguração da ponte sobre o Rio Traíras, Paranã-TO.

10.4.8 Execução da Campanhas de Conscientização Sobre Violência e Abuso Infantil

O projeto Multiplicando Proteção através da Prevenção desenvolvido, sob coordenação da Profª Me Lusinaide Cordeiro de Sales Lima Marques, através da Ação de Extensão da UEG UnU Minaçu, com o apoio do Tribunal de Justiça do Estado de Goiás, Policia Civil do Estado de Goiás, Ministério Público do Estado de Goiás, APAE Minaçu, Instituto Alcance e as empresas Mineração Serra Verde e ENGIE Brasil Energia, tem como finalidade promover a conscientização e a

prevenção da violência sexual contra crianças e adolescentes, através de ações educativas e informativas.



Figura 10.121. Participação da equipe da Delegacia de Polícia do Estado de Goiás de Minaçu.



Figura 10.122. Participação do Promotor de Justiça da Comarca de Minaçu, Drº Renato Teatini.



Figura 10.123. Capacitação do grupo de acadêmicos do curso de pedagogia da UEG UnU-Minaçu.

10.4.9 Projeto Saúde Mental

A empresa ENGIE Brasil Energia, é comprometida com a sociedade no sentido de apoiar iniciativas que contribuam com as comunidades vulneráveis, no atendimento demandas que impactam diretamente no desenvolvimento social das comunidades influenciadas pelo empreendimento. A unidade escolar estadual Joaquim Thomé de Almeida, desenvolveu um projeto “Qual o Seu Medo”, direcionado aos estudantes na faixa etária entre 14 e 18 anos, que serão convidados a participar de rodas de conversa direcionadas, onde serão abordadas questões como a dificuldade de lidar com assuntos como: violência escolar, cyberbullying, uso excessivo de telas e os gatilhos comportamentais que podem desencadear a ansiedade. O intuito do projeto é tratar problemas relacionados a saúde mental dos estudantes e conta com a participação de profissionais capacitados, psicopedagogos e psicóloga, que almejam identificar e direcionar indivíduos que apresentem situações comportamentais desordenadas. A iniciativa recebeu o apoio da empresa, que acredita no sucesso e replicabilidade da iniciativa junto ao grupo gestor.



Figura 10.124. Reunião de apresentação do projeto “Qual o Seu Medo”, Colégio Estadual Joaquim Thomé de Almeida, Minaçu.

10.4.10 Capacitação de Fornecedores

O programa de capacitação de fornecedores teve início em fevereiro de 2024 e se estenderá ao longo do período, junto aos parceiros da UHE Cana Brava, onde serão realizados encontros regulares subdivido em módulos, a capacitação promoverá treinamentos que contribuam junto aos fornecedores na melhoria dos atendimentos oferecidos as empresas que aceitaram o convite para participar da iniciativa ENGIE Brasil Energia.



Figura 10.125. Treinamento do programa de Capacitação de Fornecedores, UHE Cana Brava.



Figura 10.126. Treinamento do programa de Capacitação de Fornecedores, UHE Cana Brava.



Figura 10.127. Programação desenvolvida no 1º semestre de 2024, Capacitação de Fornecedores UHE Cana Brava.

10.5 Interações com Órgão Ambiental

Em março de 2024 o IBAMA emitiu o Parecer Técnico Nº 18676820/2024-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO referente ao acompanhamento da LO, Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental. Neste parecer O IBAMA considerou que o Programa está sendo desenvolvido de maneira satisfatória, bem como as complementações de informações pendentes de pareceres anteriores atendidos no anula do período passado. O Parecer está presente no Anexo 10.1.

10.6 Considerações Finais

As atividades executadas dentro do Programa de Comunicação e Educação Ambiental ao longo do período, foram desenvolvidas conforme planejamento, contando com o apoio e participação dos públicos envolvidos em todas as iniciativas executadas. Foram realizadas inúmeras palestras relacionadas as temáticas ambientais, a equipe participou de ações de iniciativa propostas por grupos diversos em todos os municípios influenciados pelo reservatório, onde o intuito de conscientizar e promover a educação ambiental foi atingido com sucesso.

Os programas sociais, como o de capacitação profissional, atingiram seus objetivos, atendendo os municípios de Minaçu e povoado de Vila Vermelho, Cavalcante. Para os municípios de Colinas e Cavalcante ainda contamos com dificuldades em promover o programa, devido a insuficiência no engajamento por partes dos representantes de ambos os municípios. A equipe vem buscando o diálogo com os representantes na tentativa de promover oficinas de capacitação,

possibilitando às comunidades em situação de vulnerabilidades, com foco no público feminino, almejando contribuir no fortalecimento do orçamento familiar e independência financeira.

