APRESENTAÇÃO

A Mhag Serviços & Mineração S/A., apresenta ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - IDEMA, para apreciação e analise Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, como subsídios técnicos para obtenção da Licença Prévia – LP, referente ao Processo IDEMA nº 2018-130379/TEC/LP-0174, para implantar projeto de aproveitamento econômico da reserva de minério de ferro na Mina do Bonito, Jucurutu/RN, Processo ANM nº 848.211/2003, referente as etapas de implantação e operação para lavra e beneficiamento de 2,0 MTPA do tipo pellet feed para exportação.

O referido Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) está balizado nas Diretrizes do Termo de Referência elaborado pelo IDEMA (Anexo 1), com algumas ressalvas, considerando que a área do projeto se encontra bastante antropizada, por atividades de extração mineral pretéritas, destacando ausência de cursos d'água perenes no interior da ADA, ausência de populações urbanas na circunvizinhança, entre outros fatores justificados ao longo deste Estudo.

O EIA/RIMA, foi elaborado por equipe técnica multidisciplinar, nos termos e condições previstos na Resolução nº 001/86 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), no que determina a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, da Política Nacional do Meio Ambiente e seus respectivos dispositivos legais.

Para atender por completo o que determina o Termo de Referência do IDEMA, a Mhag Serviços & Mineração S/A., contratou a empresa Florescer Projetos e Consultoria Ambiental, através de equipe técnica multidisciplinar elaborou e coordenou o EIA/RIMA, onde levantou-se dados técnicos e informações ambientais relacionados à implantação e operação do empreendimento, de forma permitir a completa análise pelos técnicos desse órgão ambiental.

Vale destacar, neste EIA/RIMA, foi realizada uma análise Histórica e estudos de licenciamentos ambientais obtidos junto ao IDEMA, IBAMA, DNPM/ANM e ANA das ações pretéritas no âmbito dos passivos ambiental das obras executadas desde o início da implantação e operação da mina, a partir de 2003 ao presente, com início nas atividades de pesquisa, prospecção mineral, implantação de infraestrutura da mina para operacionalidade da lavra, primeira fase de operação ocorrida entre 2006 e 2009, seguido de estudos e projetos de mudanças de rotas de processos culminando na presente proposta para produção de 2,0 MTPA de minério de ferro do tipo pellet feed.

Esta análise retrospectiva visa garantir que os impactos negativos, mitigáveis ou não, sejam identificados, considerados e avaliados, verificando-se, inclusive, se foram tomadas as devidas medidas de correção ou compensação. Os impactos negativos remanescentes serão objetos de medidas adicionais para corrigir o passivo ambiental.

Além da avaliação dos impactos e das recomendações contidas no EIA, foram sugeridos e elaborados planos e programas ambientais, inclusive contendo, em alguns casos, os respectivos projetos ambientais, visando internalizar as várias medidas ambientais propostas a Mhag Serviços e Mineração S/A.

Este EIA foi elaborado por equipe técnica multidisciplinar, está dividido em 10 volumes, apresentado em 16 (dezesseis) capítulos, conforme segue:

Volume I - Contém Apresentação e os Capítulos 1 a 3.

- O capítulo 1 e 2, dispõe das Informações Gerais (Identificação do Empreendedor, do Empreendimento e da Empresa Responsável pela Elaboração do EIA);
- O capítulo 3, contém os Objetivos, Justificativa do Empreendimento; Histórico; Descrição e Caracterização Técnica do Empreendimento.

Volume II- Contém informações relativa ao Capítulo 4 e 5.1.

- O capítulo 4, dispõe das informações das Áreas de Influência do

empreendimento e do Diagnóstico Ambiental – Meio Físico, Capítulo 5.1

Volume III – Contém Informações do Diagnóstico Ambiental - Meio Biológico, Capítulo 5.2;

Volume IV – Contém Informações do Diagnóstico Ambiental - Meio Abiótico (socioeconômico), Capítulo 5.3.

Volume V – Informações do Patrimônio Espeleológico – Capítulo 6.

Volume VI – Informações da Avaliação dos Impactos Ambientai – Capítulo 7

Volume VII – Informações relativa a Análise Integrada – Capítulo 8; Medidas Mitigadoras - Capítulo 9; e Planos e Programas de Acompanhamento e Monitoramento Ambientais – Capítulo 10.

Volume VIII - Informações relativas ao Cronograma - Capítulo 11; Análise Jurídica – Capítulo 12; Conclusões – Capítulo 13; Bibliografia – Capítulo 14; e Equipe Técnica – Capítulo 15

Volume IX – Anexos – Capítulo 16.

Volume X – Mapas e Plantas do Empreendimento – Capítulo 17

Volume XI – Dispõe sobre as informações Relativa ao Relatório de Impacto Ambiental - RIMA

Esses estudos foram desenvolvidos ao longo de 07 meses, com início em outubro de de 2020 e término em maio de 2021. Os trabalhos foram acompanhados pela Empresa MAHG Serviços e Mineração S/A, através de reuniões com seus diretores. Também foi realizada uma apresentação para os técnicos do IDEMA, onde os participantes ofereceram sugestões aos trabalhos realizados, posteriormente incorporados ao documento pela equipe técnica.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **1**

SUMÁRIO **4**

LISTA DE FIGURAS **9**

LISTA DE TABELAS **15**

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO EMPREENDIMENTO **18**

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR 18

1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 18

2. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA **19**

3. LOCALIZAÇÃO, OBJETIVOS E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO **20**

3.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO 20

3.2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO 21

3.2.2. O EMPREENDIENTO 21

3.2.2.1. Síntese Histórica da Produção de Minério de Ferro na Mina do Bonito Período 2003 a 2021 24

3.2.2.2. Sumário para Produção de BRITA de Minério De Baixo Teor 26

3.2.2.3. SUMÁRIO EXECUTIVO – PROJETO 2,0 MTPA PELLET FEED 27

3.2.2.4. Localização 29

3.2.2.5. Infraestrutura Local 30

3.2.2.6. Direitos Minerários 30

3.2.2.7. Reservas de Minério de Ferro 31

3.2.2.8. Planejamento de Lavra 32

3.2.2.9. Usina de Processamento 32

3.2.2.10. Infraestrutura de Logística 33

3.2.2.11. Porto 33

3.2.2.12. Principais Parâmetros do Projeto Produção de Pellet Feed 2,0 MTPA 33

3.3. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO 35

3.3.1. IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO *38*

3.3.1.1. PLANEJAMENTO DA LAVRA PARA CIMENTEIRAS 39

3.3.1.2. PLANEJAMENTO DE LAVRA E CONTROLE DE PRODUÇÃO – PELLET FEED 2,0 MTPA 41

3.3.1.3. PRODUÇÃO DE PELLET FEED 42

3.3.1.4. RECUPERAÇÃO MÁSSICA E RAZÃO DE CONCENTRAÇÃO 42

3.3.1.5. PRODUÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO – ROM – BASE SECA 42

3.3.1.6. RECURSOS DE MINÉRIO DE FERRO DA MINA 43

3.3.1.7. RESERVAS DE MINÉRIO DE FERRO 43

3.3.1.8. VIDA ÚTIL DO PROJETO 44

3.3.1.9. RELAÇÃO ESTÉRIL MINÉRIO 44
3.3.1.10. MINA – PRODUÇÃO ANUAL DE MINÉRIO ROM E ESTÉRIL 45
3.3.1.11. USINA – PRODUÇÃO ANUAL DE PELLET FEED E REJEITO 45
3.3.1.12. PILHA DE CODISPOSIÇÃO DE REJEITO E ESTÉRIL 46
3.3.1.13. PLANEJAMENTO DE LAVRA – 2,0 MTPA 47
3.3.1.14. LISTA DE EQUIPAMENTOS 48
3.3.1.15. OPERAÇÕES DE LAVRA 50
3.3.1.16. BENEFICIAMENTO 51
3.3.2. OPERACÃO E MANUTENÇÃO 54
3.3.2.1. POTÊNCIA INSTALADA 54
3.3.2.2. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE OPERAÇÃO DA PRODUÇÃO 55
3.3.2.3. INFRAESTRUTURA 57
3.3.2.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE, ATUAL e a ser construída 59
3.3.2.5. SEPARADOR DE ÁGUA E ÓLEO COM PLACAS COALESCENTE 61
3.3.2.6. SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA 69 KV/13,8 KV 62
3.3.2.7. SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA 64
3.3.2.8. TELEFONIA FIXA, MÓVEL, RÁDIO COMUNICAÇÃO E INTERNET 65
3.3.2.9. ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL – METEOROLÓGICA 65
3.3.2.10. HELIPONTO 66
3.3.2.11. CERCA EXTERNA 66
3.3.2.12. INFRAESTRUTURA GERAL – MINA DO BONITO 67
3.3.2.13. LOGÍSTICA DE TRANSPORTE 67
3.3.3. INSUMOS 69
3.3.3.1. Fluxograma e Diagrama de Blocos da Utilização dos Insumos 69
3.3.4. PRODUTOS 71
3.3.5. CONTROLE AMBIENTAL DO PRODUTO 72
3.3.5.1. Estação de Tratamento de Água – Água Potável 72
3.3.5.2. Histórico da Qualidade da Água da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves e das Atividades da Mina do Bonito 75
3.3.5.3. Rejeitos Sólidos do Processo 76
5.3.5.4. RESÍDUOS SÓLIDOS 79
3.3.5.5. MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS 79
3.3.5.6. RUÍDO 80
3.3.7. O PLANO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL 83
3.3.7.1. Estimativa do Valor de Referência (VR) 84
3.3.8. PROJETO DE DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO EM FORMA DE PILHA COMBINADA COM CODISPOSIÇÃO 84
3.3.8.1. Objetivo 84
3.3.8.2. Diretrizes Iniciais 85
3.3.8.3. Localização da Pilha de Rejeito/Estéril 86

3.3.8.4. Normas 87
3.3.7.5. Metodologia de construção e Disposição estéril/rejeito 90
3.3.7.6. Configuração 92
3.3.7.7. Caracterização dos Tipos de Estéril/Rejeito 93
3.3.7.8. Sistema de Drenagem 96
3.3.7.9. Sistema de Contenção de Sólidos 101
3.3.7.10. Estabilidade 102
3.3.7.11. Monitoramento 105
3.3.7.12. Drenagem Ácida 107
3.3.7.13. Revegetação da Pilha 108
3.3.7.14. Pilha 2 108
3.3.7.15. Reaproveitamento do Rejeito/Estéril 108

4. ÁREA DE INFLUÊNCIA 110

4.2. Delimitação das Áreas de Influência do Empreendimento 110
4.2.1. Delimitação da Área Diretamente Afetada – ADA 110
4.2.2. Área de Influência Direta - AID 114
4.2.3. Área de Influência Indireta - AII 115

5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA 117

5.1. MEIO FÍSICO 117

5.1.1. Clima e Condições Meteorológicas 117
5.1.1.2. Clima 117
5.1.1.3. Precipitação 118
5.1.1.4. Ventos 121
5.1.1.5. Temperatura 124
5.1.1.6. Umidade Relativa 125
5.1.1.7. Insolação - Fotoperíodo Mensal 126
5.1.1.8. Balanço Hídrico 128
5.1.1.8.7. Estimativa de Demanda Hídrica do Empreendimento em Relação ao Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves 131
5.1.2. Geologia 132
5.1.2.1. Geologia Regional 132
5.1.2.1.1. Domínio Geológico do Rio Grande Do Norte 133
5.1.2.1.2. Litoestratigrafia 135
5.1.2.3. Geologia Local 144
5.1.2.3.1. Magnetitito 145
5.1.2.3.2. Itabiritos 147
5.1.2.3.3. Colúvio 150
5.1.2.3.4. Quartzito Ferruginoso 151

5.1.2.3.5. Gnaisse 151
5.1.2.3.6. Xistos 152
5.1.2.3.7. Mármores Calcíticos 153
5.1.2.2. Geologia Estrutural 155
5.1.2.3.8. Mapeamento Geológico Atual e Integração de Dados 159
5.1.2.4.1. Geodiversidade *In Situ e Ex Situ* 162
5.1.2.4.4. Quadro Síntese 174
5.1.3. GEOMORFOLOGIA 176
5.1.4 SOLO 179
5.1.4.1. Introdução 179
5.1.4.2. Objetivos 179
5.1.4.2.1. Objetivo Geral 179
5.1.4.3. Materiais e Métodos 180
5.1.4.3.1. Coleta dos Solos 180
5.1.4.3.2. Análises Realizadas 181
5.1.6. Resultados 188
5.1.6.1. Comportamento Laterítico – Classificação Mct 188
5.1.6.2. Caracterização Química E Mineralógica 188
5.1.6.2.2. Estudo Das Propriedades Físicas 191
5.1.7. Estudos do Solos na área 195
5.1.7.5.1. Características Morfológicas do Solo 202
5.1.7.5.2. Características Físicas do Solo 203
5.1.7.5.3. Características Químicas do Solo 203
5.1.8. Considerações Finais 204
5.1.10. RECURSOS HÍDRICOS 205
5.1.11. Águas Subterrâneas 208
5.1.11.2. Qualidade das Águas Superficiais 212
5.1.15. Hidrogeologia 216
5.1.15.1. Domínio Hidrogeológico da Área de Influência do Empreendimento 217
5.1.16. Qualidade da Água 226
5.1.16.1. Introdução 226
5.1.16.2. Procedimentos Metodológicos para determinação da Qualidade da Água na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves 227
5.1.16.3. Serviços Executados 228
5.1.16.3.1. Pontos de Amostragem 228
5.1.16.4. Análises de Campo (*in situ*) 231
5.1.16.5. Análises Laboratoriais 232
5.1.16.8. Considerações Finais 241
5.1.17. Usos das Águas 243
5.1.17.1. Abastecimento Doméstico e Industrial 243

5.1.17.2. Relação com Preservação da Flora Fauna 244

5.2. MEIO BIOLÓGICO 252

5.2.1. Caracterização do Ambiente Terrestre 252

5.2.1.1. Flora 252

5.2.1.1.2. Vegetação da Área de Influência direta e Indireta do empreendimento 253

5.2.1.1.3. Levantamento da Flora na Área Diretamente Afetada (ADA) pelo Empreendimento 255

5.2.1.1.4. Resultados do Inventário Florestal na ADA 259

5.2.1.2. Fauna 272

5.2.1.2.1. Dados Secundários 272

5.2.1.2.2. MÉTODOLOGIA 275

5.2.1.2.3. Diagnóstico Faunístico 279

5.2.1.2.4. Considerações Finais 300

5.2.2. Caracterização do Ambiente Aquático 302

5.2.2.1. Metodologia 302

5.2.2.1.1. Pontos Amostrais 302

5.2.2.1.2. Coleta dos dados 304

5.2.2.2. Resultados 306

5.2.2.2.1. Fitoplâncton 306

5.2.2.2.2. Zooplâncton 314

5.2.2.2.3. Comunidade Bentônica 318

5.2.2.2.4. Macrófitas Aquáticas 323

5.2.2.2.5. Ictiofauna 326

5.2.2.3. Conclusões 333

5.2.3. Ecologia de Comunidades (Biocenose) 335

5.2.3.1. Diversidade Vegetal 337

5.2.3.2. Diagnóstico Ambiental da Fauna 340

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Mapa de localização geográfica da Mina do Bonito, em Jucurutu/RN. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A. 20
Figura 3.2. Síntese Histórica da Produção de Minério de Ferro na Mina do Bonito Período 2003 a 2021 24
Figura 3.3. Amostra de Pellet Feed. Fonte. Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A. 25
Figura 3.4. Vista geral da Mina do Bonito. Fonte. Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A. 25
Figura 3.5. Vista de uma unidade de britagem móvel – Equipamento do tipo Marajoara..... 26
Figura 3.6. Mapa de Localização dos municípios de Jucurutu e Porto do Mangue, no RN. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A. . 28
Figura 3.7. Mapa de Localização do Projeto, Mina do Bonito e Porto do Mangue 29
Figura 3.8. Vista geral da Mina do Bonito, em Jucurutu/RN. Fonte: Mhag Serviços e MineraçãoS/A. 36
Figura 3.9. Imagem Aerofotogramétrica da Mina do Bonito, Jucurutu/RN. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A. 36
Figura 3.10. Arranjo Geral da Mina do Bonito. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A. 37
Figura 3.11. Mapa de localização dos superficiários na Mina do Bonito. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A. 37
Figura 3.12. Fluxograma do Processo da Lavra da Mina..... 50
Figura 3.13. Layout da usina de processamento de minério de ferro para produção dos 2,0 MTPA de pellet feed. 54
Figura 3.14. Fluxograma do Processo das operações..... 56
Figura 3.15. Diagrama exemplificando o ciclo do minério da lavra ao consumo final. Fonte: Acervo SAMARCO, 2014. 57
Figura 3.16. Desenho Ilustrativo da Estação de Tratamento de Esgoto Compacta– ETEC. Fontes: Naqua Soluções em Água. 60
Figura 3.17. Separador de água e óleo com placas coalescentes. Fonte: Alfamec Soluções Ambientais. 61
Figura 3.18. Modelo Digital do Empreendimento. Fonte Mhag Serviços e Mineração S/A. 62
Figura 3.19. Subestação de Energia Elétrica. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A. 63
Figura 3.20. Vista de uma Estação de Monitoramento Ambiental tipo Meteorológica. 66
Figura 3.21. Infraestrutura principal necessária para atendimento às necessidades do projeto de produção de pellet feed 2,0 MTPA, da Mina do Bonito. 67
Figura 3.22. Mapa de Localização do Trajeto Mina do Bonito à Porto do Mangue/RN, com distância total de 155 km. 68
Figura 3.23. Fluxograma de Insumos 70
Figura 3.24. Diagrama do Manuseio dos Insumos..... 70
Figura 3.25. Amostra de *pellet feed*. 71
Figura 3.26. Desenho Ilustrativo da Estação de Tratamento de Água – ETA. Fonte: Naqua Soluções em Água 74
Figura 3.27. Esquema simplificado de filtro prensa de rejeitos. Fonte: (Adaptado de Bomax, 2014)..... 77
Figura 3.28. Filtro prensa para produção de pellet feed, Mina Pau Branco/MG. Fonte (Matec, 2019) 77
Figura 3.29. Material descarregado pelos filtros sendo retirado das baias por pá carregadeira, Mina Pau Branco/MG. Fonte: (Matec, 2019). 78
Figura 3.30. Vista geral da Planta de Filtragem da Mina Casa de Pedra/MG. Fonte: (Matec, 2019). 78
Figura 3.31. Mapa de localização das unidades amostrais..... 81
Figura 3.32. Resultados da avaliação do nível de pressão sonora na área do empreendimento. 82
Figura 3.33. Mapa de distribuição espacial dos níveis de pressão sonora na ADA para o período diurno. 82
Figura 3.34. Mapa de distribuição espacial dos níveis de pressão sonora na ADA para o período noturno. 83
Figura 3.35. Localização da pilha de estéril/estéril da Mina do Bonito. 87
Figura 3.36. Parâmetros geométricos de uma pilha de estéril. Fonte: Teixeira, 2011. 90

Figura 3.37. Representação do método ascendente de disposição do estéril. Fonte: Carvalho, 2009. 91
Figura 3.38. Etapa de retaludamento com trator de esteira. 92
Figura 3.39. Configurações de pilhas de estéril/rejeito. 93
Figura 3.40. Tipos de materiais estéreis existentes na Mina do Bonito. 94
Figura 3.41. Drenagem de fundo em uma pilha de estéril. 98
Figura 3.42. Tapete drenante e disposição do estéril acima dele. 98
Figura 3.43. Representação dos drenos. 99
Figura 3.44.. Exemplo de sistema de drenagem superficial - descidas d'água. 100
Figura 3.45. Tipos de sistemas de drenagem. 102
Figura 3.46. Exemplo de ruptura em pilha de estéril. 103
Figura 3.47. Modos de ruptura em pilhas de estéril. 104
Figura 4.1. Área Direta Afetada pelo empreendimento está inserida no interior do Processo ANM Nº 848.211/2003, local conhecido como Bonito, município de Jucurutu/RN. 111
Figura 4.2. Detalhe da Área de Influência Afetada e da Área de Influência Direta a partir da área requerida ao DNPM, Processo 848.211/2003. 113
Figura 4.3. Áreas de Influência do empreendimento envolvendo os cinco municípios da bacia hidrográfica do rio Piranhas Açú. 116
Figura 5.1-1. Mapa de classificação climática do estado do Rio Grande do Norte, segundo Köppen. 118
Figura 5.1-2. Precipitação média mensal para um período de 35 anos, no município de Jucurutu/RN. 119
Figura 5.1-3. Gráfico da Precipitação Pluviométrica Anual (mm), no município de Jucurutu/RN, entre os anos de 1985 e 2020. 121
Figura 5.1-4. Direção predominante dos Ventos no Rio Grande do Norte. Fonte: SRTM (topodata) UFRN: Sudene (1990). 122
Figura 5.1-5. Velocidade média horária do vento (linha cinza escura), com faixas do 25º ao 75º e 10º ao 90º Percentil. Fonte: WEATHERSPARK, 2020. 123
Figura 5.1-6. Direção média horária predominante dos ventos em Jucurutu/RN. Fonte: WEATHERSPARK, 2020. 123
Figura 5.1-7. Temperaturas máximas e mínimas no município de Jucurutu. Fonte: WEATHERSPAR, 2020. 125
Figura 5.1-8. A porcentagem de tempo passado nos vários níveis de conforto de umidade, categorizada pelo ponto de orvalho. Fonte: WEATHERSPAR, 2020. 126
Figura 5.1-9. Horas de luz solar e crepúsculo em Jucurutu/RN. Fonte: WEATHERSPAR, 2020. 127
Figura 5.1-10. Nascer e pôr do sol com crepúsculo em Jucurutu/RN. Fonte: WEATHERSPAR, 2020. 128
Figura 5.1-11. Localização da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu. Fonte ANA, 2016. 130
Figura 5.1-12. Bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte. Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH, 2017). 130
Figura 5.1-13. Mapa Geológico do Rio Grande do Norte - Jardim de Sá (1994). 132
Figura 5.1-14. Mapa Geológico Simplificado da Folha Jaguaribe/SE, ilustrando as Feições Estruturais que limitam o Domínio Rio Grande do Norte. 133
Figura 5.1-15. Limites dos terrenos tectono-estratigráficos no mapa aeromagnético do campo total. 135
Figura 5.1-16 Mapa Geológico do Rio Grande do Norte (CPRM, 2006) 143
Figura 5.1-17. Perfil esquemático com as principais litologias aflorantes na Mina do Bonito. 144
Figura 5.1-18. Mapa geológico de detalhes da área do empreendimento. 145
Figura 5.1-19. Exemplo de bloco de magnetitito encontrado nos poços e trincheiras da zona Mineralizada. 147
Figura 5.1-20. Exemplo de Blocos de Itabirito Encontrado nos Afloramentos na Serra do Bonito. 148

Figura 5.1-21. A e B: Afloramentos de Itabirito. 149
Figura 5.1-22. A: Afloramento de Itabirito; B: Itabirito com estrutura bandada e dobrada. 150
Figura 5.1-23. A e B: Colúvio. 151
Figura 5.1-24. Vista do Gnaisse do Complexo aflorante na área de estudo 152
Figura 5.1-25. Fotomicrografia de Mármore Calcítico com Tremolita. 154
Figura 5.1-26. Afloramento de Mármore Clacítico. 155
Figura 5.1-27. Estruturas Dúcteis com Ênfase na Foliação Principal (Sn) presentes nos Litotipos da Mina do Bonito. 157
Figura 5.1-28. Estruturas Rúpteis com ênfase aos grupos de fraturas presentes nos Litotipos da Mina do Bonito. 157
Figura 5.1-29. Principais estruturas planares presentes na Mina do Bonito. Estruturas Dúcteis (foliações): Sn (dobrada) e Sn+1 (clivagem de crenulação). 158
Figura 5.1-30. Principais estruturas planares presentes na Mina do Bonito. Estruturas Rúpteis: Fraturas. 158
Figura 5.1-31. Mapa integrado de exploração mineral. 160
Figura 5.1-32. Mapa geológico da área de influência da Portaria de Lavra nº 237/2006. 161
Figura 5.1-33. Desenho esquemático do município de Jucurutu com base hidrográfica e com a localização de alguns geossítios. Fonte: GALVÃO (2017). 164
Figura 5.1-34. Geossítio Casa de Pedras. Fonte: GALVÃO (2017). 165
Figura 5.1-35. Mapa do município de Jucurutu RN com detalhes da inserção dos sítios arqueológicos identificados até 2015. Fonte: SANTOS JÚNIOR (2015); Mapa elaborado por Getúlio Moura (2014) 167
Figura 5.1-36. Gravuras bem marcadas pelo contraste da raspagem. Fonte: SPENCER (2007), in: EIA RIMA, Mhag, p.19 168
Figura 5.1-37. Vista do Riacho do Chaves. Fonte: Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A., SPENCER (2007): in EIA RIMA, Mhag, p.8. 169
Figura 5.1-38. Geossítio Mirantes Serra de João do Vale. Fonte: GALVÃO (2017). 170
Figura 5.1-39. Área da Mina de Sheelita desativada. Fonte: Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A. SPENCER (2007): in EIA RIMA, Mhag, p.16. 171
Figura 5.1-40. A e B: Furnas, cheias de água. Fonte: Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A.,. SPENCER (2007): in EIA RIMA, Mhag, p.13. 172
Figura 5.1-41. Vista da Mina do Bonito e Serra da Caiçarinha ao fundo. Fonte: Acervo Florescer, 2020. 173
Figura 5.1-42. Vista aérea do relevo regional, na área do empreendimento em Jucurutu/RN. 177
Figura 5.1-43. Mapa geomorfológico de Jucurutu. Fonte: Diagnóstico Técnico Participativo – Jucurutu – 2019. Elaborado pela Equipe de Apoio Técnico da UFRN, 2019. 178
Figura 5.1-44. Local da retirada do solo, coleta 01. Coordenadas geográficas: 5°52'52.7"S 36°58'59.3"W. 181
Figura 5.1-45. Difratograma da amostra de solo. 190
Figura 5.1-46. Curva granulométrica para o solo. 192
Figura 5.1-47. Curvas de compactação obtidas nas três energias para o solo. 194
Figura 5.1-48. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açú. 206
Figura 5.1-49. Aquíferos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açú. Fonte: CPRM (2007). 211
Figura 5.1-50 Rede de monitoramento de qualidade de água atual e proposta. Fonte ANA (2018). 213
Figura 5.1-51. Testemunhos dos furos de sonda na ADA, detalhe das profundidades variando entre 73,20 m a 80,90 m, primeira caixa e 127,59 m a 135,41 m na segunda caixa, mostra que o calcário se encontra bastante coeso sem fraturas. 217
Figura 5.1-52. Tipos de pontos d'água cadastrados no município de Jucurutu/RN. 218

Figura 5.1-53. Natureza da propriedade dos terrenos onde existem poços tubulares. 219
Figura 5.1-54. Finalidade do abastecimento dos poços. 220
Figura 5.1-55 . Situação dos poços cadastrados. 221
Figura 5.1-56. Uso da água. 221
Figura 5.1-57. Relação entre poços em uso e desativados. 222
Figura 5.1-58. Qualidade das águas subterrâneas do município. 223
Figura 5.1-59 Área de realização de pesquisa e amostragem de água. Fonte: Google Earth, 2020. 230
Figura 5.1-60. A e B: Protocolo de amostragem. Fonte: NUPPRAR, 2020. 231
Figura 5.1-61. A e B – Análises de campo realizada com auxílio de sonda multiparamétrica. Fonte: NUPPRAR, 2020. 232
Figura 5.1-62. Ponto 1 – Captação da CAERN – Sítio Itans, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020. 234
Figura 5.1-63. Ponto 2 – Comunidade Lagoa Seca, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020. 235
Figura 5.1-64. Ponto 3 - Entre a comunidade Lagoa Seca e a Mina Velha, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020. 236
Figura 5.1-65. Ponto 4 - Mina Velha de Cheelita, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020. 236
Figura 5.1-66. Ponto 5 - Comunidade Mutamba, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020. 237
Figura 5.1-67. Visão parcial da Caatinga e das áreas desnudas que circundam as margens da Barragem ARG. No detalhe na parte central da foto, observa coivaras de desmatamentos e desmatamentos na área ciliar do corpo d'água. Fonte: Acervo da Florescer, 2020. 248
Figura 5.2-1. Proporção das tipologias de vegetação consideradas florestais no estado do Rio Grande do Norte. Fonte: SFB (2018). 253
Figura 5.2-2. Vista geral da vegetação do Seridó, com elevada presença de capim-panasco (*Aristida setifolia* H.B.K.). Fonte: Acervo da Florescer, 2005. 254
Figura 5.2-3. Vista geral da área consolidada do empreendimento. Fonte: Acervo da Florecer Projeto e Consultoria Ambiental. . 255
Figura 5.2-4. Medição do Diâmetro na Base (DNB) (A) e do Diâmetro a Altura do Peito (DAP) (B), utilizando suta finlandesa. Fonte: Acervo Florescer Projetos e Consultoria. 257
Figura 5.2-5. Marcação feita nas parcelas com seu respectivo número. Acervo Florescer Projetos e Consultoria. 258
Figura 5.2-6. Mapa de Localização das Parcelas do Inventário florestal da Mina do Bonito 268
Figura 5.2-7. Gráfico da Riqueza de Espécies nas áreas de influência da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. 279
Figura 5.2-8. A. Marimbondo-cabloco (*Polistes canadensis*); B. Libélula (*Pantala flavescens*). Fonte: Acervo Próprio (2020). 280
Figura 5.2-9. Cupim (*Cornitermes cumulans*). Fonte: Acervo Próprio (2020). 282
Figura 5.2-10. Abelha europeia (*Apis mellifera*). Fonte: Acervo Próprio (2020). 283
Figura 5.2-11. A. Lagartixa (Tropidurus hispidus); B. Briba-de-casa (Hemidactylus mabouia). Fonte: Acervo Próprio (2020). 284
Figura 5.2-12. A. Jararaca-da-caatinga (*Bothrops erythromelas*); B. bribinha-da-caatinga (*Lygodactylus klugei*). Fonte: Acervo Próprio (2020). 286
Figura 5.2-13. A. Seriema *(Cariama cristata);* B. Sabiá-do-campo (*Mimus saturninus);* C. Balança-rabo-de-chapéu-preto *(Polioptila plúmbea);* D. Quiriquiri (*Falco sparverius).* Fonte: Acervo Próprio (2020). 288
Figura 5.2-14. A. Garrinchão-de-bico-grande *(Cantorchilus longirostris);* B. Casaca-de-couro (*Pseudoseisura cristata);* C. Cajaca *(Agelaioides fringillarius);* D. Galo-de-campina (*Paroaria dominicana).* Fonte: Acervo Próprio (2020). 292
Figura 5.2-15. Arribaçã *(Zenaida auriculata).* Fonte: Acervo Próprio (2020). 293
Figura 5.2-16. A. Periguito-da-caatinga (*Eupsittula cactorum*); B. Concriz *(Icterus jamacaii*). Fonte: Acervo Próprio (2020). 294

Figura 5.2-17. A. Maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado (Myiarchus tyrannulus); B. Urubu-cabeça-preta (Coragyps atratus). Fonte: Acervo Próprio (2020). 295
Figura 5.2-18. Galinha (Gallus gallus domesticus) e Galinha-d'angola (Numida meleagris). Fonte: Acervo Próprio (2020). 296
Figura 5.2-19. A. Mocó *(Kerodon rupestres); B.* Préa (*Galea spixii).* 297
Figura 5.2-20. A. Jumento (*Equus asinus*); B. Carneiro (*Ovis aries);* C. Vaca (*Bos taurus*); D. Gato (*Felis catus*). Fonte: Acervo Próprio (2020). 298
Figura 5.2-21. Localização da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, Rio Grande do Norte. Fonte: Medeiros, 2016. 303
Figura 5.2-22. Pontos amostrais de coleta na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Fonte: Google Earth, 2020. 303
Figura 5.2-23. Coleta planctônica com rede de arrasto horizontal. Foto: Juska Mendonça, 2020. 305
Figura 5.2-24. Coleta de material de fundo através da draga de Van Veen. Foto: Juska Mendonça, 2020. 306
Figura 5.2-25. Gráfico da riqueza de espécies de fitoplâncton da Barragem EARG (out., 2020). 308
Figura 5.2-26. Gráfico das espécies fitoplanctônica de maior dominância da Barragem EARG (out. 2020). 308
Figura 5.2-27. Comparativo das duas espécies fitoplanctônicas dominantes nos diferentes pontos amostrais da Barragem EARG (out., 2020). 309
Figura 5.2-28. Aulacoseira sp. (seta vermelha) e Microcystis sp. (seta azul). Foto: Juska Mendonça (2020). 310
Figura 5.2-29. Densidade fitoplanctônica nos diferentes pontos amostrais da Barragem EARG (out., 2020). 312
Figura 5.2-30. Exemplares de fitoplancton da Barragem EARG. Aumento de 10X. (A) *Cyclotella sp.*; (B) *Staurastrum sp.*; (C) *Volvox sp.*; (D) *Anabaena circinalis*; (E) *Microcystis aerouginosa;* (F) *Aphanizomenon sp.* Fotos: Juska Mendonça, 2020. 313
Figura 5.2-31. Gráfico da riqueza de espécies de zooplâncton da Barragem EARG (out., 2020). 314
Figura 5.2-32. Espécie dominante nos diferentes pontos amostrais da Barragem EARG (out., 2020). 316
Figura 5.2-33. Aspecto dos organismos zooplanctônicos observados em microscópio. Foto: Juska Mendonça, 2020. 316
Figura 5.2-34. Gráfico da densidade Zooplanctônica nos diferentes pontos amostrais. 317
Figura 5.2-35. Exemplares de zooplâncton da Barragem EARG. Aumento de 10X. (A) *Argirodiaptomus sp.;* (B) *Brachionus dolabratus;* (C) Gastrópoda; (D) *Mesocyclops sp.*; (E) *Diaphanosoma spinulosum;* (F) *Ceriodaphnia cornuta*; (G) *Brachionus falcatus*; (H) *Filina opoliensis.* Foto: Juska Mendonça, 2020. 318
Figura 5.2-36. Bivalvas (A) e Melanoides tuberculata (B) da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Foto: Juska Mendonça, 2020. 321
Figura 5.2-37. Gastrópoda *Pomacea lineata* as margens da Barragem Armando Ribeiro Gonçalvez. Foto: Juska, 2020. 321
Figura 5.2-37. *Macrobrachium amazonicum* (A) e Armadilha para captura do *M. amazonicum* (B). Foto: Arquivo Juska Mendonça, 2006. 322
Figura 5.2-38. Banco de macrófitas as margens da barragem Armando Ribeiro. Foto: Juska Mendonça (2020). 323
Figura 5.2-39. Abudância da *Eichhornia* sp. as margens da Armando Ribeiro Gonçalves. Foto: Juska Mendonça (2020). 324
Figura 5.2-40. *Eichhornia* sp. (A); detalhe de suas raízes (B). Foto: Juska Mendonça (2020). 325
Figura 5.2-41. *Pistia stratiotes* (A); detalhe de seu enraizamento (B). Fotos: Juska Mendonça (2020). 325
Figura 5.2-42. Exemplares da ictiofauna pescados na Barra Armando Ribeiro Gonçalves: *Cichla monoculus* (A), *Oreochromis niloticus* (B), *Hoplias malabaricus* (C), *Prochilodus brevis* (D). Foto: Juska Mendonça (2020). 327
Figura 5.2-43. *Triportheus signatus* (**A**), *Pygocentrus nattereri* (**B**), *Crenicichla menezesi* **(C)** e *Parauchenipterus galeatus* (**D**). Foto: Arquivo Juska Mendonça (2006). 328
Figura 5.2-44. Feirante tratando o peixe pescado na Barragem ARG, na feira livre de Jucurutu/RN. Foto: Juska Mendonça (2020). 332

FIGURA 5.2-45. MARMELEIRO (*CROTON SONDERIANUS*) (A); ANGICO (*ANADENANTHERA MACROCARPA*) (B); IMBURANA (*COMMIPHORA LEPTOPHLOEOS*) (C) E MANIÇOBA (*MANIHOT GLAZIOVII*) (D). FONTE: ACERVO PRÓPRIO (2020). 339

FIGURA 5.2-46. BALANÇA-RABO-DE-CHAPÉU-PRETO (*POLIOPTILA PLÚMBEA*) (A); QUIRIQUIRI (*FALCO SPARVERIUS*) (B). FONTE: ACERVO PRÓPRIO (2020)..... 340

FIGURA 5.2-47. GARRINCHÃO-DE-BICO-GRANDE (*CANTORCHILUS LONGIROSTRIS*) (A); CASACA-DE-COURO (*PSEUDOSEISURA CRISTATA*) (B); CAJACA (*AGELAIOIDES FRINGILLARIUS*) (C); GALO-DE-CAMPINA (*PAROARIA DOMINICANA*) (D). FONTE: ACERVO PRÓPRIO (2020). 341

FIGURA 5.2-48. GALINHA (GALLUS GALLUS DOMESTICUS) E GALINHA-D'ANGOLA (NUMIDA MELEAGRIS). FONTE: ACERVO PRÓPRIO (2020). 342

FIGURA 5.2-49. JUMENTO (*EQUUS ASINUS*) (A); CARNEIRO (*OVIS ARIES*) (B); VACA (*BOS TAURUS*) (C). FONTE: ACERVO PRÓPRIO (2020). 343

LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1. Resumo dos principais parâmetros do Projeto da Marajoara e do Projeto Produção de 2,0 MTPA de Pellet Feed. 22
Tabela 3.2. Reservas de Minério de Ferro da Mina do Bonito 31
Tabela 3.3 Principais Parâmetros do Projeto Produção de Pellet Feed 2,0 MTPA 34
Quadro 3.1. Demonstrativo do Projeto da Marajoara e do Projeto Produção de2,0 MTPA de Pellet Feed. 38
Tabela 3.4. lavra para as cimenteiras - planejamento de lavra inicial, local: região da cava c - furos BTO FSR 036 E BTO FSR 093. . 40
Tabela 3.5. principais parâmetros referentes ao regime operacional para produção de 2,0 MTPA de Pellet Feed. 41
Tabela 3.6. Recursos de Minério de Ferro da Mina do Bonito por Domínio Litológico 43
Tabela 3.7. Reservas de Minério de Ferro da Mina do Bonito 44
Tabela 3.8. Produção anual de pellet feed, minério ROM, estéril e movimentação total da mina. 45
Tabela 3.9. Produção anual de pellet feed, minério, estéril e rejeito 45
Tabela 3.10. Pilha combinada de rejeito e estéril. 46
Tabela 3.11. Lista de máquinas e equipamentos da a operar na Mina do Bonito. 48
Tabela 3-12. Lista de equipamentos e veículos auxiliares a operar na Mina do Bonito. 49
Tabela 3.13. Infraestrutura Atual Existente da Mina do Bonito. 58
Tabela 3.14. Infraestrutura a ser Construída para a Mina do Bonito, 2,0 MTPA. 59
Tabela 3.15. Dados da outorga emitida pela ANA à Mhag Serviços e Mineração S/A., para captação de água no Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, em Jucurutu/RN. 65
Tabela 3.16. Históricos da Qualidade da Água na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves – (BARG) e Mina do Bonito, período de 2006 a 2013 75
Tabela 3.17. Tipos de materiais estéreis existentes na Mina do Bonito. 94
Tabela 4-1. Coordenadas da Poligonal do Processo ANM nº 848.211/2003. 112
Tabela 5.1-1. Precipitação mensal e total anual (mm) em Jucurutu, no período de 1985 a 2020. 120
Tabela 5.1-7. Coluna Estratigráfica Simplificada da Mina do Bonito 162
Tabela 5.1-2. Quadro síntese dos valores e classificações da geodiversidade *in situ* e *ex situ* das áreas de influências do empreendimento. 174
Tabela 5.1-3. Intervalo aproximado do coeficiente de permeabilidade (k), para diversos tipos de solos. Fonte: Modificado de Marsal & Reséndiz (1975). 186
Tabela 5.1-4. Resumo dos coeficientes obtidos através do ensaio de Mini-MCV e Perda de Massa por Imersão. 188
Tabela 5.1-5. Resultado da análise química semiquantitativa da amostra de solo. 189
Tabela 5.1-6. Resumo das massas específicas dos sólidos. 191
Tabela 5.1-7. Resumo dos coeficientes de permeabilidade e demais parâmetros relevantes. 193
Tabela 5.1-8. Resultados dos ensaios de compactação. 194
Tabela 5.1-9. Análises Físicas e Químicas do Luvissolo na Mina do Bonito. 197
Tabela 5.1-9. Análises Físicas e Químicas do Luvissolo na Mina do Bonito. (continuação) 198
Tabela 5.1-10. Análises Físicas e Químicas do Neossolo na Mina do Bonito. 202
Tabela 5.1-11. Participação das unidades da federação na bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu 207
Tabela 5.1-12. Disponibilidade Hídrica Subterrânea por UPH. 208

Tabela 5.1-13. Aquíferos da bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu. Fonte: CPRM (2007). 210
Tabela 5.1-14. Índices urbanos de coleta e tratamento de esgotos por UPH..... 215
Tabela 5.1-15. Situação dos poços cadastrados conforme a finalidade do uso. 220
Tabela 5.1-16. Classificação das águas considerando STD (Sólidos Totais Dissolvidos). 223
Tabela 5.1-17. Qualidade das águas subterrâneas no município conforme a situação do poço. 223
Tabela 5.1-18. Situação atual dos poços cadastrados no município de Jucurutu/RN. 224
Tabela 5.1-19. Planilha de dados das fontes de abastecimento. 225
Tabela 5.1-20. Localização dos Pontos de Amostragem. 229
Tabela 5.1-21. Metodologias utilizadas. 233
Tabela 5.1-22. Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nas amostras coletadas nos 5 pontos deste monitoramento. 237
Tabela 5.1-22. Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nas amostras coletadas nos 5 pontos deste monitoramento. (Continuação) 238
Tabela 5.1-23. Comparação da Vazão de Outorga com o consumo de água no processo industrial e doméstico do empreendimento. 243
Tabela 5.1-1. Percentual de ocorrência das principais espécies lenhosas encontradas no Seridó-RN. 254
Tabela 5.2-2. Classes de áreas basais estabelecidas. 258
Tabela 5.2-3. Resultado do estoque geral por classe de diâmetro. 259
Tabela 5.2-4. Valor do estoque florestal individual por espécie. 261
Tabela 5.2-5. Estrutura Horizontal da Vegetação na ADA. 262
Tabela 5.2-6. Resumo dos Índices de diversidade da Area de Influência Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, Jucurutu/RN. 264
Tabela 5.2-7. Resultado da produção madeireira do empreendimento. 264
Tabela 5.2-8. Resultado da análise estatística do volume real e empilhado para 26 parcelas amostradas. 266
Tabela 5.2-9. Coordenadas de localização das parcelas na ADA. 267
Tabela 5.2-10. Lista das espécies encontradas na área de estudo. 269
Tabela 5.2-11. Quantidade de indivíduos de cada espécies encontradas em cada parcela amostral. 271
Tabela 5.2-12. Coordenadas do percurso feito na amostragem da avifauna, pelo método de transecto. 277
Tabela 5.2-13. Coordenadas dos pontos fixos de amostragem da avifauna. 277
Tabela 5.2-14. Invertebrados registrados na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado). 280
Tabela 5.2-14. Invertebrados registrados na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado). (Continuação) 281
Tabela 5.2-15. Herpetofauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado). 285
Tabela 5.2-16. Avifauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado. 288
Tabela 5.2-16. Avifauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado. (Continuação) 289

Tabela 5.2-16. Avifauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado. (Continuação) 290

Tabela 5.2-16. Avifauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado. (Continuação) 291

Tabela 5.2-17. Mastofauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; VU: Vulnerável; EN: Em Perigo e NA: não ameaçado. 299

Tabela 5.2-18. Coordenadas Geográficas dos pontos amostrais..... 304

Tabela 5.2-19. Classes de fitoplâncton da Barragem EARG, no período de outubro de 2020. 307

Tabela 5.2-19. Classes de zooplâncton da Barragem EARG, no período de outubro de 2020..... 315

Tabela 5.2-20. Composição taxonômica da comunidade de invertebrados bentônicos na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, RN. 319

Tabela 5.2-21. Profundidade dos pontos amostrais (metros). 320

Tabela 5.2-22. Lista das espécies de peixes na Barragem EARG. 329

Tabela 5.2-23. Composição taxonômica da comunidade de peixes na Barragem EARG. 330

Tabela 5.2-24. Síntese da composição florística da área diretamente afetada da Mina do Bonito. 336

Tabela 5.2-25. Importância ecológica das espécies ocorrentes nas áreas de influência diretamente afetada da Mina do Bonito. 338

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DO EMPREENDIMENTO

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

- Nome: MHAG Serviços & Mineração S/A
- Razão Social: MHAG Serviços & Mineração S/A;
- Endereço completo: Avenida Amintas Barros, 3.700, Edifício CTC Business, Sala 1804, Lagoa Nova, Natal/RN
- CEP: 59.075-250
- CNPJ: 05.116.209/0001-39
- Inscrição Estadual: Isento
- Endereço para correspondência: Avenida Amintas Barros, 3700, Edifício CTC Business, Sala 1804, Lagoa Nova, Natal/RN
- CEP: 59.075-250
- Localização (Município, Distrito, Estado): Sítio Bonito, S/N, zona rural do município de Jucurutu/RN
- CEP: 59.330-000

1.2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

- Nome do Empreendimento: MHAG Serviços e Mineração S.A.;
- Nome do Responsável pelo Empreendimento: Pio Egídio Sacchi
- Profissão: Engenheiro civil
- Número do telefone: (84) 9.9133.3201
- E-mail: piosacchi@mhag.com.br
- Localização do Empreendimento: Mina do Bonito, Zona Rural, S/N – Jucurutu/RN;
- CNPJ: 05.116.209/0004-81;
- Inscrição Estadual: 20.200.364-7;
- Processo ANM: 848.211/2003.

2. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA

- Nome e Razão Social: Florescer Projetos e Consultoria Ambiental;
- Endereço para correspondência e localização: Rua. Américo Soares Wanderley, 1855 – Capim Macio, Natal/RN, CEP 59.082-060;
- Inscrição Municipal: 7416-0/02;
- CNPJ: 05.021.717/0001-33;
- Cadastro Técnico Federal IBAMA: Nº 472752;
- Nome do Responsável Legal: Adailton José Epaminondas de Carvalho;
- Contato do Responsável: (84) 9 9611-1951;
- E-mail: fpc.projetos@gmail.com

3. LOCALIZAÇÃO, OBJETIVOS E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

3.1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A Mina do Bonito, está localizada no município de Jucurutu, no Rio Grande do Norte, região Nordeste do Brasil (Figura 3.1).

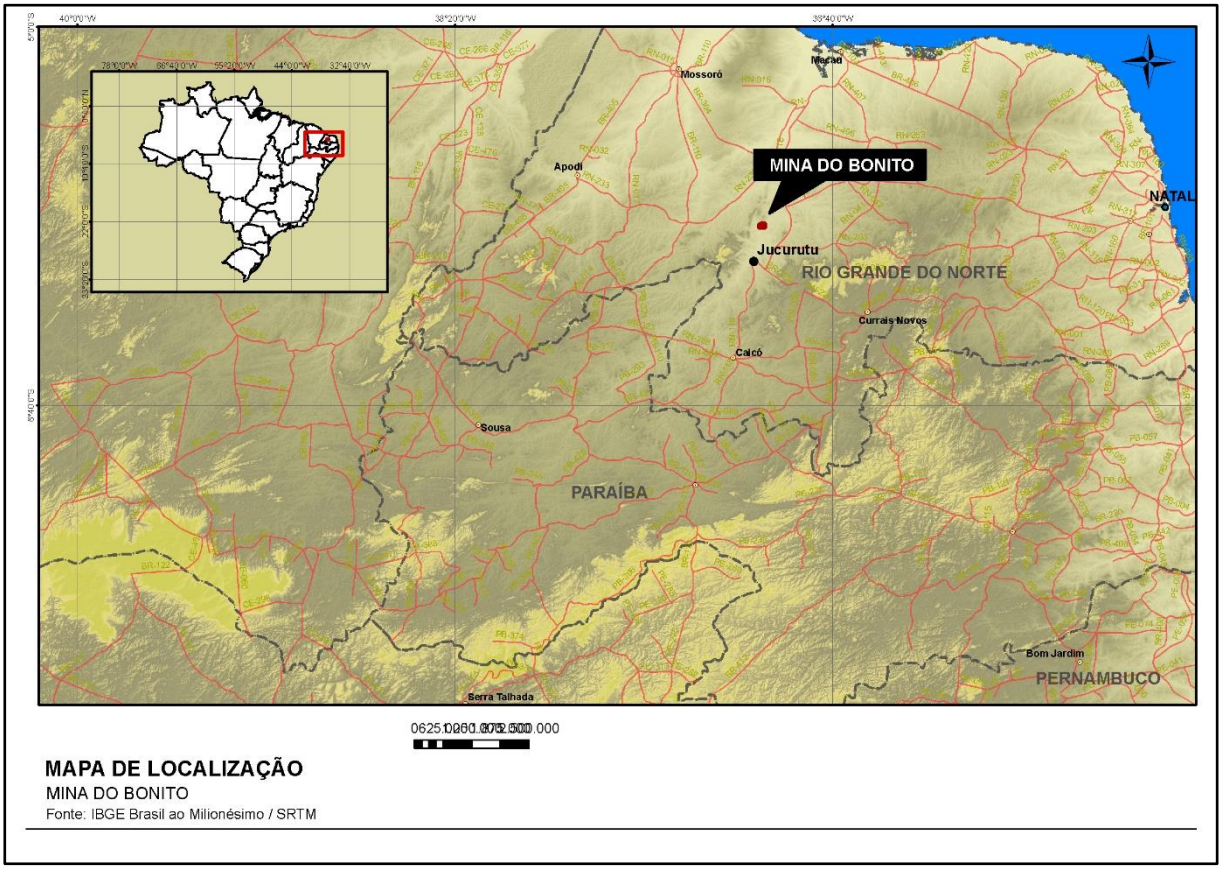


Figura 3.1. Mapa de localização geográfica da Mina do Bonito, em Jucurutu/RN. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A.