O Programa de Visitas (Conexão) registrou a participação massiva do público escolar. A equipe tem destinado seus esforços em divulgar e atrair os outros públicos e com isso, estreitar o diálogo entre a empresa e comunidade influenciada. Estratégias estão sendo desenvolvidas para alcançar sucesso no objetivo de maximizar os atendimentos relacionados ao programa Conexão, ampliando a diversificação do público.

Todas as atividades executadas, ocorreram de maneira planejada, considerando sempre o eixo de atendimento adotado pela empresa nos âmbitos sociais, culturais e ambientais, adequando as necessidades apresentadas pela comunidade aos objetivos de atendimento da empresa, priorizando propostas que contribuam com o meio ambiente e o bem-estar da sociedade.

10.7 Equipe Técnica

Os trabalhos foram desenvolvidos sob a coordenação da Consultoria SOCIOAMBIENTAL, que contou com a seguinte equipe técnica:

Tabela 10.3. Equipe Técnica

Nome	Função	Registro Profissional	Cadastro Técnico Federal
Ricardo M. Arcari	Gerenciamento	CREA-SC 016823-0	264.058
Edijan Corrêa	Coordenação Técnica	CREA-SC 063102-8	311.939
Keila da Silva Ribeiro	Comunicação e Educação Ambiental	-	-
Dhonata Luiz Teixeira	Apoio a Comunicação e Fiscalização	-	-
Luiz Carlos da Silva Souza	Apoio a Comunicação e Fiscalização	-	-
Vitor Zimermann	Geoprocessamento	CREA-SC 118.130-3	5.766.567

11. PREVENÇÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO E PREPARAÇÕES E RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES EMERGENCIAIS

11.1 Introdução

A ENGIE Brasil Energia possui diversos mecanismos de prevenção da poluição, como o uso de processos, práticas, técnicas, materiais, produtos, serviços ou energia para evitar, reduzir ou controlar (de forma separada ou combinada) a geração, emissão ou descarga de qualquer tipo de poluente ou rejeito, para reduzir os impactos ambientais adversos.

A prevenção da poluição na UHE Cana Brava pode ser evidenciada nas suas diversas atividades operacionais e administrativas, e o princípio da prevenção da poluição está documentado na Política ENGIE Brasil Energia de Gestão Sustentável na Produção de Energia, endossando o empenho da empresa para as partes interessadas.

No Sistema Integrado de Gestão, a ENGIE prioriza, sempre que exequível, a prevenção da poluição, incorporando esta definição, todas as vantagens de sua aplicação, seja socialmente, economicamente ou sob a perspectiva ambiental.

São estabelecidos controles operacionais prioritariamente enfocados na prevenção da poluição, dentro da viabilidade de seus processos. Estabelecendo assim os Procedimentos de: Gerenciamento de Resíduos, Requisitos Ambientais, Sociais, de Saúde e Segurança de Fornecedores e Prestadores de Serviços, os quais documentam e controlam preventivamente e com eficiência, seus aspectos e impactos mais significativos. Para os controles corretivos está estabelecido o Plano de Resposta a Emergências.

Outras atividades que apresentam interface direta com a prevenção da poluição e que merecem destaque neste são apresentados a seguir:

[1] A prevenção da poluição pode incluir redução ou eliminação de fontes de poluição, alterações de processo, produto ou serviço, uso eficiente de recursos, materiais e substituição de energia, reutilização, recuperação, reciclagem, regeneração e tratamento.

11.2 Atividades Desenvolvidas

11.2.1 Treinamento e Conscientização

No âmbito de meio ambiente e segurança, anualmente é estabelecido um plano de treinamento e conscientização para todos os colaboradores da ENGIE Brasil Energia e de empresas parceiras, conforme exemplos abaixo:

- Aspectos e Impactos Ambientais & Controles Operacionais;
- Gerenciamento de Resíduos;
- Redução do consumo de água;

- Política ENGIE Brasil Energia de Gestão Sustentável;
- Plano de Resposta a Emergências;
- Brigada de Emergências;
- Primeiros Socorros, entre outros.

Em dezembro de 2022 foram emitidos, o OFÍCIO Nº 114/2022/NLA-GO/DITEC-GO/SUPES-GO e Parecer Técnico referente ao acompanhamento de LO nº14048056/2022-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO solicitando informações sobre todos os treinamentos realizados em 2021, com as respectivas datas, temas abordados e lista de participantes. A resposta foi encaminhada no Relatório Anual, período junho 2022 a junho 2023.

Em março de 2024, o IBAMA emitiu o Parecer Técnico referente ao acompanhamento de LO nº 18804116//2024-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO considerando que as ações descritas estão de acordo com o proposto no Plano de Resposta a Emergência

Nesse sentido, encaminhamos as listas de presença de treinamentos e conscientização realizados no período, entre junho de 2023 até junho de 2024, bem como os simulados realizados e previstos para serem realizados no período.

11.2.2 Inspeções e Testes Operacionais

O Setor de Operação das Usinas, responsável diretamente pela geração de energia, também desempenha um papel importante na prevenção da poluição, em favorecimento à conformidade da empresa com sua Política ENGIE Brasil Energia de Gestão Sustentável na Produção de Energia. Através das inspeções periódicas realizadas, assim como, dos testes operacionais, é possível, por exemplo, evitar um vazamento de óleo prevendo um potencial dano no equipamento simplesmente pela observação de um ruído anormal no transformador. Estas inspeções são registradas em formulários específicos, cabendo ao próprio Setor de Operação o seu controle.

11.2.3 Manutenção Preventiva

O Setor de Manutenção e Serviços possui uma programação de manutenções preventivas periódicas das máquinas e equipamentos de cada usina operada pela ENGIE Brasil Energia. Esta programação encontra-se sob responsabilidade das respectivas Gerências Locais do Setor de Manutenção nas usinas.

11.2.4 Preparação e Resposta às Situações Emergenciais

Com relação às situações de emergência, cabe citar o Plano de Resposta a Emergências-PRE, estabelecido pela ENGIE Brasil Energia, a qual tem por objetivo estabelecer diretrizes para o atendimento a emergências, considerando os aspectos, impactos ambientais e sociais, e os perigos e riscos à saúde e segurança dos colaboradores da UHE Cana Brava, bem como integrar-se ao Manual de Comunicação em Situações de Crise e às Políticas e Diretrizes da comunicação da ENGIE Brasil Energia. Nele, estão identificados os cenários de emergência e diretrizes para atuação diante de uma ocorrência, os contatos dos agentes internos e externos que precisam ser comunicados, e a periodicidade da realização de simulados dos cenários, entre outros.

Entre junho de 2023 a junho de 2024, foram realizados os seguintes simulados de emergência:

- Vazamento emergencial de Óleo;
- Acidente oriundo de atividades externas envolvendo transporte de produtos perigosos no Reservatório e áreas adjacentes com contaminação da Água;
- Acidente de origem hidráulica;
- Incêndio na casa de máquina;
- Incêndio nos transformadores;
- Incêndio nos geradores;
- Desligamento geral da Usina;
- Resgate de acidentado em ambiente confinado;
- Risco de invasão às instalações;
- Falha na Tele assistência e /ou perda do SDC;
- Acidente com vítima;

Seguem anexo relatórios de simulados da realização dos mesmos. Para o segundo semestre de 2024 está previsto os seguintes simulados da Tabela 11.1 .

Tabela 11.1. Cronograma de previsão dos simulados para o segundo semestre de 2024.

Cenário	Frequência	Período Planejado													
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Rompimento da Barragem com inundação a jusante	Trienal		(x)			(x)			(x)			(x)			(x)
Incêndio na Casa de Máquinas	Bienal	(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)	
Incêndio nos Transformadores	Bienal	(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)	
Incêndio nos Geradores	Bienal	(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)	
Incêndio no Almoxarifado Externo	Trienal		(x)			(x)			(x)			(x)			(x)
Incêndio em áreas de vegetação em torno do Reservatório	Trienal		(x)			(x)			(x)			(x)			(x)
Vazamento emergencial de Óleo	Bienal	(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)	
Acidente oriundo de atividades externas envolvendo transporte de produtos perigosos no Reservatório e áreas adjacentes com contaminação da Água	Bienal	(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)	
Desligamento geral da usina	Bienal	(x)	(x)	(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)	
Acidente com vitima (em altura / picada de animais peçonhentos / choque elétrico / queda de mesmo nível	Bienal	(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)	
Resgate de Acidentado em Ambiente Confinado	Anual	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
Acidente de origem Hidráulica	Bienal	(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)	
Risco de Invasão das Instalações	Bienal	(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)		(x)	
Falha na tele assistência e/ ou perda do SDSC.	Anual	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)

11.3 Conclusão

A UHE Cana Brava reforça seu compromisso com a prevenção da poluição através da Política ENGIE Brasil Energia de Gestão Sustentável na Produção de Energia, promovendo em suas diversas atividades operacionais e administrativas, o princípio da prevenção da poluição, adotando controles operacionais, estabelecendo diretrizes para o atendimento a emergências, considerando os aspectos, impactos ambientais e sociais, os perigos e riscos à saúde e segurança dos colaboradores da UHE Cana Brava, e capacitando os colaboradores para atuação.

12. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

A Usina Hidrelétrica Cana Brava possui um programa de Gerenciamento de Resíduos, cujo objetivo é a redução da geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos.

O Programa leva em consideração, os seguintes critérios de priorização:

- Eliminar a geração;
- Minimizar a geração;
- Reutilizar internamente;
- Reciclar;
- Encaminhar para tratamento final mais adequado e;
- Encaminhar para a disposição final mais adequada.

Para melhor aplicação do programa de gerenciamento de resíduos, são realizados periodicamente treinamentos/ conscientizações sobre o tema junto aos colaboradores visitantes e prestadores de serviço, conforme lista de presença de participação dos trabalhos de conscientização no Anexo 12.1.

Todo o processo, desde a geração até a destinação final, é controlado através de planilhas e pela Plataforma VG Resíduos. Todo o resíduo gerado durante o ano é acondicionado na Baia de Armazenamento de Resíduos (Figura 12.1), separados conforme sua classificação- Classe I ou Classe II. Assim que atinge um volume de 90% da capacidade de armazenamento da baia, esses resíduos são encaminhados para tratamento/destinação final.



Figura 12.1. Baia de Armazenamento de Resíduos.

Para o transporte e destinação final de resíduos perigosos/especiais ou recicláveis, a UHE Cana Brava possui contrato com a ECOPETRO Soluções Ambientais- RERT.NART.21.192305, desde 2016. A Ecopetro possui Licença de Funcionamento Nº 198/2021 para "tratamento de resíduos sólidos com potencial de periculosidade", emitida pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável- SEMAD, com validade até 27/04/2026.

O transporte dos resíduos especiais e produtos perigosos no território de Estado de Goiás é autorizado pela SEMAD – Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável com base nas informações constantes no Processo Nº 20231884, e Nº da Autorização: 20231761, com validade 17/03/2028.

No período entre junho de 2023 a junho de 2024, não houve destinação final de resíduos perigosos/especiais, todo o resíduo perigoso gerado no período encontra-se armazenado nas baias, com previsão de destinação no segundo semestre de 2024. Abaixo a tabela com todas as destinações realizadas no período.

Tabela 12.1. Destinações realizadas no período.

Status Destinação	Data destinação	MTR	Transportador	Destinador	IBAMA	Resíduo	Quantidade (Kg)
Finalizada	17/04/2024	13603-00056	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	200108	Orgânicos	500
Finalizada	17/04/2024	13603-00055	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	Aterro Municipal de Palmeiropolis	200108	Orgânicos	31,2
Finalizada	17/04/2024	13603-00054	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	Aterro Municipal de Palmeiropolis	200201	Resíduos Comuns (Embalagens de Alimentos, Papel Higiênico, Cigarros)	218,7
Finalizada	22/04/2024	13603-00053	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	200108	Orgânicos	493,6
Finalizada	22/04/2024	13603-00052	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	Aterro Municipal de Palmeiropolis	200201	Resíduos Comuns (Embalagens de Alimentos, Papel Higiênico, Cigarros)	252,7
Finalizada	22/04/2024	13603-00051	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	Aterro Municipal de Palmeiropolis	200201	Resíduos Comuns (Embalagens de Alimentos, Papel Higiênico, Cigarros)	81,5
Finalizada	22/04/2024	13603-00050	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	200108	Orgânicos	199,4
Finalizada	22/04/2024	13603-00049	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	Aterro Municipal de Palmeiropolis	200201	Resíduos Comuns (Embalagens de Alimentos, Papel Higiênico, Cigarros)	317,7
Finalizada	22/04/2024	13603-00048	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	200108	Orgânicos	439,8
Finalizada	24/07/2023	13603-00047	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	200108	Orgânicos	511,1
Finalizada	24/07/2023	13603-00046	UHCB - Usina Hidrelétrica Cana Brava	Aterro Municipal de Palmeiropolis	200201	Resíduos Comuns (Embalagens de Alimentos, Papel Higiênico, Cigarros)	664,9
Finalizada	24/07/2023	13603-00045	MAGNA MORGANA ELIAS DO CARMO ALVES	Saneago Saneamento de Goiás S/A	200304	Lodo de Fossa Séptica	9.000,00

Os resíduos comuns gerados na Usina estão sendo encaminhados para disposição final no aterro sanitário de Palmeirópolis-TO, o mais próximo, licenciado, conforme licença e requerimento de renovação anexo. As destinações foram realizadas conforme Manifesto de Transporte anexo.