3.2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO

O objetivo do empreendimento da Mhag Serviços & Mineração S/A., é executar o aproveitamento econômico da reserva de minério de ferro da Mina do Bonito, com etapas de lavra, beneficiamento, para produção de 2,0 MTPA de pellet feed.

3.2.2. O EMPREENDIENTO

O empreendimento tem dois focos principais:

Foco 1

O licenciamento ambiental de extração e beneficiamento de minério de ferro em uma unidade de britagem móvel do tipo Marajoara, para produção de brita de minério de ferro, a ser comercializada para as indústrias cimenteiras da região, com produção mensal inferior a 1.500 m³/mês ou 4.950 t/mês de minério de ferro de baixo teor.

Foco 2

Licenciamento ambiental para extração e beneficiamento de minério de ferro em uma unidade fixa de beneficiamento para produção e exportação de concentrado moído do tipo pellet feed, com produção mensal 50.606 m³ ou 167.000 t de pellet feed de alto teor, corresponde a 2,0 MTPA., conforme resumo que segue.

Tabela 3-1. Resumo dos principais parâmetros do Projeto da Marajoara e do Projeto Produção de 2,0 MTPA de Pellet Feed.

Item	Descrição	Projeto Marajoara menos de 1.500 m³/mês	Projeto Produção de Pellet Feed 2,0 MTPA
1	Produto	Brita de minério de ferro de baixo teor	Pellet feed (concentrado moido) de alto teor
2	Aplicação	Produção de cimento	Produção de aço
3	Clientes	Fábricas de cimento dos estados do RN, PB e CE - mercado interno	Clientes localizados no estrangeiro - mercado externo - exportação
4	Processo ANM	848.211/2003	848.211/2003
5	Entrada em operação	Curto Prazo - Em 02 meses	Médio Prazo - Em 24 meses
6	Data de início da operação	ago/21	novembro/22
7	Local	Mina do Bonito - Jucurutu/RN	Mina do Bonito - Jucurutu/RN
8	Produção Mensal	Menos de 1.500 m³ - < 4.950 t	50.606 m³ - 166.667 t
9	Produção Anual	18.000 m³ - 59.400 t	2.000.000 t (2,0 MTPA - 2 Milhões de Toneladas Por Ano)
10	Vida útil do projeto	17 anos	17 anos
11	Número de Funcionários	19 funcionários total - Mhag + Terceirizadas	300 funcionários total - Mhag + Terceirizadas
12	Extração	Lavra a céu aberto em bancadas descendentes de 10 m de altura do minério de ferro tipo itabirito pobre	Lavra a céu aberto em bancadas descendentes de 10 m de altura do minério de ferro tipo itabirito rico
13	Extração - operações	Perfuração, desmonte com explosivos, carregamento e transporte - operações terceirizadas	Perfuração, desmonte com explosivos, carregamento e transporte - operações terceirizadas
14	Extração - regime de operação	Uma semana por mês de segunda a sexta feira um turno por dia	300 dias por ano X 3 turnos de trabalho X 24 horas por dia
15	Beneficiamento - via	Beneficiamento - via seca	Beneficiamento - via úmida
16	Beneficiamento - Britagem e Peneiramento	Britagem primária e secundária (dois estágios) e peneiramento (um estágio)	Britagem e peneiramento em três estágios (primário, secundário e terciário) via seca
17	Beneficiamento - Moagem	Não haverá moagem	Moagem via úmida em dois estágios - primária e secundária
18	Beneficiamento - Concentração	Não haverá concentração	Concentração via úmida por separação magnética e posteriormente espessamento e filtragem
19	Beneficiamento - tipo de britagem	Britagem móvel simples sobre carreta do tipo Marajoara	Britagem fixa sobre bases de concreto
20	Beneficiamento - operação	Operação própria - aquisição da Marajoara	Operação própria - aquisição de todos os equipamentos

Tabela 3-1. Resumo dos principais parâmetros do Projeto da Marajoara e do Projeto Produção de 2,0 MTPA de Pellet Feed. (Continuação).

Item	Descrição	Projeto Marajoara	Projeto Produção de Pellet Feed 2,0 MTPA
21	Beneficiamento - Quantidade Equipamentos	4 unidades	183 unidades
22	Beneficiamento - regime de operação	Duas semanas por mês de segunda a sexta feira um turno por dia	365 dias por ano X 3 turnos de trabalho x 24 horas por dia
23	Água	Operação via seca	A Mhag Mineração tem Outorga de Uso da Água da ANA - Agência Nacional de Águas para uso da água da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves
24	Energia Elétrica	Será fornecida por geradores a óleo diesel	Construção de uma Linha de Transmissão e de Subestação Rebaixadora de Alta Tensão
25	Energia Elétrica - Potência Instalada	150 CV	20.277 CV
26	Necessidade de implantar infraestrutura	Não. Utilizar a infraestrutura atual existente	Sim. Utilizar a infraestrutura atual existente com reformas e adequações, fazer obras civis novas
27	Expedição	Sim - Carregamento das carretas por pás carregadeiras de pneus	Sim - Carregamento das carretas por pás carregadeiras de pneus
28	Expedição - operação	Operação própria - uso de 1 das 4 unidades - pá carregadeira de pneus Volvo L 120 E de propriedade da Mhag Mineração	Operação própria - uso das 4 unidades - pá carregadeira de pneus Volvo L 120 E de propriedade da Mhag Mineração
29	Pesagem - operação	Operação própria - uso da balança rodoviária atual existente	Operação própria - uso da balança rodoviária atual existente + implantação da segunda unidade
30	Destino das carretas	Fábricas de cimento - RN, PB e CE	Porto do Mangue em fase de concessão
31	Estrada de acesso a Mina	Uso da estrada de terra atual existente com 17 km de extensão	Estrada de terra atual existente com 17 km de extensão
32	Condição de Venda do Produto	FOB - Mina do Bonito - carregado em carretas	FOB - Porto do Mangue - carregado em navios
33	**Valor do Investimento do Projeto**	**R$ 1.000.000,00**	**R$ 279.000.000,00**
34	Licenciamento Ambiental no IDEMA	**EIA RIMA único para os dois projetos**	

3.2.2.1. SÍNTESE HISTÓRICA DA PRODUÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO NA MINA DO BONITO PERÍODO 2003 A 2021

A figura 3.2, que segue, mostra a síntese do histórico das operações para produção de minério de ferro na Mina do Bonito em Jucurutu/RN, período entre 2003 a 2021, com início nas atividades de pesquisa, prospecção mineral, implantação de infraestrutura da mina para operacionalidade da lavra, na primeira fase de operação que ocorreu entre 2006 e 2009, com a produção e exportação de 500.000 t de minério de ferro do tipo lump ore e sinter feed pelo Porto de Suape em Pernambuco, correspondente a primeira fase operacional da mina.

Em seguida a primeira fase, elaborou-se estudos para implantação do novo projeto para produção de 1.200.000 t por ano de pellet feed. A partir de 2012 as operações tiveram suas atividades paralisadas se estendendo até 2015, quando houve a retomada das atividades para comercialização de 150.000 t de finos de minério de ferro (rejeitos) produzido durante a primeira fase para as cimenteiras da região, se estendendo até 2020.

A partir de então, a Mhag Serviços e Mineração S/A., solicitou junto ao IDEMA, licenciamento ambiental para produção de 2,0 MTPA de pellet feed, Figura 3.3 que se encontra em desenvolvimento com a elaboração deste Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA.

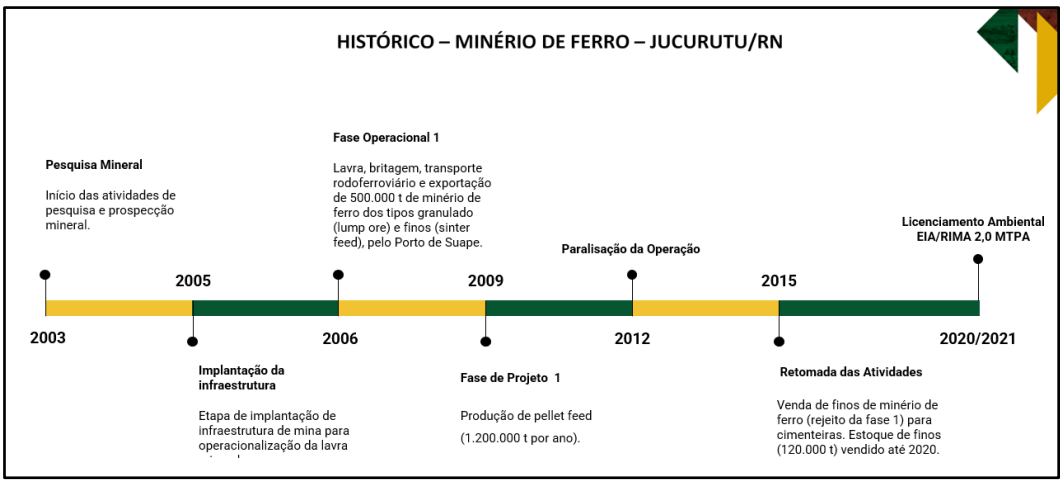


Figura 3.2. Síntese Histórica da Produção de Minério de Ferro na Mina do Bonito Período 2003 a 2021



Figura 3.3. Amostra de Pellet Feed. Fonte. Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A.



Figura 3.4. Vista geral da Mina do Bonito. Fonte. Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A.

A seguir será apresentada uma síntese dos dois projetos da Mhag Serviços e Mineração S/A., que estão contemplados neste EIA RIMA.

3.2.2.2. SUMÁRIO PARA PRODUÇÃO DE BRITA DE MINÉRIO DE BAIXO TEOR

Corresponde a retomada da lavra e beneficiamento em britagem móvel do tipo Marajoara, do itabirito para produção de brita de minério com teor de 40 % de Fe para atendera as cimenteiras, o volume a ser extraído será inferior a 1.500 m³ mensais a ser iniciado a partir de agosto de 2021.

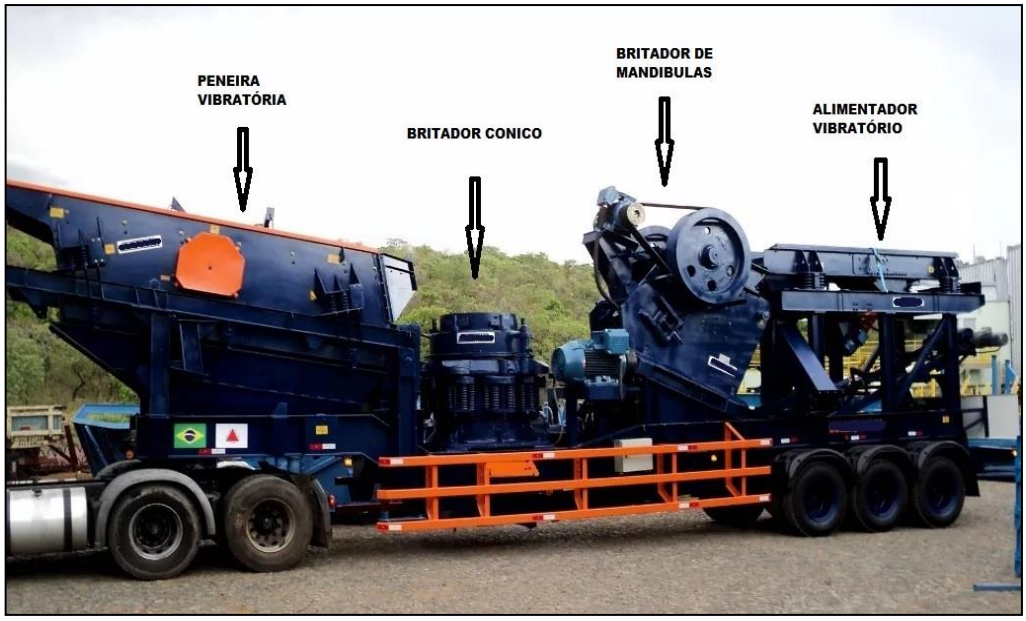


Figura 3.5. Vista de uma unidade de britagem móvel – Equipamento do tipo Marajoara.

3.2.2.3. SUMÁRIO EXECUTIVO – PROJETO 2,0 MTPA PELLET FEED

O projeto, prevê a produção de 2,0 MTPA, (dois milhões de toneladas por ano) de pellet feed, nome comercial do concentrado de minério de ferro, moído superfino.

O projeto é classificado como brownfield, refere-se a um sistema integrado de produção e logística de minério de ferro a ser implantado no Brasil, na região nordeste, no estado do Rio Grande do Norte, nos municípios de Jucurutu e Porto do Mangue, englobando mina, usina de processamento, expedição, logística rodoviária e porto.

A logística portuária a ser implantada do município de Porto do Mangue, será licenciada subsequente a este projeto de 2,0 MTPA de pellet feed.

A Mina do Bonito, está localizada no município de Jucurutu. O processo de lavra na mina será feito a céu aberto, pelos métodos convencionais, inicialmente em flanco, acompanhando a encosta da serra do Bonito e posteriormente em cava.

Nas proximidades da Mina do Bonito, interior da ADA (Área Diretamente Afetada), será construída a usina de processamento de minério seguindo as seguintes etapas: britagem, peneiramento, moagem, separação magnética e filtragem. Na filtragem será gerado o pellet feed que será transportado em carretas.

O rejeito gerado no processamento do minério será filtrado semelhante ao pellet feed. O rejeito terá como destinação final, uma pilha combinada de codisposição controlada junto com o estéril da mina, construída segundo parâmetros geotécnicos. Não haverá barragem de rejeito.

A logística de transporte será rodoviária, a partir de estradas municipais, estaduais e federais já existentes, com a utilização de carretas basculantes para transportar o pellet feed, até o município de Porto do Mangue.

No município de Porto do Mangue, será construído um porto, na modalidade de um TUP – Terminal de Uso Privativo e operação de transhipment.

No TUP, o pellet feed será recebido, estocado e carregado em barcaças, que correspondem às operações portuárias onshore (em terra).

As barcaças serão tracionadas por empurradores para um local onde será feita a operação de transhipment (transbordo) para os navios graneleiros tipo capesize. Estas etapas serão as operações portuárias offshore (no mar).

A estratégia geral adotada pela Mhag Serviços e Mineração S/A., será a de terceirizar as operações na mina, expedição do minério, logística rodoviária e operações portuárias offshore. O planejamento de lavra, controle de produção, operações de britagem, moagem, concentração, espessamento e filtragem, controle de qualidade e operações portuárias onshore serão de responsabilidade da Mhag Serviços e Mineração S/A.

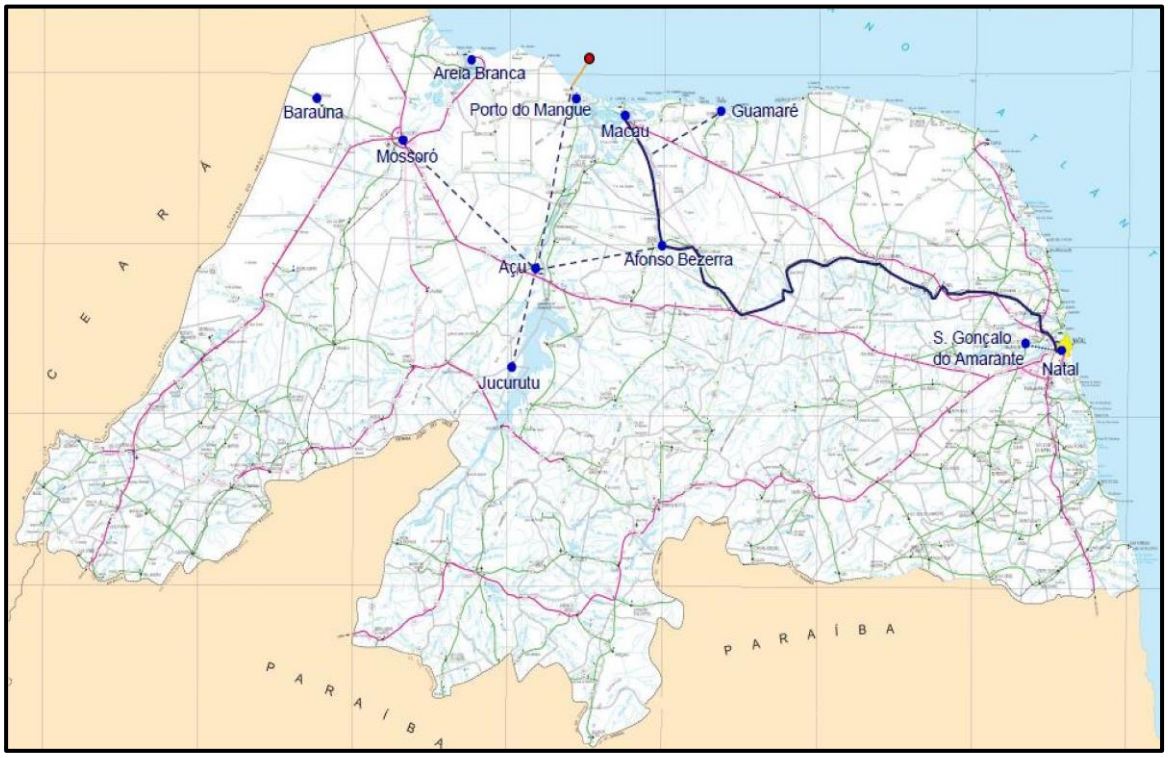


Figura 3.6. Mapa de Localização dos municípios de Jucurutu e Porto do Mangue, no RN. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A.

3.2.2.4. LOCALIZAÇÃO

A Mina do Bonito situa-se no município de Jucurutu/RN, local onde será construída também a usina de processamento de minério de ferro.

A logística será rodoviária a partir de estradas municipais, estaduais e federais já existentes e o porto será construído no município de Porto do Mangue/RN, na modalidade de um TUP – Terminal de Uso Privativo.

No porto serão carregadas barcaças graneleiras que farão o transporte até alto mar, onde será feita uma operação de transhipment para carregamento de navios graneleiros do tipo capesize. A figura 3.7, mostra a localização do projeto.



Figura 3.7. Mapa de Localização do Projeto, Mina do Bonito e Porto do Mangue

3.2.2.5. INFRAESTRUTURA LOCAL

Na Mina do Bonito existe atualmente uma infraestrutura básica composta por: estrada de acesso, escritório, refeitório, ambulatório, vestiário, laboratório, oficina, galpões, redes de água, esgoto, energia elétrica e sistema de comunicações. Esta infraestrutura será aproveitada, reformada e ampliada.

A água será captada da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, distante cerca de 2,0 km da Mina do Bonito. A Mhag Serviços e Mineração S/A., possui outorga para uso de água emitida pela ANA – Agência Nacional de Águas, que está sendo renovada.

Atualmente não existe energia elétrica disponível para utilização industrial. A energia gerada para o uso nas atividades pretéritas, era fornecida a partir de grupos geradores a óleo diesel.

Com o novo Projeto, será construído um sistema elétrico completo com entrada de linha de 69 KV, linha de transmissão e subestações rebaixadoras principal e secundária para atendimento da demanda de energia elétrica para o projeto.

Em relação a Porto do Mangue toda a infraestrutura necessária será construída subsequente ao projeto da mina do Bonito.

3.2.2.6. DIREITOS MINERÁRIOS

O direito minerário que corresponde ao processo DNPM 848.211/2003, está em nome da empresa Mhag Serviços & Mineração S/A. Neste processo se encontra inserido a Mina do Bonito, cuja área total é de 425,49 hectares.

3.2.2.7. RESERVAS DE MINÉRIO DE FERRO

A reserva de minério de ferro da Mina do Bonito, soma 111,5 Mt (base seca), com teores globais de 27.47% de Fe, 53.30% de SiO2, 0.89% de Al2O3, 0.04% de P, 0.31% de Mn e 0.81% de PF, conforme demonstrado na tabela 3.2.

A relação estéril minério global é de 1,07 t/t.

Tabela 3.2. Reservas de Minério de Ferro da Mina do Bonito

Período	Minério	Estéril	Fe (%)	SIO_2 %	Al_2O_3 %	P %	Mn %	PF %
1	1.962.764	141.311	28,15	54,96	0,69	0,042	0,311	1,72
2	1.995.296	28.819	26,75	57,42	0,70	0,038	0,333	1,63
3	1.962.764	130.579	27,80	54,01	0,68	0,037	0,276	1,31
4	1.995.296	27.825	30,89	51,78	0,63	0,040	0,232	1,43
5	1.962.764	31.005	31,20	49,82	0,68	0,042	0,300	1,68
6	1.995.296	27.229	31,19	50,18	0,53	0,040	0,270	1,47
7	19.811.988	19.528.976	27,60	53,47	1,08	0,045	0,325	1,55
8	19.801.893	23.761.738	28,24	53,13	0,78	0,040	0,320	0,95
9	19.801.144	23.760.563	27,32	52,33	0,84	0,040	0,295	0,51
10	19.801.144	26.978.524	27,57	52,84	0,81	0,039	0,316	0,29
11	19.811.988	24.697.470	25,77	54,74	1,08	0,033	0,324	0,31
12	677.209	344.831	20,45	57,44	1,41	0,031	0,226	0,22
Total	**111.579.546**	**119.458.870**	**27,47**	**53,30**	**0,89**	**0,040**	**0,310**	**0,81**

Esta reserva atual permite uma operação anual de lavra a céu aberto de 6,6 Mt de minério bruto (ROM – Run Of Mine), durante 17 anos no mínimo. Para uma produção anual de 2,0 Mt de pellet feed, a produção total será de 34 Mt de pellet feed.

3.2.2.8. PLANEJAMENTO DE LAVRA

A lavra da Mina do Bonito será a céu aberto com produção de 6,6 Mt por ano de minério bruto (ROM) para uma produção de 2,0 Mt de pellet feed anual. Serão necessários 3,3 t de minério bruto (ROM) para se produzir uma tonelada de concentrado final do tipo pellet feed. A lavra será feita conforme a sequência apresentada a seguir:

- Perfuração:
- Desmonte com Explosivos:
- Desmonte Mecânico:
- Carregamento:
- Transporte:

3.2.2.9. USINA DE PROCESSAMENTO

Com base na produção anual de 6,6 Mt de minério bruto (ROM) na Mina do Bonito, a recuperação mássica será de 30,17 %, e a recuperação metalúrgica de 68,1 %. A usina de processamento irá produzir somente pellet feed, correspondendo a uma produção anual de 2,0 Mt.

Basicamente as principais etapas do processamento do minério serão as operações de britagem e peneiramento, moagem, separação magnética, classificação, deslamagem, espessamento e filtragem. Na filtragem será gerado o pellet feed.

O rejeito gerado será espessado e filtrado, semelhante o pellet feed. Ele terá como destinação final uma pilha de codisposição conjunta com o estéril. Não haverá barragem de rejeito.

3.2.2.10. INFRAESTRUTURA DE LOGÍSTICA

A logística será rodoviária com uma distância média de transporte de 155 km da Mina do Bonito, localizada em Jucurutu até Porto do Mangue, realizada por estradas municipais, estaduais e federais existentes, que se encontram em bom nível de conservação.

As carretas a serem utilizadas pela empresa transportadora a ser contratada, poderão ser dos tipos rodotrem (54 t de carga líquida) bitrem (38 t de carga líquida) ou com três eixos espaçados (38 t de carga líquida), respeitando-se os limites de carga e de velocidade para cada referida composição.

3.2.2.11. PORTO

No município de Porto do Mangue será construído um porto, na modalidade de um TUP – Terminal de Uso Privativo com capacidade de estocagem de 500.000 t de pellet feed, na forma de uma pilha de estoque alongada.

O sistema de carregamento das barcaças será feito a partir da retomada do pellet feed estocado na pilha por pás carregadeiras de pneus, que alimentarão duas moegas com alimentadores de correia, que direcionarão o material para um transportador de correia longitudinal à pilha de estoque com capacidade de 3.000 t/h.

3.2.2.12. PRINCIPAIS PARÂMETROS DO PROJETO PRODUÇÃO DE PELLET FEED 2,0 MTPA

Os principais parâmetros do projeto de pellet feed 2,0 MTPA estão mostrados na tabela 3.3.

Tabela 3.3 Principais Parâmetros do Projeto Produção de Pellet Feed 2,0 MTPA

Item	Projeto	Produção de Pellet Feed 2,0 MTPA
1	Pellet Feed - Produção Anual	2 **M**ilhões de **T**oneladas **P**or **A**no - **2,0 MTPA**
2	Pellet Feed - Umidade Projetada	8,0%
3	Pellet Feed - Teor de Ferro	66,0%
4	Vida Útil do Projeto	17 anos
5	Produção Total do Projeto	34 milhões de toneladas
6	Mina	Mina do Bonito - Jucurutu/RN
7	Método de Lavra	A Céu Aberto em Bancadas Descendentes (Flanco)
8	Recurso de Minério de Ferro - Medido - t	46.672.934 t, @* 28,40 % Fe
9	Recurso de Minério de Ferro - Indicado - t	93.584.770 t @ 26,68 % de Fe
10	Recurso de Minério de Ferro - Medido + Indicado - t	140.257.704 t @ 27,54 % de Fe
11	Recurso de Minério de Ferro - Inferido - t	106.725.216 t @ 23,79 % de Fe
12	Recurso de Minério de Ferro - Total - t	246.982.920 t @ 25,75 % de Fe
13	Reserva de Minério de Ferro - Total - t	111.234.567 @ 27,47 % de Fe
14	Relação Estéril Minério	1,07 t Estéril / t Minério (ROM)
15	Produção Anual de Minério - ROM	6.600.000 t
16	Usina – Métodos de Cominuição	Britagem em 3 estágios e Moagem em 2 estágios
17	Usina – Métodos de Concentração	Separação Magnética de Baixa, Média e Alta Intensidade
18	Usina - Recuperação Mássica	30,17%
19	Usina - Recuperação Metalúrgica	68,10%
20	Usina - Razão de Concentração	3,3 t Minério ROM / t Pellet Feed
21	Logística	Via Rodoviária
22	Distância de Transporte	155 km
23	Porto	Porto do Mangue/RN
24	Porto - Modalidade	TUP - Terminal de Uso Privativo
25	Operação Portuária	Carregamento de Barcaças e Transporte com Empurrador
26	Carregamento dos Navios	Transshipment
27	Tipo de Navio	Capesize - 180.000 t DWT

@* - Significa a um teor de:

3.3. DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

A Mina do Bonito está inserida no direito minerário referente ao processo DNPM 848.211/2003, cujo titular é a empresa Mhag Serviços & Mineração S/A. O referido processo é composto:

I. Alvará de Pesquisa Nº 2.399 de 17/03/2004, com área de 555,26 ha;

II. Posteriormente, houve a publicação da Portaria de Lavra para minério de ferro, Nº 237, de 31/07/2006 com área de 425,44 ha, delimitada por um polígono que tem um vértice a 1.348 m, no rumo verdadeiro de 53°16' SE, do ponto de Coordenadas Geográficas: Latitude 05°51'31,1'' S e Longitude 36°59'29,2'' W e os lados a partir desse vértice, com os seguintes comprimentos e rumos verdadeiros: 1.725,00 m - E, 1.709,13 m - S, 2.800,00 m - W, 1.215,00 m - N, 1.075,00 m - E, 494,13 m – N.

As reservas de minério de ferro da Mhag Serviços & Mineração S/A., aprovadas pelo antigo DNPM, atual ANM correspondem a um total global de 239.922.000 t (reservas medidas + indicadas + inferidas)

A Mhag Serviços & Mineração S/A., possui também o termo de Imissão de Posse da área emitido pelo ANM em 22 de agosto de 2008. Todos estes documentos legais fazem parte dos anexos deste EIA/RIMA.

A Figura 3.8 mostra uma vista geral da área da Mina do Bonito e imediações. Em seguida, a Figura 3.9 apresenta o mapa aerofotogramétrico e a Figura 3.10 apresenta o arranjo geral da Mina do Bonito, ambas com o contorno da poligonal do processo ANM 848.211/2003. Enquanto, a Figura 3.11 mostra a localização das propriedades dos superficiários existentes na Mina.



Figura 3.8. Vista geral da Mina do Bonito, em Jucurutu/RN. Fonte: Mhag Serviços e MineraçãoS/A.

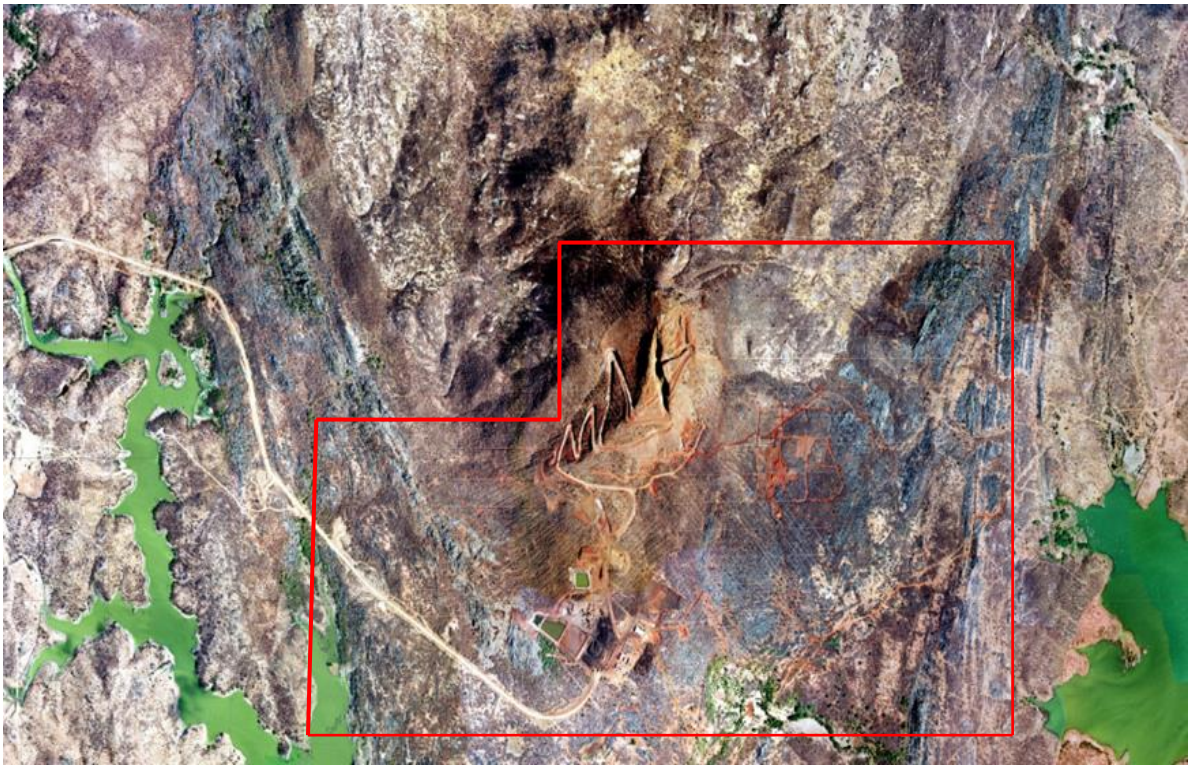


Figura 3.9. Imagem Aerofotogramétrica da Mina do Bonito, Jucurutu/RN. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A.

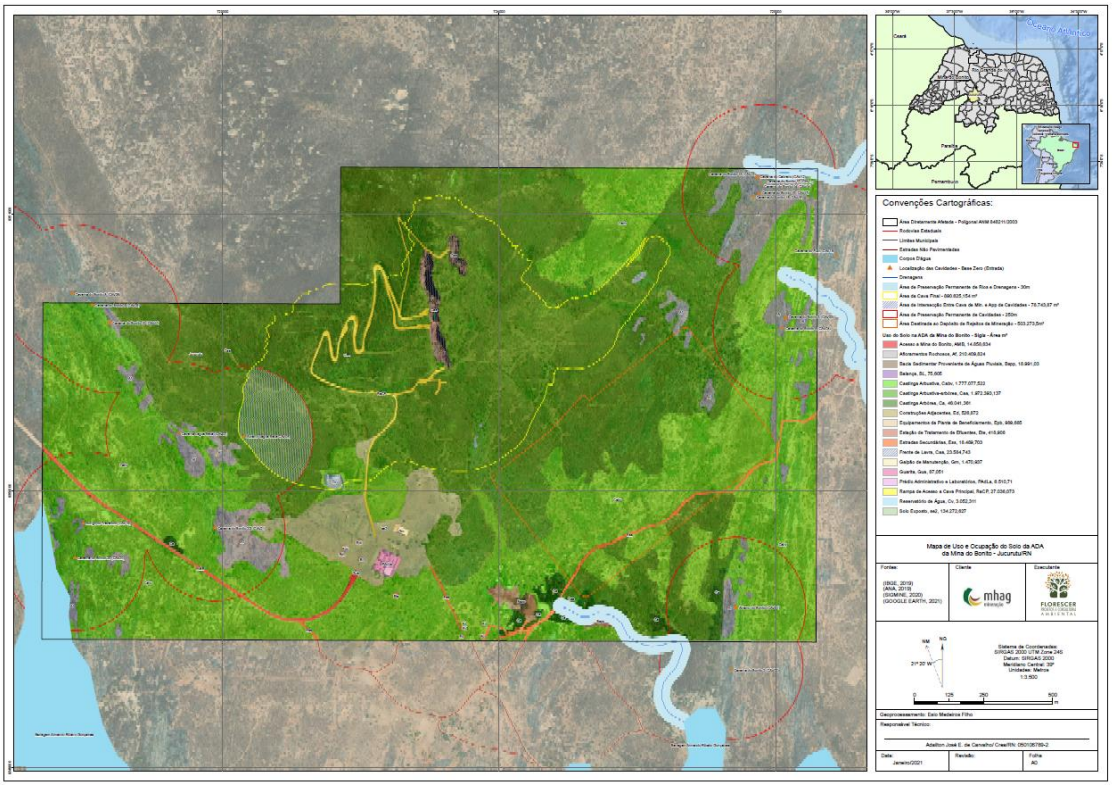


Figura 3.10. Arranjo Geral da Mina do Bonito. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A.

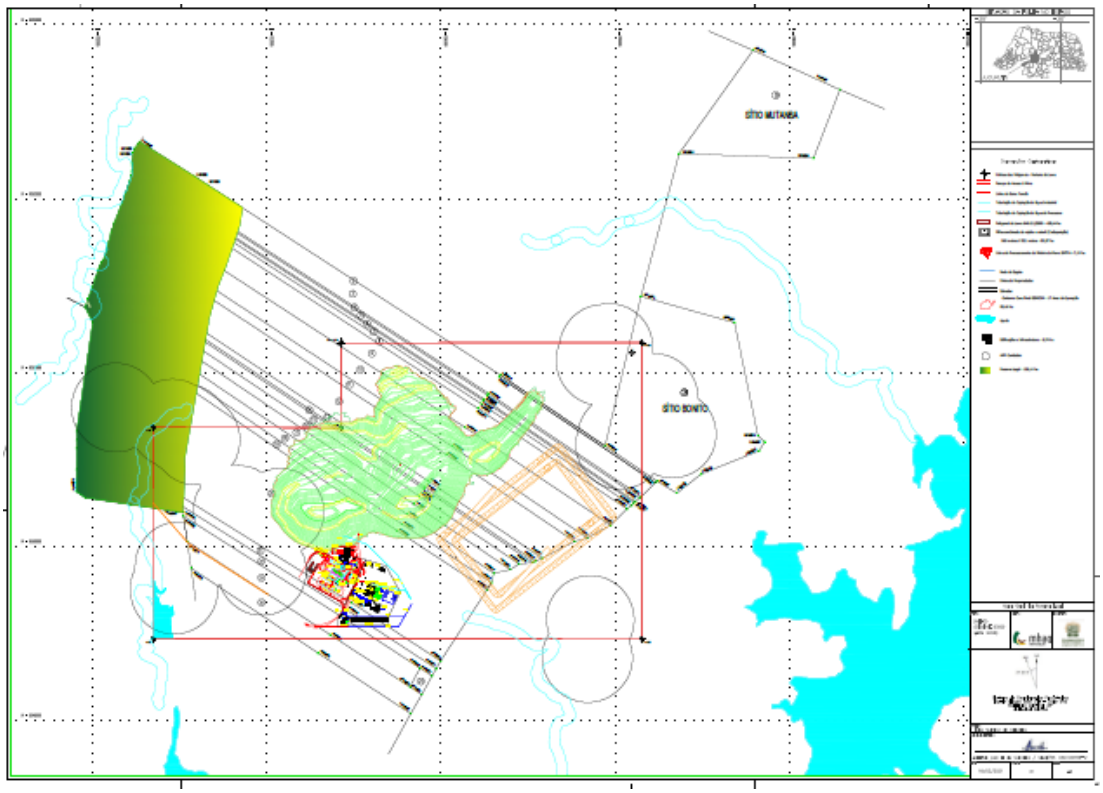


Figura 3.11. Mapa de localização dos superficiários na Mina do Bonito. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A.

3.3.1. IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Para implantação do empreendimento a Mhag Serviços e Mineração S/A., irá utilizar toda a infraestrutura existente, cuja implantação ocorreu a partir de 2005.

Em relação aos projetos da Marajoara para produção de 1.500 m³/mês de minério de ferro de baixo teor para atender as cimenteiras de forma simplificada e da produção de 2,0 MTPA, terá as seguintes situações, demonstrada no quadro que segue.

Quadro 3.4. Demonstrativo do Projeto da Marajoara e do Projeto Produção de2,0 MTPA de Pellet Feed.

Item	Descrição	Projeto Marajoara	Projeto Produção de Pellet Feed 2,0 MTPA
1	Lavra	A Mina do Bonito possui acesso em rampa até a cava, aberta no ano de 2005. A rampa será recuperada e sinalizada, já existe o acesso para início da lavra para produção de itabirito.	A rampa será prolongada até máxima elevação, topo da Serra do Bonito localizada na elevação 414 m.
2	Beneficiamento	Já existe local onde a Unidade de britagem móvel do tipo Marajoara vai operar e onde vai ser instalado o gerador de energia elétrica a diesel, são os mesmos locais utilizados no período de 2005 a 2008.	Implantação da infraestrutura principal com a execução das obras civis de construção das unidades de britagem, moagem, concentração, espessamento e filtragem, mesmo local das instalações das operações do período de 2005 a 2008, com ampliação.
3	Infraestrutura	Já implantada. Serão utilizadas as mesmas edificações atuais existentes sem necessidade de execução de obras civis.	Ampliação de toda infraestrutura necessária.

Em seguida, serão descritos os principais aspectos operacionais da lavra e do beneficiamento do minério de ferro na Mina do Bonito.

3.3.1.1. PLANEJAMENTO DA LAVRA PARA CIMENTEIRAS

A lavra para as cimenteiras será a céu aberto, em uma área de 3 hectares, em flanco, em bancadas descendentes de 10 m de altura, com produção mensal de 1.500 m³ - 4.950 t e produção anual de 18.000 m³ ou 59.400 t.

Será executado um acesso de ligação da rampa até a elevação 315, onde será aberta a primeira bancada de lavra, com a execução de limpeza e preparação da praça para perfuração.

Os desmontes com explosivos serão feitos com malha de perfuração de 1,5 m de afastamento, com 2,5 m de espaçamento e subfuração de 0,7 m.

Os furos terão 3” de diâmetro e inclinados a 15°. A razão de carga será de 180 g/t equivalente a cerca de 594 g/m³ de itabirito detonado.

O transporte do itabirito será feito por caminhões basculantes que descerão a rampa de acesso a mina carregados até a unidade de britagem móvel sobre carreta do tipo Marajoara.

Tabela 3.5. lavra para as cimenteiras - planejamento de lavra inicial, local: região da cava c - furos BTO FSR 036 E BTO FSR 093.

Item	Parâmetro	Unidade	Fogo 1	Fogo 2	Fogo 3	Fogo 4	Fogo 5	Fogo 6
1	Elevação Superior	m	315	315	310	305	305	300
2	Elevação Inferior	m	310	310	305	300	300	295
3	Altura da Bancada	m	5	5	5	5	5	5
4	Furo de Influência		BTO FSR-036	BTO FSR-093	BTO FSR-036	BTO FSR-093	BTO FSR-036	BTO FSR-093
5	Teor de Fe % médio	%	39,40%	39,40%	36,20%	33,20%	30,85%	39,40%
6	Área Seção Longitudinal	m2	98,33	92,8	186,41	273,33	183,68	393,78
7	Número de linhas de furos	unidade	3	3	3	3	3	3
8	Malha de Perfuração (A x E)	m X m	1,5 X 2,5	1,5 X 2,5	1,5 X 2,5	1,5 X 2,5	1,5 X 2,5	1,5 X 2,5
9	Avanço por desmonte	m2	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
10	Volume desmontado pôr fogo	m3	442,49	417,60	838,85	1.229,99	826,56	1.772,01
11	Densidade do itabirito	t/m3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
12	Massa detonada por fogo	t	1.460,20	1.378,08	2.768,19	4.058,95	2.727,65	5.847,63
13	Razão de carga	kg/t	180	180	180	180	180	180
14	Razão de carga	kg/m3	594	594	594	594	594	594

3.3.1.2. PLANEJAMENTO DE LAVRA E CONTROLE DE PRODUÇÃO – PELLET FEED 2,0 MTPA

O planejamento de lavra para o projeto 2,0 MTPA foi elaborado procurando integrar a produção necessária na mina com os parâmetros operacionais de processo da usina até a produção final de pellet feed.

Tabela 3.6. principais parâmetros referentes ao regime operacional para produção de 2,0 MTPA de Pellet Feed.

Item	Regime operacional	Unidade	Lavra	Britagem e Peneiramento	Moagem, Concent e Filtragem	Espessamento e Filtragem	Expedição
1	Produto		Minério + Esteril	Minério britado	Pellet Feed	Rejeito	Pellet Feed
2	Produção Anual - Produto	t	6.750.000	6.700.000	2.000.000	4.700.000	2.000.000
3	Horas Programadas/dia	und.	24	24	24	24	24
4	Mês Programado/ano	und	12	12	12	12	12
5	Dias Programado/mês	und	30	30	30	30	30
6	Dias Programados/ano	und	365	365	365	365	365
7	Horas Programadas/ano	und	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760
8	DF - Disponibilidade Física	%	90,00%	90,00%	95,00%	95,00%	95,00%
9	U - Utilização	%	77,79%	88,90%	94,75%	94,75%	94,75%
10	Rendimento Oper/Eficiência	%	70,01%	80,01%	90,01%	90,01%	90,01%
11	Horas Efetivas/ano	h	6.133	7.009	7.885	7.885	7.885
12	Horas Efetivas/mês	h	511	584	657	657	657
13	Horas Efetivas/dia	h	17,04	19,47	21,90	21,90	21,90
14	Produtividade Horária	t/h	1.101	956	254	596	254
15	Produção Mensal - Produto	t/mês	562.500	558.333	166.667	391.667	166.667
16	Produção Diária - Produto	t/dia	18.750	18.611	5.556	13.056	5.556

3.3.1.3. PRODUÇÃO DE PELLET FEED

A produção de pellet feed será de 2.000.000 de toneladas por ano na condição base seca.

Estima-se que a umidade será de 8,00 %, portanto a produção anual será de 2.160.000 t de pellet feed, base úmida. A produção será 100 % de pellet feed, não serão gerados lump ore ou sinter feed.

3.3.1.4. RECUPERAÇÃO MÁSSICA E RAZÃO DE CONCENTRAÇÃO

Em função da realização dos testes para desenvolvimento da rota de processo foi definido que a recuperação mássica será de 30,17 %.

Este número significa que 30,17 % do minério de ferro ROM (Run Of Mine) lavrado irá gerar concentrado do tipo pellet feed e 69,83 % do minério de ferro ROM lavrado irá gerar rejeito.

Em função da realização dos testes para desenvolvimento da rota de processo foi definido que a Razão de concentração será 3,3. Isto significa que serão necessárias 3,3 toneladas de minério de ferro ROM (Run Of Mine) para produzir uma tonelada de concentrado do tipo pellet feed e será gerado 2,3 t de rejeito para cada tonelada de pellet feed produzido.

3.3.1.5. PRODUÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO – ROM – BASE SECA

Em função da definição da produção de 2.000.000 de toneladas por ano de pellet feed e da recuperação mássica de 30,17 % será necessário produzir 6.629.102 t por ano de minério de ferro na mina, na condição base seca, sem perdas.

3.3.1.6. RECURSOS DE MINÉRIO DE FERRO DA MINA

Conforme modelamento feito pela empresa Gemcom do Brasil no ano de 2012, a Mina do Bonito possui recursos totais de 246.982.921 t de minério de ferro com teores médios de 25,75 % de Fe, 54,18 % de SiO2, 1,09 % de Al2O3, 0,04% de P, 0,321% de Mn e 0,58 % de PF, conforme demonstrado na tabela 3.6.

Tabela 3.7. Recursos de Minério de Ferro da Mina do Bonito por Domínio Litológico.

Dominio litológico	Classe	Volume (m^3)	Tonelagem (t)	Fe %	SIO_2 %	Al_2O_3 %	P %	Mn %	PF %
COL	Indicado	480.033.906	1.440.101.718	24,59	52,81	2,87	0,103	0,312	3,86
	Inferido	2.754.577.680	8.263.733.039	25,27	53,13	1,84	0,047	0,274	2,71
	Total	**3.234.611.586**	**9.703.834.757**	**25,17**	**53,08**	**2,44**	**0,055**	**0,279**	**2,88**
ITB	Medido	14.143.313.731	46.672.934.637	28,40	52,85	0,75	0,038	0,329	0,81
	Indicado	27.231.857.353	89.865.127.966	26,94	53,58	0,94	0,039	0,283	0,54
	Inferido	29.836.813.713	98.461.483.830	23,67	55,17	1,26	0,033	0,346	0,27
	Total	**71.211.984.797**	**234.999.546.433**	**25,86**	**54,10**	**1,04**	**0,036**	**0,318**	**0,48**
QFE	Indicado	723.663.619	2.279.540.470	17,52	66,98	0,69	0,019	0,599	1,68
	Total	**723.663.619**	**2.279.540.470**	**17,52**	**66,98**	**0,69**	**0,019**	**0,599**	**1,68**
Total	Medido	14.143.313.731	46.672.934.637	28,40	52,85	0,75	0,038	0,329	0,81
	Indicado	28.435.554.878	93.584.770.153	26,68	53,90	1,01	0,040	0,291	0,61
	Inferido	32.591.391.392	106.725.216.869	23,79	55,01	1,30	0,034	0,340	0,46
	Total	**75.170.260.001**	**246.982.921.659**	**25,75**	**54,18**	**1,09**	**0,040**	**0,320**	**0,58**
Estéril	**Total**	**2.172.109.125.162**	**5.670.632.151.039**	-	-	-	-	-	-

3.3.1.7. RESERVAS DE MINÉRIO DE FERRO

Após a operacionalização da cava final otimizada, efetuada pelo software Gemcom Whittle, foi totalizada a atual reserva de minério de ferro da Mina do Bonito, com valor total de 111.579.546 t, com teores globais de 27.47% de Fe, 53,30% de SiO2, 0,89% de Al2O3, 0,04% de P, 0,31% de Mn e 0,81% de PF, conforme demonstrado na tabela 3.7.

Tabela 3.8. Reservas de Minério de Ferro da Mina do Bonito.

Período	Minério	Estéril	Fe (%)	SIO_2 %	Al_2O_3 %	P %	Mn %	PF %
1	1.962.764	141.311	28,15	54,96	0,69	0,042	0,311	1,72
2	1.995.296	28.819	26,75	57,42	0,70	0,038	0,333	1,63
3	1.962.764	130.579	27,80	54,01	0,68	0,037	0,276	1,31
4	1.995.296	27.825	30,89	51,78	0,63	0,040	0,232	1,43
5	1.962.764	31.005	31,20	49,82	0,68	0,042	0,300	1,68
6	1.995.296	27.229	31,19	50,18	0,53	0,040	0,270	1,47
7	19.811.988	19.528.976	27,60	53,47	1,08	0,045	0,325	1,55
8	19.801.893	23.761.738	28,24	53,13	0,78	0,040	0,320	0,95
9	19.801.144	23.760.563	27,32	52,33	0,84	0,040	0,295	0,51
10	19.801.144	26.978.524	27,57	52,84	0,81	0,039	0,316	0,29
11	19.811.988	24.697.470	25,77	54,74	1,08	0,033	0,324	0,31
12	677.209	344.831	20,45	57,44	1,41	0,031	0,226	0,22
Total	**111.579.546**	**119.458.870**	**27,47**	**53,30**	**0,89**	**0,040**	**0,310**	**0,81**

Portanto o teor médio dos recursos de minério de ferro da Mina do Bonito é de 25,75 % de Fe e o teor médio das reservas de minério de ferro é de 27,47 %.

3.3.1.8. VIDA ÚTIL DO PROJETO

Em função da reserva de minério de ferro da Mina do Bonito e da necessidade de produção anual de 6.702.022 t de minério ROM a vida útil do Projeto de Produção de Pellet Feed 2,0 MTPA será de 17 anos com a produção total de 34 milhões de toneladas de pellet feed durante este período.

3.3.1.9. RELAÇÃO ESTÉRIL MINÉRIO

A relação estéril minério (REM) global para os 17 anos de vida útil será de 1,07 t/t, resultado da divisão da produção total de estéril (119.458.869 t) pela produção total de minério de ferro (111.579.546 t).

A Mhag Serviços e Mineração S/A., adotou como estratégia utilizar uma REM crescente e em função do planejamento de lavra, a REM aumentará ano a ano até alcançar o valor máximo de 1,36 (anos 11 a 13), depois decresce até o valor de 1,22.

3.3.1.10. MINA – PRODUÇÃO ANUAL DE MINÉRIO ROM E ESTÉRIL

A produção anual de pellet feed, minério ROM, estéril e movimentação total da mina para os dois primeiros anos está demonstrada na tabela 3.8.

Tabela 3.9. Produção anual de pellet feed, minério ROM, estéril e movimentação total da mina.

Ano	Pellet Feed (t)	Minerio ROM (t)	REM (t/t)	Estéril (t)	Mov. Total (t)
Ano 1	2.000.000	6.702.022	0,0871	583.746	7.285.768
Ano 2	2.000.000	6.702.022	0,095	636.692	7.338.714
Total	**4.000.000**	**13.404.044**	**1,059947**	**1.220.438**	**14.624.482**

3.3.1.11. USINA – PRODUÇÃO ANUAL DE PELLET FEED E REJEITO

A produção anual de pellet feed e rejeito da usina, bases seca e úmida está para os dois primeiros anos está demonstrada na tabela 3.9. Estima-se que o rejeito terá uma umidade de 16 % ao ser gerado no processo.

Tabela 3.10. Produção anual de pellet feed, minério, estéril e rejeito

Ano	Pellet Feed (t)	Minério (t)	Esteril (t)	Rejeito (t)	Total Movim (t)
Ano 1	2.160.000	6.702.022	583.746	5.454.345	14.900.113
Ano 2	2.160.000	6.702.022	636.692	5.454.345	14.953.059
Total	**4.320.000**	**13.404.044**	**1.220.438**	**10.908.690**	**29.853.172**

3.3.1.12. PILHA DE CODISPOSIÇÃO DE REJEITO E ESTÉRIL

A pilha de codisposição vai receber o estéril da mina (base seca) e o rejeito da usina com cerca de 16 % de umidade. A pilha de codisposição terá uma área de 50 hectares e capacidade total de estocagem de 13.774.406 t, conforme previsto em seu projeto.

Conforme demonstrado na tabela 3-10 nos anos 1 e 2 serão gerados 12.129.129 t de estéril e rejeito. No ano 1 serão gerados 6.038.092 t de estéril e rejeito e no ano serão gerados 6.091.038 t de estéril e rejeito.

Portanto a pilha de codisposição terá capacidade para 2,2 anos de operação da mina e da usina de processamento de minério de ferro.

Tabela 3.11. Pilha combinada de rejeito e estéril.

	PELLET FEED			REJEITO			ESTERIL	PILHA - R + E
Ano	**Prod. Seca (t)**	**Umid**	**Prod. Úmid. (t)**	**Prod. Seca (t)**	**Umid**	**Prod. Úmid (t)**	**Prod. Seca (t)**	**Total Pilha (t)**
Ano 1	2.000.000	8,00%	2.160.000	4.702.022	16,00%	5.454.346	583.746	6.038.092
Ano 2	2.000.000	8,00%	2.160.000	4.702.022	16,00%	5.454.346	636.692	6.091.038
Total	**4.000.000**		**4.320.000**	**9.404.044**		**10.908.691**	**1.220.438**	**12.129.129**

Para a codisposição ao logo dos 15 anos subsequentes de operação da mina e da usina, será projetada uma segunda pilha de codisposição de estéril e rejeito, numa área já identificada fora da ADA com capacidade para receber 198.810.915 t. Esta área será oportunamente, motivo de elaboração de projeto específico e de licenciamento ambiental.

3.3.1.13. PLANEJAMENTO DE LAVRA – 2,0 MTPA

A lavra na Mina do Bonito será a céu aberto, em flanco, em bancadas descendentes de 10 m de altura desde a elevação 414 (topo da Serra do Bonito) até a elevação 100, com os caminhões basculantes descendo carregados, obedecendo um critério topográfico.

A partir da elevação 100, futuramente a lavra será em cava também com bancadas de 10 m de altura, com os caminhões subindo carregados.

Como referência a usina será implantada na cota de elevação 100.

A lavra será executada em pelo menos 4 frentes, em função da flexibilidade para blendagem de teores e distâncias médias de transporte (DMT) variáveis.

A rampa atual existente que se encontra na elevação 300 será aberta com 10% de inclinação alcançando a elevação 414 (máxima) da Mina do Bonito. Neste trajeto a rampa terá um comprimento estimado de cerca de 1.200 m.

O critério definido foi de que nos primeiros anos terá as menores DMT possíveis, lavrando os blocos de maior teor, com menor REM, para se obter o menor custo operacional possível.

Os acessos secundários existentes, também serão recuperados e reabertos, sempre que necessário - eles fazem a ligação da rampa até locais específicos, utilizados como passagem por equipamentos sobre esteiras em locomoção pela mina e áreas adjacentes.

A lavra prevista para a produção de *pellet feed* será executada da seguinte forma:

I. Desmatamento, destocamento e limpeza, com retirada da vegetação e material estéril de superfície;
II. Perfuração e desmonte com explosivos, segundo plano de fogo compatível com o dimensionamento das bancadas e propriedades do minério de ferro,

empregando perfuratrizes hidráulicas, além da utilização de explosivos e acessórios de detonação;

III. Escavação, carregamento e transporte por escavadeiras hidráulicas, pás carregadeiras de pneus em caminhões basculantes rodoviários 8 x 4, que transportarão o minério ROM até a usina de processamento de minério de ferro.

IV. O estéril será transportado diretamente para as pilhas de estéril. Todos os caminhões carregados com minério ou estéril serão pesados na balança da mina para quantificação e controle geral da produção.

3.3.1.14. LISTA DE EQUIPAMENTOS

A lista das principais máquinas e equipamentos que vão operar na mina, usina, expedição, pilha de estéril, pilha de rejeito e demais áreas se encontram na tabela a seguir:

Tabela 3.12. Lista de máquinas e equipamentos da a operar na Mina do Bonito.

Item	Equipamentos/Veículos Principais	Descrição	Unid	Qtd
1.1	Mina - Perfuração	Perfuratriz Pneumática PWH 5000 ou similar - 3"	unid	2
1.2	Mina - Perfuração	Compressor Atlas Copco XAS 420 - 860 cm - 250 HP	unid	2
1.3	Mina - Perfuração	Perf. Hidráulica Atlas Copco Flexi ROC T35 ou similar - 3" - 225 HP	unid	1
1.4	Mina - Desmonte Secundário	Martelo Hidráulico CAT 140 H	unid	1
1.5	Mina - Carregamento	Escavadeira Hidráulica CAT 336 DL ou similar - 268 HP	unid	3
1.6	Mina - Carregamento	Pá Carregadeira de Pneus CAT 966 H ou similar - 287 HP	unid	1
1.7	Transporte - Minério, Estéril e Rejeito	Caminhão Basculante Scania P 420 8X4 Cap 38 t - 420 HP	unid	40
1.8	Mina e Pilha de Estéril e Rejeito	Trator de Esteiras CAT D6T ou similar - 185 HP	unid	2
1.9	Mina e Pilha de Estéril e Rejeito	Motoniveladora CAT 140 K ou similar - 170 HP	unid	2
1.10	Mina e Pilha de Estéril e Rejeito	Retroescavadeira CAT 416 E 4X4 ou similar - 89 HP	unid	2
1.11	Mina e Pilha de Estéril e Rejeito	Rolo Compactador Dynapac CA 250 ou similar - 110 HP	unid	2
1.12	Mina e Pilha de Estéril e Rejeito	Caminhão Pipa 6x4 com tanque de 16.000 l - 280 HP	unid	2
1.13	Apoio Geral	Carreta Volvo FH 12 440 6X4 com prancha rebaixada - 440 HP	unid	1
1.14	Britagem	Pá Carregadeira de Pneus CAT 966 H ou similar - 287 HP	unid	1
1.15	Expedição Rejeito para Pilha de Estéril e Rejeito	Pá Carregadeira de Pneus CAT 966 H ou similar - 287 HP	unid	2
1.16	Expedição das Carretas com Pellet Feed	Pá Carregadeira de Pneus CAT 966 H ou similar - 287 HP	unid	1
Total - Equipamentos / Veículos Principais			**unid**	**65**

A lista de equipamentos e veículos auxiliares e de apoio operacional em geral está demonstrada na tabela a seguir:

Tabela 3-13. Lista de equipamentos e veículos auxiliares a operar na Mina do Bonito.

Item	Equipamentos / Veículos Apoio Operacional Geral	Descrição	Unid	Qtd
2.1	Mina - Topografia, Geologia de Mina e Planej. de Lavra	Caminhonete Diesel 4X4	unid	1
2.2	Mina - Topografia, Geologia de Mina e Planej. de Lavra	Veículo Gol 1.6 ou similar	unid	1
2.3	Mina - Manutenção de Equipamentos	Caminhão Comboio de Abastecimento	unid	1
2.4	Mina - Manutenção de Equipamentos	Caminhão Comboio de Lubrificação	unid	1
2.5	Mina - Manutenção de Equipamentos	Caminhão 6x4 com Munck	unid	1
2.6	Mina - Manutenção de Equipamentos	Caminhão VW 8.150	unid	1
2.7	Mina - Supervisão e Gerenciamento	Caminhonete Diesel 4X4	unid	1
2.8	Mina - Supervisão e Gerenciamento	Veículo Gol 1.6 ou similar	unid	1
2.9	Usina - Operação	Empilhadeira a Gás Cap 2,5 t	unid	2
2.10	Usina - Supervisão e Gerenciamento	Caminhonete Diesel 4X4	unid	1
2.11	Usina - Supervisão e Gerenciamento	Veículo Gol 1.6 ou similar	unid	1
2.12	Controle de Qualidade / Laboratório	Caminhonete Saveiro 1.6 ou similar	unid	1
2.13	Controle de Qualidade / Laboratório	Veículo Gol 1.6 ou similar	unid	1
2.14	Manutenção - Usina e Laboratório	Caminhão 6x4 com Munck	unid	1
2.15	Manutenção - Usina e Laboratório	Caminhão VW 8.150	unid	1
2.16	Manutenção - Usina e Laboratório	Caminhonete Saveiro 1.6 ou similar	unid	1
2.17	Manutenção - Usina e Laboratório	Veículo Gol 1.6 ou similar	unid	1
2.18	Suprimentos/Almoxarifado	Empilhadeira a Gás Cap 2,5 t	unid	1
2.19	Suprimentos/Almoxarifado	Caminhonete Saveiro 1.6 ou similar	unid	1
2.20	Suprimentos/Almoxarifado	Veículo Gol 1.6 ou similar	unid	1
2.21	Segurança, Med do Trabalho e Meio Ambiente	Ambulância	unid	1
2.22	Segurança, Med do Trabalho e Meio Ambiente	Caminhonete Diesel 4X4	unid	1
2.23	Segurança, Med do Trabalho e Meio Ambiente	Veículo Gol 1.6 ou similar	unid	1
2.24	Brigada de Incêndio	Caminhão Pipa 6x4 com tanque de 16.000 l	unid	1
2.25	Segurança Patrimonial	Veículo Gol 1.6 ou similar	unid	1
2.26	Administração	Veículo Gol 1.6 ou similar	unid	1
Total - Equipamentos / Veículos Principais			**unid**	**27**

3.3.1.15. OPERAÇÕES DE LAVRA

A operações de lavra consiste nas seguintes etapas de desenvolvimento:

1. **Na preparação da lavra**: Supressão da vegetação, destocamento, limpeza, terraplenagem, drenagem do lençol freático se possuir e drenagem superficial;
2. **Desenvolvimeto da lavra:** Operações de perfuração, desmonte, carregamento, transporte e pesagem do minério e pesagem do estéril a ser encaminhado para a pilha de codisposição de estéril e rejeito.

A figura que segue, demostrado o Fluxograma do Processo da Lavra da Mina.

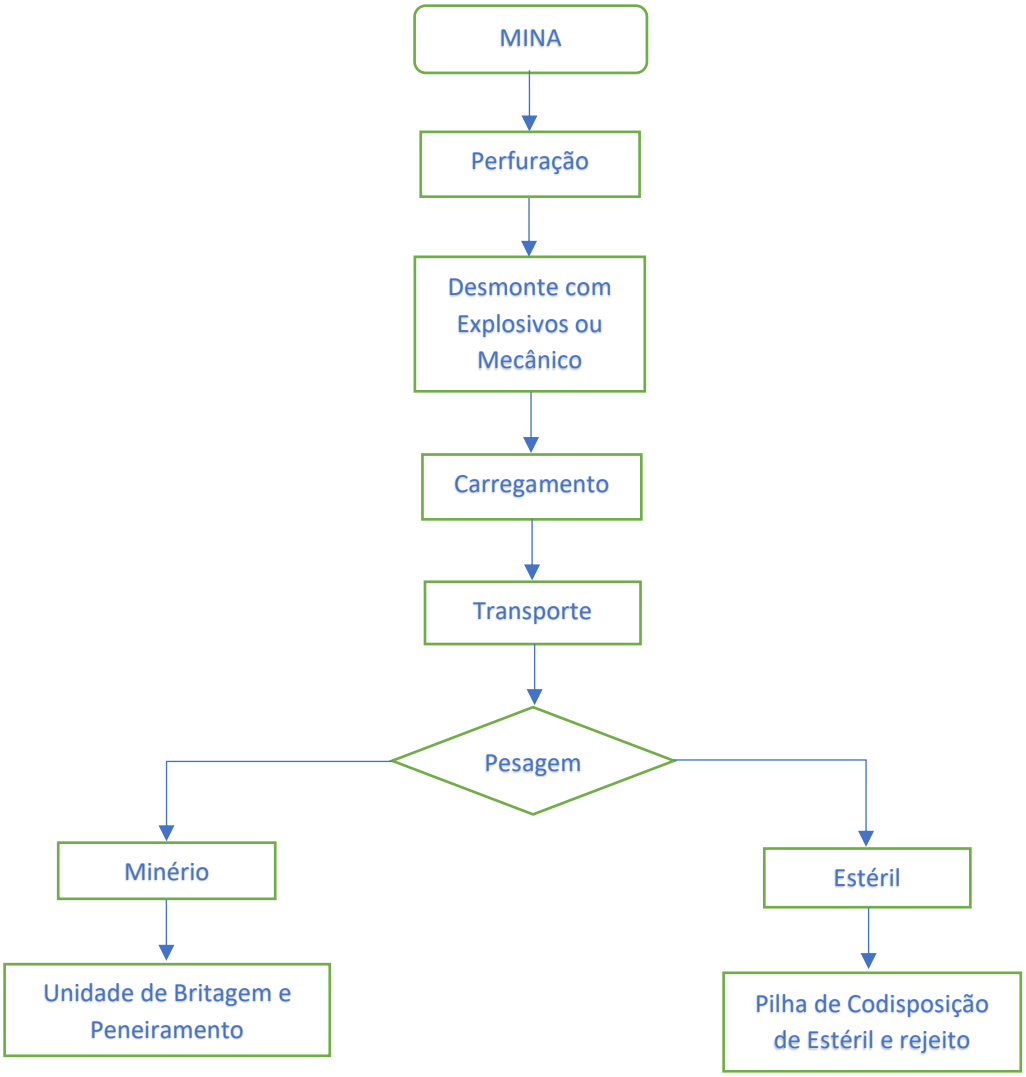


Figura 3.12. Fluxograma do Processo da Lavra da Mina.

3.3.1.16. BENEFICIAMENTO

O beneficiamento, semelhante à lavra será apresentado em duas etapas, sendo:

- **A primeira etapa** – corresponde ao beneficiamento, referente a produção de brita de minério de ferro de baixo teor para cimenteiras com a unidade de britagem móvel do tipo Marajoara, com produção de 1.500 m³/mês.

- **A segunda etapa** - corresponde ao beneficiamento do minério para o projeto de produção de 2,0 MTPA de pellet feed. O qual será detalhado nos itens que se sucedem.

3.3.1.16.1. BENEFICIAMENTO – PELLET FEED 2,0 MTPA

O beneficiamento do minério de ferro será feito basicamente em duas unidades operacionais:

- Uma unidade de britagem e peneiramento
- Uma unidade de moagem, concentração, espessamento e filtragem.

Unidade de britagem e peneiramento

Será composta por duas linhas de produção paralelas, denominadas de Linha de Produção "**A**" e Linha de Produção "**B**", de mesa capacidade de produção. No final, as duas linhas de produção se unem formando a pilha pulmão de minério britado, que irá alimentar a moagem primária.

O objetivo da britagem será produzir minério britado com granulometria 100% < 6 mm, adequada para a moagem primária.

Na unidade de britagem e peneiramento serão executadas as operações unitárias de:

- Alimentação da Britagem Primária;
- Britagem Primária;
- Peneiramento Primário
- Britagem Secundária;
- Peneiramento Secundário:
- Britagem Terciária;
- Britagem Quaternária
- Peneiramento Terciário
- Formação da Pilha Pulmão de Minério Britado.

Unidade de moagem, concentração, espessamento e filtragem

Na unidade de moagem, concentração, espessamento e filtragem serão executadas as seguintes operações:

- Retomada do Minério Britado da Pilha Pulmão
- Moagem Primária,
- Atrição Primária
- Separação Magnética Primária de Baixa Intensidade
- Separação Magnética Primária de Média Intensidade
- Separação Magnética Primária de Alta Intensidade
- Moagem Secundária,
- Classificação
- Atrição Secundária,
- Separação Magnética Secundária de Baixa Intensidade
- Separação Magnética Secundária de Média Intensidade
- Espessamento do Concentrado

- Filtragem do Concentrado
- Estocagem do Concentrado;
- Espessamento das Lamas
- Espessamento do Rejeito;
- Disposição do Rejeito
- Captação, Distribuição e Recirculação de Água;
- Preparação e Dosagem de Reagentes.

O processo será realizado através de separação magnética, com este método de concentração há uma redução de riscos ambientais, redução do consumo de energia elétrica e de água. A concentração do minério será realizada sem a utilização de reagentes químicos, somente com a interação do campo magnético com o minério será utilizando água como fluido.

De forma geral é um processo mais limpo em termos ambientais, técnico e economicamente de menor custo operacional, menor custo de investimento e de menor complexidade operacional.

A área necessária para construção da unidade de britagem, peneiramento, da unidade de moagem e concentração, ocupará uma área de 5,0 hectares.

O projeto da usina de processamento de minério de ferro envolverá as duas unidades, buscará aproveitar a declividade natural do terreno existente na área do empreendimento e otimizar a área disponível para a instalação física dos equipamentos, conforme layout da Figura 3.13 que segue.



Figura 3.13. Layout da usina de processamento de minério de ferro para produção dos 2,0 MTPA de pellet feed.

3.3.2. OPERACÃO E MANUTENÇÃO

O regime de produção será contínuo, 365 dias por ano, 24 horas por dia, com 4 turmas em escala de trabalho, sendo 3 turmas trabalhando 8 horas por dia cada uma e uma turma folgando, em sistema 6 x 2, ou seja, cada uma das turmas trabalhará seis dias e folgará dois, procurando cumprir a legislação trabalhista.

3.3.2.1. POTÊNCIA INSTALADA

O dimensionamento inicial prevê que a usina de processamento de minério de ferro terá 183 equipamentos mecânicos no total, com uma potência total instalada de 20.277 CV, sendo que:

A unidade de britagem e peneiramento terá 44 equipamentos mecânicos e potência total instalada estimada de 2.720 CV.

A unidade de moagem e concentração terá 139 equipamentos mecânicos e potência total instalada estimada de 17.557 CV.

3.3.2.2. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE OPERAÇÃO DA PRODUÇÃO

As figuras que segue, mostram o ciclo de produção de minério de ferro da lavra ao consumidor final. Relaciona as etapas do ciclo de produção da mina, aplicação na indústria ao consumidor final.

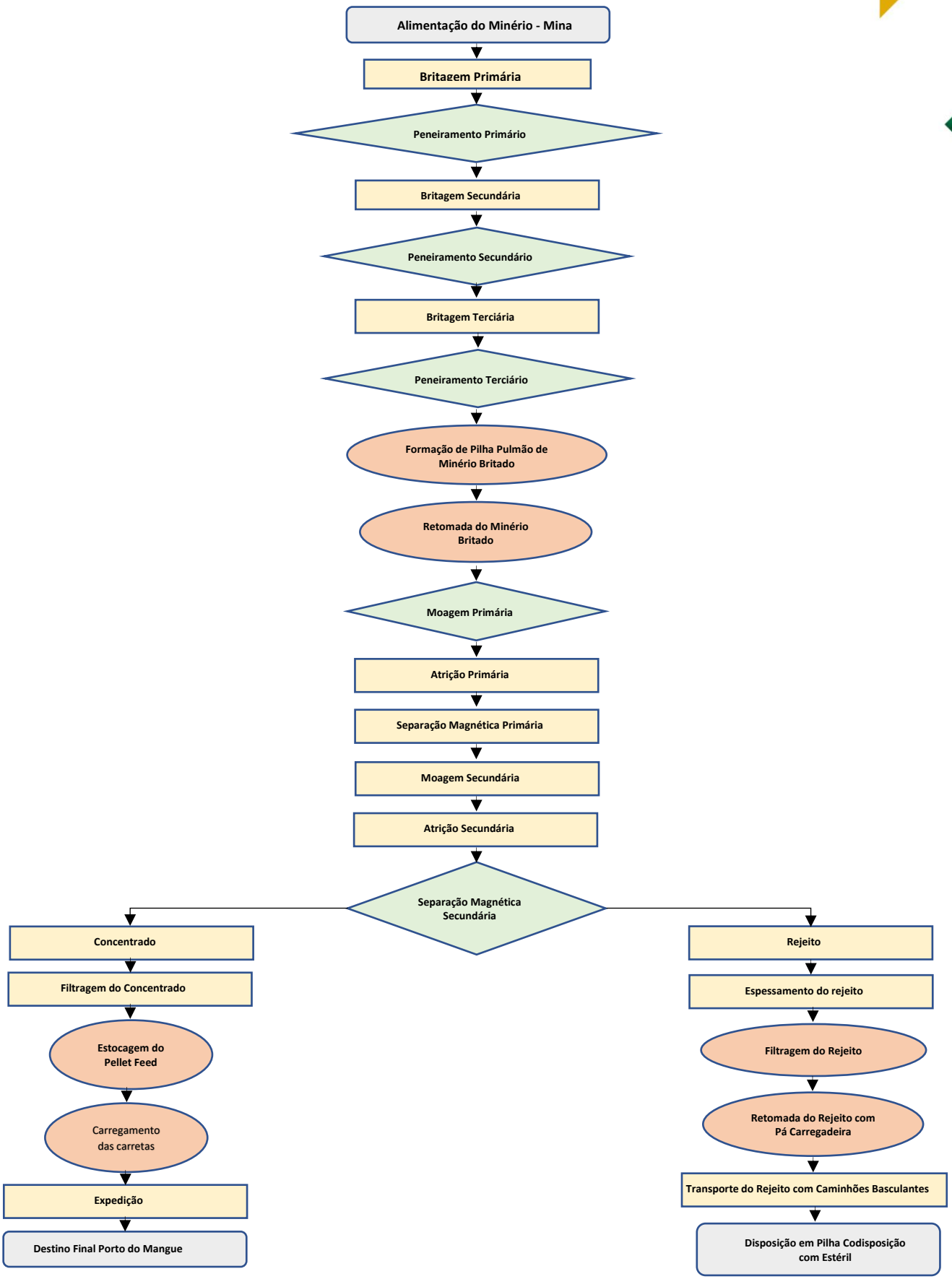


Figura 3.14. Fluxograma do Processo das operações.

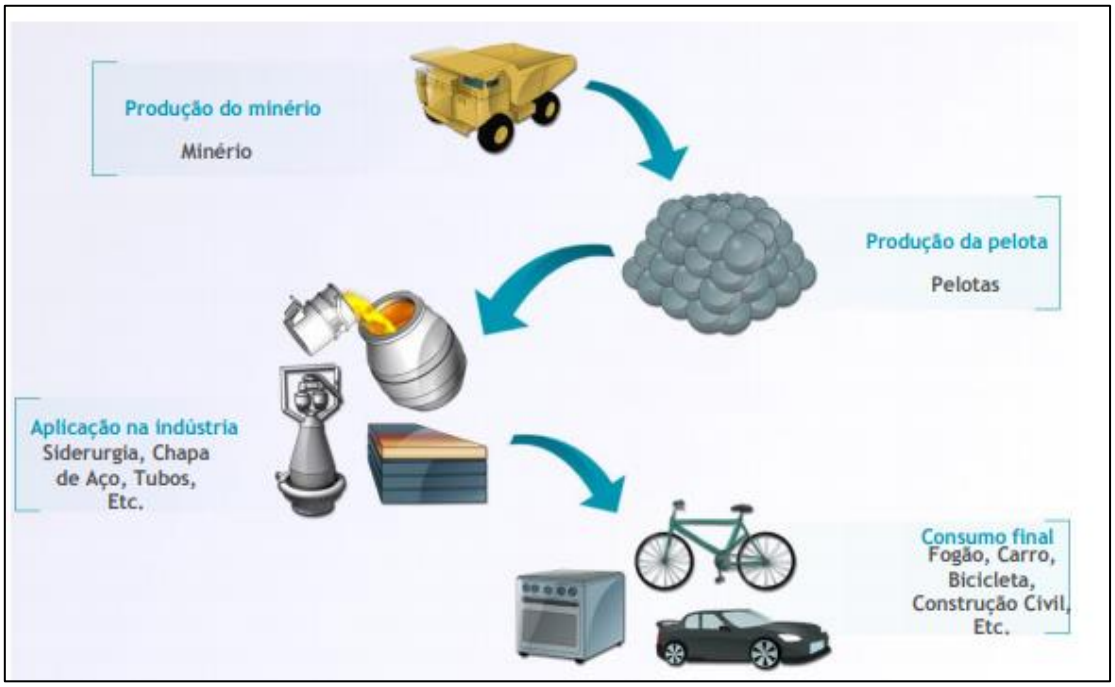


Figura 3.15. Diagrama exemplificando o ciclo do minério da lavra ao consumo final. Fonte: Acervo SAMARCO, 2014.

3.3.2.3. INFRAESTRUTURA

3.5.2.3.1. Infraestrutura Atual e Ser Construída - Edificações

A infraestrutura atual, existente na Mina do Bonito, foi construída pela Mhag Serviços e Mineração S/A., a partir do ano de 2005, ampliada no ano de 2008. As principais instalações existentes estão descritas na tabela que segue. A área total construída é de 6.337,04 m², em 25 edificações principais, conforme demonstrado na Tabelas 3.13 e 3.14.

Tabela 3.14. Infraestrutura Atual Existente da Mina do Bonito.

Item	Edificação atual existente	Ano de Construção	Área Construída (m^2)		Total	Ano 2022
			Coberta (m^2)	Descoberta (m^2)	(m^2)	
1	Portaria	2005	24,76	-	24,76	Desmobilizar
2	Escritório	2005	406,26	-	406,26	Reforma e Adequações
3	Refeitório	2005	240,00	-	240,00	Reforma e Adequações
4	Ambulatório Médico e Vestiário	2005	96,00	-	96,00	Reforma e Adequações
5	Laboratório Controle Qualidade	2005	146,36	-	146,36	Reforma e Adequações
6	Almoxarifado	2005	180,00	-	180,00	Reforma e Adequações
7	Oficina de Manutenção Veicular	2005	450,00	-	450,00	Reforma e Adequações
8	Rampa de Lavagem de Veículos	2005		80,00	80,00	Reforma e Adequações
9	Posto de Abastecimento de Combustível	2005		100,00	100,00	Reforma e Adequações
10	Separador de Água e Óleo	2005	5,00		5,00	Desmobilizar
11	Balança - Mina	2005	14,00	125,00	139,00	Reforma e Adequações
12	Balança - Expedição	2005	25,84	-	25,84	Reforma e Adequações
13	Reservatório de Água Industrial	2005		2500,00	2500,00	Reforma e Adequações
14	Depósito de Explosivos	2005	24,00	-	24,00	Desmobilizar
15	Depósito de Acessórios Detonação	2005	4,80	-	4,80	Desmobilizar
16	Depósito de Materiais Usados	2005	42,33	-	42,33	Desmobilizar
17	Depósito de Materiais de Campo	2005	21,63	-	21,63	Reforma e Adequações
18	Caixa D'água	2005	-	12,96	12,96	Reforma e Adequações
19	Depósito de Cilindros de Gás de Cozinha	2005	12,00		12,00	Reforma e Adequações
20	ETE - Estação de Tratamento de Esgoto	2005	-	462,10	462,10	Desmobilizar
21	Viveiro de Mudas	2005		150,00	150,00	Reforma e Adequações
22	Galpão - Descrição dos Testemunhos	2008	750,00	-	750,00	Reforma e Adequações
23	Galpão - Serragem dos Testemunhos	2008	24,00	-	24,00	Reforma e Adequações
24	Galpão - Guarda Testemunhos Sondagem	2008	340,00	-	340,00	Reforma e Adequações
25	Heliponto	-	-	100,00	100,00	Reforma e Adequações
Infraestrutura Total - Construída			**2.806,98**	**3.530,06**	**6.337,04**	

Toda esta infraestrutura atual existente vai ser utilizada para a produção de brita de minério de ferro para as cimenteiras, que corresponde ao Projeto da Marajoara.

A infraestrutura a ser construída e ampliada para o Projeto Pellet Feed 2,0 MTPA está demonstrada na tabela a seguir:

Tabela 3.15. Infraestrutura a ser Construída para a Mina do Bonito, 2,0 MTPA.

Item	Edificação a construir	Ano de Construção	Área Construída (m^2)		Total
			Coberta (m^2)	Descoberta (m^2)	(m^2)
1	Pátio Externo - Estacionamento Carretas	2022		300,00	300,00
2	Cerca Externa - Poligonal - 9,0 km	2022			
3	Nova Portaria	2022	84,45		84,45
4	Ambulatório/Meio Ambiente/Segurança/Brigada de Incêndio	2022	265,04		265,04
5	Balança - Expedição - Unidade II	2022		150,00	150,00
6	Estacionamento Coberto - Ônibus	2022	180,00		180,00
7	Estacionamento Coberto - Veículos 1	2022	271,89		271,89
8	Estacionamento Coberto - Veículos 2	2022	271,89		271,89
9	Almoxarifado - Unidade II	2022	450,00		450,00
10	Oficina Manutenção Industrial	2022	450,00		450,00
11	ETA - Estação de Tratamento de Água	2022	120,00		120,00
12	Nova ETE - Estação de Tratamento de Esgoto	2022		250,00	250,00
13	Separador de Água e Óleo com Filtro Coalescente	2022	6,00		6,00
14	Pátio de Resíduos	2022	200,00		200,00
15	Gerador - área descoberta	2022		25,00	25,00
16	Caixa d'água - Unidade II	2022		13,00	13,00
17	Subestação de Energia Elétrica de 69/13,8 KV	2022		3.250,00	3.250,00
Total Geral - A Construir		2022	**2.299,27**	**3.988,00**	**6.287,27**

3.3.2.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE, ATUAL E A SER CONSTRUÍDA

Atualmente existe na Mina do Bonito uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do tipo Wetland, que será desativada e substituída por uma Estação de Tratamento de Esgoto Compacta, com capacidade para tratar 24.000 L/dia de esgoto "domésticos", representando uma carga orgânica estimada em 8,64 kg DBO/dia, conforme figura que segue.

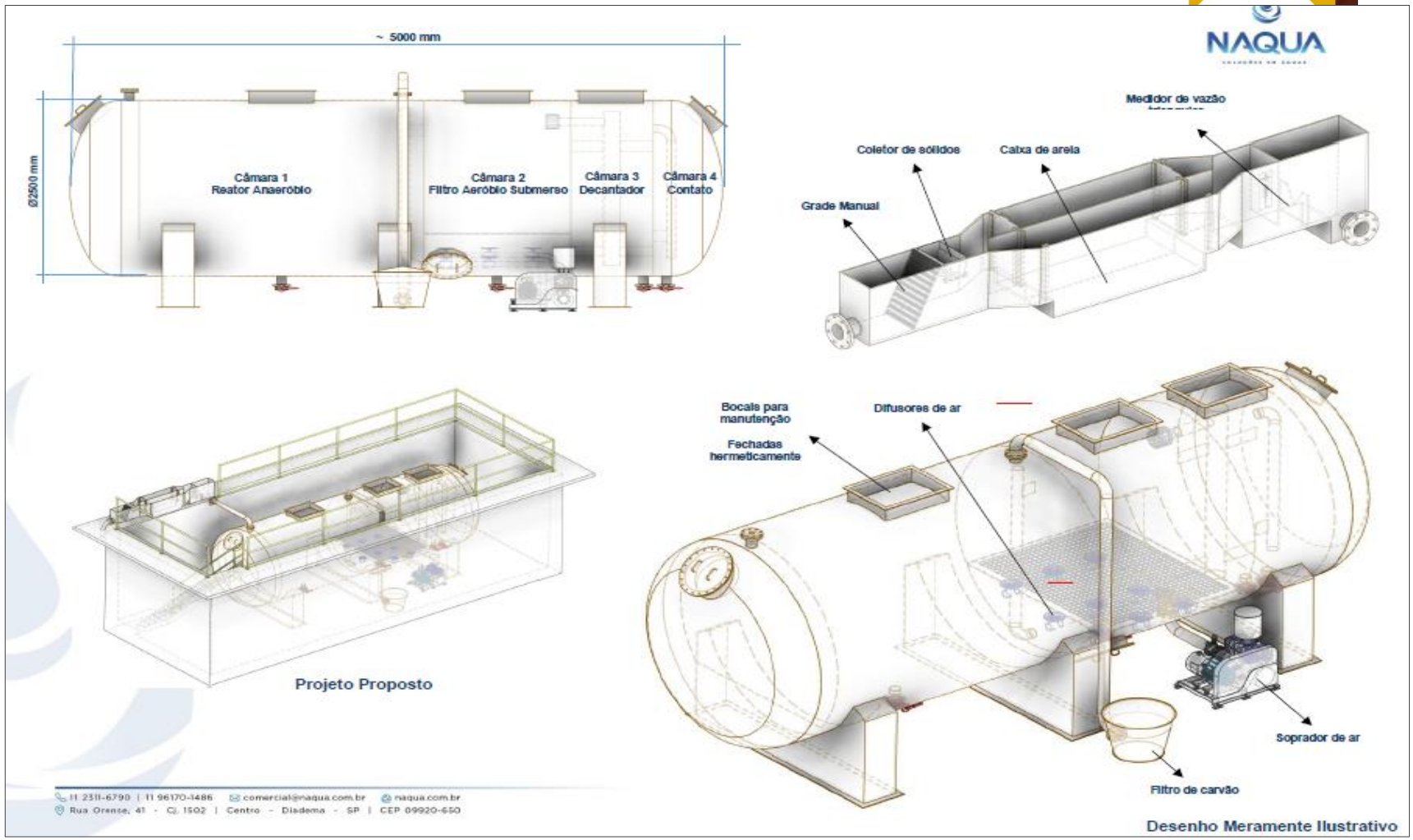


Figura 3.16. Desenho Ilustrativo da Estação de Tratamento de Esgoto Compacta– ETEC. Fontes: Naqua Soluções em Água.

3.3.2.5. SEPARADOR DE ÁGUA E ÓLEO COM PLACAS COALESCENTE

O separador de água e óleo atual instalado próximo a rampa de lavagem da oficina de manutenção de equipamentos de mina será desativado, e substituído por um equipamento mais eficiente com placas coalescentes a ser adquirido.

O novo separador de água e óleo será projetado um filtro coalescente, a destinação final do efluente seguirá para uma ETEO – Estação de Tratamento de Efluentes Oleosos, conforme especificados pela fabricante Alfamec Soluções Ambientais, Figura 3.17.



Figura 3.17. Separador de água e óleo com placas coalescentes. Fonte: Alfamec Soluções Ambientais.

3.3.2.6. SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA 69 KV/13,8 KV

A Subestação de energia elétrica, é considerada um empreendimento de pequeno porte, possibilitará maior flexibilidade para Mhag Serviços e Mineração S/A., operar o empreendimento a ser implantado de acordo com a necessidade de demanda de carga elétrica para funcionamento do projeto, quanto a capacidade instalada terá uma tensão nominal de 69/13,8 KV com transformador de 20/26,6 MVA, e corrente próxima na faixa de 250 a 270 A (amper), por um fator de potência de 0,96. Será instalada ao lada da usina de beneficiamento Figura 3.18.

O projeto será instalado próximo a unidade de produção, ocupará um terreno de 65,00 m x 50,00 m (3.250 m²), os equipamentos instalados, ocupará, um espaço de 35,2 m x 20,08 m (104,42 m²), Figura 3.19.



Figura 3.18. Modelo Digital do Empreendimento. Fonte Mhag Serviços e Mineração S/A.

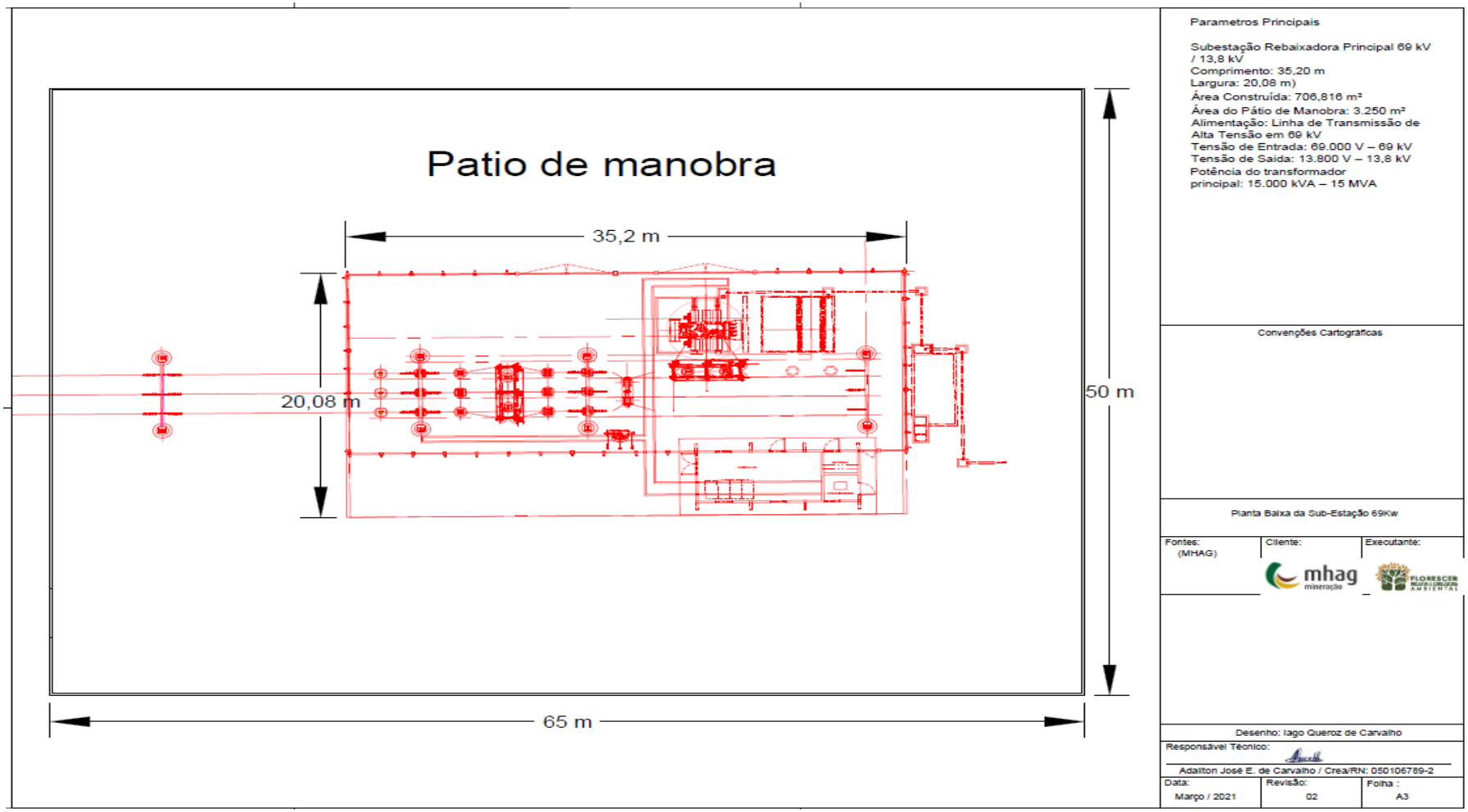


Figura 3.19. Subestação de Energia Elétrica. Fonte: Mhag Serviços e Mineração S/A.

3.3.2.7. SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

A água para o Projeto Produção de *Pellet Feed* 2,0 MTPA virá da captação a ser feita da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, através da concessão de outorga da Agência Nacional de Águas - ANA.

Três tipos de água serão utilizados neste projeto, sendo eles:

1. **Água não-tratada**: água bombeada diretamente da barragem para os reservatórios que passará por um sistema de clarificação utilizado para filtrar o material particulado;

2. **Água Potável**: água da barragem será tratada na ETA - Estação de Tratamento de Água na área industrial, a ser construída; e

3. **Água de Processo:** água recuperada do overflow dos espessadores e da pilha de rejeito que será bombeada para o reservatório de água recuperada do processo.

Para o consumo humano dos funcionários é utilizada água mineral.

Com o sistema de reaproveitamento de água a ser implantado, haverá uma economia de água da ordem de 80%. Este é um valor bastante significativo, que poderá acarretar até na redução do volume final a ser utilizado.

O sistema de captação de água nova será feito por uma bomba centrífuga, instalada em uma balsa com uma ponte de acesso com flutuadores, facilitará a linha de adução e a rotina de manutenção.

Conforme dados da outorga emitida pela Agência Nacional de Águas (ANA), a Mhag Serviços e Mineração S/A., disponibiliza de um volume anual 1.756.800 m³, com vazão média de captação de 200 m³/h, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 3.16. Dados da outorga emitida pela ANA à Mhag Serviços e Mineração S/A., para captação de água no Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, em Jucurutu/RN.

Coordenadas do ponto de captação:	5°53”13,7’S	36°58”27,1’O
Vazão	Vazão média (m³/h): 200,0	Vazão máxima instantânea (m³/h): 210,0
Regime de operação	Horas/dia: 24	Dias/mês: 30
Volume anual (m³)	1.756.800,00	

3.3.2.8. TELEFONIA FIXA, MÓVEL, RÁDIO COMUNICAÇÃO E INTERNET

Na mina foi instalada uma central telefônica analógica para utilização interna com o cabeamento convencional da rede de telefonia fixa nas salas e nos aparelhos de telefonia fixa equivalente aos ramais internos distribuídos por salas.

Para o novo projeto, será definida a melhor opção de solução de telefonia fixa e móvel existente no mercado para atendimento à Mina do Bonito.

Também será instalado um sistema de radiocomunicação composto por estação repetidora, estações fixas de base, rádios portáteis pessoais e veiculares todos digitais.

O serviço de internet já está sendo fornecido por um link de satélite dedicado.

3.3.2.9. ESTAÇÃO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL – METEOROLÓGICA

A Mhag Serviços e Mineração S/A., irá adquirir uma estação de monitoramento ambiental do tipo meteorológica, para monitoramento de parâmetros, tais como:

pluviosidade, pressão barométrica, temperatura, umidade, direção e velocidade do vento, radiação solar e evaporação.



Figura 3.20. Vista de uma Estação de Monitoramento Ambiental tipo Meteorológica.

3.3.2.10. HELIPONTO

Na Mina do Bonito, existia um local para pouso de helicópteros. Em função das novas áreas de lavra definidas pelo planejamento da mina, será definido um novo local a ser construído e sinalizado para este fim específico.

3.3.2.11. CERCA EXTERNA

Será construída uma cerca em todo perímetro do empreendimento na extensão de 9.016 m tendo como orientação os vértices e comprimento das linhas da poligonal do Processo ANM 848.211/2003.

3.3.2.12. INFRAESTRUTURA GERAL – MINA DO BONITO

Uma visão geral da infraestrutura principal necessária para atendimento às necessidades do projeto de produção de *pellet feed* 2,0 MTPA pode ser observada na Figura 3.21, maquete eletrônica simplificada.



Figura 3.21. Infraestrutura principal necessária para atendimento às necessidades do projeto de produção de pellet feed 2,0 MTPA, da Mina do Bonito.

3.3.2.13. LOGÍSTICA DE TRANSPORTE

A logística de transporte será rodoviária com uma distância média de transporte de 155 km da Mina do Bonito, localizada em Jucurutu, até Porto do Mangue, conforme mostra a Figura 3.22. As estradas municipais, estaduais e federais existentes se encontram em bom estado de conservação.

O minério será transportado em carretas do tipo rodotrem (54 t de carga líquida) bitrem (38 t de carga líquida) ou com três eixos espaçados (38 t de carga líquida), respeitando-se os limites de carga e de velocidade para cada referida composição.



Figura 3.22. Mapa de Localização do Trajeto Mina do Bonito à Porto do Mangue/RN, com distância total de 155 km.

3.3.3. INSUMOS

Os principais insumos que serão consumidos pelo empreendimento estão listados a seguir:

- Água
- Energia Elétrica,
- Óleo Diesel
- Óleo Lubrificantes
- Explosivos e Acessórios de Detonação
- Pneus
- Peças
- Bolas para moagem
- Floculantes

3.3.3.1. FLUXOGRAMA E DIAGRAMA DE BLOCOS DA UTILIZAÇÃO DOS INSUMOS

O Beneficiamento de Minério de Ferro é caracterizado por um ciclo de produção longo, com processo integrado em série e contínuo, desde a mina até a distribuição.

Dentro deste contexto, visto que o processo é determinante na recuperação máxima do mineral minério e no retorno do investimento que pode ser alcançado em uma planta, são apresentadas estratégias de controle, visando a automação e otimização voltadas a um processo típico de beneficiamento, mas também aos fluxos e manuseios dos insumos necessários ao funcionamento do empreendimento, conforme demonstrado nas figuras que segue.

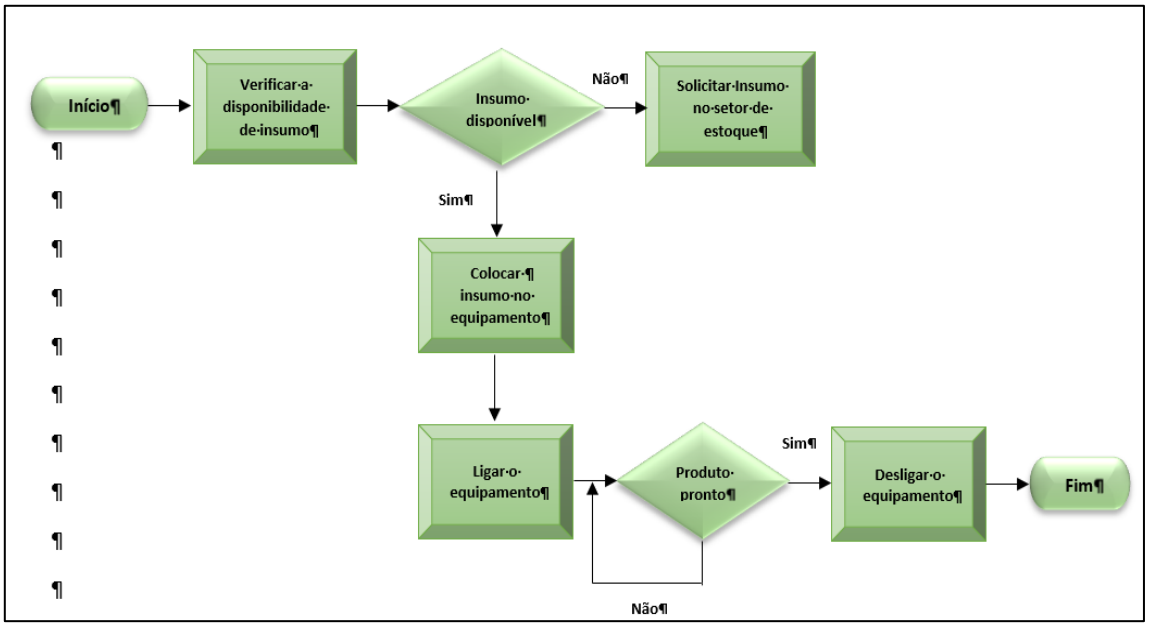


Figura 3.23. Fluxograma de Insumos

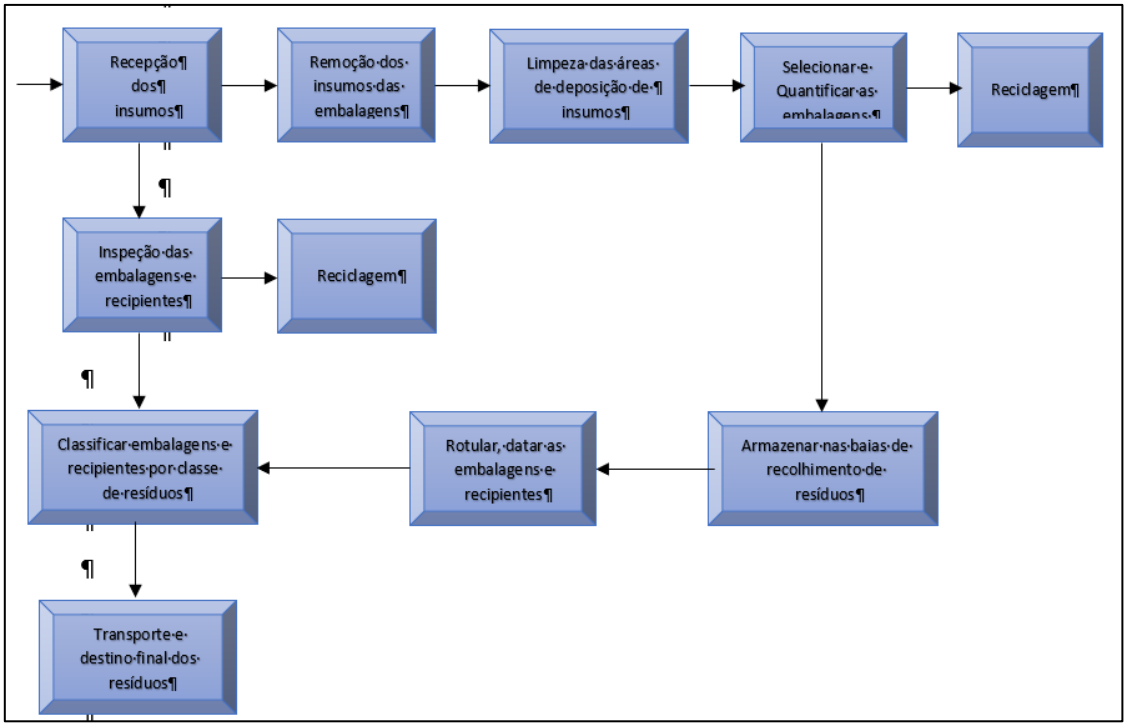


Figura 3.24. Diagrama do Manuseio dos Insumos

3.3.4. PRODUTOS

O aludido projeto prevê o aproveitamento econômico do itabirito para a geração do produto denominado de *pellet feed* (Figura 3.25). Após uma série de estudos, observou-se que a maior parte do minério existente na Mina do Bonito é do tipo itabirito, possibilitando a produção do *pellet feed* para comercialização, sendo necessário um processo mais complexo com moagem e concentração, espessamento e filtragem.