Os resíduos orgânicos gerados são encaminhados para compostagem no Horto Florestal, localizado nas dependências da usina.

O lodo de esgoto está sendo encaminhado para Saneago – Estação de Tratamento de Esgoto do Município de Minaçu-GO. Segue anexo a licença de transporte do lodo de esgoto. A licença de funcionamento da Saneago está em fase de renovação, conforme anexo.

Em março de 2024 o IBAMA emitiu o Parecer Técnico Nº 18693033/2024-NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO onde considera que o Programa de Gerenciamento de resíduos está sendo conduzido de maneira adequada, bem como atendida as solicitações feitas no Ofício Nº 8/2023/NLA-GO/Ditec-GO/Supes-GO, parecer anexo.

13. ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO DA ISO 9001, ISO 14001 E ISO 45001

Durante o período de abrangência deste relatório, foi dado continuidade aos trabalhos de manutenção do Sistema Integrado de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente e Saúde e Segurança do Trabalho.

Toda a gestão do sistema integrado das Normas ISO 9001, 14001 e 45000 para atendimento aos requisitos legais é realizado através do Software SE Suite Com objetivo de aperfeiçoar o controle quanto ao atendimento às recomendações, em 2021 foi adquirida a plataforma CAL 4.0 para acompanhamento da verificação da conformidade legal das obrigações legais pertinentes às atividades desenvolvidas pela UHE Cana Brava.

Em 2023, entre os dias 31 de julho a 04 de agosto foi realizada uma auditoria externa pelo Órgão Certificador BUREAU Veritas (ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001), que transcorreu normalmente, sendo observado profissionalismo e o domínio dos procedimentos por parte dos colaboradores auditados. Em decorrência, foi emitido o relatório de Auditoria correspondente ao Anexo 13.1.

Em 2024, no primeiro semestre, entre os dias 14 e 17/05 foi realizada nova auditoria interna (ISO 9001, ISO 14001 e ISSO 45001), que transcorreu conforme o esperado, mantendo o resultado observado anteriormente. Em decorrência, foi emitido o relatório de Auditoria correspondente ao Anexo 13.2.

O ciclo de auditorias para 2024 foi realizado conforme planejado.

14. FUNDO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Foi firmado um convênio de cooperação técnica financeira para o desenvolvimento regional do entorno das hidrelétricas de Cana Brava e Serra da Mesa, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia, idealizado para injetar recursos para comunidades e associações de pequenos empreendedores na região de influência das Usinas e que teve um aporte de R$ 5 milhões das empresas ENGIE Brasil Energia, Furnas, CPFL e BID, formando um fundo privado para geração de emprego e renda. O convênio foi encerrado em meados de 2014.

Com a necessidade de repassar o saldo remanescente referente à parcela de compromisso da ENGIE Brasil Energia (R$ 185.950,00), foi celebrado um Termo de Cooperação Financeira com a Associação Uruaçuense dos Produtores de Serra da Mesa - APSM visando beneficiar 50 projetos individuais previstos no relatório do SEBRAE na região de Uruaçu, o repasse deste recurso tem como objetivo desenvolver atividades de agreguem valores financeiros para as famílias beneficiárias, melhorando assim sua qualidade de vida.

A ENGIE Brasil Energia já repassou todas as parcelas relativas ao citado termo de cooperação, aguardando as devidas prestações de conta pela Associação. Em novembro de 2014 a empresa ASSIST foi contratada pelas empresas participantes do Fundo de Desenvolvimento Regional Serra da Mesa e Cana Brava (FDR), para a elaboração de um Diagnóstico Participativo dos Projetos Subsidiados pelo Fundo. Esse estudo objetivou identificar a viabilidade de aporte de mais recursos financeiros para fomentar a continuidade das atividades desenvolvidas de acordo com os respectivos projetos. Tendo em vista que esse estudo está sendo realizado em conjunto com as empresas participantes do Fundo (CPFL, Furnas e ENGIE Brasil Energia), informamos que a disponibilização do relatório deverá ser feita pelo Ministério de Minas e Energia (MME), coordenador do convênio de cooperação.

Conforme informado em relatórios anteriores, ainda não há uma definição da continuidade.