Figura 3.25. Amostra de *pellet feed*.

Serão necessários 3,3 t de minério bruto, *Run Of Mine* (ROM), para se produzir uma tonelada de concentrado final do tipo *pellet feed*. A umidade deste produto final será de 8,0%, com uma granulometria de 100% < 44 micras, correspondente a 325 me.

A reserva atual, estimada para a Mina do bonito, permite uma operação anual de lavra a céu aberto de 6,6 Mt de minério bruto (ROM), durante, no mínimo, 17 anos. Para uma produção anual de 2,0 MTPA de *pellet feed*, a produção total será de 34 Mt de *pellet feed*.

3.3.5. CONTROLE AMBIENTAL DO PRODUTO

A qualidade corresponde a especificação técnica do produto final a ser vendido. No mercado de minério de ferro existem alguns parâmetros usuais que serão seguidos pela Mhag Serviços e Mineração S/A., buscando vender um produto que tenha qualidade comercial.

O sistema de qualidade que a Mhag Serviços e Mineração S/A., irá implantar inicia-se na amostragem, depois em todo o processo de preparação física e análise química das amostras. Para a realização do controle de qualidade em todas as etapas do processo, será utilizado o Laboratório de Controle de Qualidade, já existente, que será ampliado e equipado para a produção de pellet feed. O laboratório, é formado pelo laboratório físico, laboratório químico e laboratório de processos.

No laboratório físico é feita toda a preparação física das amostras a serem encaminhadas para análise química, no laboratório químico e também a execução de análises granulométricas, determinação de umidade, densidade e % de sólidos.

No laboratório químico serão realizadas as análises químicas através da técnica de Fluorescência de Raio X por Comprimento de Onda.

3.3.5.1. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ÁGUA POTÁVEL

Atualmente, na Mina do Bonito, toda a água para consumo humano é mineral. Para o novo projeto, será construída uma Estação de Tratamento de Água - ETA, tipo ciclo completo Figura 3.26, para o tratamento da água, com uma capacidade de 5 m³/h para fornecer água

potável para as necessidades básicas para o consumo humano como por exemplo: banheiros, sanitários, refeitório, escritórios, laboratório, viveiro florestal, além da lavagem das máquinas e equipamentos.

Após a passagem pela ETA, a água tratada será armazenada em reservatório próprio, na sequência, será bombeada para os pontos de consumo.

Para o consumo humano, a empresa continuará consumindo água mineral

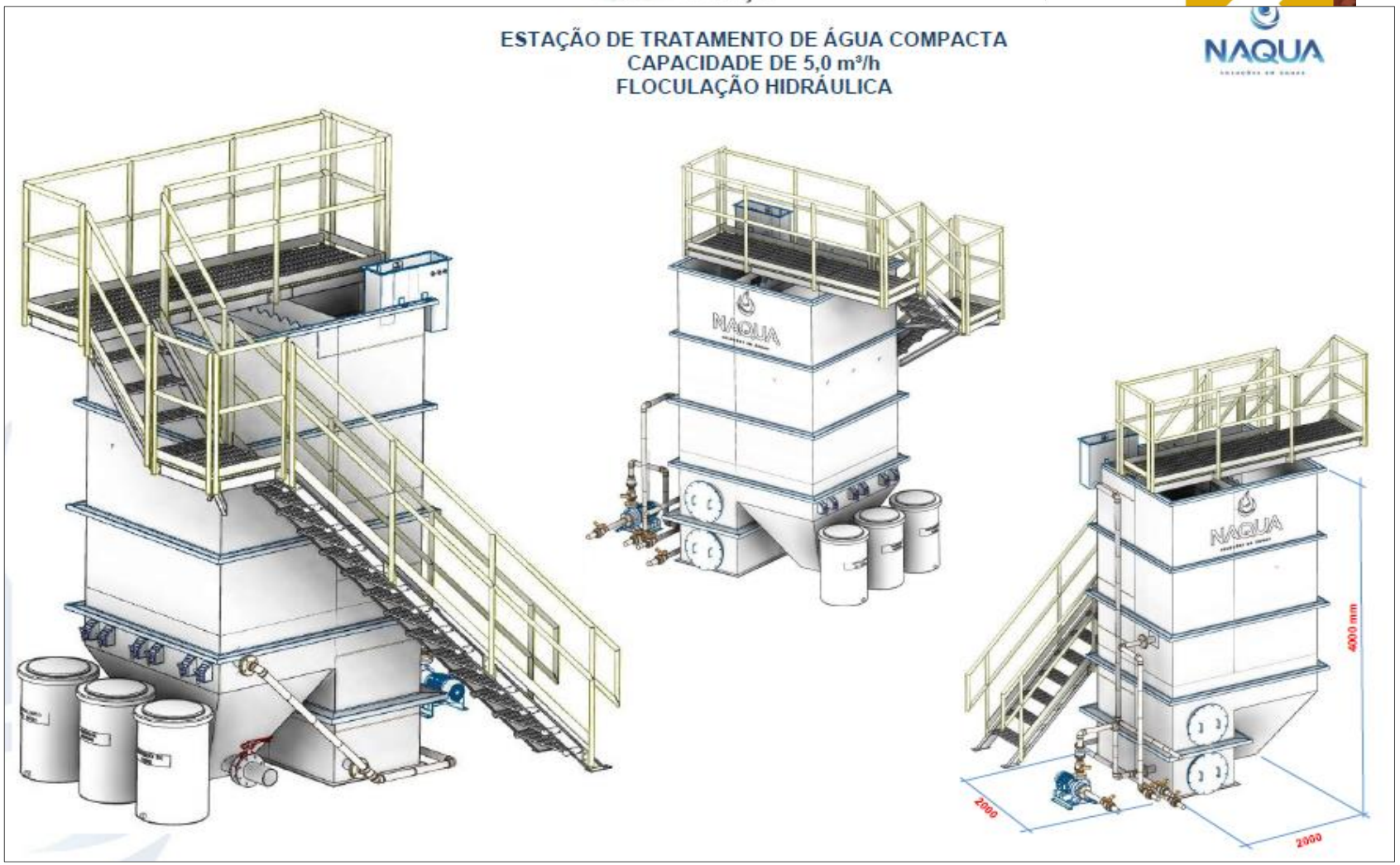


Figura 3.26. Desenho Ilustrativo da Estação de Tratamento de Água – ETA. Fonte: Naqua Soluções em Água

3.3.5.2. HISTÓRICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BARRAGEM ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES E DAS ATIVIDADES DA MINA DO BONITO

Os dados históricos da qualidade da água na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves – (BARG) e Mina do Bonito, no período de 2006 a 2013, foram realizadas 27 (vinte sete) coletas, totalizando 197 amostras, com média de amostragem de 7 (sete) pontos de coletas por amostragem, tabela 3.16.

O resultado das análises, constataram que mais de 90% das amostras apresentaram parâmetros de qualidade dentro da normalidade estabelecidas pelas Normas para a água do reservatório.

Tabela 3.17. Históricos da Qualidade da Água na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves – (BARG) e Mina do Bonito, período de 2006 a 2013

Item	Data de Coleta	Pontos de Coletas	Locais de coletas
01	01/06/2006	5	ARG
02	21/06/2006	6	BARG
03	12/07/2006	15	BARG e Mina do Bonito
04	13/07/2006	4	BARG e Mina do Bonito
05	02/08/2006	11	BARG e Mina do Bonito
06	04/09/2006	1	Mina
07	01/08/2008	5	BARG
08	14/10/2008	5	BARG
09	02/04/2009	5	BARG
10	29/07/2009	7	BARG e Mina do Bonito
18	20/11/2009	6	BARG
17	24/11/2009	7	BARG
11	24/03/2010	5	BARG
12	19/03/2010	4	BARG
13	31/03/2010	5	BARG e Mina do Bonito
14	15/07/2010	16	Mina
15	27/09/2010	5	BARG e Mina do Bonito
16	28/10/2010	16	BARG
19	19/01/2011	13	BARG
20	08/08/2011	2	BARG
21	15/08/2011	6	BARG
22	30/11/2011	8	BARG
23	05/06/2012	8	BARG
24	01/06/2012	8	BARG
25	02/03/2012	8	BARG
26	04/07/2013	8	BARG
27	12/12/2013	8	BARG
Total geral	**27**	**197**	

3.3.5.3. REJEITOS SÓLIDOS DO PROCESSO

No que se refere aos rejeitos sólidos, o projeto foi alterado em função das novas diretrizes da ANM e dos órgãos ambientais. O rejeito será, então, filtrado, semelhante ao concentrado e a disposição final será em uma pilha de codisposição com o estéril da mina, que será construída dentro de parâmetros geotécnicos de projeto.

O rejeito passará pelas etapas de espessamento e filtragem com uso de um sistema de filtros prensas. É constituído de um material inerte, sem produtos químicos com cerca de 16% de umidade, será transportado por transportadores de correia convencionais. Na sequência, pás carregadeiras de pneus, farão o carregamento para os caminhões basculantes 8 x 4 que transportarão o material para a pilha de disposição final.

A vantagem deste sistema, consiste em permitir a recuperação de grande volume de água no processo. Após ele ser espalhado na pilha de codisposição com o estéril da mina, sua umidade deverá baixar para cerca de 5%.

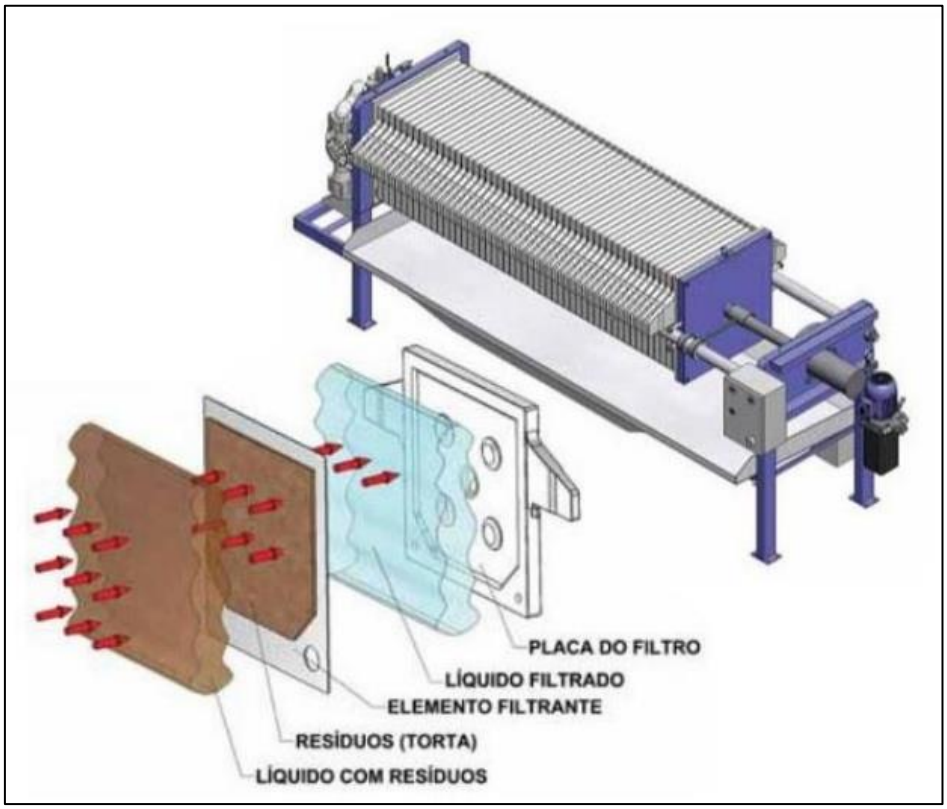


Figura 3.27. Esquema simplificado de filtro prensa de rejeitos. Fonte: (Adaptado de Bomax, 2014).



Figura 3.28. Filtro prensa para produção de pellet feed, Mina Pau Branco/MG. Fonte (Matec, 2019)



Figura 3.29. Material descarregado pelos filtros sendo retirado das baias por pá carregadeira, Mina Pau Branco/MG. Fonte: (Matec, 2019).



Figura 3.30. Vista geral da Planta de Filtragem da Mina Casa de Pedra/MG. Fonte: (Matec, 2019).

5.3.5.4. RESÍDUOS SÓLIDOS

3.3.5.4.1. PLANO DE GERENCIAMENTO RESÍDUOS SÓLIDOS - PGRS

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, visou orientar o destino a gestão das ações de Controle Ambiental dos Resíduos Sólidos para implantação e operação da Mina do Bonito em Jucurutu.

O plano leva em consideração os princípios que conduzam a reciclagem bem como estabelecer procedimentos para adequação, tratamento e disposição final deles de acordo com as diretrizes estabelecidas pelos órgãos de meio ambiente e de saúde e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/20010 e da Resolução do CONAMA 307/2002.

3.3.5.5. MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

O monitoramento da qualidade do ar no entorno do empreendimento é requisito indispensável para avaliar a influências de suas atividades na qualidade do ar da região. Com base nesse entendimento, a MHAG Serviço e Mineração S/A., contratou o SENAI para realizar o serviço de monitoramento da qualidade do ar.

O monitoramento foi realizado no período de 28 a 31 de outubro de 2020, na Mina do Bonito, localizada no Município de Jucurutu/RN. Os parâmetros monitorados foram:

- MP10 (Material Particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 micrômetros);
- MP2,5 (Material Particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 2,5 micrômetros); e
- PTS (Partículas Totais em Suspensão com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 50 micrômetros).

Ao todo foram realizadas 3 (três) amostragens para os parâmetros supracitados, os resultados mostraram que as concentrações obtidas no monitoramento estão abaixo do padrão estabelecido pela Resolução CONAMA N° 491/2018 o que sugere uma boa qualidade do ar na região monitorada.

3.3.5.6. RUÍDO

O estudo das emissões sonoras teve como objetivo avaliar os níveis de pressão sonora da Área Diretamente Afetada (ADA) e das comunidades localizadas na AID e AII da Mina do Bonito, bem como, apontar as futuras fontes geradoras de pressão sonora e os níveis prováveis de emissão.

Foram amostrados onze pontos em dois turnos destintos (Diurno e Noturno), sendo nove localizados no interior da ADA e dois pontos nas comunidades da Mutamba e Lagoa Seca. No total foram realizadas 22 amostras.

De acordo com os resultados obtidos em comparação ao Critério de Avaliação (NCA), contidos na NBR 10.151, constatou-se que dos onze locais avaliados quatro pontos obtidos no turno noturno, ultrapassaram o nível de critério e que as principais fontes sonoras na ADA e comunidades indiretamente afetadas estão associadas a incidência de ventos, fauna local e tráfego de veículos.

A Figura que segue mostra os onze pontos de amostragem, distribuídos na área de estudo.

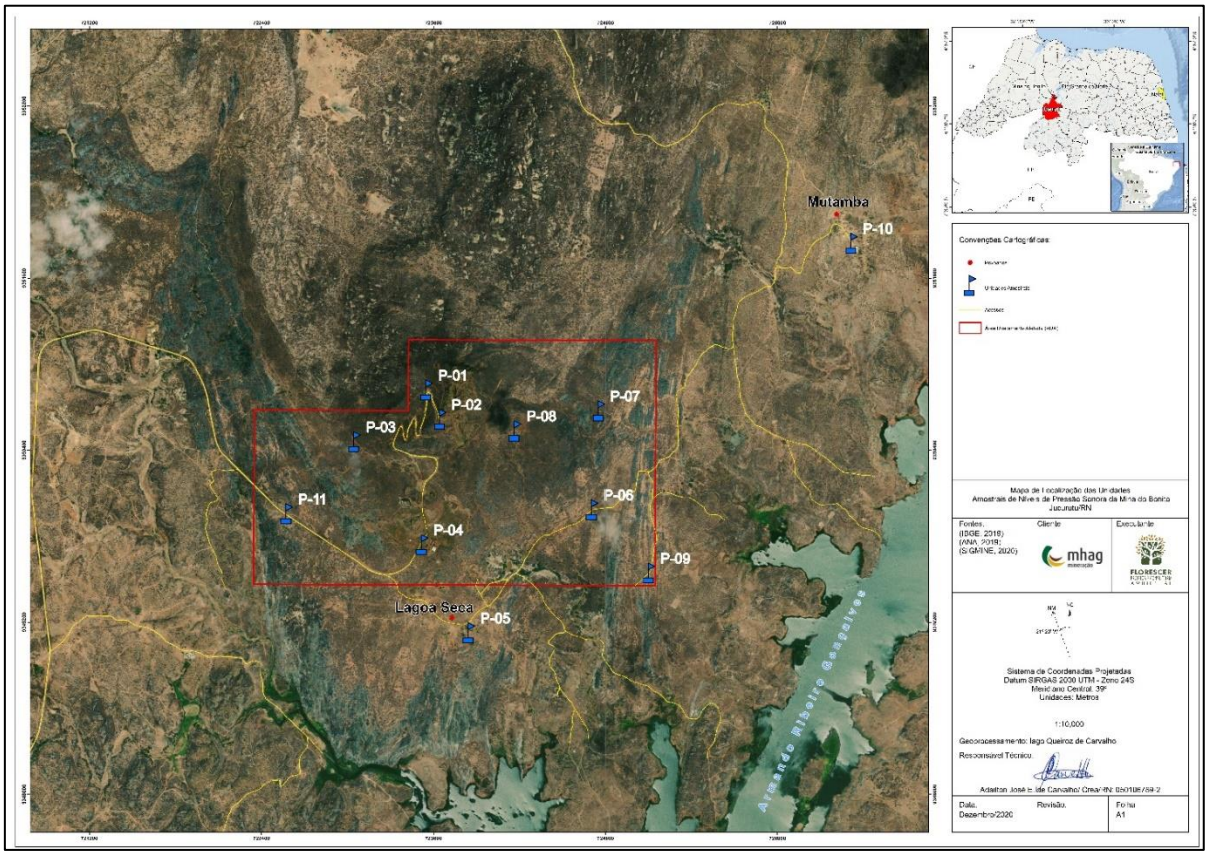


Figura 3.31. Mapa de localização das unidades amostrais.

3.3.5.6.1. RESULTADOS

A análise das 22 amostras, constatou-se que o nível de ruído da área de influência do empreendimento para o período das medições, alcançou um nível de intensidade equivalente variando de 30,25 dB a 39,45 dB, com média de 35,27 dB, conforme a Figura 3.32.

Para o período diurno a média alcançada foi de 36,25 dB e para o período noturno 34,65 dB.

Esta diferença ente o período diurno e noturno, decorre da movimentação de máquinas e equipamentos que transitavam na ADA, durante o período diurno.

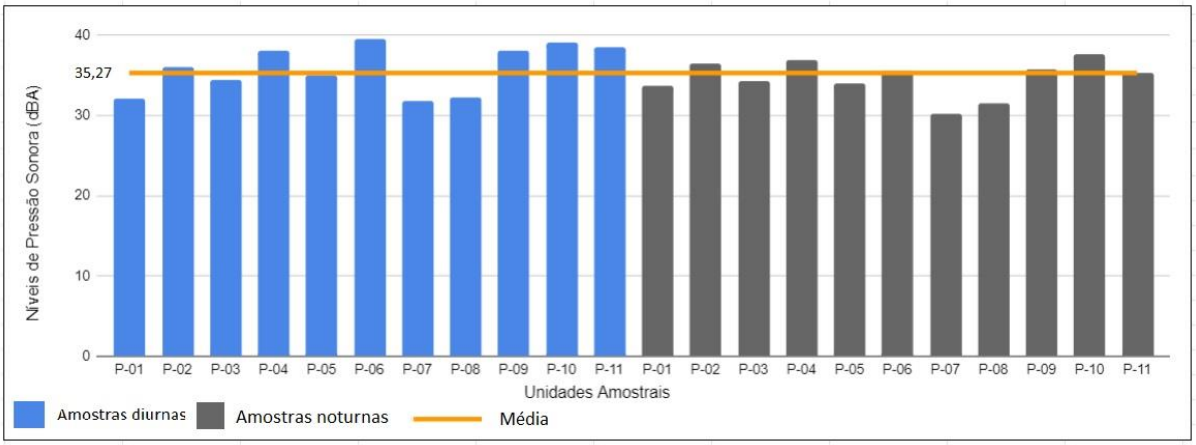


Figura 3.32. Resultados da avaliação do nível de pressão sonora na área do empreendimento.

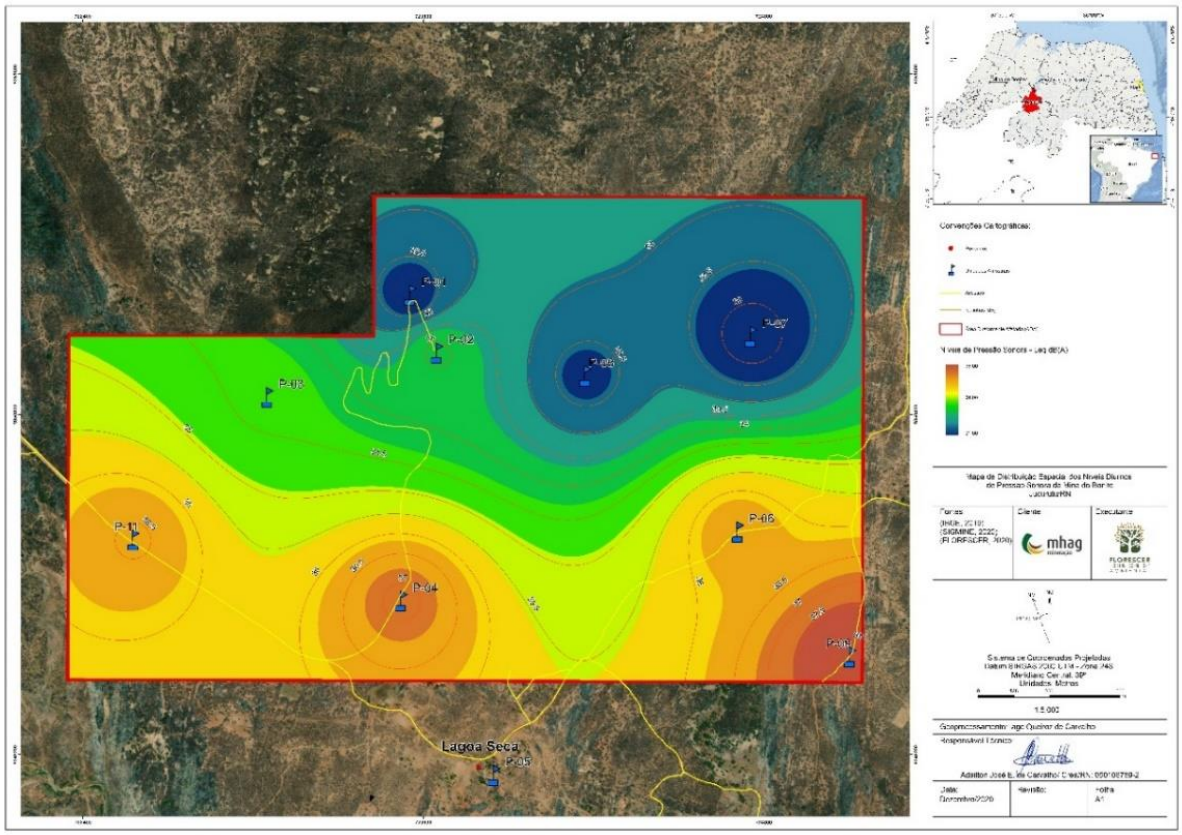


Figura 3.33. Mapa de distribuição espacial dos níveis de pressão sonora na ADA para o período diurno.

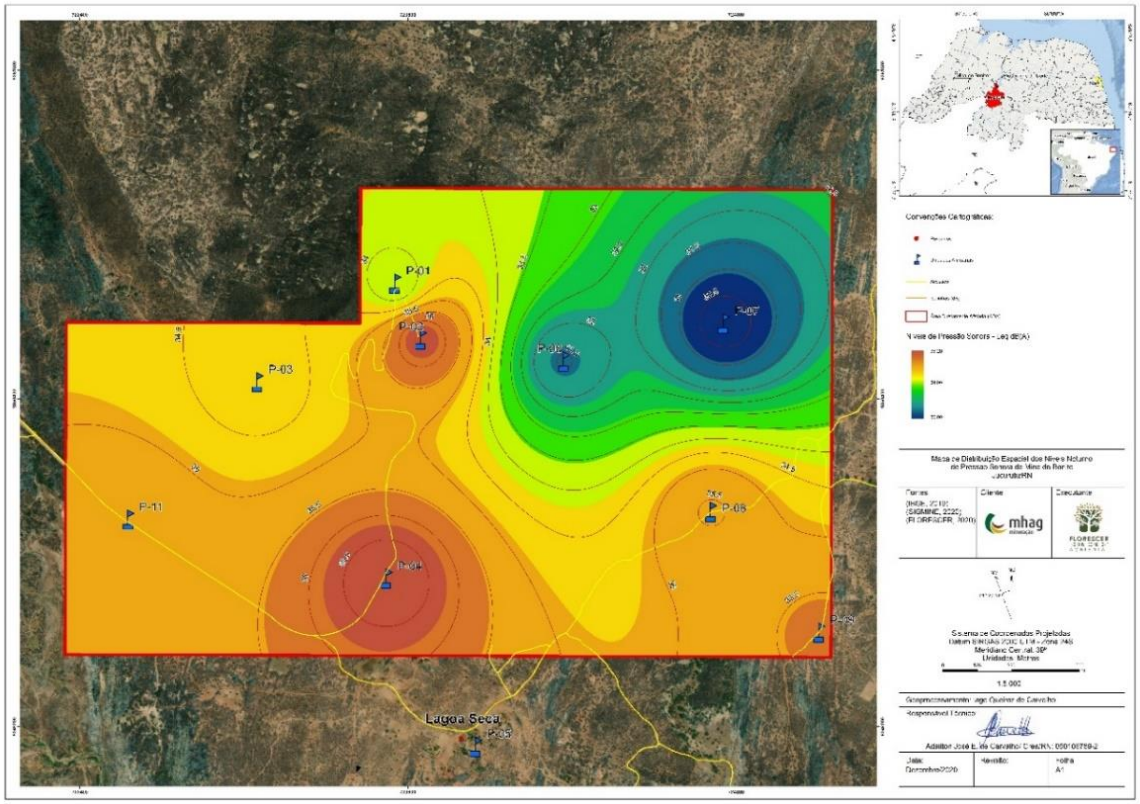


Figura 3.34. Mapa de distribuição espacial dos níveis de pressão sonora na ADA para o período noturno.

3.3.7. O PLANO DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

O Plano de Compensação Ambiental contém as informações necessárias para o **cálculo do Grau de Impacto**, de acordo com as especificações constantes nos Decretos 4.340, de 22 de agosto de 2002 e 6.848 de 14 de maio de 2009, assim como o **Valor de Referência (VR)**, referente à conversão da compensação ambiental em um determinado valor pecuniário, o qual será transformado pelo próprio empreendedor ou pelo gestor de recursos em benefícios ambientais, por meio de sua destinação à(s) unidade(s) de conservação de proteção integral, ou à(s) de uso sustentável, quando afetadas (BECHARA, 2009, p. 241).

3.3.7.1. ESTIMATIVA DO VALOR DE REFERÊNCIA (VR)

O valor de Referência (VR) corresponde ao somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, não incluídos os investimentos referentes aos planos, projetos e programas exigidos no procedimento de licenciamento ambiental para mitigação de impactos causados pelo empreendimento, bem como os encargos e custos incidentes sobre o financiamento do empreendimento, inclusive os relativos às garantias, e os custos com apólices e prêmios de seguros pessoais e reais (Decreto nº 6.848, de 2009)

Baseado nos custos de implantação do empreendimento de **R$ 280.000.000,00,** que corresponde ao Valor de Referência (VR) para o cálculo da compensação ambiental do projeto de Pellet Feed de 2,0 MTPA, chegou ao valor da compensação ambiental de **R$ 449.238,78**.

3.3.8. PROJETO DE DISPOSIÇÃO DE ESTÉRIL E REJEITO EM FORMA DE PILHA COMBINADA COM CODISPOSIÇÃO

3.3.8.1. OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é descrever o estudo de escopo inicial da empresa Mhag Serviços e Mineração S/A., em relação ao sistema de disposição final de estéril e do rejeito, referente à produção de minério de ferro na Mina do Bonito.

O sistema definido será uma pilha de estocagem de estéril e rejeito que serão dispostos de forma conjunta, denominada de codisposição.

Conforme o plano de produção da mina, será necessária a disposição de estéreis gerados nas operações de lavra, para expor o corpo de minério e facilitar a extração dele, bem como a disposição dos rejeitos gerados no processamento do minério de ferro.

Foram desenvolvidos estudos das alternativas tecnológicas para disposição combinada dos estéreis e rejeitos, considerando as normas e tecnologias existentes e aplicáveis ao empreendimento.

A partir da definição das tecnologias, foram desenvolvidos os estudos das alternativas locacionais das estruturas de disposição, considerando-se as características físicas da região, bem como as áreas disponíveis do empreendimento, localização da mina, localização da usina de processamento de minério de ferro, distâncias de transporte e aspectos econômicos e ambientais.

Após análise final definiu-se a construção de duas pilhas para disposição do estéril e do rejeito.

A pilha 1 - corresponde ao escopo deste texto terá capacidade para 2,2 anos de operação da mina e da usina de processamento de minério de ferro e futuramente será construída a pilha 2,

A pilha 2 – com maior capacidade, para 15 anos de operação da mina e da usina, de processamento de minério de ferro. Ela durará por toda vida útil do empreendimento, correspondente aos 17 anos de operação.

A segurança do sistema de disposição de estéril e do rejeito é prioridade para a Mhag Serviços e Mineração S/A., atenderá à todas as exigências dos órgãos regulamentadores e fiscalizadores nas esferas municipal, estadual e federal.

3.3.8.2. DIRETRIZES INICIAIS

A Mhag Serviços e Mineração S/A., definiu como diretriz básica para o rejeito a utilização de espessamento e filtragem do rejeito, que é uma tecnologia de ponta e que irá gerar rejeitos com baixa umidade e elevada taxa de recuperação de água, reduzindo de forma

significativa a captação de água nova e eliminando a necessidade de construção de uma barragem de rejeito propriamente dita.

Como o processamento do minério de ferro não irá utilizar nenhum tipo de produto químico, os rejeitos são classificados como Não Perigosos, conforme a NBR 10004:2004. Além disso, a maximização da recuperação de água é vital para a operação, localizada na região do semiárido potiguar.

Este sistema propicia a recuperação máxima possível de água, gera rejeito com baixa umidade (cerca de 16 %), apresenta as seguintes características:

- pode ser transportado por correias transportadoras;
- carregados com pás carregadeiras de pneus;
- transportados por caminhões basculantes para locais distintos, selecionados e seguros para disposição final;
- podendo também ser utilizado para recomposição de terrenos, como alteamentos e aterros entre outros.

Portanto o projeto da Mhag Serviços e Mineração S/A., contempla o termo "**Barragem Zero**", o sistema de disposição final será na forma de uma pilha, é uma estrutura geotécnica que será construída dentro das normas e procedimentos da legislação vigente.

3.3.8.3. Localização da Pilha de Rejeito/Estéril

Após análise e definição interna foi definida a área de localização da pilha de rejeito/estéril. Ela se localizará na parte sudeste dentro da poligonal do processo ANM 848.211/2003, Conforme Figura 3.35.

A topografia da área é relativamente plana, o mapeamento geológico identificou a presença de mármore compacto na área como sendo o substrato rochoso. No local não há presença de lençol freático, não existem cursos de água e não há captação de água.

A vegetação predominante é a caatinga e não existe Áreas de Preservação Permanente (APP).

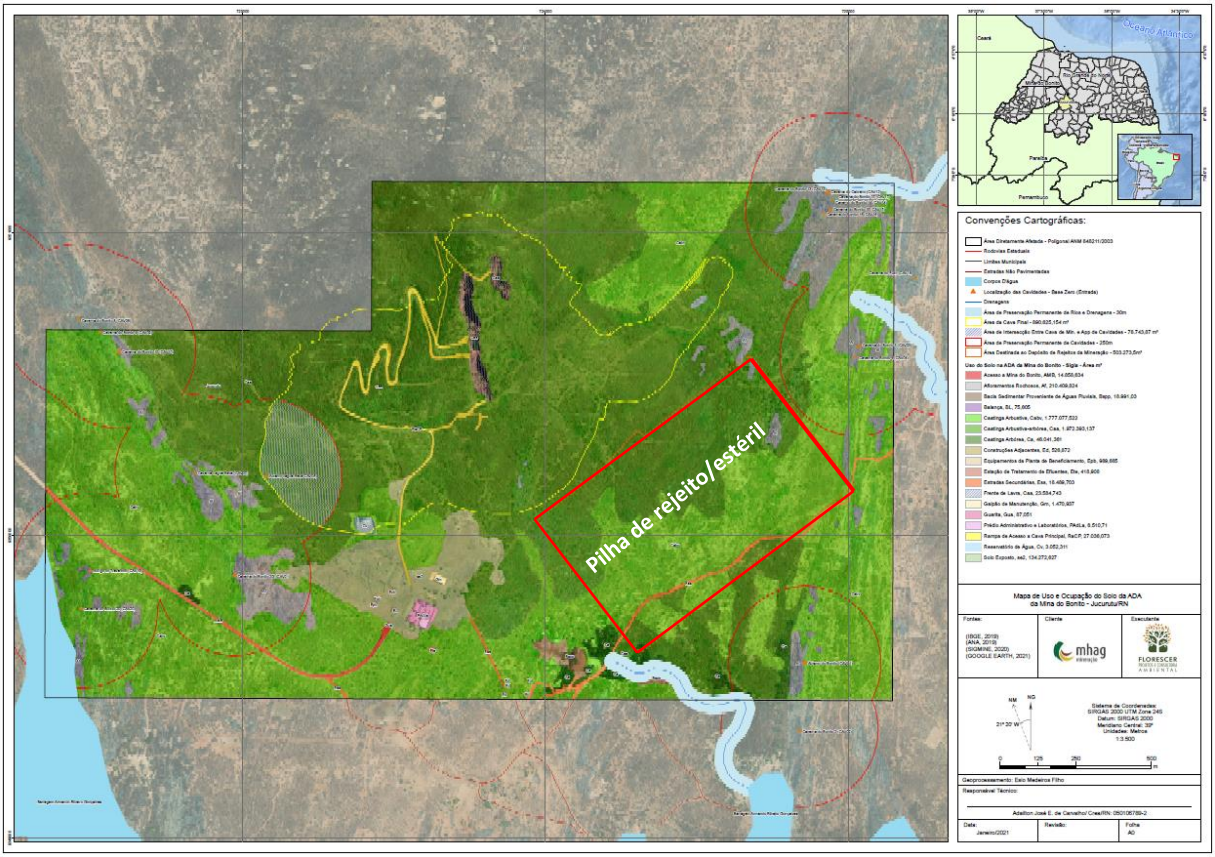


Figura 3.35. Localização da pilha de estéril/estéril da Mina do Bonito.

3.3.8.4. Normas

No Brasil, o projeto de construção de uma pilha de estéril deve ser feito de modo a cumprir as regras estabelecidas pela norma brasileira regulamentadora **NBR 13029** e pela norma reguladora de mineração **NRM 19,** que deve ser tão detalhado quanto o projeto de lavra.

De acordo com a NBR 13029 (1993), alguns parâmetros são essenciais quanto à geometria interna e externa da Pilha Combinada de Estéril e Rejeito. Segundo esta norma, os seguintes critérios devem ser respeitados:

- A altura dos bancos deve ser, no máximo, de 10 metros;
- A largura mínima de bermas deve ser de 6 metros,
- A altura máxima da pilha de 200 metros;
- Devem existir acessos para manutenção;
- O ângulo entre os bancos deve ser inferior ao ângulo de repouso natural do estéril;
- As bermas devem possuir declividade longitudinal e transversal de no mínimo, 1% e 5%, respectivamente;
- Devem ser implantadas leiras na crista dos bancos.

Os principais fatores que devem ser considerados na seleção do local para construção de uma pilha de estéril/rejeito são:

- Topografia do local, influencia na capacidade e na área da pilha, assim como na distância de transporte;
- Hidrologia e condições climáticas, tais como: precipitação, velocidade e direção do vento, regime hidrológico, drenagem ácida, escoamento superficial;
- Hidrogeologia, relacionada à qualidade da água subterrânea e ao lençol freático;
- Geologia e Geotecnia, como condição da fundação, porosidade, infiltração, resistência do material a ser disposto e ângulo de repouso dele, sísmica e falhas ativas;
- Aspectos técnicos, os quais estão relacionados ao método de lavra, limite de cava, sistema de transporte e volume de estéril;
- Aspectos ambientais, como os efeitos da infiltração de águas superficiais e subterrâneas, impactos que podem ser gerados na área e exigências dos órgãos ambientais;
- Aspectos econômicos, referentes ao custo de capital e operacional, custo de fechamento e riscos econômicos.

A definição da escolha do local para disposição do estéril pode ser restringida dado algumas condições, como por exemplo:

I) Áreas afastadas ou localizadas em cotas muito elevadas em comparação com as frentes de lavra;

II) Inserção da pilha em amplas bacias de drenagem;

III) Fundação composta por solos de baixa resistência, condição que demanda a remoção de grandes volumes de materiais ou a adoção de taludes muito suavizados, reduzindo assim, a capacidade de armazenamento da pilha;

IV) Ocupação de espaços passíveis de proteção ambiental ou cultural (solos férteis, matas nativas, ecossistemas, etc.);

V) Áreas externas ao domínio do empreendimento, o que aumenta os custos de desapropriações e dos licenciamentos específicos.

Portanto, a escolha do locacional foi baseada na melhor alternativa que promova um melhor equilíbrio entre todos os fatores citados. Assim, vale ressaltar que a área escolhida atendeu aos objetivos técnicos e econômicos do empreendimento, bem como às regulamentações ambientais, mas também, onde os impactos causados pela disposição do estéril/rejeito sejam mínimos.

A atual versão da norma NBR 13029, de 2006, não especifica a altura máxima da pilha; apenas afirma que o fator de segurança mínimo permitido (tanto o global da pilha, quanto o individual para cada bancada) deve ser de 1,5 sendo este o fator determinante da altura máxima do depósito

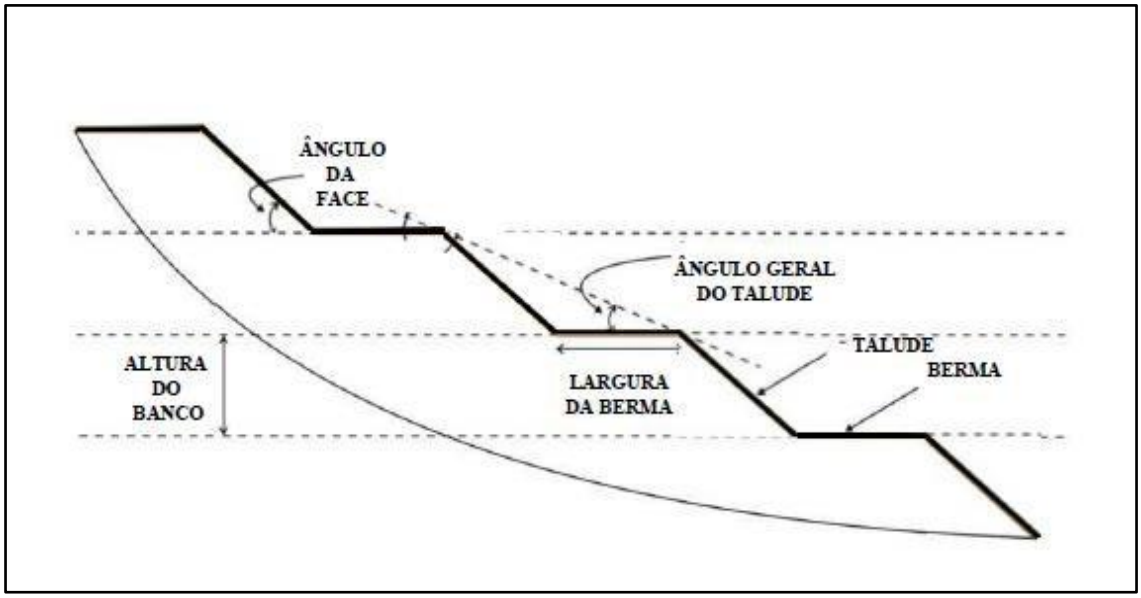


Figura 3.36. Parâmetros geométricos de uma pilha de estéril. Fonte: Teixeira, 2011.

Com relação ao coeficiente ou fator de segurança (FS), este deve ser devidamente analisado em um projeto de construção de uma pilha de estéril, pois é o que determina a estabilidade dos taludes do depósito.

A determinação do fator de segurança no projeto de construção de uma pilha de estéril deve levar em consideração as consequências potenciais de uma eventual ruptura dos taludes, assim como a dimensão deles, a heterogeneidade do maciço, dentre outros fatores.

Para a construção de uma pilha de estéril, considera-se o fator de segurança sempre de 1,5 para garantir assim, a maior estabilidade do depósito.

3.3.7.5. METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO E DISPOSIÇÃO ESTÉRIL/REJEITO

O método ascendente é o mais indicado para construção de uma pilha de estéril/rejeito, em virtude de proporcionar maior segurança e estabilidade à mesma.

De acordo com Petronilho (2010), a disposição do estéril é realizada de jusante para montante, isto é, do fundo do vale em direção às cabeceiras. O estéril/rejeito será basculado por caminhões, gerando pilhas com altura de 2,0 a 3,0 metros. Em seguida, o material das pilhas será nivelado com o auxílio de um trator de esteira, formando camadas de 1,0 e 1,5 metros de espessura, as quais são compactadas pelo próprio tráfego dos equipamentos, o que é suficiente para estabilizar a pilha. A Figura 3.37, mostra o exemplo deste método de disposição.

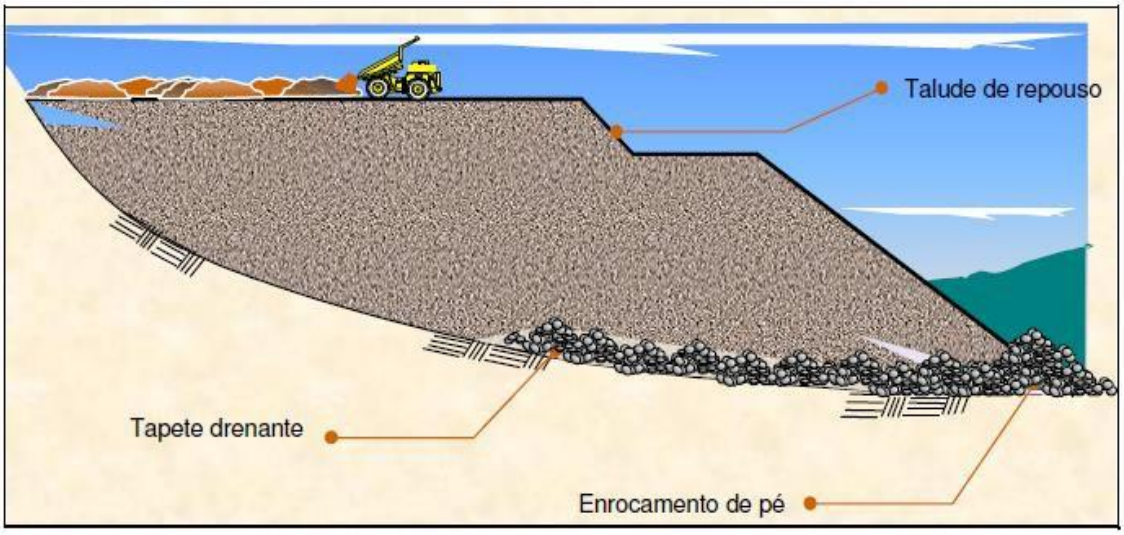


Figura 3.37. Representação do método ascendente de disposição do estéril. Fonte: Carvalho, 2009.

As bancadas formadas devem possuir 10 metros de altura e a largura mínima das bermas deve ser de 6 metros. Após a formação das mesmas, será executado o retaludamento (Figura 3.38) com o trator de esteira, o que é feito com o objetivo de suavizar o ângulo de repouso e aumentar assim, a estabilidade da pilha por meio da compactação da camada superficial

Cabe ressaltar que neste método são adotados sistemas de drenagem adequados, bem como será realizada a proteção superficial dos taludes, o que também contribui para a maior segurança da pilha.



Figura 3.38. Etapa de retaludamento com trator de esteira.

3.3.7.6. CONFIGURAÇÃO

Segundo Aragão (2008), a configuração de um depósito de estéril/rejeito influencia diretamente na sua estabilidade pode ser dos seguintes tipos: aterro em vale, aterro transversal a um vale, aterro em encosta, aterro de crista e pilha (Figura 3.39).

No caso do Projeto da Mhag Serviços e Mineração S/A., devido ao terreno ser plano, optou-se pela configuração do tipo **pilha,** designa o depósito construído pelo empilhamento de montes de material em uma superfície horizontal ou moderadamente inclinada.

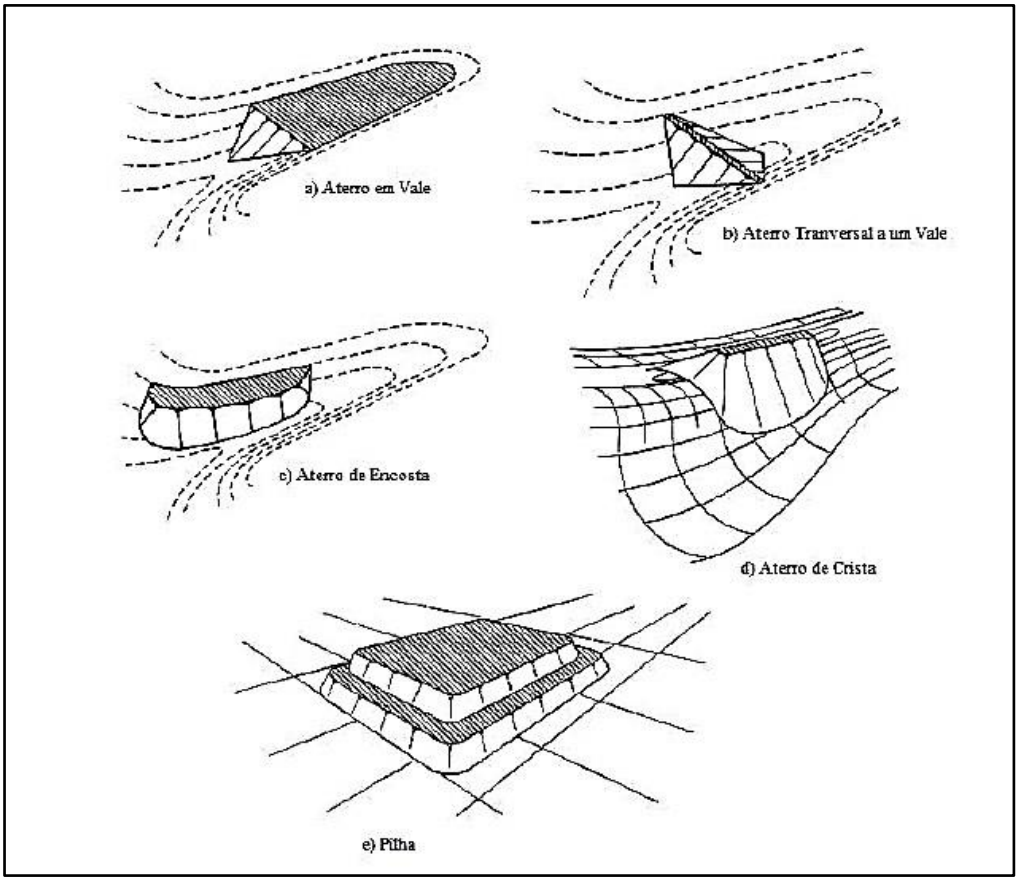


Figura 3.39. Configurações de pilhas de estéril/rejeito.

A configuração da pilha de estéril e rejeito da Mhag Serviços e Mineração S/A, será a **opção e)** pilha propriamente dita.

3.3.7.7. CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE ESTÉRIL/REJEITO

Será feita uma caracterização dos diferentes tipos de materiais que correspondem ao estéril/rejeito da mina, resultante do decapeamento.

Apresenta-se a seguir um quadro básico com os 4 tipos de materiais estéreis existentes na Mina do Bonito, que são secos, devido a não haver presença do lençol freático.

Tabela 3.18. Tipos de materiais estéreis existentes na Mina do Bonito.

Item	Tipo Estéril	Tipo Material	Tipo Desmonte	D In situ (t/m3)	Granulometria	Participação
1	Solo	Friável	Desmonte mecânico	2,00	0 - 20 cm	10%
2	G. Gnaisse	Compacto	Desmonte com explosivos	2,61	10 cm - 1,00 m	40%
3	Xisto	Compacto	Desmonte com explosivos	2,26	10 cm - 1,00 m	40%
4	Mármore	Compacto	Desmonte com explosivos	2,70	10 cm - 1,00 m	10%

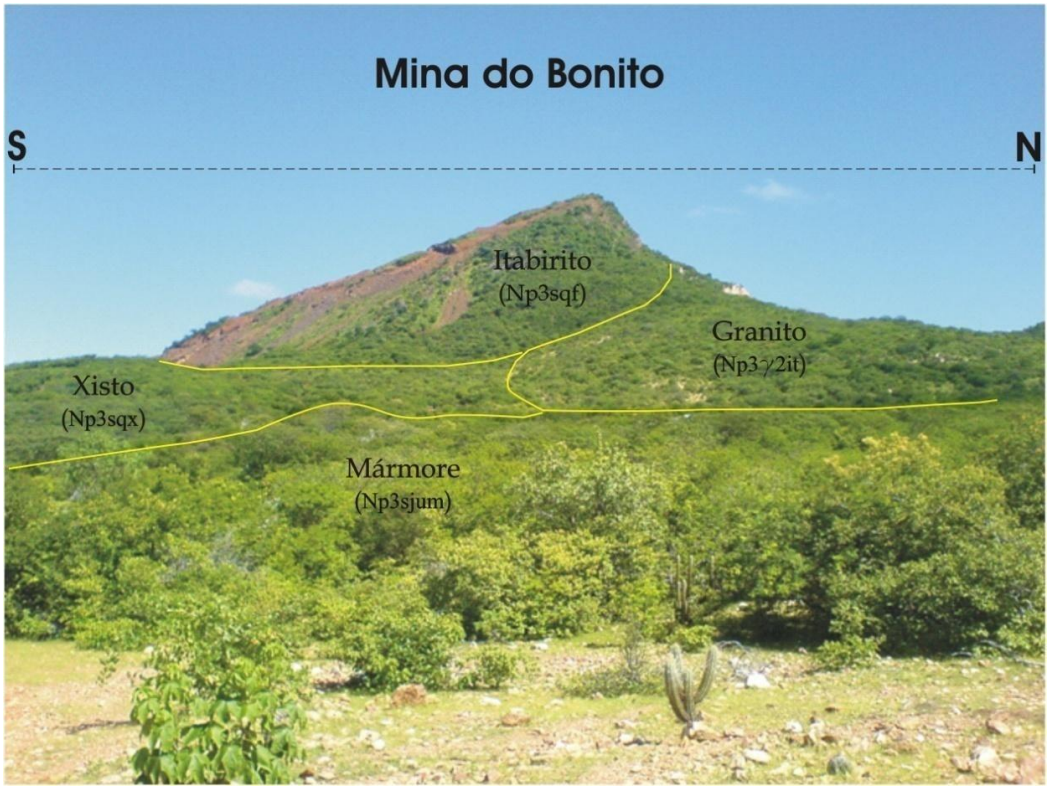


Figura 3.40. Tipos de materiais estéreis existentes na Mina do Bonito.

Devido ao fato destes materiais serem constituídos por partículas heterogêneas, ou seja, de diferentes granulometrias, poderá haver uma interferência negativa na sustentação da pilha.

Isso justifica a necessidade de se fazer amostragens representativas do estéril antes de sua lavra na mina, tornando possível a determinação dos parâmetros físicos geotécnicos

principais tais como ângulo de repouso, resistência ao cisalhamento, compressibilidade, permeabilidade, peso específico e colapsibilidade. Alguns ensaios serão feitos em campo e outros em laboratório.

Existe uma afirmação para construção de pilhas que existem nas normas de que “os efeitos resultantes dos processos de mistura e segregação decorrentes das operações de desmonte e de escavação de solos e rochas pré-existentes tendem a mascarar completamente a natureza dos materiais originais” (Petronilho, 2010, p. 12).

3.3.7.7.1. CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE REJEITO

O rejeito será espessado e filtrado, terá a seguinte especificação:

- Granulometria: 100 % < 0,5 mm (meio milímetro)
- Umidade na filtragem: 15 %
- Umidade após espalhamento e secagem na pilha: 5 %
- Densidade na pilha: 1,7 t/m3
- Composição:
    - quartzo: 90 %,
    - minerais de Fe: 8 %
    - argilominerais: 2 %

Semelhante ao estéril, deverá ser feita a caracterização completa do rejeito para determinação de suas propriedades geotécnicas.

3.3.7.8. SISTEMA DE DRENAGEM

Uma pilha de estéril normalmente tem três sistemas de drenagem principais:

- Sistema de drenagem interna;
- Sistema de drenagem superficial;
- Sistema de drenagem periférica

O foco dos sistemas de drenagem a serem implantados terá a captação ou interceptação e direcionamento da água para fora dos limites da pilha, buscando a estabilidade, minimização de erosão pela água da chuva, pelo vento e das possibilidades de deslizamento de material, assoreamentos diversos e de inundações.

3.3.7.8.1. SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

As condições de drenagem interna da pilha vão depender essencialmente das características dos materiais de sua formação, do meio físico local e do fluido percolantes, que será a água, quantificadas por meio da chamada condutividade hidráulica da pilha.

A condutividade hidráulica da pilha é um parâmetro que merece especial atenção, pois se esta condutividade é alta, significa que há muitos espaços vazios entre as partículas do material que compõe a pilha, isso pode comprometer a sua segurança. Assim, será de extrema importância adotar um sistema de drenagem eficiente.

Ainda que o material que integra a estrutura seja bastante compactado e firme, sempre haverá percolação de água por entre suas partículas, torna-se imprescindível o conhecimento sobre a vazão do fluxo de água, tal como o caminho preferencial de escoamento.

Desta forma, os sistemas de drenagem interna serão fundamentais para garantir a estabilidade da pilha, uma vez que permitem aliviar os níveis de poropressão, direcionar o fluxo de água e evitar o carreamento de materiais finos, o que pode provocar problemas de erosão interna na pilha, conhecida como *piping*.

Os dispositivos de drenagem interna possuem como função drenar a água no interior da pilha de dentro para fora, ou seja, seu objetivo é canalizar os cursos d'água e nascentes existentes no local, evitando assim, o acúmulo de fluido na estrutura e como consequência, auxiliando na preservação de sua estabilidade geotécnica.

Sob as pilhas, serão executados sistemas de drenagem interna, através de drenos profundos com a finalidade de criar caminhos preferenciais para o escoamento das águas, evitando-se potenciais riscos de erosão interna. Conforme o caso poderão ser usados também tapetes drenantes.

A função da drenagem profunda será a de evitar a formação de pressão neutra, garantindo, assim, maior fator de segurança à ruptura do maciço.

Diferentes dimensões de drenos de fundo serão executadas sob a pilha e serão dimensionados de acordo com cada caso, sendo adotados enrocamento envolto por manta geotêxtil, que também tem a função de evitar a colmatação da drenagem.

Ressalta-se que não existem nascentes na área sob a pilha, os pequenos talvegues são secos e recebem apenas águas pluviais.

Ilustra-se a seguir algumas fotos de sistemas de drenagem interna:



Figura 3.41. Drenagem de fundo em uma pilha de estéril.



Figura 3.42. Tapete drenante e disposição do estéril acima dele.

Os drenos de fundo podem assumir a forma de uma espinha de peixe (figura 3.204), é conveniente que eles sejam direcionados até o enrocamento de pé, com a finalidade de evitar erosões.

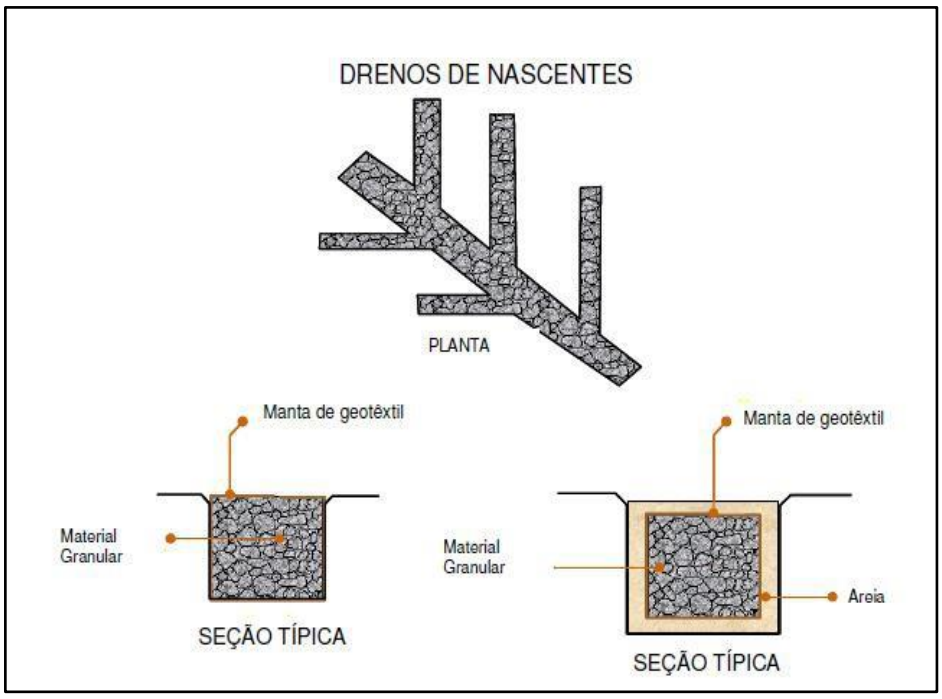


Figura 3.43. Representação dos drenos.

3.3.7.8.2. SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

Os dispositivos de drenagem externa ou superficial serão instalados na pilha de estéril com a finalidade de captar as águas incidentes sobre ela, provenientes de precipitações ou de outras áreas adjacentes e impedir, desta maneira, o acúmulo de água sobre a sua superfície e a infiltração. Tais dispositivos captam a água e a direcionam para fora da pilha, de forma que não haja comprometimento da estrutura. Os mais comuns são as canaletas, descidas d'água e dissipadores de energia.

A ausência desses sistemas poderá acarretar consequências na segurança da pilha, uma vez que, a água infiltrada pode provocar erosão superficial nos taludes e até mesmo o desmoronamento da estrutura. Serão definidos o caimento transversal e longitudinal das bermas que proporcione a maior eficiência desses sistemas.

Neste âmbito, comumente as bermas são construídas com caimento de 1% na direção longitudinal para evitar as erosões, para evitar que a água caia pelas faces dos taludes, é dado um caimento transversal de 3 a 5% em direção ao pé da bancada superior.

"A garantia para a eficiência do sistema de drenagem superficial é a criação de canaletas nas praças que dirijam as águas para os pontos de descida".

Podem ser construídas também, leiras trapezoidais na crista ao longo dos bancos do depósito de estéril, de forma a preservar os taludes, além disso, podem ser instalados canais periféricos, cuja função é captar e conduzir as águas pluviais que incidem sobre a crista da pilha.

As águas provenientes das canaletas são então, direcionadas às descidas d'água (figura 3.200), constituídas por canais em degraus. Estes dispositivos serão construídos no entorno da pilha ao longo do contato desta com o terreno natural, serão dotados de dissipadores de energia, os quais representam estruturas responsáveis por diminuir a velocidade do fluxo e controlar a erosão



Figura 3.44.. Exemplo de sistema de drenagem superficial - descidas d'água.

3.3.7.8.3. SISTEMA DE DRENAGEM PERIFÉRICA

Os canais periféricos captam as águas oriundas das descidas d'água para lançamento na drenagem natural, visando o menor impacto possível, constituindo o sistema de drenagem periférica.

3.3.7.9. SISTEMA DE CONTENÇÃO DE SÓLIDOS

A pilha de estéril/rejeito deverá possuir pontos providos de sistemas de contenção de finos ou diques de contenção de finos, responsáveis por reter as partículas sólidas que serão carregadas juntamente com a água, de modo que esta chegue limpa a eventuais cursos de água existentes.

Essas bacias de contenção de sedimentos terão a função de promover o amortecimento e a decantação das águas provenientes das pilhas. Haverá sistema de drenagem superficial também nas áreas de apoio e vias de acessos da pilha.

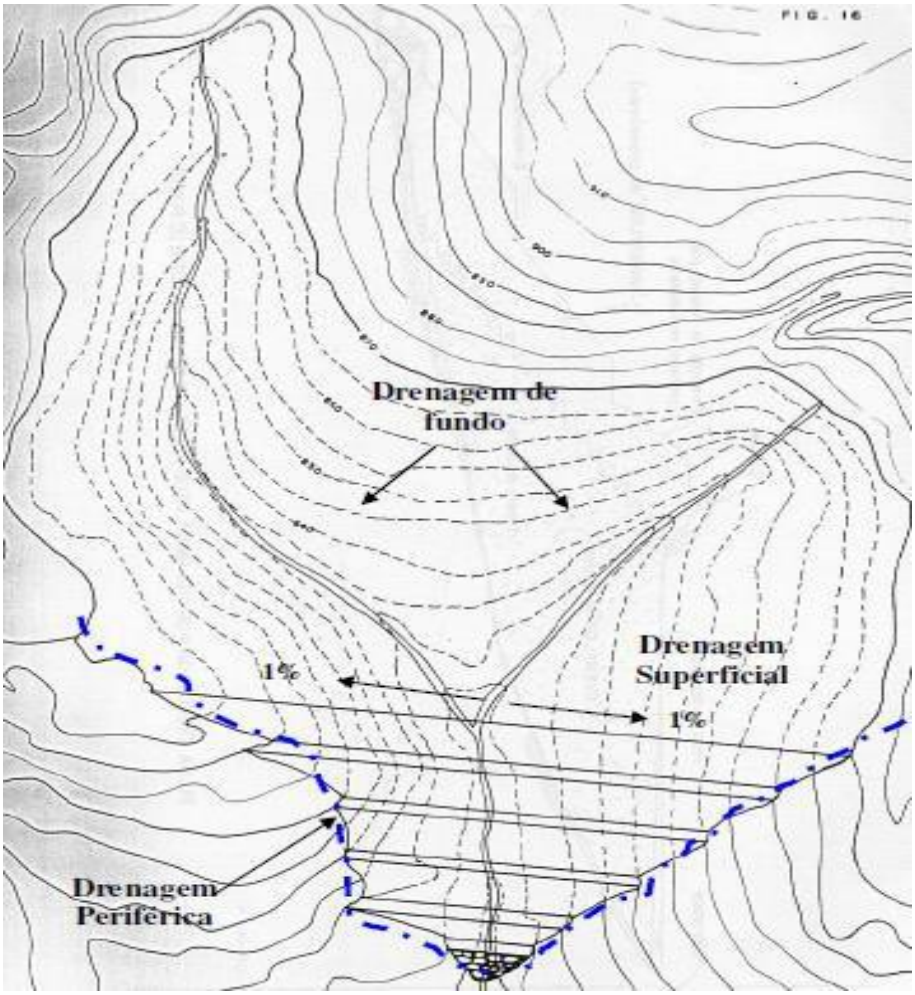


Figura 3.45. Tipos de sistemas de drenagem.

3.3.7.10. ESTABILIDADE

A instabilidade de taludes e a possibilidade de ruptura em uma pilha representam fatores críticos que devem ser cuidadosamente analisados, de forma a garantir a segurança da pilha e das áreas adjacentes, as quais podem ser profundamente afetadas quando da ocorrência de movimentos de massa ao longo da estrutura.

À medida que aumenta a taxa de disposição de estéril/rejeito, a pilha se torna maior, aumenta a possibilidade de rupturas, devido ao aumento das tensões ali impostas. Quando

essas tensões superam a resistência do material constituinte da pilha, inicia-se o processo de ruptura no maciço.

Assim, serão necessárias análises constantes da estabilidade da pilha,

A figura 3.46, mostra um exemplo de ruptura de uma pilha de estéril de grande porte.



Figura 3.46. Exemplo de ruptura em pilha de estéril.

O monitoramento da estabilidade da estrutura será realizado para que seja possível adotar medidas mitigatórias para evitar as consequências indesejáveis de um potencial de ruptura.

A escolha do método de análise de estabilidade de um depósito de estéril/rejeito deve considerar os possíveis modos de ruptura, além dos parâmetros relacionados à resistência do material e às poro-pressões exercidas pela água no interior da pilha.

O principal objetivo dessa análise é a determinação da possibilidade de mobilização de massa ao longo dos taludes.

Diversos parâmetros interferem na segurança de uma pilha de estéril/rejeito, dos quais pode-se citar: a topografia do local, a geometria do depósito, a taxa de disposição, a altura das bancadas, as propriedades geotécnicas, o método de construção, hidrologia e hidrogeologia e as forças sísmicas.

Os principais modos de ruptura são: escorregamento superficial, escorregamento por fluxo superficial, ruptura rotacional circular, ruptura basal e translação de bloco.

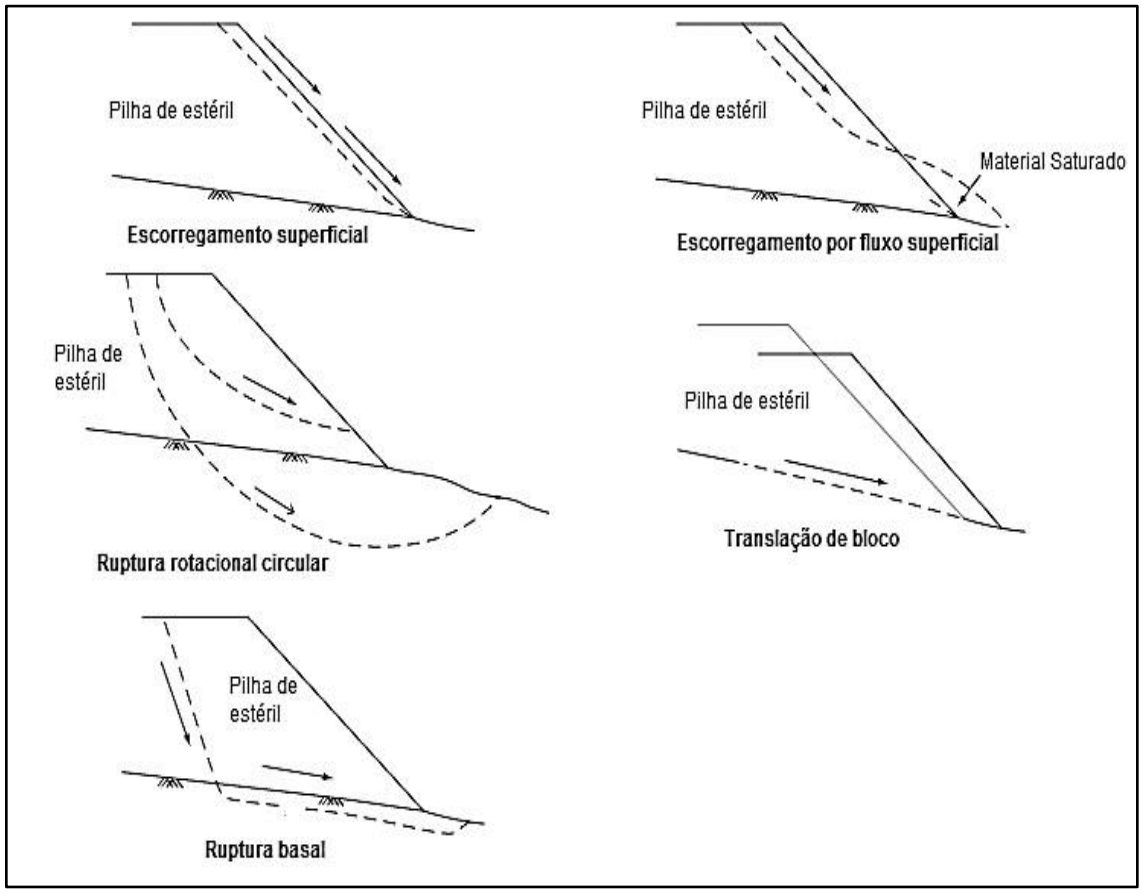


Figura 3.47. Modos de ruptura em pilhas de estéril.

O modo de ruptura do tipo escorregamento superficial é o mais comum de ocorrer em pilhas de estéril, onde acontece o deslizamento de uma fina camada de material paralela à face do talude. É tipicamente originada nas cristas dos bancos, geralmente decorre após uma forte precipitação, o que contribui para aumentar as poropressões em um depósito com baixa permeabilidade.

O escorregamento por fluxo superficial é explicado em virtude da entrada de grande quantidade de água na estrutura, provocando assim, a saturação do material, o qual desliza ao longo das encostas da pilha de estéril/rejeito.

Já a ruptura rotacional circular pode ocorrer em consequência do peso excessivo de material no depósito, assim como devido às características do estéril/rejeito que o constitui (material frágil ou muito fino) e às altas poropressões. Pode se estender à fundação se o solo possuir baixa resistência.

Se uma pilha de estéril/rejeito é colocada em terreno plano de solo competente, há menores probabilidades de ocorrer rupturas. No entanto, se o terreno plano é coberto por uma fina camada de material frágil, pode ocorrer ruptura basal. As chances de ocorrência desse tipo de ruptura são ainda mais acentuadas se o terreno é inclinado, ocorrendo, neste caso, a translação de bloco

Diante do exposto, vale considerar que os estudos de estabilidade de pilhas de estéril/rejeito, sempre enfatizam as situações mais desfavoráveis, adotando o fator de segurança mínimo para cada uma dessas condições.

3.3.7.11. MONITORAMENTO

Adicionalmente às análises de estabilidade da pilha, será feito o seu monitoramento para controlar o comportamento geotécnico dessa estrutura.

Conforme a NRM 19 – “Normas Reguladoras para a Disposição de Estéril, Rejeitos e Produtos” – faz-se necessário que as pilhas de estéril/rejeitos sejam supervisionadas por profissionais habilitados através do monitoramento da percolação de água, da movimentação, da estabilidade e do comprometimento do lençol freático.

Para isso, serão utilizados alguns instrumentos geotécnicos, tais como:

- Medidores do nível de água (NA), para definição da posição do nível de água dentro da pilha;
- Piezômetros para medição das poropressões;
- Marcos topográficos superficiais, para medição de deslocamentos;
- Marcos de recalque;
- poços de índice de nível d´água;
- Pluviômetros;
- Evaporímetros;
- Medidores de vazão de percolação.

A instalação destes instrumentos geotécnicos é comumente feita ao longo de uma seção representativa da pilha estéril/rejeito, para que, assim, os resultados sejam mais confiáveis.

Caso seja necessário, amostras de água a jusante da pilha serão coletadas para análise em laboratório externo.

A Mhag Serviços e Mineração S/A., terá uma equipe interna de acompanhamento diário da pilha, com execução de vistorias, inspeções, com foco na identificação de trincas, deformações, erosões e monitoramento topográfico. Outro item de importância é a verificação da eficiência do sistema de drenagem, pela eventual detecção de presença de sedimentos e vegetação nas canaletas, erosão no contato entre a canaleta e o maciço, entupimento, etc., entre outros pontos de atenção na inspeção.

Os dados coletados nas inspeções e dos instrumentos geotécnicos irão gerar relatórios que serão reportados e cadastrados no SIGBM (Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração), da ANM (Agência Nacional de Mineração) quinzenalmente.

Semestralmente será contratada uma auditoria com uma equipe de consultores externos especializados em geotecnia, será elaborado um relatório de avaliação da pilha. Este

pessoal avaliará as condições de segurança da pilha, vão ministrar treinamento teórico e prático para funcionários da Mhag Serviços e Mineração S/A., e de empresas contratadas que executarem atividades no local.

A Mhag Serviços e Mineração S/A., irá elaborar um Plano Diretor de disposição de estéreis e rejeitos, além de implantar um Sistema de Gestão da Segurança da Disposição de Estéril e Rejeito para garantir a manutenção, inspeção e integridade física da pilha.

Será elaborado e implantado um Plano de Segurança da Pilha e um Plano de Atendimento a Emergência.

3.3.7.12. DRENAGEM ÁCIDA

O processo de monitoramento das pilhas de estéril/rejeito, não envolve apenas os fatores relacionados à estabilidade geotécnica. Deve-se considerar também, a vulnerabilidade do estéril/rejeito frente às condições de oxidação, percolação, lixiviação e erosão.

Sob esta perspectiva, é fundamental mencionar que as pilhas de estéril/rejeito que contêm materiais sulfetados podem sofrer oxidação quando expostas à ação conjunta do ar e da água, iniciando assim, a drenagem ácida. Tal fenômeno pode ser explicado pela dissolução de elementos químicos na água que se infiltra na pilha de estéril/rejeito, resultando em uma água contaminada que, se desaguada aos cursos d'água naturais, pode comprometer seriamente o meio ambiente local.

Além da contaminação dos recursos hídricos, a drenagem ácida também pode comprometer a qualidade dos solos da região, por isso, em pilhas de estéril/rejeito deste tipo, deve ser feito o correto monitoramento das reações químicas e físicas no interior da estrutura, devem ser adotadas medidas mitigatórias que minimizem o impacto ambiental gerado nas áreas adjacentes.

Vale destacar, na região e na área do empreendimento não haverá ocorrência de sulfetos, por consequência não haverá possibilidade de geração de drenagem ácida.

3.3.7.13. REVEGETAÇÃO DA PILHA

Após cada etapa de evolução, a pilha deverá ser revegetada com cobertura vegetal por processo de hidrossemeadura ou plantio manual de espécies nativas e gramíneas da região para proteção de aterros e cortes, inclusive dos acessos.

3.3.7.14. PILHA 2

Em 2008, a empresa VOGBR – Recursos Hídricos e Geotecnia, realizou um estudo para selecionar áreas propícias para deposição dos rejeitos a serem gerados pela então unidade projetada para produção de 1,2 MTPA. Foram selecionadas três áreas, situadas a norte da mina, que perfazem no total mais de 1.000 ha (315 ha; 401 ha e 364 ha), que distam cerca de 10 km da localização da usina de processamento de minério de ferro.

A Mhag Serviços e Mineração S/A., fez um estudo inicial destas 3 opções, definiu pela área de 401 ha, local onde será construída a 2ª Pilha, que atenderá o projeto a partir do ano 2,2 até o ano 17, último ano de operação da mina.

3.3.7.15. REAPROVEITAMENTO DO REJEITO/ESTÉRIL

A Mhag Serviços e Mineração S/A, irá fazer estudos para o reaproveitamento do rejeito/estéril gerado no processamento do minério de ferro, buscar reduzir a sua geração, buscando otimizações e melhorias operacionais.

Este rejeito poderá ser usado na construção civil e áreas afins.

Será feito um convênio com a UFRN/Departamento de Engenharia de Materiais para desenvolver pesquisa, desenvolvimento e inovação na busca de usos alternativos e reaproveitamento para o rejeito e estéril.

O desenvolvimento da gestão dos resíduos da mineração e de tecnologias para seu reaproveitamento é um caminho que exige uma postura cada vez mais colaborativa entre todos os agentes do setor mineral.

Construir uma visão de futuro faz parte da proposta da Mhag Serviços e Mineração S/A., visando a melhoria da sustentabilidade e competitividade da mineração.

4. ÁREA DE INFLUÊNCIA

Segundo a Resolução CONAMA 001/86, nas diretrizes gerais apresentadas no artigo 5°, item III, estabelece a necessidade de "definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do qual o empreendimento está circunscrito, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza". Este critério mostra-se o mais adequado, sob o aspecto teórico, por constituir-se numa área do sistema natural bem delimitada, onde os processos ambientais e as interações físicas, biológicas e humanas podem ser melhor analisados e compreendidos.

Segundo a resolução CONAMA 001/86, publicado em 17 de fevereiro de 1986, o licenciamento das atividades geradoras de impactos ambientais, dependem da elaboração e aprovação de Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e do seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

4.2. DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

4.2.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA – ADA

Para os meios físico e biótico a Área Diretamente Afetada – ADA – corresponde à área da poligonal do Processo ANM – 848.211/2003, correspondente a área de 425,49 hectares, local ocupado pelo empreendimento propriamente dito, envolverá toda infraestrutura necessária a implantação e operação do empreendimento, cuja o uso e ocupação do solo se dá através das estradas e vias acesos a Mina do Bonito, cava da mina propriamente dita, área de beneficiamento do minério, pátio de estocagem de minério, pilhas de minério, pilha de estéril, pilha de rejeito, oficina, canteiro de obras e área administrativa.

Geograficamente, como pode ser observado nas Figuras 4.1 e 4.2, a área de diretamente afetada da mina do Bonito está situada no município de Jucurutu/RN. No interior da área requerida ao ANM do Processo nº 848.211/2003 e da Portaria de Lavra nº 237 de

31/07/2006, publicado Diário Oficial da União - DOU em 07/08/2006, cuja área corresponde a 425,49 ha, delimitada por um polígono que tem um vértice a 1.725,38 m, no rumo verdadeiro de 90º00´NE, do ponto de Coordenadas Geográficas do vértice (V1) de Latitude 05°51'58''766 S e Longitude 36°58'55''297, conforme Tabela 4-1 que segue.

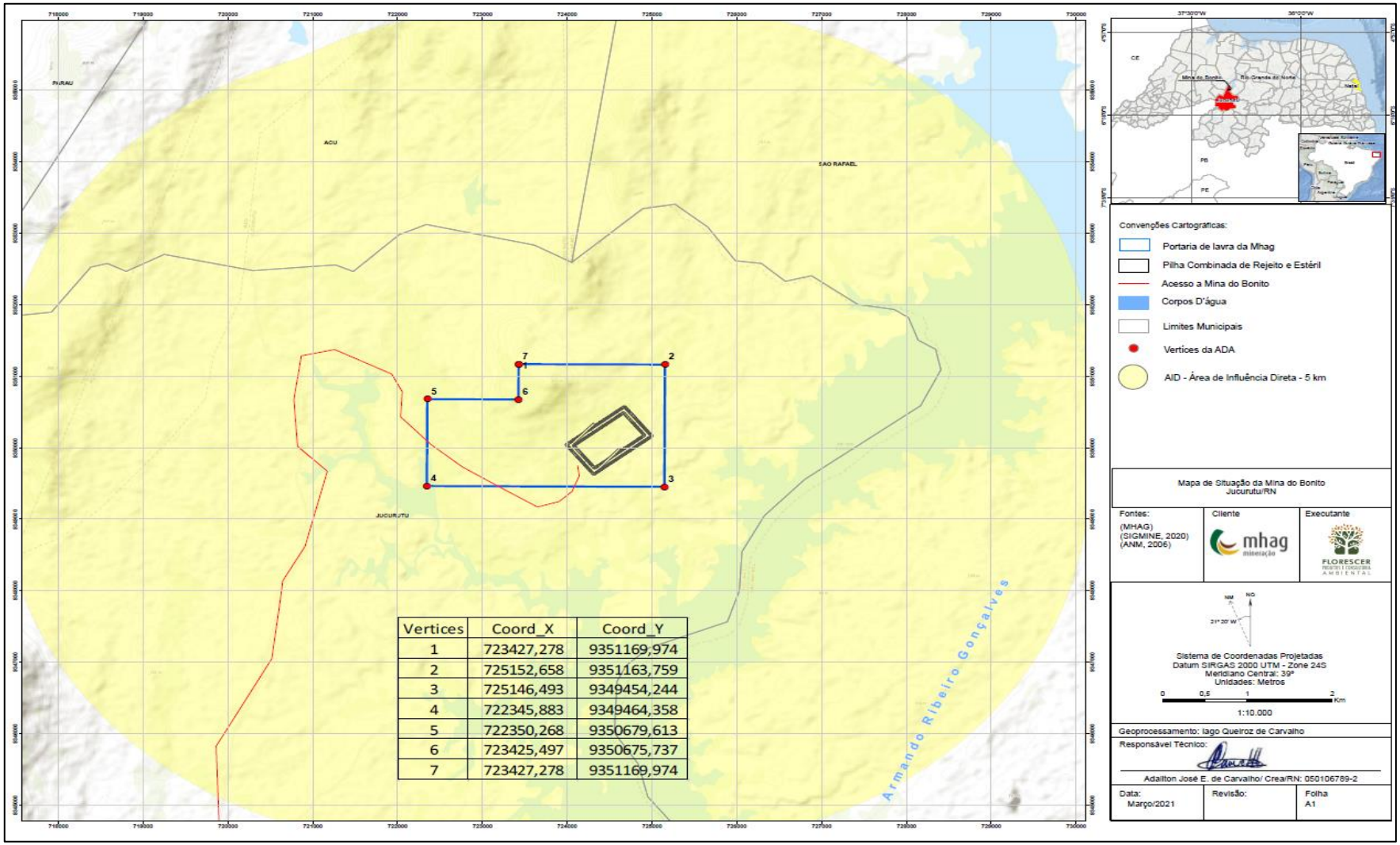


Figura 4.48. Área Direta Afetada pelo empreendimento está inserida no interior do Processo ANM Nº 848.211/2003, local conhecido como Bonito, município de Jucurutu/RN.

Tabela 4-19. Coordenadas da Poligonal do Processo ANM nº 848.211/2003.

Vértice	Sentido	Coordenadas Geográficas		Distância (m)	Coordenadas UTM	
		Latitude (S)	Longitude (E)		Longitude (X - E); (m)	Latitude (Y - S); (m)
01	01 - 02	05°51'58''766	36°58'55''297	1.725,38	723.427,278	9.351.169,974
02	02 - 03	05°51'58''765	36°57'59''219	1.709,51	725.152,658	9.351.163,759
03	03 - 04	05°52'54''404	36°57'59''218	2.800,61	725.146,493	9.349.454,244
04	04 - 05	05°52'54''405	36°59'30''245	1.215,26	722.345,883	9.349.464,358
05	05 - 06	05°52'14''852	36°59'30''244	1.075,23	722.350,268	9.350.679,613
06	06 - 07	05°52'14''852	36°58'55''297	494,24	723.425,497	9.350.675,737
07	07 - 01	05°51'58''766	36°58'55''297	-	723.427,278	9.351.169,974

Em relação à área diretamente afetada do meio socioeconômico, foram consideradas os imóveis que apresentam parcelas de terras localizadas na área de implantação da Mineração.



Vertices	Coord_X	Coord_Y
1	723427,278	9351169,974
2	725152,658	9351163,759
3	725146,493	9349454,244
4	722345,883	9349464,358
5	722350,268	9350679,613
6	723425,497	9350675,737
7	723427,278	9351169,974

Figura 4.49. Detalhe da Área de Influência Afetada e da Área de Influência Direta a partir da área requerida ao DNPM, Processo 848.211/2003.

4.2.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA - AID

Na Área de Influência Direta abrange o espaço compreendido pela implantação e funcionamento do empreendimento, estando incluídos os meios físico, biológico e socioeconômico, adotou-se um buffer de 5 km (Figura 4.2), a partir da área diretamente afetada, levando-se em conta a direção dos ventos e as comunidades do entorno. Para a socioeconomia, o buffer se estendeu aos cinco municípios circunscritos ao empreendimento, são eles: Jucurutu, São Rafael, Triunfo Potiguar, Paraú e Açu. Todos inseridos na área de influência da bacia hidrográfica do rio Piranhas Açu.

A área de influência direta foi delimitada considerando-se: os meios físico e biológico, por refletirem os impactos mais significativos, podem ocorrer além dos limites da área de diretamente afetada, principalmente, durante a fase de implantação e operação do empreendimento. Esta área inclui as atividades de lavra, beneficiamento, pilha de rejeito e transporte do minério na área da mina do Bonito em Jucurutu/RN.

Em relação ao meio antrópico, na medida em que a área de influência direta ganha novo contorno, extrapola os limites das atividades em Jucurutu, incluindo as comunidades e as populações inseridas no contexto da bacia hidrográfica do rio Piranhas Açú, acarreta impactos de baixa magnitudes, no uso do solo e nos componentes de ordem econômico e cultural, ao mesmo tempo, gera impactos positivos na ocupação territorial e na renda, tanto na população em si, como para os municípios envolvidos, que poderão ser afetados, também, em termos de receitas pública e demandas de infraestrutura e serviços.

Em relação à área de influência direta do meio socioeconômico, a sede municipal de Jucurutu poderá ser a mais impactada em detrimento do aumento da demanda pela infraestrutura de serviços. Além da sede municipal de Jucurutu, as comunidades de Lagoa Seca e Mutamba foram consideradas como área de influência direta por estarem localizadas à 1,0 km e 8,0 Km, respectivamente de distância da sede da Mina do Bonito. Parte das estradas dos

acessos que ligam o empreendimento à Jucurutu e as comunidades também foram inseridas na área de influência direta.

4.2.3. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - AII

Em Conformidade com as normas do CONAMA expressa na Resolução 001/86, e tendo por base os estudos sobre as bacias hidrográficas, adotou-se o médio curso da bacia do Piranhas Açu, o município de Jucurutu como sendo a área de influência indireta para os meios físico, biológico. E estando a área do empreendimento muito próxima dos municípios vizinhos de São Rafael, Triunfo Potiguar, Paraú e Açu, gerando influências de diversos níveis para o meio socioeconômico em relação aos cinco municípios acima citados Figura 4.3. Assim, foram considerados os limites desses municípios como área de influência indireta.

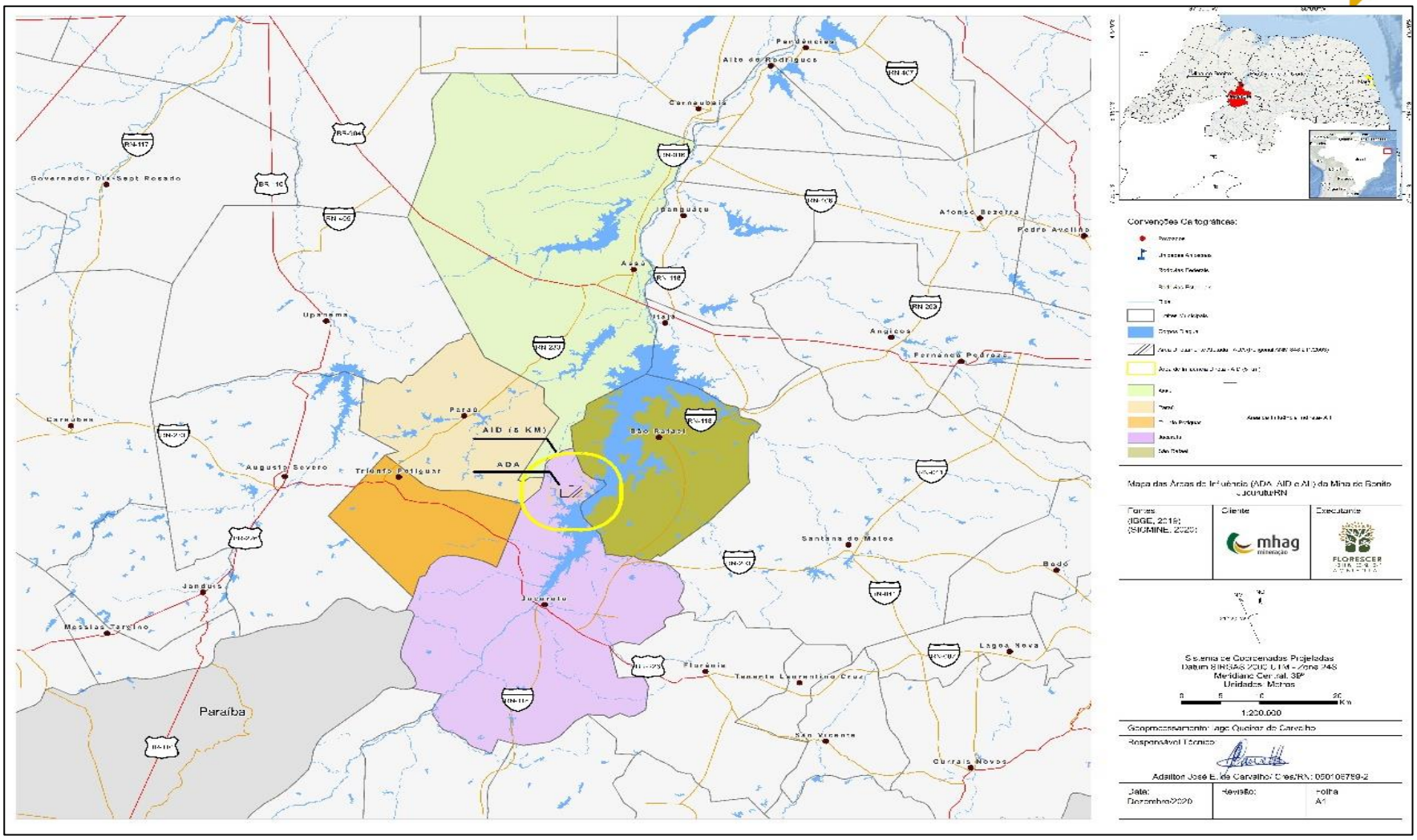


Figura 4.50. Áreas de Influência do empreendimento envolvendo os cinco municípios da bacia hidrográfica do rio Piranhas Açú.

5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA

5.1. MEIO FÍSICO

5.1.1. CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

O Seridó do Rio Grande do Norte tem aspectos físico-climáticos bastante específicos. Do ponto de vista hidrográfico, por dispor de uma rede fluvial constituída por rios não-perenes. Excetuados os anos de seca, eles apresentam dois ciclos perfeitamente caracterizados: um, com escoamento, durante o período chuvoso, e outro, sem escoamento ou seco, na época de estiagem, tão logo cessam as chuvas.

5.1.1.2. CLIMA

A região de Jucurutu/RN está enquadrada na porção semiárida do sertão nordestino, caracterizada por possuir um clima muito quente e semiárido, a estação chuvosa se atrasa para o outono, enquadrando-se no tipo BSw'h' da classificação de Köppen (Figura 5.1-1), caracterizado por apresentar grande irregularidade no seu regime pluviométrico, que depende de massas de ar vindas do litoral e do Oeste.

Pela classificação de Gaussen, é do tipo 4aTh, clima tropical quente de seca acentuada, com índice xerotérmico superior a 150 e inferior a 200, com 7 meses secos.

As variações anuais de temperatura variam de 25 a 38ºC com médias de 28ºC. As chuvas são irregulares e mal distribuídas, com média em torno do 500 mm, principalmente entre janeiro e maio, meses em que há maior pluviosidade.

Salientando a caracterização dos ventos, na maior parte do ano, com direção NNE, média intensidade e baixa frequência com dependência da época do ano e das condições climáticas.

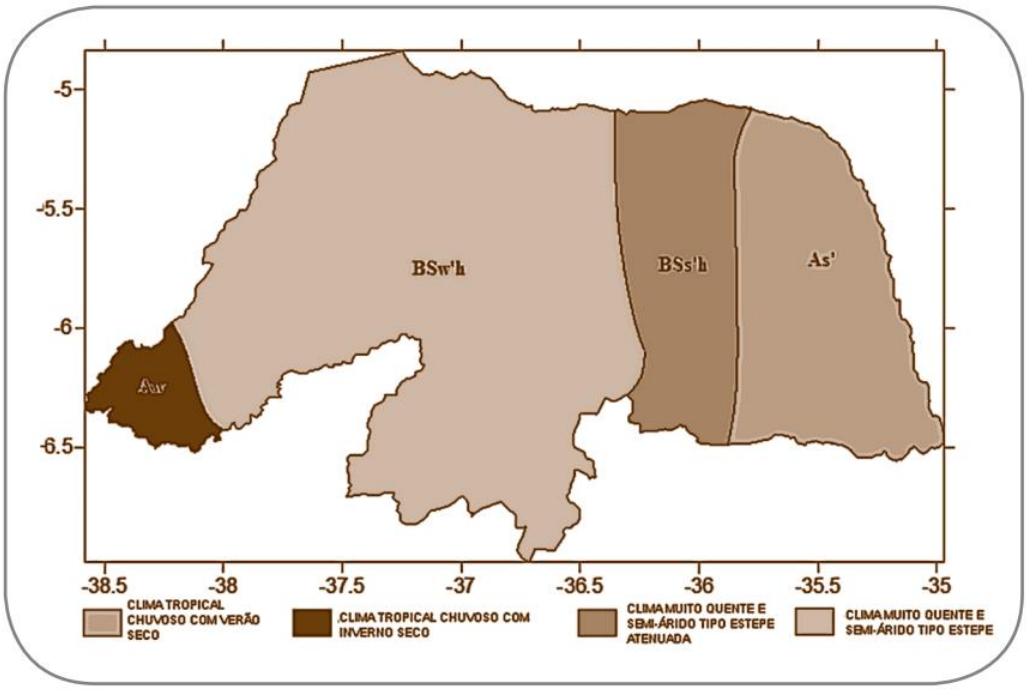


Figura 5.1-51. Mapa de classificação climática do estado do Rio Grande do Norte, segundo Köppen.

5.1.1.3. PRECIPITAÇÃO

As precipitações pluviométricas anuais do município de Jucurutu são irregulares e mal distribuídas, com média histórica anual para um período de 35 anos, levantada pela EMPARN, em torno de 715 mm. Chuvas concentradas nos meses de janeiro a junho, sendo os meses em que há maior pluviosidade, irregularmente distribuídas, destacando-se os meses de março e abril como mais chuvosos, sendo os maiores volumes observado no mês de abril. A partir de julho, inicia o período de estiagem que se estende até dezembro (Figura 5.1-2).

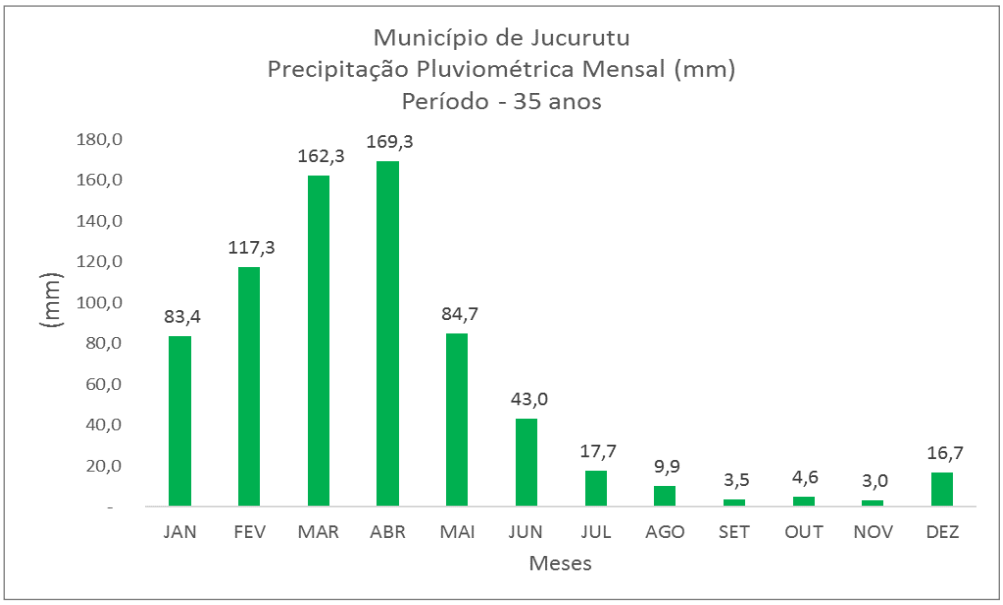


Figura 5.1-52. Precipitação média mensal para um período de 35 anos, no município de Jucurutu/RN.

Em seguida, tabela 5.1-1, apresenta os dados de precipitação em Jucurutu/RN, para o período de 35 anos. Os anos de 1985, 1986, 1989, 1994, 1996, 2002, e 2011 tiveram precipitações acima dos 1.000 mm anuas, com destaque para 1985 que foi um ano excepcional, onde houve precipitação de 1.556,4 mm (Figura 5.1-3).

Tabela 5.1-20. Precipitação mensal e total anual (mm) em Jucurutu, no período de 1985 a 2020.

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
1985	183,2	362,4	180,8	463,8	133,0	84,4	53,6	13,9	-	-	-	81,3	1.556,4
1986	137,6	171,2	326,0	230,4	83,2	61,0	15,2	3,1	8,0	11,0	-	-	1.046,7
1987	20,6	170,4	186,2	90,4	13,2	39,6	-	-	-	-	-	-	520,4
1988	59,2	60,0	320,6	236,6	108,2	32,8	21,2	13,6	3,4	-	2,6	35,0	893,2
1989	36,2	79,8	213,2	358,8	108,2	14,8	67,2	4,8	1,6	-	12,2	159,2	1.056,0
1990	14,4	98,2	52,6	52,2	34,2	29,4	16,8	21,0	16,2	-	-	-	335,0
1991	6,4	50,8	104,6	51,2	115,6	7,8	-	16,0	-	-	-	-	352,4
1992	150,7	205,2	124,4	73,2	21,4	47,0	7,6	12,0	-	-	-	-	641,5
1993	79,0	23,0	20,8	20,0	47,4	6,0	13,0	-	3,6	3,6	-	-	216,4
1994	129,8	154,0	357,2	307,8	163,6	170,4	10,6	25,0	2,0	-	12,2	42,2	1.374,8
1995	44,4	94,0	98,4	300,0	171,2	53,4	15,8	6,2	-	-	21,2	1,6	806,2
1996	156,0	72,2	240,9	411,6	82,1	8,0	45,0	14,6	8,8	-	18,6	6,4	1.064,2
1997	21,6	13,0	208,8	118,6	117,4	-	5,0	-	-	-	-	36,8	521,2
1998	77,8	42,4	105,6	8,4	-	-	8,6	7,6	-	-	3,6	-	254,0
1999	58,8	61,8	53,1	52,8	126,7	9,5	-	-	10,6	-	-	50,6	423,9
2000	98,2	236,6	80,8	128,5	46,2	50,7	9,3	125,3	43,8	-	-	12,4	831,8
2001	13,0	28,8	163,5	116,1	-	73,8	5,5	-	-	29,0	-	30,5	460,2
2002	209,1	203,4	243,8	207,9	103,9	10,9	12,0	-	-	-	-	13,8	1.004,8
2003	73,0	198,6	239,2	81,2	123,8	43,8	-	-	-	-	-	-	759,6
2004	316,7	183,7	93,5	44,7	75,0	120,8	31,4	-	-	-	-	-	865,8
2005	28,5	48,0	154,5	19,0	121,6	26,5	-	5,0	-	-	-	-	403,1
2006	-	220,4	187,2	328,3	70,0	114,0	-	-	-	-	-	-	919,9
2007	38,8	109,8	58,0	190,6	14,9	25,4	-	-	2,9	-	-	-	440,4
2008	36,1	25,5	414,6	175,4	48,0	43,3	-	9,2	14,2	-	-	-	766,3
2009	10,5	145,6	221,5	163,3	221,8	94,2	36,5	70,2	-	-	-	17,3	980,9
2010	89,4	16,0	113,0	76,0	15,5	138,3	8,8	-	-	103,6	-	-	560,6
2011	262,3	128,1	107,8	298,8	302,6	14,0	108,8	-	-	19,3	-	-	1.241,7
2012	48,6	171,5	70,5	25,0	9,2	16,4	4,8	-	-	-	-	-	346,0
2013	32,9	25,8	54,3	165,9	54,7	50,5	10,3	9,7	4,7	-	18,3	59,3	486,4
2014	29,1	130,9	129,6	276,6	151,5	25,4	8,7	-	5,5	-	12,0	-	769,3
2015	3,0	95,6	149,3	122,3	24,7	25,2	22,5	-	-	-	-	16,4	459,0
2016	179,1	80,2	68,9	57,1	59,9	14,3	-	-	-	-	-	7,6	467,1
2017	26,7	138,4	261,8	87,7	2,7	10,6	35,1	-	-	-	-	7,0	570,0
2018	27,7	126,4	120,4	371,0	68,1	11,6	9,5	-	-	-	-	8,0	742,7
2019	281,2	55,3	190,5	150,6	84,2	6,5	-	-	-	-	6,8	-	775,1
2020	23,0	196,1	126,3	233,7	125,5	69,2	55,0	-	-	-	-		828,8
Média	**83,4**	**117,3**	**162,3**	**169,3**	**84,7**	**43,0**	**17,7**	**9,9**	**3,5**	**4,6**	**3,0**	**16,7**	**715,1**

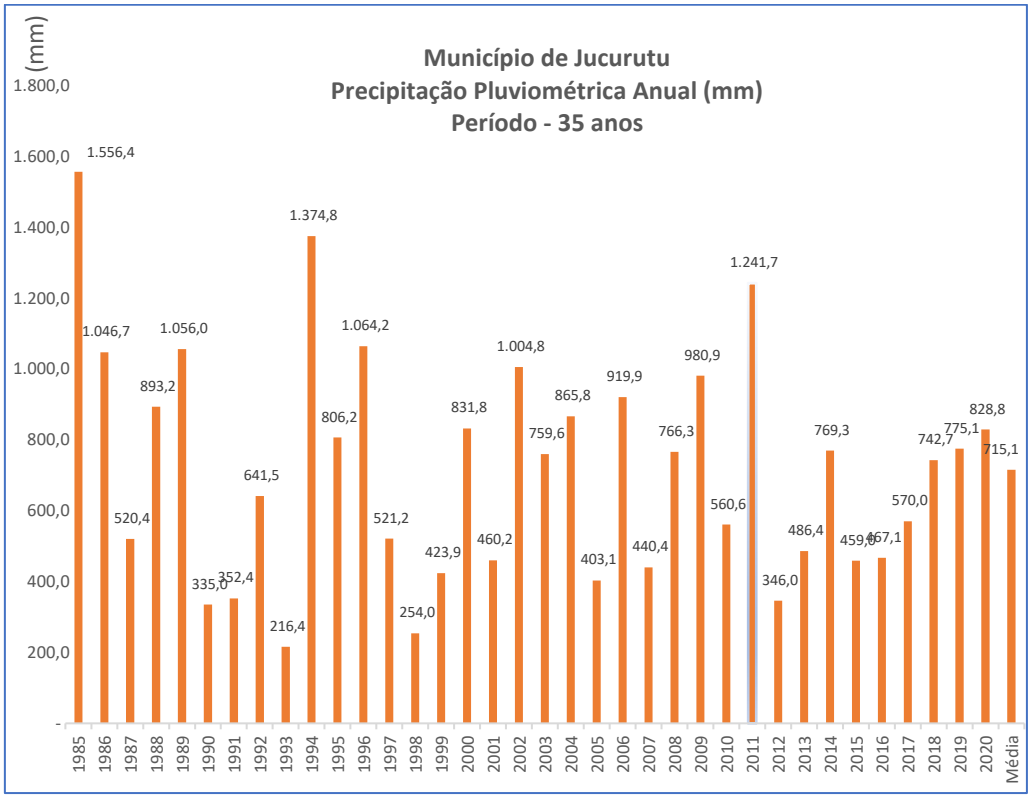


Figura 5.1-53. Gráfico da Precipitação Pluviométrica Anual (mm), no município de Jucurutu/RN, entre os anos de 1985 e 2020.