IV

OUTRAS ATIVIDADES RELEVANTES

IV. OUTRAS ATIVIDADES RELEVANTES

15. PROJETO RECUPERAÇÃO DE NASCENTES - “PROJETO SER NATUREZA”

O Projeto de Recuperação de Nascentes desenvolvido no município de Minaçu-GO, é mais uma iniciativa da ENGIE Brasil Energia, desenvolvida na área de influência da UHE Cana Brava.

Conhecido como “Projeto Ser Natureza”, foi iniciado no ano de 2014 em parceria com entidades pública e privadas, recuperou até o ano de 2022, 72 nascentes em área de Cerrado, com a construção de 68.700 metros lineares de cerca e plantio de 3.200 mudas nativas do Cerrado, na bacia dos rios Bonito, Água Boa e Córrego Corrente, cursos hídricos que abastecem a comunidade de Minaçu-Go e, contribuem para o reservatório da UHE Cana Brava.

O objetivo do projeto é a proteção e a recuperação de nascentes através do cercamento e plantio de mudas de espécies nativas, promovendo o isolamento da área, favorecendo assim, a regeneração natural e adensamento da vegetação, evitando o pisoteamento do solo por animais, favorecendo o fluxo e a qualidade da água.



Figura 15.1. Construção de cerca.



Figura 15.2. Preparo da área para plantio.



Figura 15.3. Plantio em nascente realizado pela equipe da ENGIE Brasil Energia e público escolar – UHE Cana Brava.



Figura 15.4. Plantio realizado por representantes dos parceiros no projeto.

Em 2022 foram recuperadas 14 nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Bonito, com a construção de 6 mil metros lineares de cerca, e plantio de 950 mudas nativas.

Atualmente o projeto conta com a parceria do Ministério Público, Prev Fogo IBAMA, Serra Verde Minerações, Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Prefeitura de Minaçu. Para os anos 2023 e 2024 o projeto foi executado na bacia do rio Cana Brava, um importante rio da região, que abastece comunidades da zona rural. No período foram realizadas reuniões de planejamento, e em 2023 foram recuperadas 09 nascentes, com o plantio de 800 mudas nativas do Cerrado. Já em 2024, até o mês de junho foram recuperadas 02 nascentes com o plantio de 360 mudas nativas, e está previsto a recuperação de mais 5 nascentes até dezembro de 2024.

Em aproveitamento ao serviço de proteção e recuperação de nascentes, sempre que possível, é realizado o trabalho de conscientização ambiental junto à comunidade da região. Após o cercamento da nascente, um público específico é convidado a participar do processo de plantio de mudas na área cercada. Nessa oportunidade é realizada uma palestra aos participantes, abordando a importância da preservação dos recursos naturais.

Até junho de 2024 o Projeto Ser Natureza recuperou 88 nascentes no município de Minaçu-GO, nas bacias hidrográficas dos rios Bonito e Cana Brava.



Figura 15.5. Participação de colaboradores das empresas ENGIE e Serra Verde Minerações no plantio junto à nascente.



Figura 15.6. Palestra de conscientização sendo ministrada pelo Promotor de Justiça

16. SINALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE SEGURANÇA DA USINA

O projeto de sinalização náutica do reservatório, canal de fuga e entorno da Usina Hidrelétrica Cana Brava foi concluído em meados do ano de 2016 e submetido à aprovação da Marinha, na Capitania Fluvial do Araguaia-Tocantins.

A partir da aprovação do projeto de sinalização náutica das áreas de segurança da Usina no início do ano de 2017, a empresa Lis executou a instalação das estruturas, bem como a instalação de placas de advertência, concluindo a atividade em dezembro de 2017, conforme registros a seguir.



Figura 16.1. sinalização das áreas de segurança: sinalização de montante



Figura 16.2. sinalização das áreas de segurança: sinalização de montante



Figura 16.3. sinalização das áreas de segurança: sinalização de montante



Figura 16.4. sinalização das áreas de segurança: sinalização de montante



Figura 16.5 Sinalização das Áreas de Segurança



Figura 16.6. Sinalização das Áreas de Segurança

São realizadas vistorias periódicas nas áreas de segurança do reservatório para avaliar a necessidade de melhorias ou manutenções em placas e nas boias de segurança. Até o momento não houve necessidade de manutenção.

Em junho de 2019 o IBAMA emitiu o Parecer Técnico Nº 7/2019 - NLA-GO/DITEC-GO/SUSPES-GO, encaminhado via Ofício Nº 44/2019/NLA-GO/DITEC-GO/SUSPES-GO, referente a análise dos relatórios anuais dos Programas Ambientais da Licença de Operação LF GUS Nº 210/2005, o qual analisa a sinalização das áreas de segurança da Usina. Em resposta foi encaminhado a CE-EBE-UHCB-0063/2019, um relatório respondendo aos questionamentos constantes no parecer técnico, projeto de sinalização náutico do reservatório, canal de fuga e entorno da Usina, com ART e documentos emitidos pela Marinha autorizando a execução do projeto.

Em 2021 houve uma ocorrência de rompimento do cordão de boias de sinalização à montante, em decorrência de desgaste pela exposição às intempéries. A empresa LIS- OBRAS E SERVIÇOS fez a restauração em dezembro de 2021, com melhoria no processo, a partir da colocação de poitas de ancoragem e fixação do cordão.



Figura 16.7. Cordão de boias de sinalização rompido e ancorado junto à barragem da UHE Cana Brava.



Figura 16.8. Mobilização da equipe para a instalação do novo cordão de boias de sinalização à montante da Usina.



Figura 16.9. Mobilização da equipe para a instalação do novo cordão de boias de sinalização à montante da Usina.



Figura 16.10. Mobilização das boias para a instalação do novo cordão de boias de sinalização à montante da Usina

O cordão de boias de sinalização à jusante da UHE Cana Brava permanece instalado e sinalizado.



Figura 16.11. Cordão de boias instalado à montante da UHE Cana Brava.



Figura 16.12 Cordão de boias de sinalização de área de segurança à jusante da UHE Cana Brava.

Periodicamente são realizadas vistorias ao longo da estrutura para avaliação da condição. Os cordões de sinalização permanecem em bom estado de conservação no local.

17. ESTUDO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS - EIBH

A ENGIE Brasil Energia mantém o seu entendimento de que a exigência do EIBH não é atualmente aplicável aos Concessionários de Energia Elétrica (Hidráulica), haja vista a existência de Estudos como AAI- Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Tocantins, desenvolvido pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) e AAE Avaliação Ambiental Estratégica, desenvolvido pela ANA – Agência Nacional das Águas, ou seja, estudos Oficiais do Governo já foram desenvolvidos na região por Gestores da Bacia do Rio Tocantins. Esse entendimento foi manifestado à Semarh no âmbito do licenciamento.

Por meio da CE AMA-0063/2014, de 21 de novembro de 2014, em resposta ao Parecer 02010.001674/2014-41 GO/NLA/IBAMA, a ENGIE Brasil Energia reafirmou o seu entendimento de que a existência de estudos oficiais do Governo, o EIBH não seria mais aplicável aos Concessionários de Energia Elétrica (Hidráulica). Este entendimento foi validado pelo IBAMA no Parecer técnico PAR.02010.000031/2015-61 NLA/GO/IBAMA, de 05 de fevereiro de 2015.

18. PATROCÍNIOS E DOAÇÕES

No contexto de contribuir para o desenvolvimento e aprimoramento das relações do empreendimento com a população dos municípios do entorno da Usina, a empresa, através da atuação do seu Comitê de Sustentabilidade, estimula iniciativas e avalia as solicitações de apoio a ações em benefício das comunidades onde a Usina está inserida. Desde 2014 foram doados mais de 4.000.000,00 reais, através de recursos próprios e/ou recursos incentivados, em projetos de diversas tipologias. Todos os anos a ENGIE Brasil Energia vêm apoiando iniciativas, segue em anexo as planilhas com os projetos apoiados no período.

18.1 Centro de Cultura Minaçu

Em abril de 2016 iniciou a construção de um Centro de Cultura localizado no munícipio de Minaçu, tendo como objetivo promover e fortalecer as manifestações culturais locais, gerar intercâmbios culturais diversos, contribuir para a profissionalização e valorização dos profissionais da área, fomentar a geração de renda e a melhoria da qualidade de vida na comunidade.

A aprovação do projeto, se deu pela Lei Federal de Incentivo à Cultura- Lei Rouanet (Lei nº 8.313/1991), tendo como proponente do projeto a ONG da região Conexão Cidadã.

O Centro de Cultura possui um total de área construída de 1.419m², dentro de um terreno com área total de 3.500 m², e conta com um cine-teatro para 300 pessoas, 03 salas para oficinas, 01 brinquedoteca, recepção e salas de reuniões e de administração, biblioteca com inclusão digital e midiateca, banheiros, além de espaço para exposições temporárias de manifestações culturais diversas.

O Centro de Cultura de Minaçu foi construído dentro de um conceito de construções sustentáveis e integra uma rede de centros de cultura construídos nos municípios onde a ENGIE Brasil Energia atua.