5.1.1.4. VENTOS

A caracterização dos ventos no Rio Grande do Norte, na maior parte do ano, segue a direção SE-NW, Figura 5.1-4.

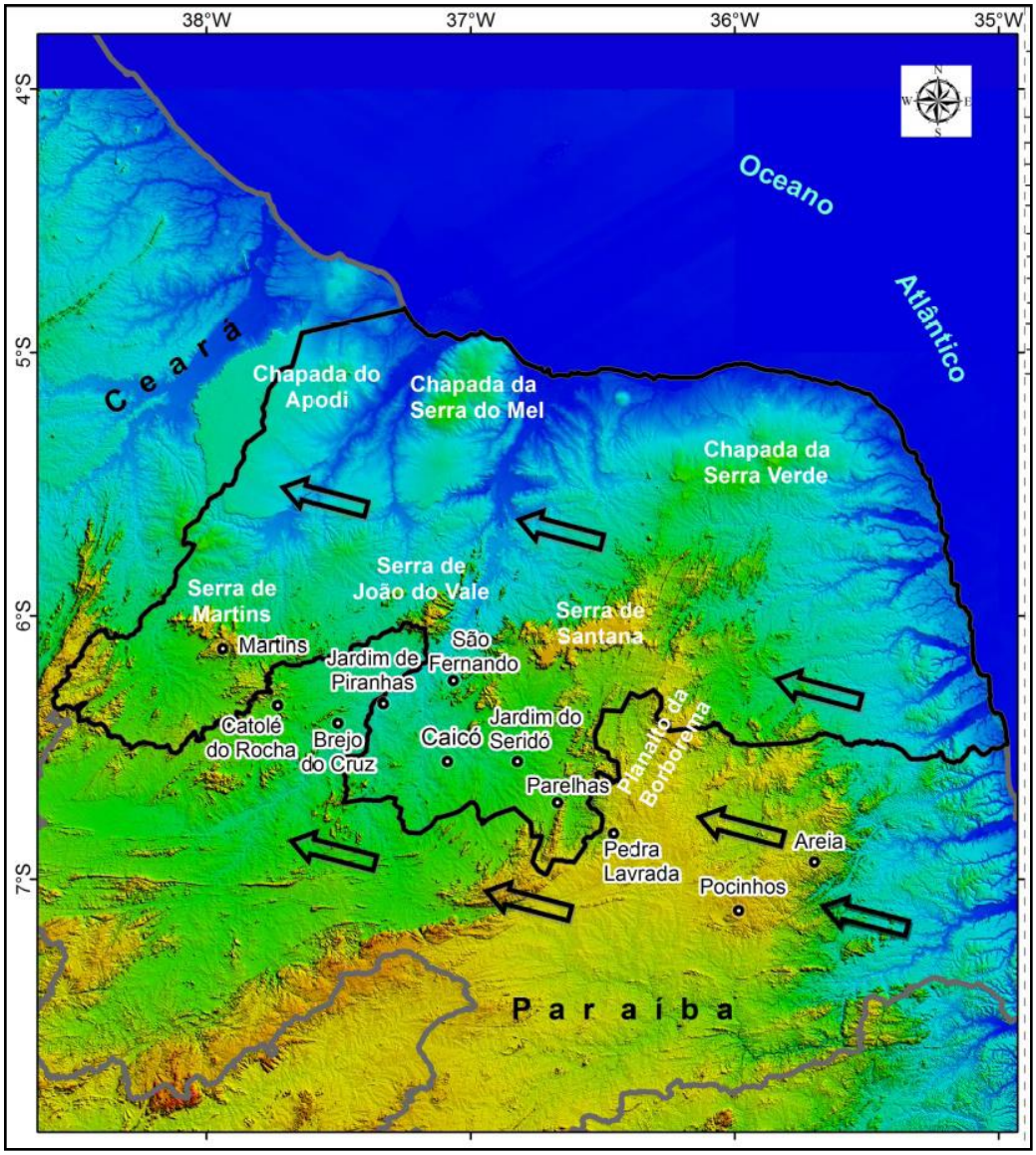


Figura 5.1-54. Direção predominante dos Ventos no Rio Grande do Norte. Fonte: SRTM (topodata) UFRN: Sudene (1990).

A velocidade horária média do vento em Jucurutu passa por variações sazonais significativas ao longo do ano. A época de mais ventos no ano dura 6,4 meses, de 1 de julho a 15 de janeiro, com velocidades médias do vento acima de 18,2 quilômetros por hora. O dia de ventos mais fortes no ano é 22 de outubro, com 23,6 quilômetros por hora de velocidade média horária do vento.

A época mais calma do ano dura 5,6 meses, de 15 de janeiro a 1 de julho. O dia mais calmo do ano é 3 de abril, com 12,8 quilômetros por hora de velocidade horária média do vento, Figura 5.1-5.

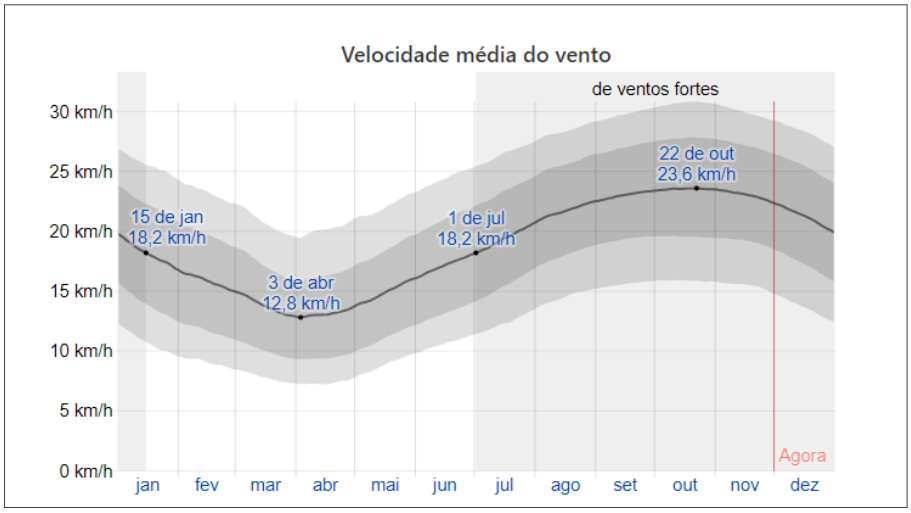


Figura 5.1-55. Velocidade média horária do vento (linha cinza escura), com faixas do 25º ao 75º e 10º ao 90º Percentil. Fonte: WEATHERSPARK, 2020.

A Figura 5.1-6, aponta a direção média horária predominante dos ventos em Jucurutu, proveniente do Leste durante todo o ano.

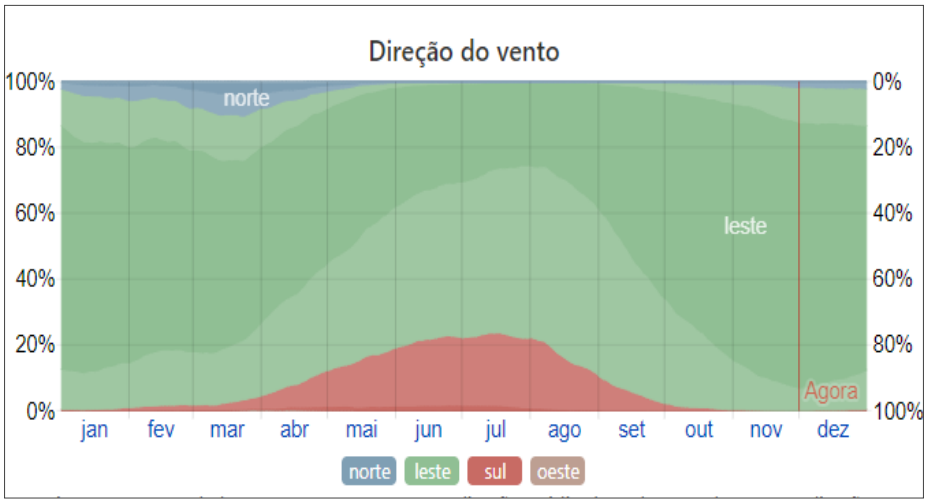


Figura 5.1-56. Direção média horária predominante dos ventos em Jucurutu/RN. Fonte: WEATHERSPARK, 2020.

A porcentagem de horas em que o vento tem direção média de cada uma das quatro direções cardeais de vento, exceto nas horas em que a velocidade média do vento é inferior a 1,6 km/h. As áreas mais esmaecidas nas interseções indicam a porcentagem de horas passadas nas direções intermediárias implícitas (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste).

5.1.1.5. TEMPERATURA

As variações anuais de temperatura variam de mínima 20ºC, máxima 38ºC, com médias de 28,1ºC. As menores temperaturas ocorrem em junho, julho e agosto, marcando a estação considerada inverno. Enquanto, as temperaturas mais elevadas se observam no final da primavera e verão austral, desde novembro a fevereiro.

A estação quente permanece por 3,3 meses, de 19 de setembro a 28 de dezembro, com temperatura máxima média diária acima de 38ºC. O dia mais quente do ano é 29 de outubro, cuja temperatura máxima média é de 39ºC e a mínima média é de 23°C.

A estação fresca permanece por 4,3 meses, de 19 de março a 27 de julho, com temperatura máxima diária em média abaixo de 34°C. O dia mais frio do ano é 1 de agosto, com média de 20°C para a temperatura mínima e 35°C para a máxima, Figura 5.1-7.

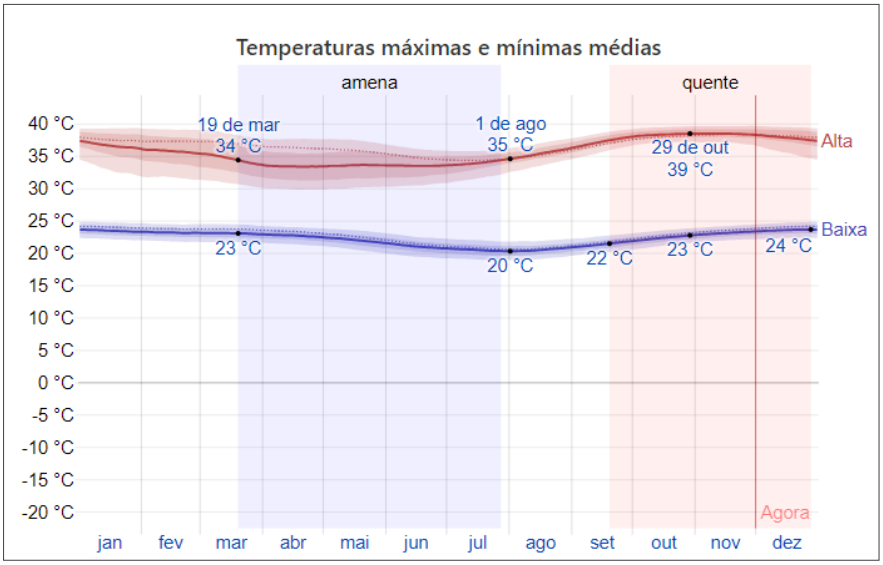


Figura 5.1-57. Temperaturas máximas e mínimas no município de Jucurutu. Fonte: WEATHERSPAR, 2020.

Temperatura máxima (linha vermelha) e mínima (linha azul) médias, com faixas do 25º ao 75º e do 10º ao 90º percentil. As linhas finas pontilhadas são as temperaturas médias percebidas correspondentes.

5.1.1.6. UMIDADE RELATIVA

Baseamos o nível de conforto de umidade no ponto de orvalho, pois ele determina se a transpiração vai evaporar da pele e, consequentemente, esfriar o corpo. Pontos de orvalho mais baixos provocam uma sensação de mais secura. Pontos de orvalho mais altos provocam uma sensação de maior umidade. Diferente da temperatura, que em geral varia significativamente do dia para a noite, o ponto de orvalho tende a mudar mais lentamente.

Assim, enquanto a temperatura pode cair à noite, um dia abafado normalmente é seguido por uma noite abafada. Jucurutu tem variação sazonal extrema na sensação de umidade com média anual em torno de 70%.

O período mais abafado do ano dura 8 meses, de 21 de novembro a 22 de julho, em que o nível de conforto é abafado, opressivo ou extremamente úmido pelo menos em 42% do tempo. O dia mais abafado do ano é 8 de abril, com condições abafadas durante 93% do tempo.

O dia menos abafado do ano é 26 de agosto, com condições abafadas durante 25% do tempo, Figura 5.1-8.

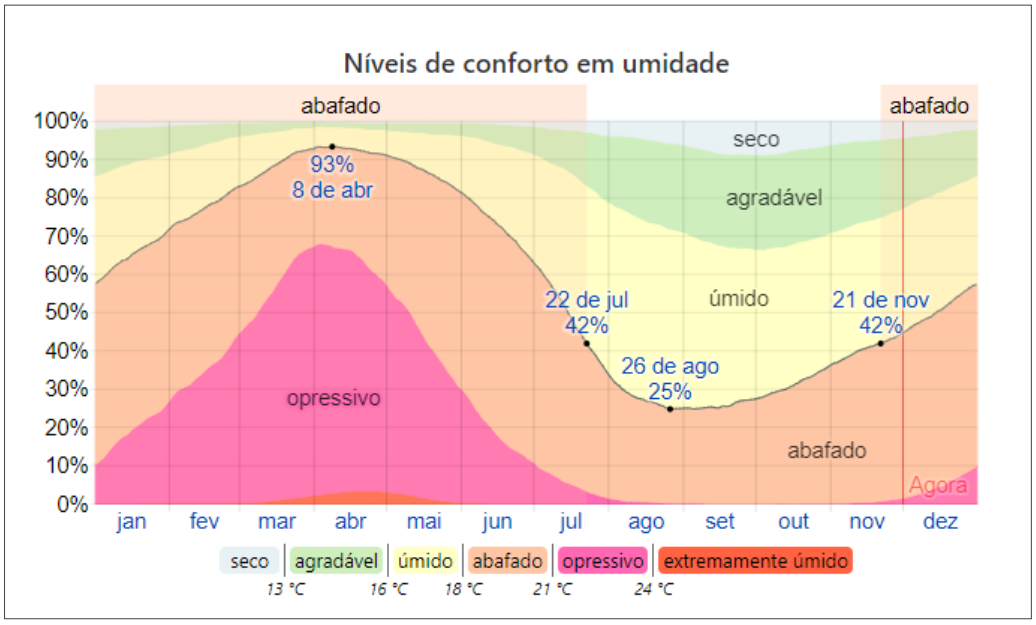


Figura 5.1-58. A porcentagem de tempo passado nos vários níveis de conforto de umidade, categorizada pelo ponto de orvalho. Fonte: WEATHERSPAR, 2020.

5.1.1.7. INSOLAÇÃO - FOTOPERÍODO MENSAL

A duração do dia em Jucurutu não varia significativamente durante o ano, cerca de 28 minutos a mais ou a menos de 12 horas no ano inteiro. Em 2020, o dia mais curto é 20 de junho, com 11 horas e 46 minutos de luz solar. O dia mais longo será 21 de dezembro, com 12 horas e 29 minutos de luz solar (Figura 5.1-9), em geral, o município apresenta, em média, um fotoperíodo anual de 2.700 horas de insolação.

A figura 5.1-9, mostra o número de horas em que o sol é visível (linha preta). De baixo (mais amarelo) para cima (mais cinza), as faixas coloridas indicam: luz solar total, crepúsculo (civil, náutico e astronômico) e noite total.

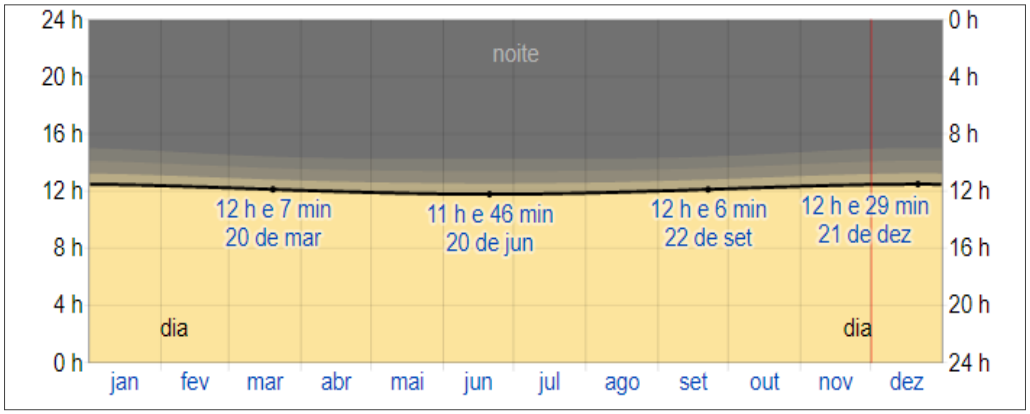


Figura 5.1-59. Horas de luz solar e crepúsculo em Jucurutu/RN. Fonte: WEATHERSPAR, 2020.

O dia em que o sol nasce mais cedo é 12 de novembro, às 05:00. O nascer do sol mais tarde ocorre 39 minutos depois, às 05:40 em 16 de julho. O dia em que o sol se põe mais cedo é 22 de maio, às 17:19. O dia em que o sol se põe mais tarde ocorre 33 minutos depois, às 17:52 em 1 de fevereiro (Figura 5.1-10).

Dia solar durante o ano de 2020. De baixo para cima, as linhas pretas são a meia-noite solar anterior, o nascer do sol, o meio-dia solar, o pôr do sol e a meia-noite solar seguinte. O dia, os crepúsculos (civil, náutico e astronômico) e a noite são indicados pelas faixas coloridas que vão do amarelo ao cinza.

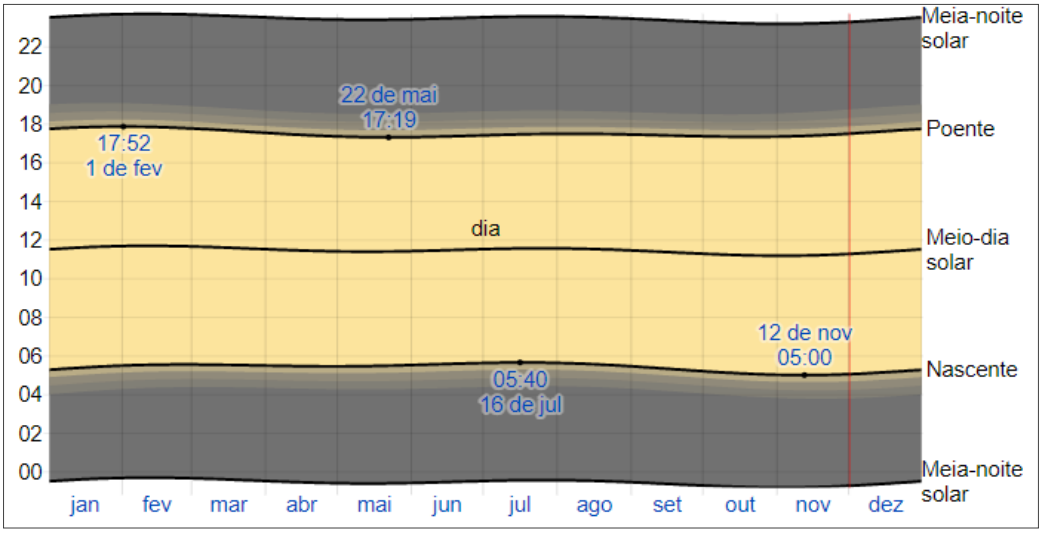


Figura 5.1-60. Nascer e pôr do sol com crepúsculo em Jucurutu/RN. Fonte: WEATHERSPAR, 2020.

5.1.1.8. BALANÇO HÍDRICO

Este estudo, teve como base as informações do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu: Resumo Executivo, elaborado pela Agência Nacional de Águas – ANA (2016 e 2018), está fundamentado na Política Nacional de Recursos Hídricos, que instrumentaliza a política de recursos hídricos quanto a gestão da bacia dos rios Piancó-Piranhas-Açu, destacando-se três princípios balizadores:

1. O uso prioritário dos recursos hídricos, em situações de escassez, é o consumo humano e a dessedentação de animais.
2. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas.
3. A gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

No caso específico, o empreendimento está situado na área de influência da bacia hidrográfica da do Rio Piranhas Açu. A bacia Piranhas – Açu é a maior bacia hidrográfica do estado do Rio Grande do Norte, ocupando uma área de 43.681,50 Km².

A bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu está localizada no semiárido do Nordeste do Brasil (Figura 5.1-11), possui uma área total de drenagem de 43.681,50 Km², sendo 26.183,00 km², correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba; e17.498,50 Km², correspondendo a 40% da área no Estado do Rio Grande do Norte. No caso, ocupa cerca de 15% do território da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (Figura 5.1-12). Portanto, suas águas têm domínio estadual e Federal. Contempla 147 municípios, englobando, 100 municípios no estado da Paraíba e 47 no Rio Grande do Norte, onde vivem aproximadamente 1.552.000 mil habitantes, (ANA, 2018).

A bacia está totalmente inserida em território semiárido, com precipitações médias variando entre 400 e 800 mm anuais concentradas entre os meses de fevereiro e maio.

A Barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves é o maior reservatório de água doce do Rio Grande do Norte, com capacidade de 2,4 bilhões de metros cúbicos. Está localizada no Rio Piranhas-Assú, entre os municípios de Assú, Itajá, São Rafael e Jucurutu. Foi construído em 1980, pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), administrador da barragem.



Figura 5.1-61. Localização da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu. Fonte ANA, 2016.

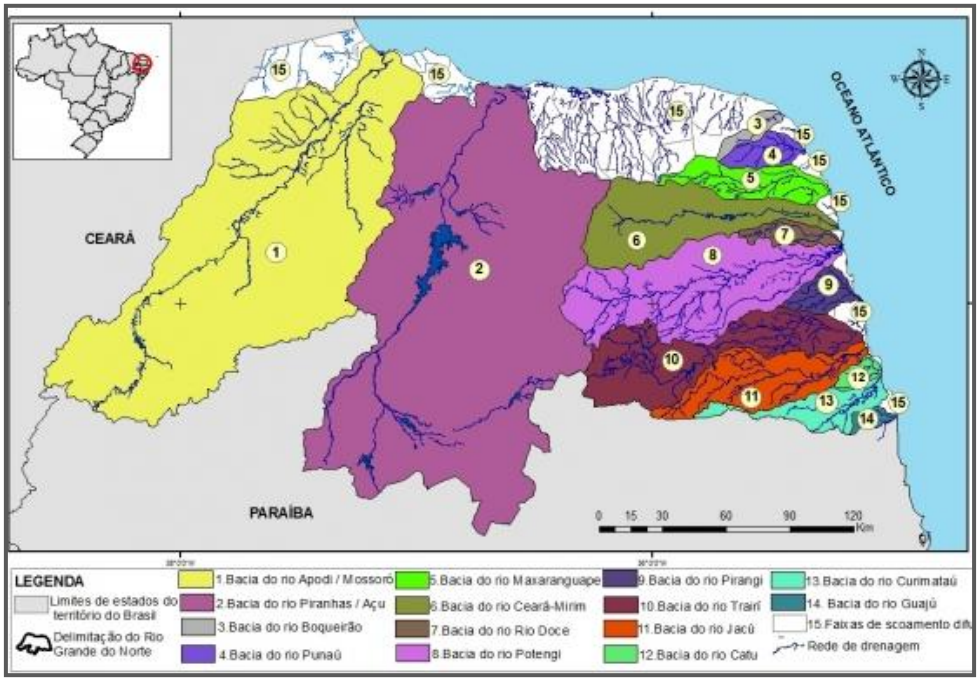


Figura 5.1-62. Bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte. Fonte: Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH, 2017).

5.1.1.8.7. ESTIMATIVA DE DEMANDA HÍDRICA DO EMPREENDIMENTO EM RELAÇÃO AO RESERVATÓRIO ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES

Por situa-se na área de influência da barragem Armada Ribeiro Gonçalves, a demanda hídrica do empreendimento provém deste manancial. Em 2011, a Mhag Serviços e Mineração S/A., obteve outorga de água da Agência Nacional de Águas – ANA para exercer suas atividades de mineração, através do Processo de Outorga nº 025501.000452/2009-12, com validade até maio de 2021, para uma demanda de vazão de 0,06 m³/s, equivalente a 200 m³/h, esta vazão de demanda equivale a 0,36% do volume total da demanda atual do reservatório que é de 16,72 m³/s, e 50,42% da demanda de retirada do setor industrial.

5.1.2. GEOLOGIA

5.1.2.1. GEOLOGIA REGIONAL

O empilhamento estratigráfico da área estudada está em consonância com os trabalhos existentes para a Faixa Seridó e Complexo Caicó, de Ferreira e Albuquerque (1969), Jardim de Sá (1984), Jardim de Sá (1994) e baseado com o Mapa Geológico do Rio Grande do Norte (escala de 1:500.000) elaborado no convenio CPRM – FAERN de Angelim *et al*. (2006) (Figura 5.1-13).

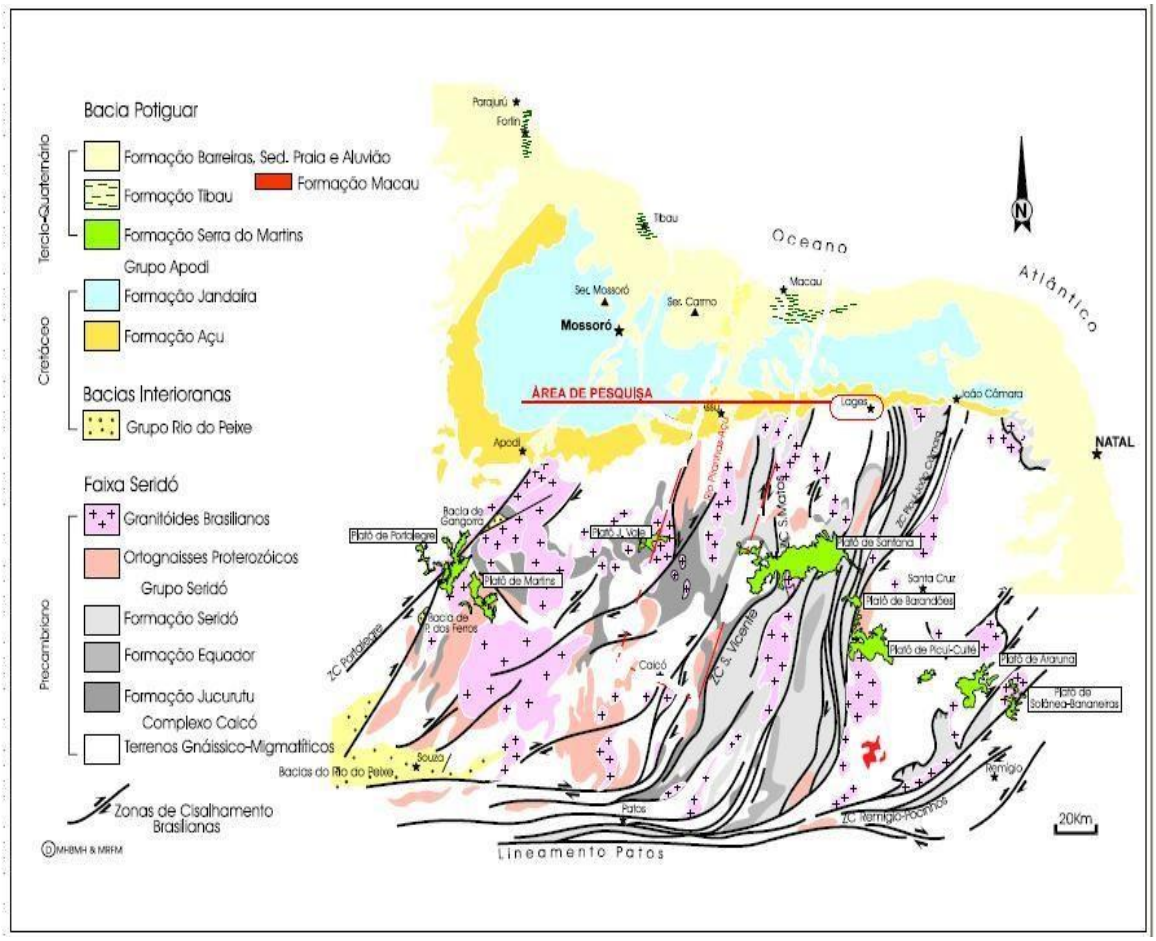


Figura 5.1-63. Mapa Geológico do Rio Grande do Norte - Jardim de Sá (1994).

5.1.2.1.1. DOMÍNIO GEOLÓGICO DO RIO GRANDE DO NORTE

O domínio geológico do Rio Grande do Norte é formado pelos terrenos do Rio Piranhas, Seridó (Faixa de Dobramentos Seridó), Granjeiro e São José do Campestre. Está limitado a oeste pela Zona de Cisalhamento Portalegre, a norte pela Bacia Apodi, a leste pela Província Costeira e a sul pelo Lineamento Patos (Figura 5.1-14).

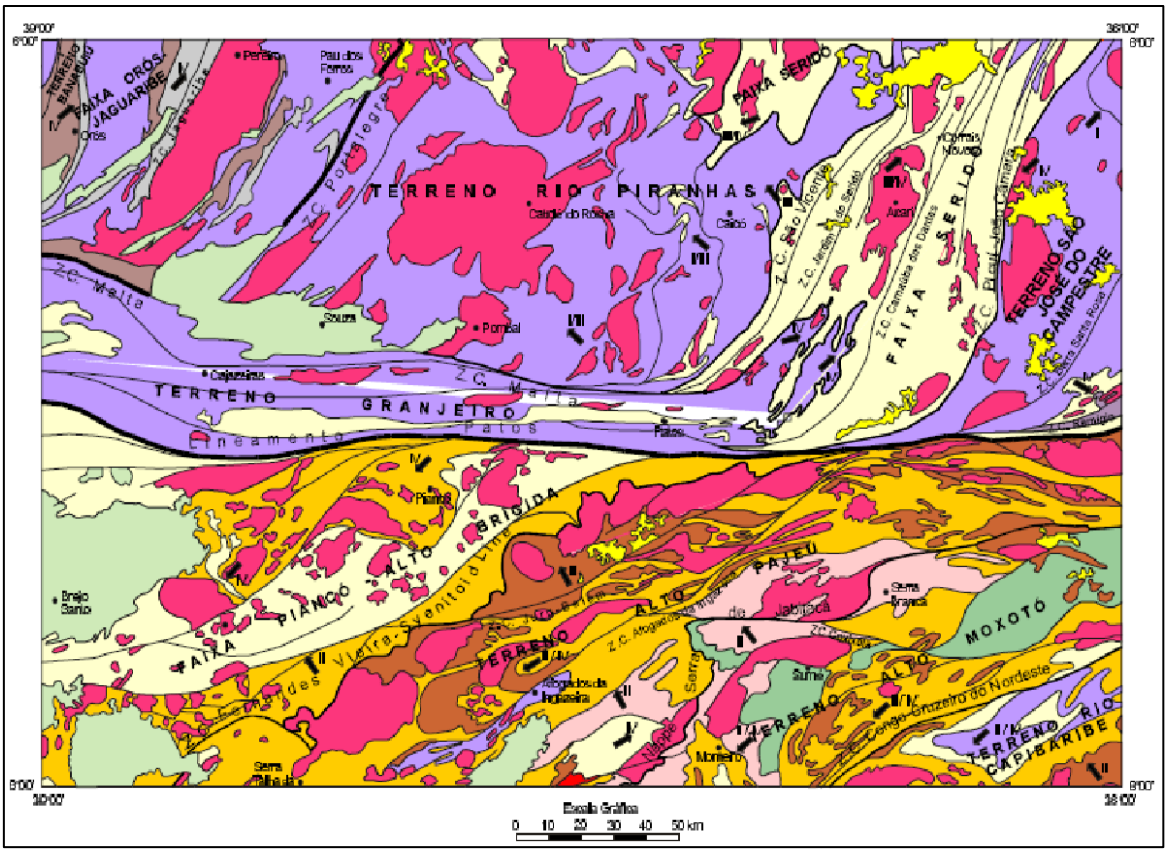


Figura 5.1-64. Mapa Geológico Simplificado da Folha Jaguaribe/SE, ilustrando as Feições Estruturais que limitam o Domínio Rio Grande do Norte.

Este domínio é caracterizado por um cinturão neoproterozóico central denominado de Faixa Seridó, rodeado por rochas paleoproterozóicas, que formaram antigas faixas móveis transamazônicas envolvendo núcleos arqueanos ainda preservados. Não existe registro de

sedimentação e vulcanismo/plutonismo mesoproterozóico, e sim de sedimentação neoproterozóica, ocorrida provavelmente em dois episódios: um plataformal mais antigo e outro marinho profundo.

Jardim de Sá et al. (1997), consideram que os terrenos Rio Piranhas e Seridó fazem parte de um único terreno, a denominada Faixa Seridó, argumentando que relações de inconformidade estratigráfica normais entre cobertura e embasamento estão preservadas. Isso é parcialmente verdadeiro, pois grande parte desse contato é também alóctone entre esses dois terrenos. O limite entre a Faixa Seridó e o Terreno Rio Piranhas é a Zona de Cisalhamento contracional de São Vicente e sua extensão ao longo da Zona de Cisalhamento contracional cedo-brasiliana Serra da Formiga/São Fernando, que envolve parte do embasamento paleoproterozóico.

O Terreno São José do Campestre inclui a mais antiga crosta da Plataforma Sul-Americana, o núcleo arqueano de Bom Jesus (situado a leste da folha), com idades superiores a 3.4Ga (Dantas et al., 1995; Dantas, 1997). O cinturão de cisalhamento principal do domínio é constituído pela Zona de Cisalhamento Patos-Malta, com mais de 55 km de largura na parte oeste da folha, a qual se ramifica em um leque de zonas de cisalhamento na Faixa Seridó. O limite entre a Faixa Seridó e o Terreno São José do Campestre é a Zona de Cisalhamento Picuí-João Câmara, de rejeito oblíquo, com transporte à direita e para noroeste.

O limite entre a Faixa Seridó e o Terreno Granjeiro é supostamente uma zona de cisalhamento contracional cedo-brasiliana, fortemente dobrada pelo feixe de zonas de cisalhamento transcorrentes NNESSW da Faixa Seridó. De acordo com os padrões aeromagnéticos, provavelmente a extensão do Terreno Granjeiro sob a cobertura do Grupo Seridó estende-se por mais de 15 km para o norte, em relação ao contato exposto na superfície, na região de Parelhas, justificando, assim, uma superfície de baixo ângulo entre esses dois compartimentos. O limite entre os terrenos Rio Piranhas e Granjeiro é a Zona de Cisalhamento Malta, que é bem marcado geofisicamente, pelo contraste de padrões magnéticos (Figura 5.1-15).

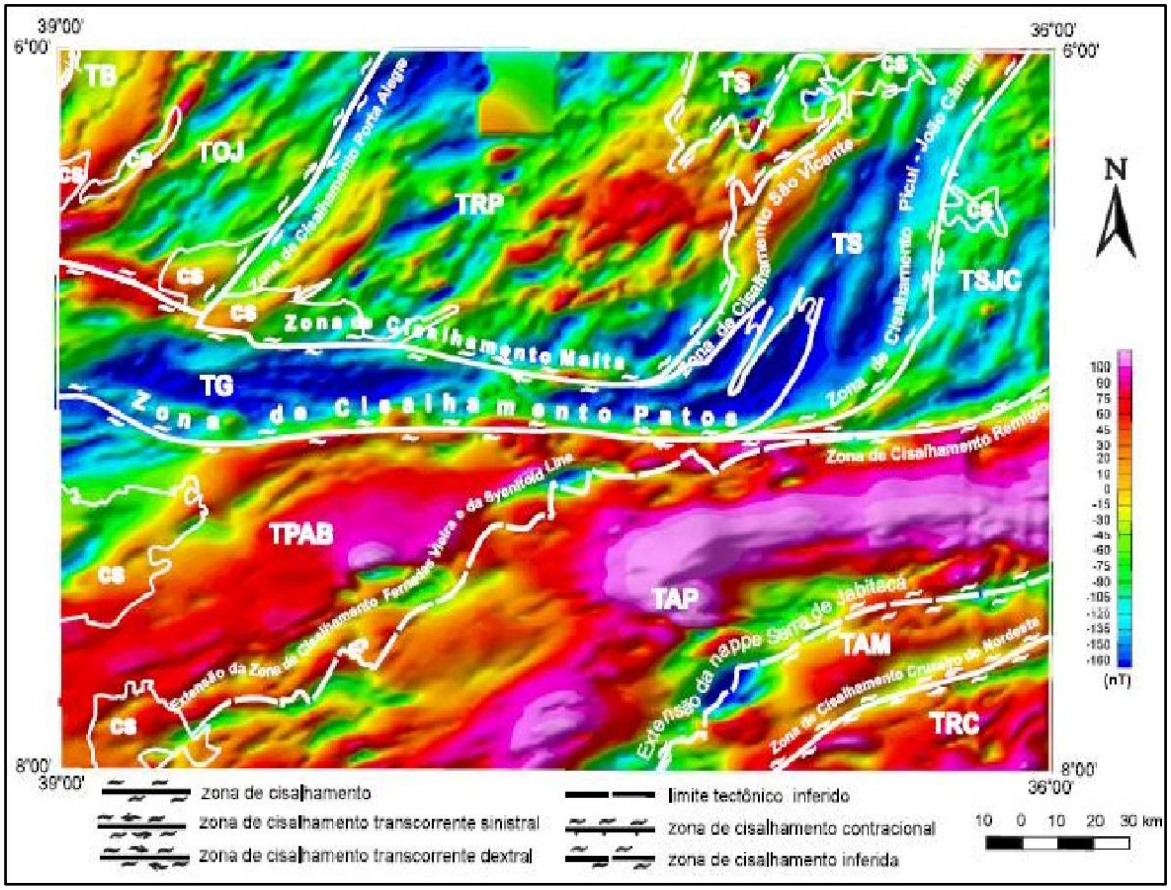


Figura 5.1-65. Limites dos terrenos tectono-estratigráficos no mapa aeromagnético do campo total.

Terrenos: TB – Banabuiú, TOJ – Orós-Jaguaribe, TRP – Rio Piranhas, TS – Seridó, TSJC – São José do Campestre; TPAB – Piancó-Alto Brígida, TAP – Alto Pajeú, TAM – Alto Moxotó, TRC – Rio Capibaribe. Coberturas Fanerozóicas: CS.

5.1.2.1.2. LITOESTRATIGRAFIA

O Domínio Rio Grande do Norte possui uma ampla variedade litoestratigráfica em função de sua estruturação, por isso, serão abordados neste estudo: o Complexo Caicó, Suíte Intrusiva Poço da Cruz e o Grupo Seridó, que é representativo da Faixa ou Terreno Seridó, onde a área do empreendimento está inserida.

5.1.2.1.2.1. COMPLEXO CAICÓ

Unidade dominante no domínio Rio Piranhas, usualmente referida como complexo gnáissicomigmatítico. Constituído predominantemente por ortognaisses bandados félsicos-máficos, ortognaisses maciços e migmatitos, com intercalações de rochas máficas e supracrustais metassedimentares. A ocorrência de rochas supracrustais no Complexo Caicó e o alto grau metamórfico dessas rochas torna complexa uma distinção entre essas supracrustais e aquelas do Grupo Seridó.

O Complexo Caicó foi definido segundo concepção de Jardim de Sá (1984, 1994), em duas associações litoestratigráficas distintas: 1- unidade inferior de origem vulcanossedimentar; 2-unidade metaplutônica mais jovem correspondente aos *granitóides G1*. Parte do Complexo Caicó foi subdividido cartograficamente em duas unidades, a *Unidade metavulcanossedimentar* (PP2caivs) e a *Unidade de ortognaisse* (PP2(cai) e, outra parte do complexo continuou indivisa, a *Unidade indivisa* (PP2cai).

As duas primeiras unidades coincidem com as associações litoestratigráficas desses autores, enquanto a terceira corresponde a uma associação litológica de mapeamento que inclui indistintamente as duas unidades litoestratigráficas referidas, além dos gnaisses bandados (PP2caib), das rochas anfibolíticas (PP2caia) e das lentes de mármores (PP2caim), que constituem litotipos mapeáveis de posicionamento estratigráfico duvidoso.

Ferreira e Santos (2000) descrevem este complexo como uma associação de ortognaisses bandados félsico-máficos, ortognaisses dioríticos a graníticos e migmatitos, com intercalações de rochas metamárficas e subordinadamente rochas supracrustais constituídas principalmente por biotita paragnaisses.

Devido às suas caracterizações petrotectônicas e geocronológicas, este complexo ocupa a parte basal da coluna estratigráfica proposta por Campos *et al.* (1981). Já as interpretações obtidas do acervo geocronológico permitem posicioná-lo no Paleoproterozóico, com isócronas situadas nesta faixa de idade.

Estruturalmente, o Complexo Caicó é caracterizado por um sistema antigo de dobras intrafoliais e bandeamento de transposição, deformado por outra fase posterior, segundo Jardim de Sá (1979) *in* RADAMBRASIL (1981). Esta fase mais antiga, segundo este autor, é acompanhada de um metamorfismo de alto grau, com intrusões de corpos graníticos, agora extensivamente gnaissificados e dobrados.

O estilo de dobramento da unidade é bastante variável, cujos parâmetros mudam constantemente, não havendo assim um padrão dominante. Podem ser encontrados braquidobramentos, microdobramentos nos flancos de dobras maiores, *dragfolds*, terminações periclinais e acentuada tendência nos planos axiais estarem inclinados para um mesmo lado ou subverticalizados, com desenvolvimento de acentuada lineação. O trend de fraturamento desenvolve-se segundo a direção NE-SW, com pequenas variações para N-S na porção mais a norte de Caicó.

O Complexo Caicó foi definido litologicamente como uma sequência constituída de gnaisses variados, incluindo lentes de metarcósios, anfibolitos, quartzitos e calcários cristalinos subordinados, além de migmatitos com estruturas diversas, desde as mais foliadas, próprias dos gnaisses, até as mais homogêneas, como a dos anatexitos.

Para Campos *et al.* (1976) *in* Braga *et al.* (1981) este mesmo complexo compreende litologias como gnaisses migmatíticos (com estrutura flebítica, estromática e oftálmica), migmatitos (com estruturas *schlieren*, nebulitos e anatexitos, dominantes) e granitóides variados com estruturas difusas e contatos transicionais.

5.1.2.1.1.2. GRUPO SERIDÓ

Unidade representativa da Faixa Seridó, ocorre em duas subfaixas, a de Currais Novos a leste, e a de Jucurutu a oeste, ambas separadas pelo Bloco de Lajes (embasamento). Essas duas subfaixas, aparentemente, correspondem a feixes de cisalhamento transcorrente.

O Grupo Seridó é constituído por rochas metassedimentares de natureza plataformal marinha e turbidítica profunda, e dividido nas formações Equador, Jucurutu e Seridó, existindo divergência entre autores quanto ao posicionamento da Formação Equador. Ferreira (1998) consegue separar da Formação Jucurutu a Formação (Complexo) Serra dos Quintos, baseado na análise de associação de fácies.

5.1.2.1.1.3. SUÍTE MAGMÁTICA POÇO DA CRUZ

Originalmente referida como granitos G_2 por Jardim de Sá *et al*. (1981), definida por uma associação de metagranitoides geralmente de textura augen, de composição granítica a quartzo-monzonítica. Ocorrem expressivamente na parte leste do Terreno Rio Piranhas, na forma de intrusões alongadas e irregulares que acompanham os trends do episódio contracional que afetou grande parte dos complexos São Vicente e Caicó.

Segundo Ferreira (1998), esta suíte tem assinatura gravimétrica distinta dos complexos São Vicente e Caicó, correspondendo a baixos gravimétricos que marcam o seu limite com as demais unidades, definindo o seu caráter de crosta félsica leve. As anomalias aeromagnéticas indicam a presença de rochas não magnéticas, o que presumivelmente é atribuído a esta suíte. Os padrões petrográficos e geoquímicos são similares aos dos granitos crustais. Caby e Arthauld (1986) defendem a origem anarogênica paleoproterozóica, cuja deformação teria ocorrido durante a Orogênese Brasiliana.

5.1.2.1.1.4. FORMAÇÃO EQUADOR

Representa a sedimentação siliciclástica de plataforma, acima do embasamento paleoproterozóico na subfaixa de Jucurutu, representando provavelmente espécies de cordões arenosos litorâneos. Essa sedimentação siliciclástica mostra recorrência na margem

oeste da subfaixa Currais Novos, aparecendo acima da sedimentação grauváquico-carbonática, sugerindo episódios de transgressão e regressão.

O metaconglomerado Parelhas ocorre acima do horizonte quartzítico na subfaixa de Currais Novos e possui seixos de itabiritos da Formação Serra dos Quintos, sugerindo uma inconformidade estratigráfica entre as formações Serra dos Quintos + Equador e a Formação Seridó. Este litotipo mostra lineação de estiramento NNE-SSW dada pelo alinhamento do eixo maior dos seixos (elipsóides tipo prolato), atribuída à fase de deformação transcorrente (Hackspacher & Souza, 1982). As deformações anteriores à transcorrência são documentadas por faixas miloníticas de baixo ângulo, com indicação de transporte para NNW desenvolvida no contato com a Formação Seridó e por padrões de interferência das fases de deformação tangencial (F2) e transcorrente (F3).

5.1.2.1.1.5. FORMAÇÃO SERRA DOS QUINTOS

Compreende uma associação litológica metassedimentar grauváquica, carbonática-calcissilicática, associada a quartzitos, formações ferríferas e a rochas metamáfico-ultramáficas, que foi considerada por muitos autores, anteriormente, como Formação Jucurutu. Ótimas exposições desta unidade ocorrem na serra da Formiga, em alóctones desta unidade sobre o embasamento paleoproterozóico, descritas por Hackspacher & Osório (1981).

Nessa área, a formação contém abundantes horizontes de calcário, rochas meta-máfico-ultramáfica e formações ferríferas. A associação litológica desta unidade sugere tratar-se de uma sequência vulcano-sedimentar formada por sedimentos clásticos imaturos associados a sedimentos químico-exalativos e rochas vulcânicas provavelmente toleiíticas de arco magmático.

5.1.2.1.1.6. FORMAÇÃO JUCURUTU

Constituída por uma sequência metassedimentar, com pequena contribuição vulcânica máfica. Os paragnaisses com níveis e nódulos de rocha calcissilicática têm características de uma metagrauvaca, pelo conteúdo expressivo de feldspato e pelo aspecto maciço. A associação litológica com abundância de sedimentos clásticos, grauváquicos e quartzosos, e com uma extensiva ocorrência de calcários sugere uma associação tipo QPC, em ambiente de plataforma carbonática de margem passiva.