A inauguração do Centro de Cultura de Minaçu ocorreu em 15 de agosto de 2019, com a realização de apresentações culturais e mostra de arte e artesanatos confeccionados na região. Desde então o Centro de Cultura está em pleno funcionamento, oferecendo à comunidade, oficinas, aulas de dança, aula de música, Cinema para comunidade aos fins de semana, dentre outras atividades.

Em 2020 e 2021 com a situação por Pandemia pelo Covid-19 as atividades no Centro de Cultura foram interrompidas com objetivo de evitar a aglomeração de pessoas e conter a contaminação pelo vírus, atendendo aos protocolos sanitários do Ministério da Saúde. Desde 2022, as atividades e oficinas estão acontecendo normalmente, e em agosto de 2024 o Centro de Cultura comemora 5 anos de atuação no município de Minaçu-GO.



Figura 18.1. Centro de Cultura de Minaçu.



Figura 18.2. Evento de inauguração do Centro de Cultura.



Figura 18.3. Escolinha de Capoeira.

V

ANEXOS

V. ANEXOS - RELATÓRIOS TÉCNICOS E DOCUMENTOS RELEVANTES DO PERÍODO

Anexo 1.1 Tabela de Dados do Monitoramento Climatológico.

Anexo 2.1 Tabela de Eventos Regionais Registrados do Monitoramento Sismológico.

Anexo 2.2 Relatórios Trimestrais – Programa Ambiental de Monitoramento SismológicoI.

Anexo 3.1 Dados do Monitoramento Hidrossedimentométrico.

Anexo 3.2 Parecer Técnico – Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico.

Anexo 4.1 Métodos- Monitoramento Limnológico.

Anexo 4.2. Índices, dados físico-químicos e Microbiológicos- Monitoramento Limnológico.

Anexo 4.3 Elementos traços no sedimento- Monitoramento Limnológico.

Anexo 4.4 Anotação de Responsabilidade Técnica e Certificado de Acreditação- Monitoramento Limnológico.

Anexo 4.5 Campanhas Trimestrais- Monitoramento Limnológico.

Anexo 4.6 Parecer Técnico- Programa de Monitoramento de Qualidade das Águas Superficiais.

Anexo 5.1 Anotação de Responsabilidade Técnica e Certificado de Acreditação – Monitoramento de Macrófitas Aquáticas

Anexo 5.2 Relatórios Técnicos das Campanhas de Monitoramento de Macrófitas Aquáticas

Anexo 6.1 Coordenadas dos pontos de monitoramento da UHE Cana Brava

Anexo 6.2 Parecer Técnico- Programa de Vistoria Geotécnica dos Taludes Marginais

Anexo 6.3 Relatórios Técnicos dos Monitoramentos do Programa de Vistoria Geotécnica dos Taludes Marginais

Anexo 7.1 Documentação do Programa de Monitoramento da Ictiofauna

Anexo 7.2 Documentação do Programa de Monitoramento de Botos

Anexo 7.3 Documentação do Programa de Monitoramento Hospedeiros Intermediários de Esquistossomose

Anexo 8.1 Parecer Técnico- Programa de Vigilância Ambiental e Sociopatrimonial

Anexo 8.2 Relatórios de Vigilância Ambiental e Sociopatrimonial

Anexo 8.3 Registros de Ocorrências Georreferenciados (Arquivo Shapefile)

Anexo 9.1 Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório – PACUERA (Parte 01 e 02)

Anexo 9.2 Ofício do IBAMA – Aprovação do PACUERA

Anexo 9.3 Parecer Técnico- Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA)

Anexo 9.4 Despacho SEMMA – COMDEMAM

Anexo 10.1 Parecer Técnico – Programa de Comunicação SocialII e Educação Ambiental.

Anexo 11.1 Lista de Presença Treinamentos e Capacitações

Anexo 11.2. Registro de Simulados de Atendimento

Anexo 11.3 Parecer Técnico – Programa de Prevenção e Controle de Poluição Preparações e respostas às situações de Emergência.

Anexo 12.1 Solicitação Renovação LO- Aterro Sanitário Palmeirópolis

Anexo 12.2 Manifestos de Transporte de Resíduos

Anexo 12.3 Licenças de Transporte – Lodo de Esgoto

Anexo 12.4 Licença Sanego- Consulta de processos (Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos)

Anexo 12.5 Parecer Técnico IBAMA.

Anexo 13.1 Relatório de Auditoria Externa.

Anexo 13.2 Relatório de Auditoria Interna.

Anexo 18.1 Projetos Apoiados no Período 2023-2024- Recursos Incentivados e Não Incentivados.



USINA HIDRELÉTRICA CANA BRAVA

Cavalcante / GO

CEP: 73790-000