É caracterizada por paragnaisses quartzo-feldspáticos com pouca biotita ± muscovita ± epídoto. Lentes ricas em epídoto devem corresponder a antigos nódulos margosos (inferida assim, uma deposição marinha). Intercalações de anfibolito, mármores, quartzitos, micaxistos, rochas calciossilicáticas, formações ferríferas, metavulcânicas e metaconglomerados, intercalados em biotita gnaisses e gnaisses quartzofeldspáticos. Em alguns setores, esses gnaisses apresentam-se muito deformados, com intensa transposição e lineação proeminente, e em outros, apresentam-se migmatizados e deformados. Em ambos os casos, formam-se gnaisses bandados, preservando-se as lentes de epídoto. É considerado para esses gnaisses, origem metassedimentar (xistos, arcósios e subgrauvacas), ou metaígnea (para as vulcânicas félsicas, veios de aplito ou granitos deformados). Os anfibolitos homogêneos com hornblenda e plagioclásio representam antigos derrames basálticos (ou andesitos basálticos). As rochas calciossilicáticas foram originadas a partir de margas.

A Formação Jucurutu precede a deposição da Formação Seridó, havendo indícios de interdigitação na região de Jucurutu. O paragnaisse Parelhas, correlacionado à Formação Jucurutu, ocorre abaixo e acima do quartzito na serra das Umburanas.

5.1.2.1.1.7. FORMAÇÃO SERIDÓ E GRUPO SERIDÓ INDIFERENCIADO

Unidade principal da Faixa Seridó, é representada por um espesso pacote de metapelitos de fácies dominantemente anfibolito, contendo raras intercalações de metacalcários, rochas calcissilicáticas e anfibolito. Na parte oeste da subfaixa Currais Novos e na região central da subfaixa de Jucurutu, ocorrem xistos da fácies xisto-verde, às vezes interpretados como uma unidade distinta, à Sequência Cruzeta (FERREIRA, 1998).

Nessas áreas, o S0 é facilmente reconhecido, observando-se uma estrutura típica de ritmitos, às vezes com gradação sugestiva de turbiditos. Assim, na evolução dos tectono-fácies do grupo, a Formação Seridó, provavelmente, representa a fácies marinho distal da bacia, cuja sedimentação está associada a depósitos de talude, alimentados por correntes de turbidez.

O zoneamento metamórfico observado na Formação Seridó na subfaixa Currais Novos, com decréscimo do metamorfismo para a base do grupo, a oeste na faixa de Cruzeta, sugere a existência de zoneamento inverso, típico de regime de *thrusts*, com transporte para W-NW (HACKSPACHER & DANTAS, 1997). Isso corroboraria com a ascensão da Formação Equador à zona central da subfaixa, assim como do soerguimento do embasamento na região de Santa Luzia e sua extensão para o norte, como demonstrado através de dados aeromagnéticos.

O evento contracional é importante na estruturação do terreno, embora mascarado pela extensiva tectônica transcorrente, que atravessam toda a subfaixa Currais Novos, sendo uma extensão da Zona de Cisalhamento Patos-Malta, produzindo uma rede de transcorrências dextrais em échelon.

Dados geocronológicos U-Pb (concórdia em zircão) indicam uma idade neoproterozóica para a Formação Seridó (VAN SCHMUS et al., 1996), o que caracteriza uma sequência extremamente jovem dentro do Ciclo Brasiliano.

5.1.2.1.1.8. MAPA GEOLÓGICO DO RIO GRANDE DO NORTE – CPRM (2006)

A Figura 5.1-16. Mostra o Mapa Geológico do Rio Grande do Norte elaborado pelo CPRM, (2006).

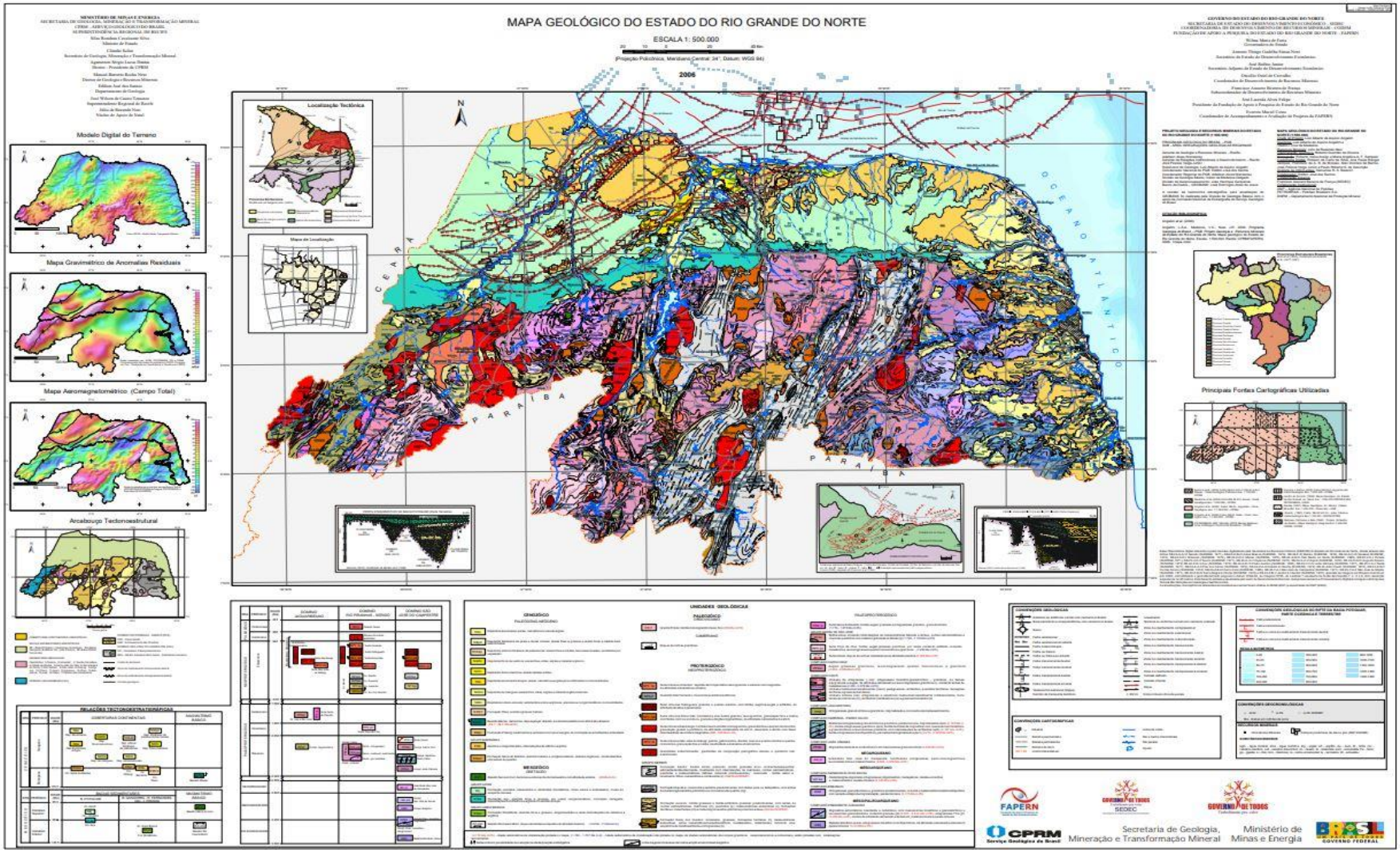


Figura 5.1-66 Mapa Geológico do Rio Grande do Norte (CPRM, 2006)

5.1.2.3. GEOLOGIA LOCAL

Os primeiros estudos geológicos realizados na Mina do Bonito tiveram como foco o magnetitito para produção de Lump Ore e Sinter Feed e, posteriormente, o itabirito. A partir da execução dos trabalhos de geologia de campo, mapeamento geológico e integração das informações, podemos dividir de forma simplificada a geologia local da Mina do Bonito nas litologias de minério e de estéril.

As principais litologias de minério são: magnetitito, itabiritos, colúvio e quartzito ferruginoso. Ocorrem também cangas lateríticas e rolados de ferro. As principais litologias de estéril são: granito gnaisse, xisto, mármore calcítico.

As principais litologias aflorantes estão na Figura 5.1-17 e Figura 5.1.18.

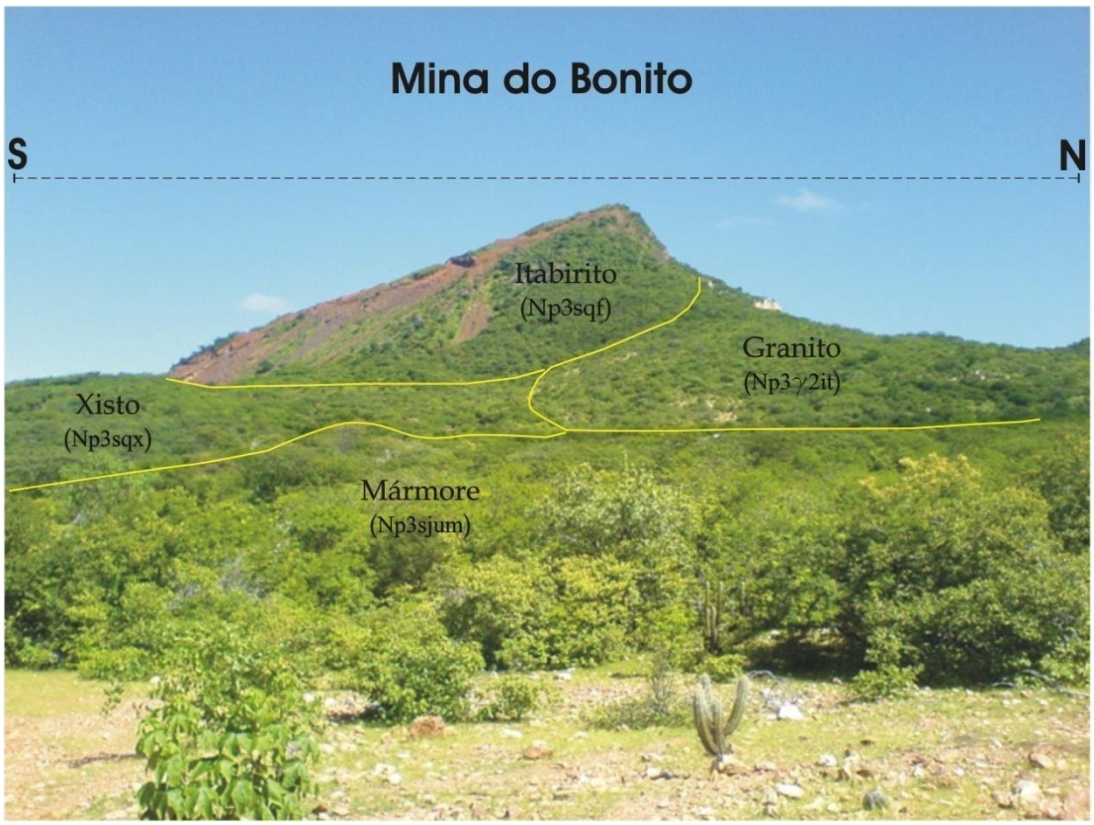


Figura 5.1-67. Perfil esquemático com as principais litologias aflorantes na Mina do Bonito.

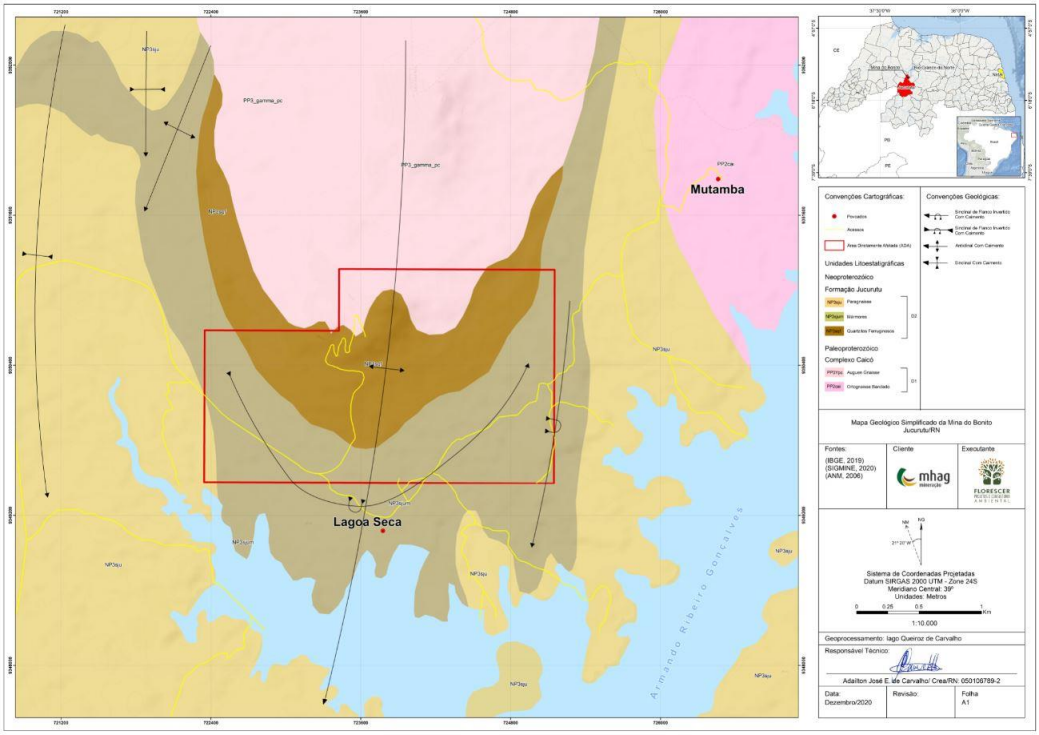


Figura 5.1-68. Mapa geológico de detalhes da área do empreendimento.

5.1.2.3.1. MAGNETITITO

Este litotipo encontra-se situado entre a crista e a aba esquerda (sentido de sul para norte) do antiforme que compõe a morfologia da Serra do Bonito. Apresenta teores de Fe total variando de 60% a 68%. Apresenta-se em superfície encaixado nos itabiritos, mostrando-se bastante fragmentado. O corpo apresenta uma forma alongada assemelhando-se a um grande boudan e/ou charuto e está associado a zonas de cisalhamento.

É do conhecimento geral na geologia do grande potencial tanto para concentração quanto para dispersão mineral, associado as zonas de cisalhamento que ocorrem em ambientes no qual estão envolvidos frequentemente fatores como: temperatura, pressão, compressão ductibilidade, profundidade; e que são responsáveis principais pela entrada e/ou saída de fluidos mineralizados deste ambiente.

No caso da Serra do Bonito, ocorreu um processo de concentração mineral do magnetitito pela atuação dos fatores citados no parágrafo anterior, porém não podemos afirmar se o processo atuante na deposição foi o de mobilização (onde a fonte dos fluidos mineralizados não está próxima a zona de concentração mineral, podendo ter vindo de pontos profundos da crosta terrestre atingida pela zona de cisalhamento e, desta forma, já contendo ou não teores de ferro, reagiu também com os itabiritos que são anteriores a formação do magnetitito) ou de remobilização (onde a fonte dos fluidos mineralizados está próxima a zona de concentração mineral, neste caso podendo ter sido gerada em função da grande temperatura provocada pela atuação da compressão; que reagiu com os itabiritos, sendo estes a fonte do ferro do magnetitito).

O magnetitito é uma rocha típica de ambientes onde estão envolvidos fatores como alta pressão, temperatura e circulação de fluidos, pois a magnetita é um mineral formado da evolução de outros minerais ferrosos (a hematita, por exemplo) que necessita da atuação dos parâmetros anteriormente citados. A magnetita é um dos óxidos mais abundantes e de ocorrência generalizada nas rochas ígneas e metamórficas e é o principal minério magnético. Também se encontra quantidades variáveis em sedimentos que sofreram metamorfismo térmico, sendo qualquer cimento de óxido de ferro hidratado ou pigmento limonítico reduzido primeiro para hematita e depois, em grau de metamorfismo mais elevado para magnetita.



Figura 5.1-69. Exemplo de bloco de magnetitito encontrado nos poços e trincheiras da zona Mineralizada.

5.1.2.3.2. ITABIRITOS

Os itabiritos que compõem a morfologia da Serra do Bonito são rochas heterogêneas. Macroscopicamente, em geral, apresentam-se com estrutura bandada, com espessura milimétrica a centimétrica, onde as faixas de cinza à preta (mineral ferromagnético - magnetita e hematitas) alternam com níveis milimétricos esbranquiçados quartzosos. Estes minerais apresentam variação nas suas proporções.

Os itabiritos provavelmente tiveram uma origem em ambiente sedimentar; podemos afirmar isto em função da presença na área de litotipos típicos desta origem primária (grande quantidade de mármores, originariamente rochas carbonáticas, por exemplo).

Itabiritos, por definição, fazem parte de um grupo de rochas que chamamos metamórficas. Estas rochas se formam pela transformação de uma rocha originariamente ígnea, sedimentar e/ou mesmo outra metamórfica. Neste processo de mudança, são de fundamentais importâncias fatores como variação de temperatura e pressão.

Os itabiritos passaram por intensos e complexos processos de deformação geológica. Desta forma é bastante normal a variabilidade encontrada nos itabiritos da Serra do Bonito.

Os corpos de itabirito mergulham por debaixo das camadas de mármore que afloram a partir da quebra negativa do relevo local.

Levando-se em consideração os processos geológicos atuantes como parâmetro, podemos classificá-los como itabiritos cisalhados e/ou itabiritos metassomatizados. Se considerarmos como parâmetro a mineralogia pode-se classificá-los como itabiritos hematiticos e/ou itabiritos magnetitico; se tomarmos como parâmetros o magnetismo, como itabiritos magnéticos e itabiritos não magnéticos e por fim se tomarmos para parâmetro o teor de ferro total contido, podemos classificar os itabiritos como ricos (apresentando teores médios de ferro total contido variando entre 40% e 50%) e itabiritos pobres (apresentando teores médios de ferro total contido abaixo de 40%).

Por se tratar de uma zona de cisalhamento, normalmente se esperar um comportamento plástico (dúctil) da rocha que juntamente com a atuação de forças compressivas, geram um padrão tanto orientado (dado pelos cristais de quartzo) que classificamos como itabiritos cisalhados, quanto também sem apresentar forma alguma (em função da movimentação de fluidos em correntes convectivas) que classificamos como itabiritos metassomáticos.



Figura 5.1-70. Exemplo de Blocos de Itabirito Encontrado nos Afloramentos na Serra do Bonito.

De uma forma geral os itabiritos apresentam composições do tipo: quartzo e opacos, que correspondem a magnetita e hematita. O quartzo ocorre em cristais xenomórficos, contatos curvos ou amebóides e tamanho entre 0,3-3,0 mm.

Os opacos (hematita, magnetita) são xenomórficos, contatos curvos ou amebóides e tamanho entre 0,3-3,0 mm. Ocorrem como cristais dispersos numa matriz quartzosa ou como agregados, em faixas, as quais se alternam com o quartzo, conferindo a rocha um aspecto de bandas, cujas espessuras oscilam entre 1-6 mm. São também encontrados ao longo de microdobras, ou de microfraturas formando vênulas de 0,1-5 mm.

Em seções polidas observam-se cristais de hematita substituindo magnetita e distribuídos conforme estas feições citadas, fato este devido a matização de tal mineral. Esta descrição pode ter variações faciológicas.



Figura 5.1-71. A e B: Afloramentos de Itabirito.



Figura 5.1-72. A: Afloramento de Itabirito; B: Itabirito com estrutura bandada e dobrada.

5.1.2.3.3. COLÚVIO

A deposição do colúvio ocorre, principalmente, na porção centro-leste da Mina do Bonito e encobre uma porção do corpo itabirítico e dos xistos. São representados por camadas com espessura média de 3,50 m, formadas principalmente por blocos de itabiritos e, secundariamente, por blocos de quartzitos, mármores dolomíticos e xistos, imersos em matriz silicosa.

A espessura tende a aumentar em direção ao sopé das serras e a composição é diretamente proporcional ao tipo de rocha que se encontra nas proximidades, indicando distância de transporte do material pouco significativa. Os blocos que o compõe apresentam dimensões variáveis ocorrendo desde blocos centimétricos até métricos, porém com predomínio de blocos decimétricos.



Figura 5.1-73. A e B: Colúvio.

5.1.2.3.4. QUARTZITO FERRUGINOSO

Os quartzitos são rochas homogêneas, apresentam-se em cores branca-avermelhados com alto grau de oxidação. Em análises aos furos de sonda, quando estão associados aos itabiritos sofrem influência dos fluídos ricos em ferro e posterior intemperismo, denominando-os de quartzitos ferruginosos, com alto teor de sílica e baixo teor de ferro. A composição mineralógica é simples, constituído basicamente de quartzo. Ocorrem somente em profundidade e numa região localizada não havendo afloramentos.

5.1.2.3.5. GNAISSE

Os granito-gnaisses correspondem aos granitos metamorfizados. São paraderivados, geralmente cinza rosados, granulometria grosseira, caracterizados por uma textura tipo "*augen*", conferida por porfiroblastos de K-feldspato de plagioclásio. Possuem também na sua composição quartzo, muscovita, biotita e granada incipiente. Em porções desta litologia podem-se observar ainda cristais a pirita, pirrotita e molibenita disseminados na rocha. Os

minerais encontram orientados segundo a foliação regional. Esta unidade ocorre na porção NW e NE da Mina do Bonito, apresentando expressão topográfica.



Figura 5.1-74. Vista do Gnaisse do Complexo aflorante na área de estudo

5.1.2.3.6. XISTOS

O xisto é caracterizado como quartzo muscovita xisto de coloração esbranquiçada a cinza amarronzada com intercalações avermelhadas, com coloração verde escura, com veios e vênulas de quartzo. A rocha é constituída por quartzo, muscovita, raros cristais de biotita, porções enriquecidas com magnetita e às vezes granada e galena. Esta unidade aflora na parte sul da área onde é observada em topografia levemente plana a ondulada.

A rocha apresenta textura metassomática e é composta de hornblenda, epidoto, grunerita, carbonato, pouco quartzo e opacos.

5.1.2.3.7. MÁRMORES CALCÍTICOS

O mármore possui coloração cinza escuro, em nível contínuo, atravessa toda área, posicionando-se entre os granito-gnaisses mais basais e os do topo. Na zona de fechamento do antiforme da Mina do Bonito, apresentam-se dando a impressão de um posicionamento em dois níveis, no entanto tal feição deve-se a interferência das dobras de F2 sobre F1, produzindo padrões do tipo 3 de Ramsay (1967).

São rochas de cor cinza ou branca, maciças ou com intercalações micáceas que as confere um aspecto de bandas, e granulação fina a média. Suas composições são variáveis, caracterizando desde mármores puros os quais com maior frequência, tendo como constituinte principal a calcita, até mármores impuros, cujas composições os levam a ser classificados como flogopita-mármores e tremolitamármores.

Esta rocha foi analisada em lâmina, e foi descrita petrograficamente como rocha metacarbonática de coloração cinza, textura nematoblástica incipiente, e granulometria fina a média. Já em lâmina a rocha é composta essencialmente por calcita (99%). Os acessórios são tremolita (<1%) e opacos (<1%). A calcita é xenoblástica, exibindo arranjo em agregados nematoblásticos com "trama de forma". A extinção ondulante é fraca a moderada, sendo raras as inclusões de opacos. O tamanho dos cristais é inferior a 3,0 mm.



Figura 5.1-75. Fotomicrografia de Mármore Calcítico com Tremolita.

A tremolita é ripiforme e sua maioria está orientada seguindo/definindo a foliação incipiente da rocha. O tamanho das ripas não ultrapassa 0,5 mm de eixo maior.

O opaco é xenoblástico a hipidioblástico e ocorre nos limites dos grãos, na forma de inclusões e neocristalizando-se nas raras microfissuras da rocha. O tamanho é inferior a 0,2 mm. A rocha exibe foliação razoavelmente penetrativa, denotada pelo arranjo granonematoblástico da calcita e tremolita gerado sob condições das fácies xisto verde superior ao anfibolito inferior.

O mármore sobrepõe-se a formação ferrífera bandada e se posiciona nas porções rebaixadas do relevo, porém realçando expressão topográfica junto aos planos axiais dos dobramentos. É constituído predominantemente por cristais medianos de calcita pura. A composição química é calcítico, ou seja, o teor de MgO < 1%. A rocha possui coloração cinza azulada. Mais a leste da área quando em contato com granitos tardi-magmáticos observa-se skarnitos mineralizados em schellita.



Figura 5.1-76. Afloramento de Mármore Clacítico.

5.1.2.2. GEOLOGIA ESTRUTURAL

Como principal estrutura regional, podemos citar o grande dobramento regional que envolve a Serra do Bonito, que se trata de um anticlinal com a cota superior em torno de 410 m e a cota da base em torno de 90 m (ambas em relação ao nível médio do mar), com caimento para sul e ambos os flancos aparentemente mergulhando para Leste.

Esta estrutura encontra-se afetada por uma zona de cisalhamento, afetando principalmente o seu flanco leste no qual encontramos o corpo de magnetitito encaixado nos itabiritos. Esta zona de cisalhamento foi detectada através da análise de imagens de satélite Landsat-TM e confirmada em campo principalmente pelo alinhamento que esta apresenta com o flanco leste da grande dobra regional que é representada pelos mármores.

Na Mina do Bonito em si, as principais estruturas materializam-se como foliações, lineações, dobras, zonas de cisalhamento, falhas, fraturas e juntas que funcionam como descontinuidades e anisotropias (Figura 5.1-27).

As principais estruturas planares presentes na Mina do Bonito podem ser divididas em: (a) Sn – foliação principal, definida pelo bandamento composicional e xistosidade; (b) Sn+1 – foliação plano-axial associada às clivagens de crenulação dos dobramentos; (c) uma estrutura antiformal quilométrica, com plano axial N-S e eixo mergulhando para sul; e (d) estruturas ruptéis fraturas, juntas e falhas (Figura 5.1-28).

Na conformação estrutural da Mina do Bonito, a foliação principal Sn tem direção dominante nordeste, chegando por vezes a Leste-Oeste, e mergulha preferencialmente para sudeste ou sul. A foliação Sn+1 corresponde a uma clivagem de crenulação e fratura gerada ao longo dos planos axiais dos dobramentos mesoscópicos que configuram a megaestrutura antiformal da mina de Bonito. Além das estruturas dúcteis, ocorrem na mina, sistemas de fraturas subparalelos às direções de Sn e Sn+1, respectivamente, com mergulhos em direção oposta a Sn e subverticais, além de outro sistema de fraturas de cisalhamento menos penetrativo.

Os resultados permitiram diferenciar conjuntos de estruturas dúcteis e rúpteis geradas durante a história de evolução da jazida e classificar as gerações e famílias (direção e mergulho). (Figura 5.1-29).

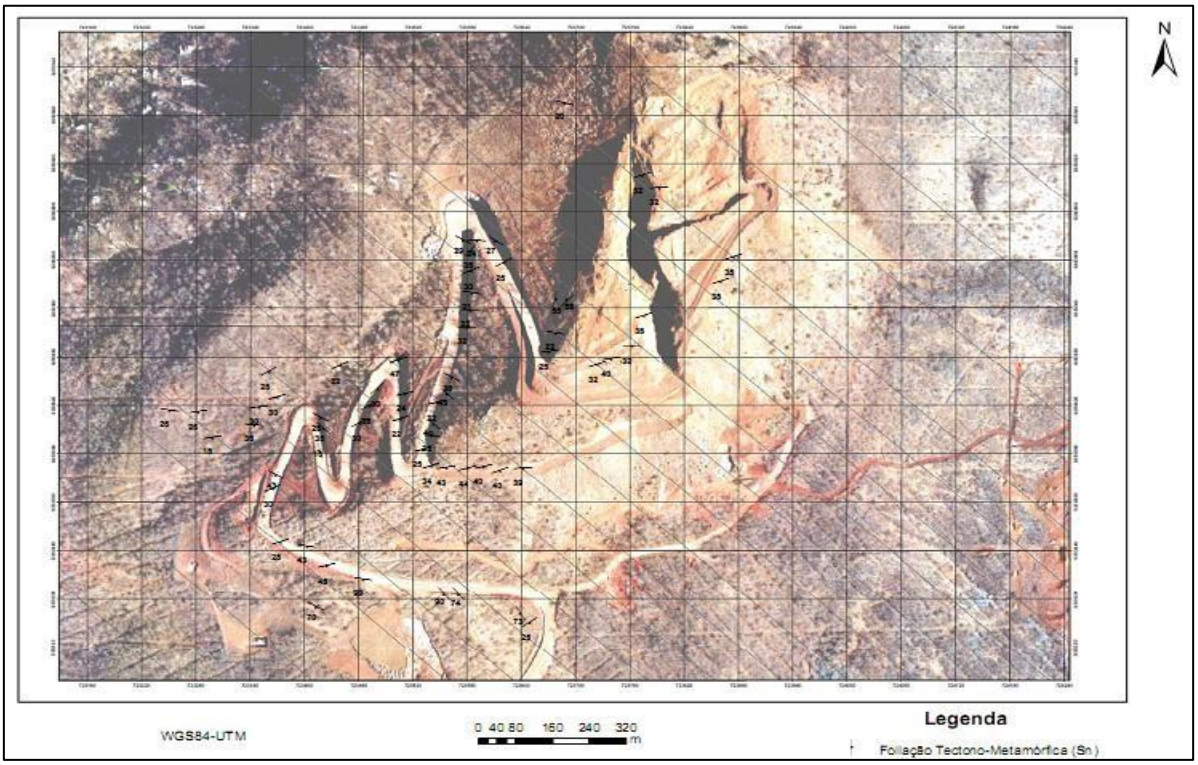


Figura 5.1-77. Estruturas Dúcteis com Ênfase na Foliação Principal (Sn) presentes nos Litotipos da Mina do Bonito.

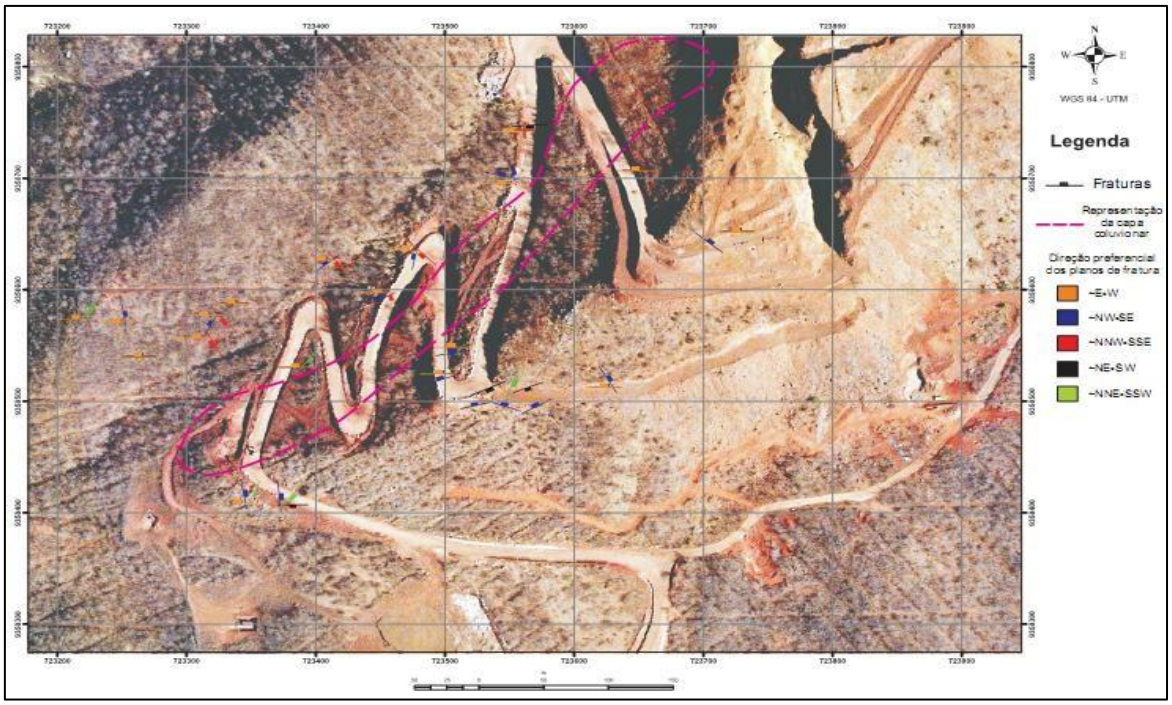


Figura 5.1-78. Estruturas Rúpteis com ênfase aos grupos de fraturas presentes nos Litotipos da Mina do Bonito.



Figura 5.1-79. Principais estruturas planares presentes na Mina do Bonito. Estruturas Dúcteis (foliações): Sn (dobrada) e Sn+1 (clivagem de crenulação).



Figura 5.1-80. Principais estruturas planares presentes na Mina do Bonito. Estruturas Rúpteis: Fraturas.

5.1.2.3.8. MAPEAMENTO GEOLÓGICO ATUAL E INTEGRAÇÃO DE DADOS

Com a execução e obtenção do resultado da segunda campanha de sondagem rotativa, em integração com as informações anteriores existentes (dados de geofísica aérea, geofísica terrestre e execução da checagem em campo), foi definido o atual mapa integrado de exploração mineral (Figura 5.1-31) e mapa geológico da Mina do Bonito e adjacências (Figura 5.1-32).

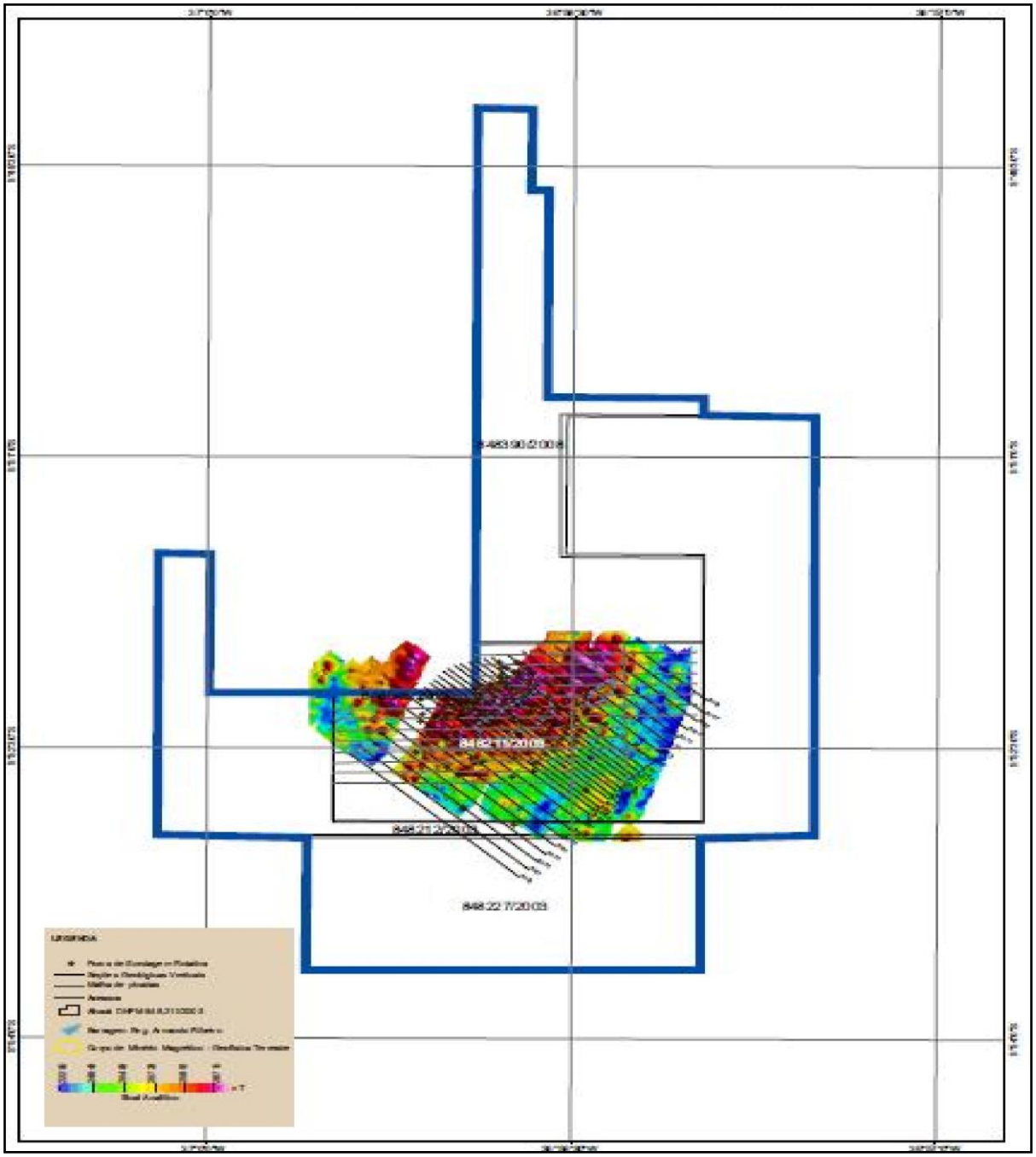


Figura 5.1-81. Mapa integrado de exploração mineral.

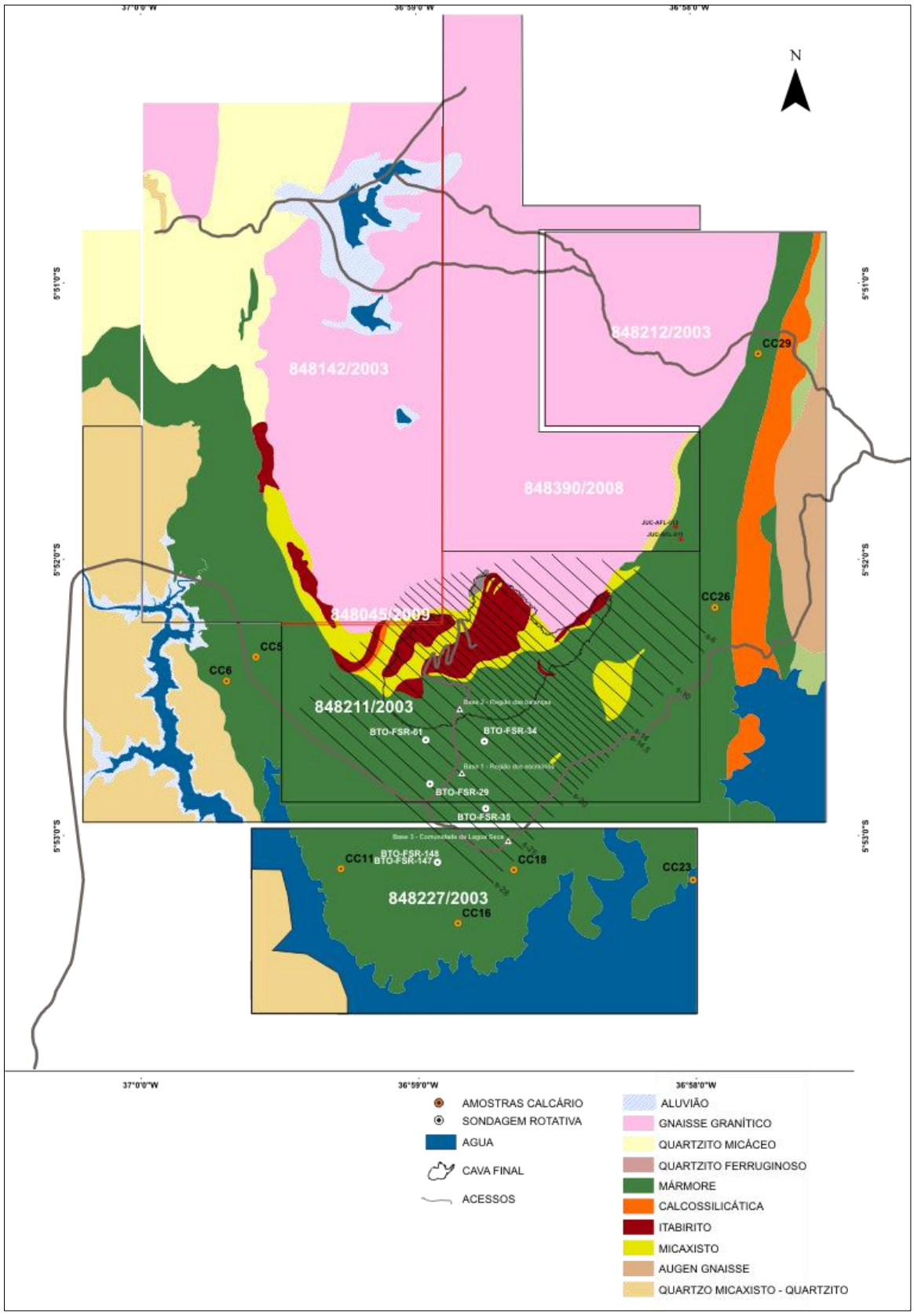


Figura 5.1-82. Mapa geológico da área de influência da Portaria de Lavra nº 237/2006.

Com a integração dos dados de exploração mineral e da geologia local foi possível definir a coluna estratigráfica simplificada da Mina do Bonito, demonstrada na Tabela 5.1-6.

Tabela 5.1-21. Coluna Estratigráfica Simplificada da Mina do Bonito.

Idade	Grupos	Formações	Figura	Litologia
EOPROTEROZÓICO	Granitóides Brasilianos			Granitóides diversos de quimismo não determinado. (Suíte Intrusiva Itaporanga 580-535 Ma U-Pb). Figura: granitóides da Serra do João do Vale.
	Seridó	Jucurutu		Biotita gnaisses e biotita anfibólios gnaisses predominantes, calcossilicáticas, mármore, metaandesitos, formações ferríferas, metacherts e metaconglomerado polimíticos próximos à base. (634 Ma – SHRIMP).
		Serra dos Quintos		Micaxisto, metagnaisse, formações ferríferas (itabiritos), xistos máficos, quartzito ferruginoso. Figura: itabirito da Mina do Bonito.
PALEOPROTEROZÓICO	São José	Suíte Poço da Cruz		Biotita Gnaisse graníticos, Augen Gnaisse, etc. (1.934 Ma U-Pb). Figura do granito da Serra da Caiçarinha – norte da Mina do Bonito.
	Complexo Caicó			Ortognaisses com lentes de metabasitos, anfibolitos, quartzitos ferruginosos, gnaisses bandados, migmatitos, etc. (2.240-2078 Ma U-Pb).

5.1.2.4.1. GEODIVERSIDADE *IN SITU E EX SITU*

No caso específico, a geodiversidade da área de influência do empreendimento é representada por todos os componentes da natureza abiótica, como minerais, rochas, solos, rios, paisagens e as relações e processos naturais envolvidos por esses recursos. A

geodiversidade, portanto, está presente em todos os ambientes do planeta, ocorrendo nas mais diversas formas e extensões.

Este capítulo faz uma análise dos recursos que compõem a geodiversidade no âmbito da área de influência do empreendimento e que nela ocorrem de forma natural, ou seja, de forma *in situ e ex situ,* como definido por Brilha (2015). Após comentários acerca do registro histórico, são feitas descrições geológico-geomorfológicas pertinentes a cada lugar identificado. Em seguida, são valorados os locais de acordo com as definições de Gray (2013), com base nos serviços ecossistêmicos da geodiversidade, como apresentado a seguir.

5.1.2.4.3.1. GEOSSÍTIOS DE JUCURUTU E DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DE EMPREENDIMENTO

Geoparque é um território de limites bem definidos com uma área suficientemente grande para servir de apoio ao desenvolvimento socioeconômico local (UNESCO). Deve abranger um determinado número de sítios geológicos de relevo ou um mosaico de entidades geológicas de especial importância científica, raridade e beleza, que seja representativa de uma região e da sua história geológica, eventos e processos. Poderá possuir não só significado geológico, mas também ao nível da ecologia, arqueologia, história e cultura.

O município de Jucurutu possui, em abundância, todas as características mencionadas acima. Assim, entendendo que a interiorização do geoturismo, especialmente aplicado ao município, trará investimentos, geração de emprego, renda e, consequentemente, movimentação da economia local atrelada à conservação do patrimônio natural, além de educação ambiental, bem como a valorização e divulgação dos pontos turísticos. A Prefeitura Municipal de Jucurutu iniciou a identificação dos geossítios no município como forma de integrá-los ao conceito de Geoparque. Alguns dos geossítios identificados e descritos até o momento são (Figura 5.1-33):

1. Caverna Casa de Pedras, localizada na comunidade de Pedra do Navio, cerca de 3 km a NW da cidade de Jucurutu;
2. Sítio Arqueológico Pedra Ferrada, com gravuras rupestres dos Sítios Arqueológicos do Riacho do Chaves;
3. Riacho do Chaves e do Olho d'água do Gonçalo Dias;
4. Mirantes da Serra de João do Vale;
5. Mina de Scheelita desativada;
6. Furnas;
7. Barragem de Oiticica; e
8. Serra da Caiçarinha, Leste da Mina do Bonito.

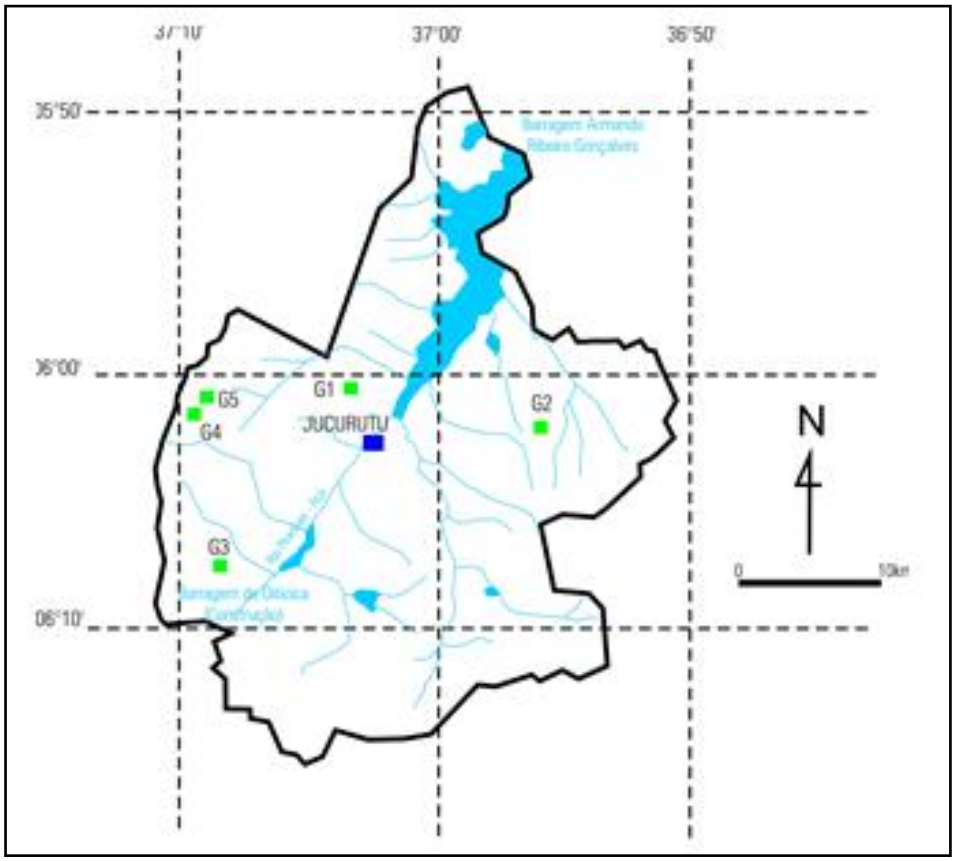


Figura 5.1-83. Desenho esquemático do município de Jucurutu com base hidrográfica e com a localização de alguns geossítios. Fonte: GALVÃO (2017).

1- Casa de Pedra

A casa de Pedra é um atrativo natural, são mármores com textura rugosa, do grupo Seridó, formação Jucurutu. Está localizada no Sítio Pedra do Navio a 8 km da sede da cidade, com acesso de alta dificuldade por meio de estrada de barro. Não há taxa de visitação e é de propriedade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS).

O atrativo é denominado “Casa de Pedra” devido a existências de formações rochosas que simbolizam partes de uma casa, como, por exemplo, o salão principal, com geoformas que representam mesas, cadeiras, “quartos escuros”, dentre outros fatores. A Casa de Pedra possui raio de aproximadamente 300 m. No seu topo, há vista panorâmica para a cidade de Jucurutu, formando um mirante natural. É possível observar em seu entorno a vegetação da caatinga, com plantas como a macambira, cactos, coroa de frade, dentre outras (Inventário Turístico, 2018).



Figura 5.1-84. Geossítio Casa de Pedras. Fonte: GALVÃO (2017).

2- Sítio Arqueológico Pedra Ferrada

O sítio arqueológico da Pedra Ferrada apresenta as gravuras rupestres dos sítios arqueológicos localizados às margens do Riacho do Chaves, já na divisa entre os municípios de Jucurutu de Açu (Figura 5.1-35), desagua no rio Piranhas-Açu.

Em relação ao empreendimento, localiza-se na área de influência direta, constituído por oito sítios arqueológicos. Em termos quantitativos, é um sítio com gravuras rupestres do Rio Grande do Norte com maiores dimensões e que possui maior potencial sobre informações pretéritas da fauna, flora, representações antropomorfas. O acesso ao local é livre. Este conjunto de sítios arqueológicos está inserido num mesmo contexto ambiental, onde é possível observar uma variedade de incisões representando os grafismos simbólicos nos suportes marmorizados.

A geomorfologia da área é formada por afloramentos marmorizados, o relevo constituído por serrotes e serras com cotas altimétricas entre 50 a 320 metros.

As primeiras descrições arqueológicas sobre esses lugares, com registros rupestres no Riacho do Chaves, constam do Relatório Privado de Impacto Ambiental para atividades da Empresa MHAG Serviços e Mineração S/A (em poder do IPHAN RN) realizado em abril de 2007, pelo arqueólogo Walner Barros Spence.

> “As rochas nas margens do riacho estão repletas de gravuras, cuja cor esbranquiçada - marcas da abrasão contrasta com o azulado escuro da rocha calcária. As gravuras diferem na profundidade de suas incisões, algumas são mais profundas, até 05 cm, e outras com uma raspagem rasa da superfície” (SPENCER, 2007, p.14).

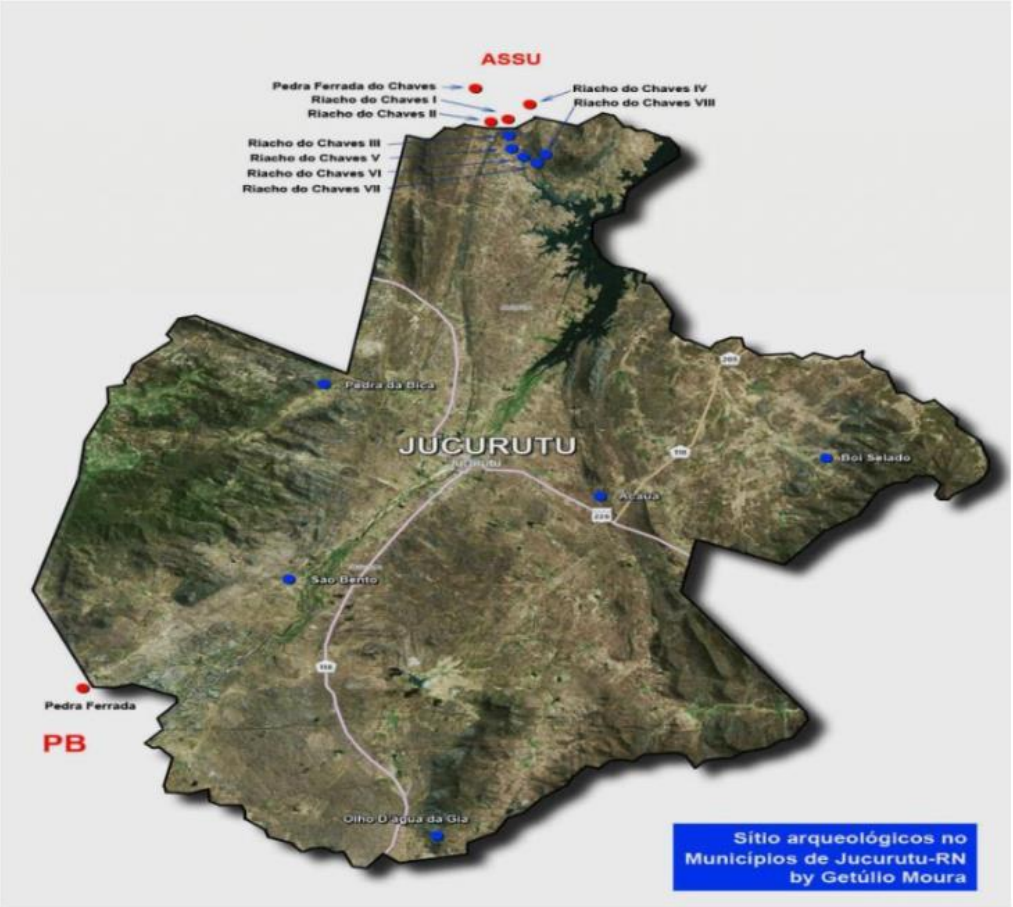


Figura 5.1-85. Mapa do município de Jucurutu RN com detalhes da inserção dos sítios arqueológicos identificados até 2015. Fonte: SANTOS JÚNIOR (2015); Mapa elaborado por Getúlio Moura (2014)

A rocha apresentada na Figura 5.1-36, possui coloração vermelha-escura, ferruginosa, tem aproximadamente 10 metros de comprimento por 1,5 metros de altura, apresenta gravuras bem marcadas pelo contraste da raspagem. A temática é a tradicionalmente encontrada em incisões do tipo, como demonstrado na Figura 5.1-36, mas já apresenta vestígios de vandalismo, isto é, uma intervenção lúdica moderna, representado por raspagem e pintura com tinta branca de nomes pessoais.



Figura 5.1-86. Gravuras bem marcadas pelo contraste da raspagem. Fonte: SPENCER (2007), in: EIA RIMA, Mhag, p.19.

Conforme os estudiosos que fizeram as descobertas dos sítios, nos registros rupestres dos sítios arqueológicos do Riacho do Chaves, foram utilizadas duas técnicas de execução: a raspagem e a picotagem.

3- Riacho do Chaves e do Olho d'água do Gonçalo Dias

O Riacho do Chaves e do Olho d'água do Gonçalo Dias, embora pouco conhecido, situa-se na área de influência do empreendimento, se destaca pela beleza paisagística e os locais de rocha com inscrições rupestres incisas – itacoatiaras - deitada sobre o leito do riacho do Chaves, é um lugar de paisagem agradável pelo frescor incomum em meio à caatinga.



Figura 5.1-87. Vista do Riacho do Chaves. Fonte: Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A., SPENCER (2007): in EIA RIMA, Mhag, p.8.

4- Serra de João do Vale

O município é favorecido por um relevo de serranias, como a Serra de João do Vale (Figura 5.1-38). Trata-se de um maciço serrano localizado entre os municípios de Jucurutu, Triunfo Potiguar, Campo Grande e Belém do Brejo do Cruz na Paraíba. Consiste num complexo orográfico que compreende uma área de 277 km², inserida no bioma Caatinga, plantas frutíferas (cajueiros) e comunidade residente com cerca de 2.000 habitantes. Há no local mirantes naturais com vista panorâmica da região, com destaque para os aspectos geológicos, geográficos e biodiversidade regional. Este complexo possui clima semiárido e se apresenta praticamente úmido o ano todo, graças às elevadas altitudes, variando entre 200 a 700 m (Inventário Turístico, 2018).



Figura 5.1-88. Geossítio Mirantes Serra de João do Vale. Fonte: GALVÃO (2017).

5- Mina de Sheelita desativada.

Na área a leste da Mina do Bonito (Figura 5.1-39), com distância de 4 km, existe uma mina desativada, que sofreu fortes impactos ambientais, devido aos trabalhos de mineração de sheelita em alta escala de produção, pela Mineração Sertaneja, desde as primeiras décadas do século XX até ser desativada em razão de perda de competitividade do produto no mercado internacional.



Figura 5.1-89. Área da Mina de Sheelita desativada. Fonte: Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A. SPENCER (2007): in EIA RIMA, Mhag, p.16.

A não ser o fato de que as ruínas da antiga mina (historicamente recentes) sejam consideradas arqueologicamente importantes, a área, pelos fatores assinalados acima, encontra-se completamente descaracterizada e descontextualizada em relação ao interesse arqueológico. Assim, embora os diversos prédios da mineradora se encontrem, em sua maior parte, em níveis de altura acima de 50 metros, ficando fora, portanto, da quota delimitadora do projeto de salvamento arqueológico que foi realizado na região, quando da construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, o interesse cultural-patrimonial é quase que irrisório.

6- Furnas

As furnas, localizadas a partir de 3 km da mina do Bonito, ao longo do Riacho do Chaves, tem uma beleza que se destaca pela erosão natural diferenciada do calcário que em contato com a água, formou pequenas cavidades que estão localizadas no leito do riacho. São baixas e encontravam-se cheias de água durante boa parte do ano, quando cheias mal se pode notar sua existência, mais de uma beleza sutil.

As rochas nas margens do riacho estão repletas de gravuras, cuja cor esbranquiçada – marcas da abrasão - contrasta com o azulado-escuro da rocha calcária. As gravuras diferem na profundidade de suas incisões, algumas são mais profundas, até 05 cm, e outras com uma raspagem rasa da superfície.



Figura 5.1-90. A e B: Furnas, cheias de água. Fonte: Acervo da Mhag Serviços e Mineração S/A.,. SPENCER (2007): in EIA RIMA, Mhag, p.13.

7- Barragem de Oiticica

A Barragem Oiticica está sendo construída pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) para barrar as águas do Rio Piranhas, regularizando seu fluxo e integrando ao sistema de bacias da transposição do Rio São Francisco. A barragem está situada na Fazenda Oiticica, aproximadamente 17 km da sede do município de Jucurutu. Quando concluída, o reservatório será o 3º maior do Estado, comportando uma capacidade de 556 milhões de metros cúbicos, beneficiará 500 mil habitantes de 17 cidades do Rio Grande do Norte.

A Barragem Oiticica além de beneficiar a região com abastecimento humano e irrigação, possibilitará o desenvolvimento do lazer e de atividades recreativas, elementos que fomentarão o turismo na região. No entorno da barragem, pode-se visualizar um belo cenário, adornado por serras e com a presença da mata nativa com predominância de espécies como: craibeira, faveleiras, juremas e cactáceas. A estrada que dá acesso ao atrativo, apesar de ser

estrada de chão, encontra-se em bom estado de uso, o local não possui sinalização de acesso e turística.

8- Serra da Caiçarinha

A oeste da Represa Armando Ribeiro Gonçalves, partindo da comunidade Mutamba cerca de 3 km, encontra-se as serras do Meio e de Caiçarinha. São prolongamentos da Serra do Bonito, situadas entre as partes altas importantes, os olhos d'águas que impressionam pela beleza e conservação da vegetação da caatinga, bastante preservada. Do alto da serra, embora a estrada de acesso ao local seja precária, com devida manutenção, daria acesso a um dos mais belos cartões postais da paisagem formada pelo Reservatório da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves.

Nas vizinhanças, a comunidade da Mutamba, situada às margens da Armando Ribeiro, dispõe de infraestrutura de apoio ao que poderia ser um polo de visitação e gastronomia para o local com desfrute na gastronomia local (peixe, camarão e a boa comida sertaneja). Além disso, poderia ser desenvolvido um pequeno balneário para desfrute das pessoas locais e visitantes.



Figura 5.1-91. Vista da Mina do Bonito e Serra da Caiçarinha ao fundo. Fonte: Acervo Florescer, 2020.

5.1.2.4.4. QUADRO SÍNTESE

As análises realizadas neste capítulo permitiram a construção de um quadro síntese dos valores e classificações identificados para cada local de geodiversidade observado, que é apresentada na Tabela 5.1-2.

Tabela 5.1-22. Quadro síntese dos valores e classificações da geodiversidade *in situ* e *ex situ* das áreas de influências do empreendimento.

Local	Valores e Serviços	Classificação por Valor	Classificação por Extensão
1. Casa de Pedras	Serviço de Conhecimento	Serviço Cultural Lugar de Geodiversidade	Áreas
2. Sítio Arqueológico Pedra Ferrada	Serviço de Conhecimento	Geossítio, Serviço Cultural Lugar de Geodiversidade	Áreas
3. Riacho do Chaves e do Olho d'água do Gonçalo Dias	Serviço de Conhecimento	Geossítio, Serviço Cultural Lugar de Geodiversidade	Áreas
4. Mirantes da Serra de João do Vale	Valor Intrínseco Serviço Cultural	Lugar de Geodiversidade	Ponto e Panorama
5. Mina de Sheelita Desativada	Valor Intrínseco Serviço de Suporte Serviço Cultural	Lugar de Geodiversidade	Ponto e Panorama
6. Furnas	Serviço de Conhecimento	Geossítio, Serviço Cultural Lugar de Geodiversidade	Áreas
7. Barragem de Oiticica	Valor Intrínseco Serviço de Suporte Serviço de Provisão	Lugares de Geodiversidade	Ponto e Panorama
8. Serra da Caiçarinha	Valor Intrínseco Serviço Cultural	Lugar de Geodiversidade	Ponto e Panorama

A tabela acima, foi elaborada com base nos estudos de Gray (2013), Brilha (2015) e Fuertes-Gutiérrez & Fernández-Martínez (2010).

As atividades desenvolvidas neste trabalho enfocam apenas a valoração qualitativa dos locais de geodiversidade, é possível que um valor científico tenha sido super ou subvalorizado.

5.1.3. GEOMORFOLOGIA

A morfologia dos terrenos é irregular e está enquadrada geograficamente na Depressão Nordestina. Com grandes porções arrasadas pela erosão, de onde se destacam granitos, migmatitos e gnaisses. Sendo, estes, formadores da Serra do Bonito, com cota máxima aproximada de 350 m, conforme mapa geomorfológico das áreas de influências, em anexo.

O relevo da região e da área caracteriza-se por ser uma área rebaixada, com topografia predominante suave ondulada, limitada a leste e oeste por grandes elevações (altitudes entre 500 e 800 m). O relevo da região, em geral, é constituído por colinas de topos achatados e arredondados, apresentando vertentes curtas ou médias, onde as declividades variam de 3 a 10% e vales em forma de “V” ou abertos. Em menor proporção, ocorre o relevo ondulado e plano. As altitudes variam de 50 a 300 m.

Destaca-se a presença de um alinhamento de serras, na parte central da área, no sentido norte-sul (altitude entre 500 e 700 m), e distribuídas pela área, isoladamente ou formando alinhamentos, elevações testemunhas – os inselbergues – representados sob a forma de afloramentos de rochas (principalmente granito) com vertentes abruptas e topo em forma de cristas ou arredondados (Figura 5.1-42).



Figura 5.1-92. Vista aérea do relevo regional, na área do empreendimento em Jucurutu/RN.

As características do relevo na região revelam três áreas de domínio de diferenciação geomorfológica, ligadas às Serras do Martins-Portalegre e João do Vale, Depressão Sertaneja Setentrional e Serras Ocidentais do Planalto da Borborema. Estas, por sua vez, são resultados das ações de agentes climáticos sobre as rochas da região, em diferentes períodos geológicos, até a formação dos depósitos sedimentares do quaternário, fato que produziu características peculiares a este relevo (IBGE, 2006a), conforme pode ser observado na Figura 5.1-43, que segue.

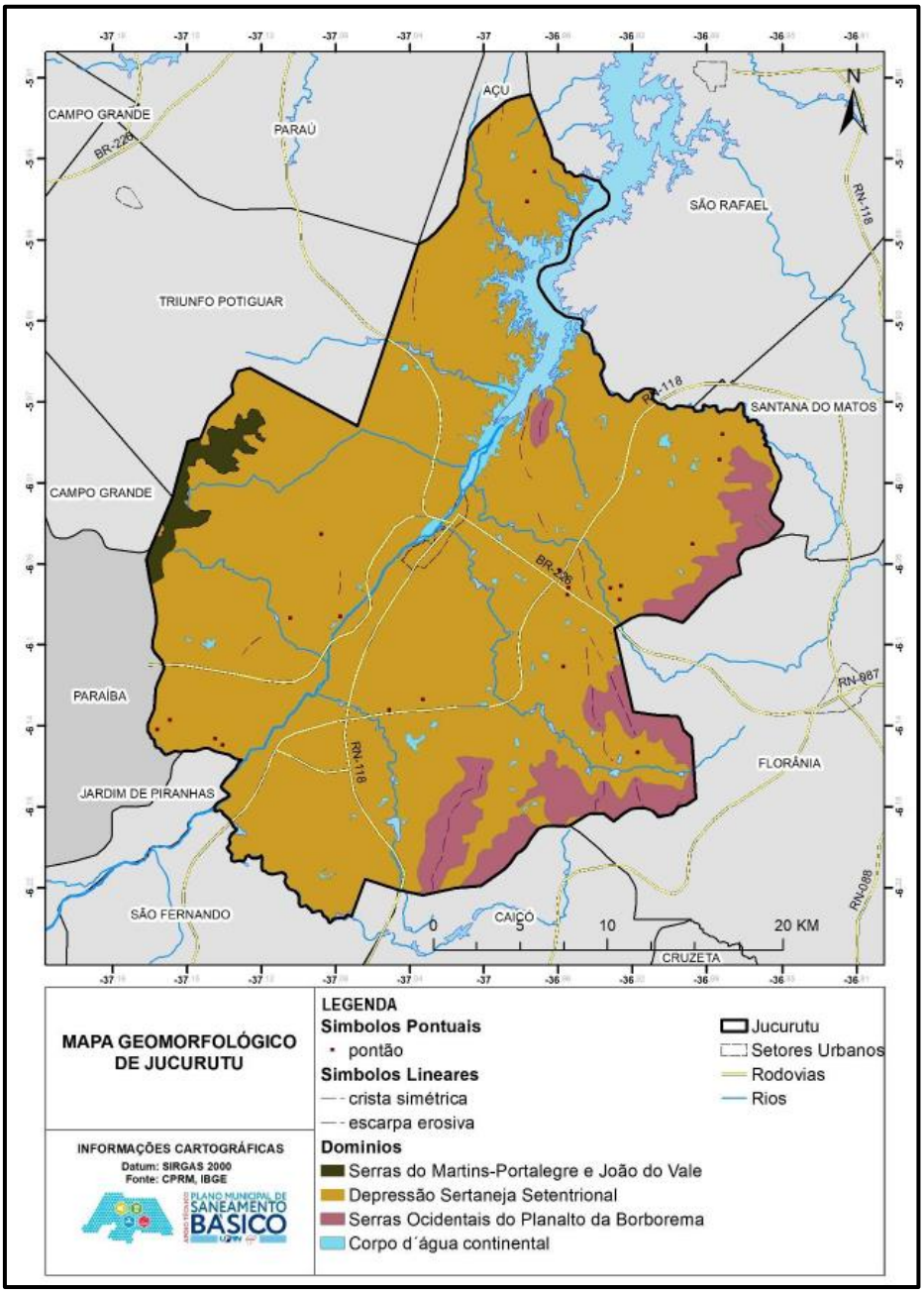


Figura 5.1-93. Mapa geomorfológico de Jucurutu. Fonte: Diagnóstico Técnico Participativo – Jucurutu – 2019. Elaborado pela Equipe de Apoio Técnico da UFRN, 2019.

5.1.4 SOLO

5.1.4.1. INTRODUÇÃO

O estudo em foco foi realizado no município de Jucurutu-RN, para atender as solicitações técnicas especificadas pelo IDEMA, para elaboração do estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - EIA/RIMA, referente à extração e beneficiamento de minério de ferro.

Portanto, são apresentados os aspectos gerais das principais unidades de solos existentes na área da Mina da Bonita e do entorno, destacando suas características morfológica, físicas e químicas, relativo à gênese, morfologia e classificação, além dos estudos geotécnicos para caracterizar as taxas de absorção de água no solo.

5.1.4.2. OBJETIVOS

5.1.4.2.1. OBJETIVO GERAL

O presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial pedológico e geotécnico, além das taxas de absorção dos solos da Mina do Bonito e seu entorno que é composta pela bacia do Rio Piranhas. Os resultados alcançados fornecerão subsídios para uma extração e beneficiamento eficiente do minério de ferro no local, além de contribuírem no estudo detalhado para a preservação da fauna, da flora e dos corpos d'águas, o lençol freático e o solo da região.

5.1.4.3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o estudo dos solos da mina da Bonita, bem como os solos do entorno, recorreu-se ao Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Rio Grande do Norte (EMBRAPA-SNLCS, 1971), caracterização dos recursos naturais do município de Jucurutu (Cestaro e Dantas, 1988), bem como outros trabalhos pedológicos efetuados na região.

Os trabalhos de campo foram efetuados tomando como referência as unidades de mapeamento existentes nos municípios envolvidos. A metodologia básica empregada nas determinações das análises físicas e químicas (Embrapa 2017), e na descrição e coleta de solos no campo (Lemos e Santos, 2002), além das normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A classificação taxonômica dos solos foi efetuada segundo Embrapa (2016), pelo Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS) e pela Metodologia Miniatura Compactada Tropical (MCT).

5.1.4.3.1. COLETA DOS SOLOS

Os solos foram retirados do entorno da Mina do Bonito que fica a cerca de 30 km do centro urbano do município de Jucurutu – RN. Os solos superficiais mais comuns encontrados na região são classificados como tropical rico em óxidos de ferro e alumínio que apresentam uma elevada capacidade de suporte. Na Figuras 5.1-44 são apresentadas imagens do local da retirada dos solos, além das coordenadas geográficas do local de coleta apresentadas na legenda. Por meio das imagens fica evidenciado o clima seco, a Caatinga como vegetação predominante e a escassez de água na região que refletem diretamente no teor de umidade dos solos coletados.



Figura 5.1-94. Local da retirada do solo, coleta 01. Coordenadas geográficas: 5°52'52.7"S 36°58'59.3"W.

O solo estudado segundo a caracterização física possui 2,65 g/cm³ de massa específica dos sólidos; taxa de absorção de 1.10^{-4} (cm/s); índice de vazios de 0,34; porosidade de 0,25; é classificado como uma areia fina argilosa de acordo com a classificação SUCS. De acordo com a caracterização química e mineralógica, o pH do solo na água de 8,16; segundo o FRX e o DRX destacam-se SiO_2 (50,75%), Al_2O_3 (26,39%) e Fe_2O_3 (9,11%). De acordo com os ensaios geotécnicos, levando em consideração a energia Proctor intermediária, o solo apresenta teor de umidade ótima de 10,32%; e massa específica aparente seca máxima de 2,06 g/cm³.

5.1.4.3.2. ANÁLISES REALIZADAS

As atividades desse estudo foram realizadas no Laboratório do Centro de Tecnologia do Gás e Energias Renováveis – CTGás Natal; no Laboratório de Mecânica dos Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte; no Laboratório de Solo, Água e Plantas, da Empresa de Pesquisa Agropecuárias do Rio Grande do Norte S/A - EMPARN.

O procedimento experimental foi desenvolvido em quatro etapas: a primeira etapa compreendeu a classificação MCT. A segunda etapa à caracterização química e mineralógica. A terceira representou os ensaios de caracterização física e geotécnicos. E, a quarta, os ensaios pedológicos.

5.1.4.3.2.1. COMPORTAMENTO LATERÍTICO - CLASSIFICAÇÃO MCT

Com os ensaios de compactação Mini-MCV e perda de massa por imersão da metodologia MCT, é possível obter as curvas de deformabilidade do solo, a família de curvas de compactação assim como a curva de perda de massa por imersão. Com base nesses ensaios é possível determinar os parâmetros necessários para a classificação MCT, coeficientes c', d', a perda de massa por imersão Pi (%) e o índice de laterização e'.

5.5.4.3.2.2. Ensaio da Metodologia MCT

No intuito de classificar o solo da presente pesquisa de acordo com a metodologia MCT, foram realizados os ensaios de compactação Mini-MCV e perda de massa por imersão de acordo com as normas ME 258 (DNER, 1994) e ME 256 (DNER, 1994). Segundo Nogami e Villibor (1995), essa metodologia permite classificar os materiais em função do seu desempenho tecnológico, diferentemente das classificações tradicionais que, por sua vez são baseadas na granulometria e nos limites de consistências dos materiais. O ensaio foi realizado em triplicata para o solo. Os corpos de prova foram moldados na energia intermediária.

5.1.4.4. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA

Esta etapa teve por objetivo a determinação das características químicas e mineralógicas do solo. Foram realizados ensaios de pH, fluorescência de raios-x e difração de

raios-x. Os ensaios realizados permitem a classificação da amostra em solo laterítico ou solo não laterítico.

Segundo Campanha (2011) através dos ensaios de caracterização química e mineralógica são conhecidas as unidades que constituem as rochas definidas como sólidos homogêneos naturais com arranjo atômico ordenado e composição química definida. O arranjo cristalino característico de cada espécie mineral se apresenta em quantidade definidas e proporcionais de determinados elementos químicos.

5.1.4.4.1. Determinação de pH

O pH em água destilada das amostras de solos foram obtidas com o emprego de um pHmetro Hanna modelo HI 2216 e eletrodo combinado de vidro (modelo HI 1131B). Para os ensaios foram empregados 4 g da amostra e 10 mL de água deionizada, mantendo a proporção de 1:2,5 (peso/volume). As amostras ficaram em agitação por meia hora a baixa velocidade, num agitador horizontal IKA-Werke Modelo KS-501D, seguido de 30 min de repouso e separação do extrato líquido por centrifugação até concluir com a medição do pH. Os ensaios foram realizados em triplicata.

5.1.4.4.2. Ensaio de Fluorescência de Raios-X (FRX) com perda ao fogo e Ensaio de Difração de Raios-X (DRX) com identificação de fases cristalinas

Para esta análise, 10g de cada material foi passado na peneira #200 e quarteado. Em seguida, foi analisado pela técnica de Fluorescência de Raios-X utilizando o equipamento EDX-720 da marca Shimadzu. Para a avaliação de perda ao fogo, o material primeiramente foi seco em estufa por 24h em temperatura de 110ºC, posteriormente o mesmo material foi aquecido até 1000ºC por 60 minutos.

Para identificação da mineralogia das amostras, parte do material foi submetida à análise de Difração de Raios-X (DRX) utilizando o equipamento XRD-6000 da Shimadzu. A

amplitude angular usada foi de 2θ com um intervalo de medida entre 2-100°, uma velocidade de 0,05°/min e sob voltagem de 35 kV e 15 mA. A identificação mineralógica foi com os padrões de referência do banco de dados do *software* JADE 9.0.

A análise por fluorescência de raios-X pode objetivar tanto resultados qualitativos como quantitativos, embasados na medição da intensidade dos raios-X característicos emitidos pelos elementos químicos da amostra estudada, quando excitada por partículas como elétrons, prótons ou íons através de aceleradores de partículas ou de ondas eletromagnéticas, ou através de tubos de raios-X (Melo Júnior, 2007).

5.1.4.5. ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Essa etapa teve por objetivo a determinação das características físicas do solo. A finalidade da caracterização física é obter valores de densidade real dos materiais, detalhes da textura, do tamanho das partículas e da indicação de um grande número de propriedades geotécnicas, como: permeabilidade, características de compactação e umidade ótima. Com os resultados alcançados é possível classificar os materiais conforme o Sistema Unificado de Classificação dos Solos.

5.1.4.5.1. Massa Específica dos Sólidos

Foram executados ensaios de massa específica dos sólidos, conforme a norma NBR 6508 (ABNT, 2016). Todos os ensaios foram realizados em triplicata. O equipamento utilizado foi um picnômetro DiogoLab com um auxílio de uma bomba de vácuo da marca Prismatec.

O ensaio de determinação da massa específica dos sólidos (ρs), conforme a NBR 6508 (ABNT, 2016), visa determinar a densidade real dos grãos das partículas sólidas, ou seja, isenta de vazios. É a relação entre a massa das partículas sólidas e o seu volume.

5.1.4.5.2. Análise granulométrica

Foram realizados ensaios de granulometria baseados na norma NBR 7181 (ABNT, 2016) compreendendo tanto a parte do peneiramento, como a parte da sedimentação, devida à grande quantidade de finos encontrada em todas as amostras. Obtendo assim uma melhor representatividade dos resultados, além de possibilitar uma melhor identificação da heterogeneidade do material. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

O ensaio de granulometria possibilita o conhecimento das porcentagens das partículas em uma amostra em função de suas dimensões. Baseia-se em duas etapas: o peneiramento e a sedimentação. O ensaio de sedimentação se faz necessário quando existe uma porcentagem de finos (material passando na peneira n° 200, e abertura 0,075 mm) representativa maior que 5%, que influencia no comportamento do material (PINTO, 2006).

5.1.4.5.3. Limite de liquidez e limite de plasticidade

Foram realizados ensaios de limite de liquidez e ensaios de limite de plasticidade respectivamente conforme as normas NBR 6459 (ABNT, 2016) e NBR 7180 (ABNT, 2016). Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

O ensaio para determinação do limite de liquidez é definido como o teor de umidade do solo com o qual uma ranhura padrão nele feita requer 25 golpes para se fechar (PINTO, 2006). O procedimento de ensaio é padronizado no Brasil pela NBR 6459 (ABNT, 2016).

Por sua vez, o limite de plasticidade é definido como o menor teor de umidade com o qual se consegue moldar um cilindro com três milímetros de diâmetro, rolando-o com a palma das mãos sobre uma placa de vidro rugosa. A norma NBR 7180 (ABNT, 2016) rege os ensaios de Determinação do Limite de Plasticidade.

5.1.4.5.4. Permeabilidade a Carga Constante – Taxa de Absorção

O ensaio de permeabilidade é realizado em laboratório no intuito de fornecer a taxa de absorção do solo, o corpo de prova é compactado para simular uma situação de campo. Os ensaios de permeabilidade a carga constante foram executados conforme NBR 13292 (ABNT, 1995). Todos os ensaios foram realizados em triplicata e todos os corpos de prova foram moldados na energia normal e na umidade ótima.

Cruz (1996) diferencia o termo condutividade hidráulica do termo permeabilidade, conceituando condutividade hidráulica como a facilidade ou dificuldade que apresenta um meio confinado à passagem de fluxo, a esse meio confinado faz referência às fraturas ou fissuras rochosas e as juntas presentes em maciços rochosos. No caso da permeabilidade, este meio se refere aos materiais porosos ou meios não confinados.

O coeficiente de permeabilidade k, pode ser interpretado fisicamente como a velocidade de descarga correspondente a um gradiente hidráulico unitário. São apresentados na Tabela 5.1-3, os intervalos aproximados de k para diversos solos. (MARSAL e RESÉNDIZ, 1975).

Tabela 5.1-23. Intervalo aproximado do coeficiente de permeabilidade (k), para diversos tipos de solos. Fonte: Modificado de Marsal & Reséndiz (1975).

Tipos de solos	Intervalo k em (cm/s)
Pedregulhos	100 a 1
Areias limpas	1 a 10^{-3}
Areias muito finas, limos e misturas de areia e silte	10^{-3} a 10^{-7}
Argilas	10^{-7} a 10^{-9}

5.1.4.5.5. Ensaio de Compactação Proctor

Foram realizados nove ensaios de compactação nas energias normal (3), intermediária (3) e modificada (3). Sendo todos executados com reuso de material e segundo a NBR 7182 (ABNT, 2016).

Foram utilizados aproximadamente cinco quilos de material para cada ensaio de compactação. Os materiais, acondicionados nos sacos hermeticamente fechados, continham um teor de umidade inicial inferior a 1%, correspondente ao local onde estava armazenado próximo a mina. Foi adicionada água, até se atingir o teor de umidade de 5%. Esse foi o valor referente à umidade inicial para a realização dos ensaios. A cada novo ponto, adicionou-se uma quantidade de água, que correspondeu a 2% em peso do material.

A mistura do material a ser compactado se deu dentro de uma bandeja de plástico a fim de se evitar a perda de água. Além disso, enquanto o ensaio era realizado, o restante da mistura permanecia dentro da bandeja, vedado com papel filme para que a água contida na mistura não evaporasse. Entre cinco e sete pontos foram obtidos para cada ensaio realizado.

5.1.5. ESTUDOS PEDOLÓGICOS

Os estudos pedológicos seguiram as seguintes etapas:

a. Reconhecimento geral da área;
b. Sondagens a trado, averiguação de solos em cortes de estradas, barrancos, além de trincheiras já existentes, para identificar classes de solos distintas;
c. Escolha de locais para abertura de perfis pedológicos representativos;
d. Descrição morfológica e coleta de amostra de solo;
e. Análises físicas e químicas dos solos; e
f. Relatório técnico, com descrição dos solos e suas respectivas análises físicas e químicas.

5.1.6. RESULTADOS

5.1.6.1. COMPORTAMENTO LATERÍTICO – CLASSIFICAÇÃO MCT

A Tabela 5.1-4 apresenta o resumo dos coeficientes obtidos por meio do ensaio de mini-MCV e perda de massa por imersão para amostras de solo, que foram obtidos para os valores e Mini-MCV de 15, conforme preconiza a Norma ME 258 (DNER, 1994).

Tabela 5.1-24. Resumo dos coeficientes obtidos através do ensaio de Mini-MCV e Perda de Massa por Imersão.

Amostra	Pi (%)	c'	d'	e'	MCT
Solo	91,5	0,13	46	1,11	LA

Por meio dos coeficientes apresentados na Tabela 5.1-9, pode-se perceber que o solo é classificado como uma areia laterítica quartzosa para a camada superficial de aproximadamente 20 cm, e para as camadas mais profundas o solo coletado apresentou um comportamento não-laterítico.

5.1.6.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MINERALÓGICA

5.1.6.2.1. DETERMINAÇÃO DE PH

A acidez ou alcalinidade de um solo é medida através do potencial hidrogeniônico (pH) do material. Valores de pH menores que 7 indicam uma maior acidez, enquanto valores maiores indicam uma maior alcalinidade.

Bigarella *et al.* (1996) classifica os solos em função de seus valores de pH de acordo com a seguinte orientação:

- Solo ácido, pH menor que 5,5;
- Moderadamente ácido, com pH entre 5,5 e 6,4;

- Praticamente neutro, com pH variando de 6,5 a 6,9;
- Neutro, com pH igual a 7;
- Alcalino, com pH maior que 7.

O solo apresentou pH em H_2O médio na ordem de 7,2. Segundo Camapum de Carvalho *et al.* (1996) e Cardoso (1995, 2002), o pH dos solos finos está associado ao teor de argila que o compõe, sendo que a floculação dos minerais de argila é mais fácil quanto mais ácido é o pH do solo. Como o pH encontrado para o solo é alcalino, o solo encontra-se em princípio desagregado. Entretanto, a desagregação acontece de forma moderada.

5.1.6.2.2. ENSAIO DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X (FRX) COM PERDA AO FOGO E ENSAIO DE DIFRAÇÃO DE RAIOS-X (DRX) COM IDENTIFICAÇÃO DE FASES CRISTALINAS

Nos resultados da análise química quantitativa das amostras de solo (Tabela 5.1-5) destacam-se principalmente: SiO_2 (50,75%), Al_2O_3 (26,39%) e Fe_2O_3 (9,11%) correspondendo aproximadamente a 86% dos óxidos. As fases mineralógicas presentes (Figura 5.1-45) em concordância com os valores referidos, apresentam silicatos como principais fases minerais, destacando o quartzo (SiO_2) e o plagioclásio cálcico (anortita). O mineral quartzo, segundo mineral mais abundante da crosta, é quimicamente inerte e não expansivo.

Tabela 5.1-25. Resultado da análise química semiquantitativa da amostra de solo.

Óxidos	S_iO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	CaO	MgO	TiO_2	ZrO_2	MnO	SrO	ZnO	Y_2O_3	P.F.
(%)	50,75	26,39	9,11	3,15	2,02	1,53	1,47	0,15	0,15	0,03	0,01	0,01	5,23

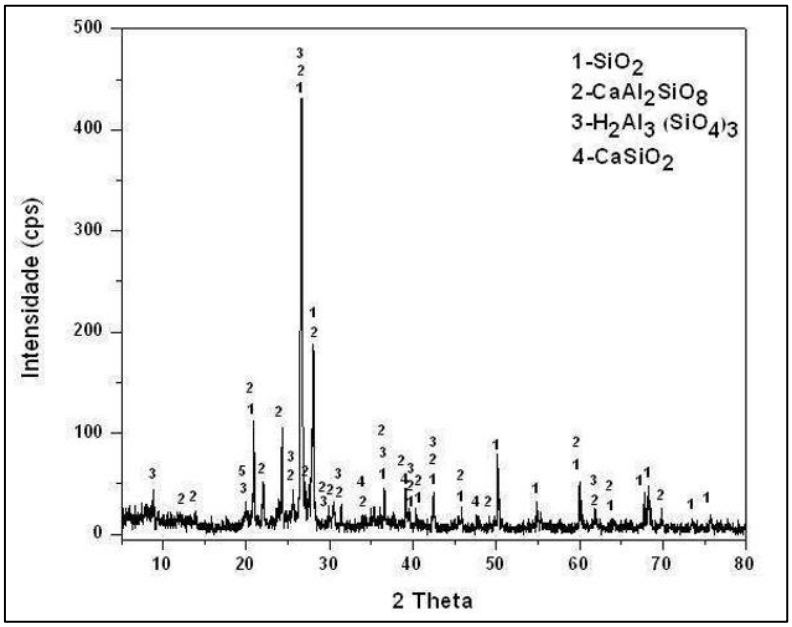


Figura 5.1-95. Difratograma da amostra de solo.

Os principais constituintes minerais dos solos são os argilominerais, óxidos e hidróxidos de ferro e/ou alumínio. De acordo com Borba (1981), os elementos Si, Fe, e Al são considerados os elementos químicos mais importantes dos Solos Lateríticos. Isto corrobora como sendo possível inferir que os resultados da análise química por meio da fluorescência de raios-x (FRX) e de difração de raios-x (DRX), para a camada superficial coletada, o material analisado tem características de um solo laterítico.

A composição mineralógica corresponde à esperada no contexto geológico da região do Seridó no estado do Rio Grande do Norte. Assim, geologicamente, a área estudada se enquadra na denominada Formação Serra dos Quintos, dentro do Grupo Seridó, interpretada como uma sequência metavulcanossedimentar, composta principalmente por gnaisses e micaxistos, localmente migmatizados com formações ferríferas, anfibólitos e muscovita quartzitos (Angelim, 2007).

5.1.6.2.2. ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Adiante são apresentados os resultados e as análises dos ensaios referentes as propriedades físicas que compreendem os ensaios de massa específica dos sólidos, granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade, permeabilidade à carga constante (taxa de absorção) e compactação proctor.

5.1.6.2.2.1. MASSA ESPECÍFICA DOS SÓLIDOS

A massa específica dos sólidos é uma característica física em função dos seus constituintes mineralógicos. Segundo Campanha (2011) a massa específica dos sólidos é função dos minerais constituintes do solo e do percentual em que se apresentam. Simboliza o valor médio das massas específicas da fase sólida dos minerais, compostos orgânicos, sais precipitados e materiais não cristalinos. Na Tabela 5.1-6 é apresentado os valores das massas específicas dos sólidos do material estudado.

Tabela 5.1-26. Resumo das massas específicas dos sólidos.

Materiais Ensaiados	Amostra 01 ρ_s (g/cm³)	Amostra 02 ρ_s (g/cm³)	Amostra 03 ρ_s (g/cm³)	Média Aritmética (ρ_s)	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
Solo puro	2,63	2,67	2,64	2,65	0,02	0,79%

Com relação ao valor encontrado para massa específica dos sólidos (ρ_s) do solo estudado, a ordem de grandeza média para composições de grãos de quartzo (areia) é da ordem de 2,65 g/cm³ (Campanha, 2011), o que reflete exatamente o valor encontrado para o solo analisado, pois de acordo com os resultados da caracterização química apresentados o material possui mais de 50% de quartzo, sendo o mineral predominante encontrado.

5.1.6.2.2.2. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Na Figura 5.1-46, são apresentadas as curvas granulométricas médias encontradas com adição de defloculante e sem adição de defloculante para o solo.

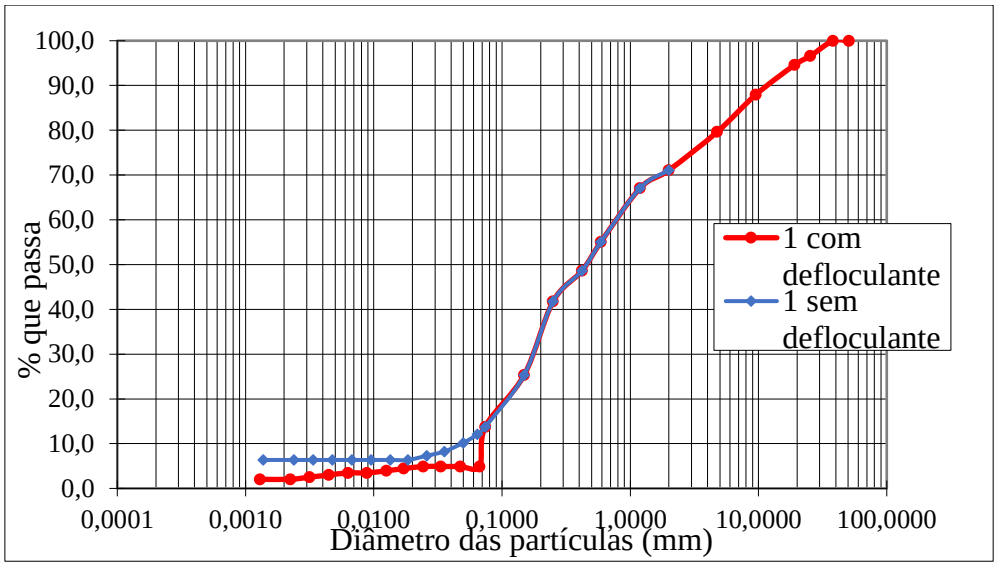


Figura 5.1-96. Curva granulométrica para o solo.

Nota-se que menos de 20% do material passa na peneira #200 (0,075mm) e segundo a classificação SUCS/USCS o material é classificado como uma **areia fina argilosa.**

5.1.6.2.2.3. LIMITE DE LIQUIDEZ E LIMITE DE PLASTICIDADE

Os limites de Atterberg refletem a influência dos argilominerais, composição química, agregação e textura nas propriedades do solo, considerando distintamente a influência do tipo e da quantidade dos argilominerais, elementos e compostos químicos presentes.

O solo apresentou um limite de liquidez na ordem de 24% e um limite de plasticidade de 17%, alcançando assim um índice de plasticidade no valor de 7%, classificando o solo como um **material pouco plástico.**

5.PERMEABILIDADE A CARGA CONSTANTE (TAXA DE ABSORÇÃO)

Na Tabela 5.1-7, estão apresentados os valores dos coeficientes de permeabilidade (taxa de absorção) obtidos para corpos de prova saturados na energia normal de compactação, determinados em laboratório por meio de ensaios de carga constante para o solo, conforme a NBR 13292 (ABNT, 1995). Além disso, são apresentados os valores de porosidade e índices de vazios, além da massa específica dos sólidos e da massa específica aparente seca máxima.

Tabela 5.1-27. Resumo dos coeficientes de permeabilidade e demais parâmetros relevantes.

Amostra	Massa Específica dos Sólidos (g/cm³)	Massa Específica Aparente Seca Máx. (g/cm³)	k – 20ºC (cm/s)	Porosidade	Índice de Vazios
Solo	2,65	1,98	1.10^{-4}	0,25	0,34

Considerando os resultados obtidos, fica evidenciado uma variação da permeabilidade em função dos diferentes valores de índices de vazios. A classificação proposta por Pinto (2006), o solo encontra-se no intervalo das areias finas siltosas e argilosas, e no intervalo dos siltes argilosos. Materiais estes que apresentam baixa permeabilidade. Portanto, a baixa permeabilidade alcançada em laboratório está diretamente relacionada com a baixa taxa de absorção do solo.

5.1.6.3. ENSAIO DE COMPACTAÇÃO PROCTOR

Os resultados dos ensaios de compactação Proctor nas energias normal, intermediária e modificada, e as respectivas massas especificas aparentes secas máximas, teores de umidade ótima, são apresentados na Tabela 5.1-8. A Figura 5.1-47, mostra as curvas de compactação obtidas para o solo.

Tabela 5.1-28. Resultados dos ensaios de compactação.

		Energias de Compactação		
		Normal	**Intermediária**	**Modificada**
Solo	**Teor de umidade ótima (%)**	11,0	9,6	8,4
	Massa esp. aparente seca máx. (g/cm³)	1,985	2,043	2,106

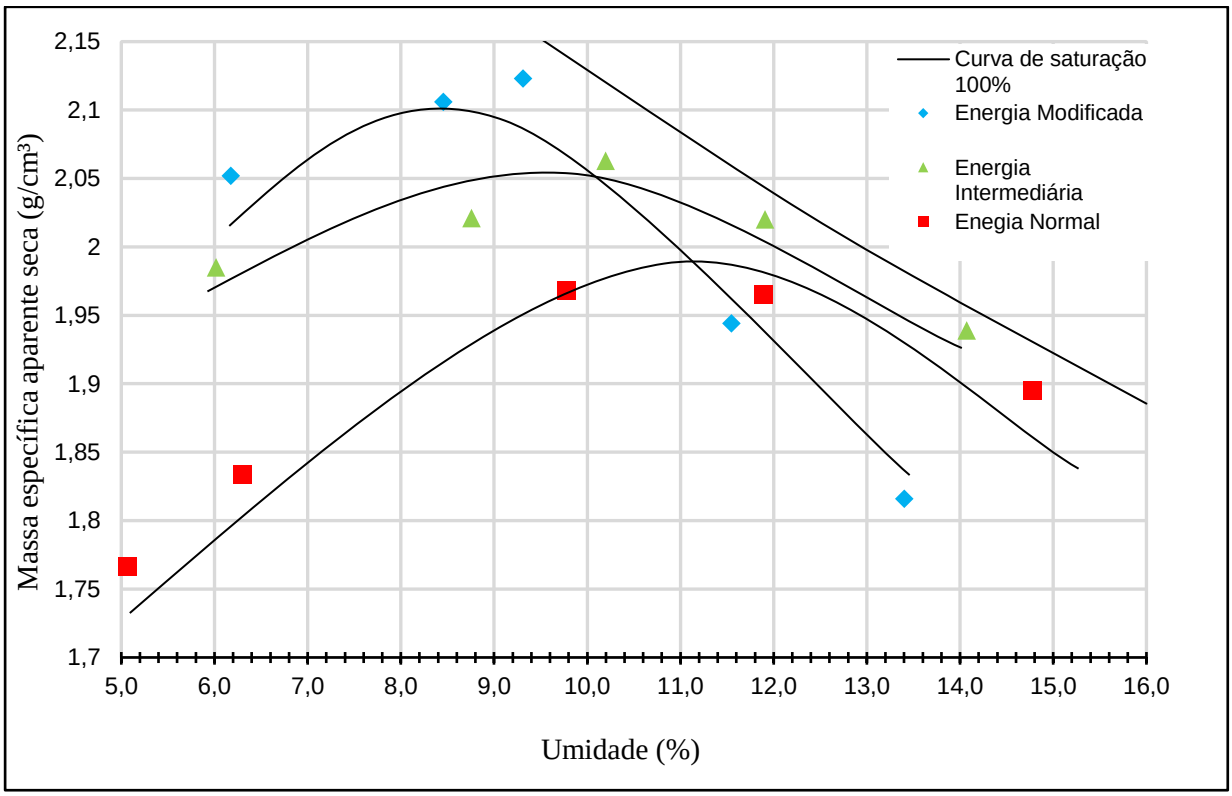


Figura 5.1-97. Curvas de compactação obtidas nas três energias para o solo.

De maneira geral, constata-se que os valores de umidade ótima para o solo tendem a se aproximar da linha de saturação, aparentemente, esta aproximação está ligada ao teor de argila presente no material estudado.

Ao analisar os parâmetros de compactação apresentados e os resultados da granulometria relacionados aos encaixes das partículas devido aos diferentes diâmetros e formas, a mineralogia, devido ao comportamento estrutural após a compactação e as análises químicos relacionadas aos minerais encontrados nos materiais estudados, nota-se que a

mudança de comportamento na compactação se encontra associada a junção destes três parâmetros e não apenas a composição mineralógica.

Sendo assim, em conformidade com Nóbrega (1991) há diversos fatores que interferem no comportamento mecânico e hídrico dos solos, tais como a textura, a mineralogia, a sua forma de organização e a composição química dos mesmos. Os fatores apresentados por Nóbrega (1991) foram evidenciados por meio dos ensaios químicos e mineralógicos realizados nesta pesquisa.

5.1.7. ESTUDOS DO SOLOS NA ÁREA

Tendo em vista que se trata de um estudo detalhado de solo na escala de 1:10.000, desta forma, foram identificadas e mapeadas três classes de solos distintas, considerando o quarto nível categórico:

- LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos típicos;
  - Solos com caráter crômico na maior parte do horizonte B (inclusive BA);
- LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos líticos;
  - Solos com contato lítico dentro de 50 cm a partir da sua superfície; e
- NEOSSOLO LITÓLICOS Eutróficos típicos.

5.1.7.1. Luvissolos

A classe dos Luvissolos compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo de horizonte A ou horizonte E. Estes solos foram denominados “vermelho do sertão” e posteriormente por bruno não cálcicos, após a publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (Embrapa, 1999).

Segundo Coelho et al., (2002), os Luvissolos ocupam na região semiárida cerca de 107 mil km^2, o que corresponde a 89 % da área de Luvissolos do Nordeste brasileiro. As informações disponíveis sobre tais solos são pouco numerosas e encontram-se dispersas em alguns trabalhos que os identificam como Solos Brunos Não Cálcicos, mesmo porque a maior parte de tais trabalhos é anterior à publicação do SiBCS. No estado do Rio Grande do Norte, esses solos localizam-se principalmente na região do Seridó, os quais estão presente em todos os municípios desta região.

Como os Luvissolos são formados de rochas relativas ao período do pré-cambriano, então normalmente estão associados aos solos denominados Neossolos litólicos. No município de Jucurutu-RN, os Luvissolos ocupam a maior área em termos proporcionais, quando comparado com outras classes de solos existentes.

Já na Mina da Bonita e nas áreas do entorno da mina, também predominam os Luvissolos, formados por materiais que apresentam elevados teores de óxidos de ferro.

5.1.7.2. Luvissolos Crômicos Órticos típicos

- Classificação: LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico A moderado, textura média/argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo suava ondulado e ondulado.
- Localização: Estrada de entorno da mina (Coordenadas geográficas: 5°52'28.3"S 36°58'03.1"W.
- Situação, declividade e cobertura vegetal: área de relevo suave ondulado.
- Litologia e cronologia: Sedimentos relativos ao Pré-cambriano.
- Material de originário: Sedimentos argilo-arenosos.
- Pedregosidade: Superficial e interna: Muito pedregosa.
- Rochosidade: Superficial e interna: Muito rochosa.
- Relevo local: Suave ondulado.
- Relevo regional: Suave ondulado, ondulado e montanhoso.
- Erosão superficial: Laminar acentuada.
- Drenagem: Moderada.

- Vegetação primária: Caatinga hiperxerófila.
- Uso atual: Área de pousio e capoeira.
- Descrito e coletado por: José Dantas.

5.1.7.2.1. Descrição Morfológica

- [A] 0 – 15 cm; bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido); franca argilosa; fraca, pequenos blocos subangulares; poroso; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- [Bt1] 15 – 35 cm; bruno-escuro (5 YR 4/4, úmido); argila; fraca pequena e média blocos subangulares; muito poroso; muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e plana.
- [Bt2] 35 – 70 cm; bruno muito escuro (7,5 YR 4/3, úmido); argila; fraca, pequeno bloco subangulares; poroso; duro, muito plástico e muito pegajoso; transição difusa e ondulada.
- [C_3/R] 70 – 80 cm+ cm; Material semidecomposto.
- Raízes – Poucas finas e médias ao longo de todo perfil.

Tabela 5.1-29. Análises Físicas e Químicas do Luvissolo na Mina do Bonito.

Determinações	Resultados Analíticos		
	A (0-15 cm)	Bt1 (15-35 cm)	Bt2 (35-70 cm)
pH em água (1:2,5)	5,7	5,8	6,2
Cálcio ($cmol_c.dm^{-3}$)	1,75	1,71	1,01
Magnésio ($cmol_c.dm^{-3}$)	2,37	5,12	11,12
Alumínio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,1	0,3	0,2
Hidrogênio + Alumínio ($cmol_c.dm^{-3}$)	3,88	4,7	2,81
Fósforo ($mg.dm^{-3}$)	8	4	3
Potássio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,31	0,28	0,10
Sódio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,27	0,26	0,44
Soma por Bases ($cmol_c.dm^{-3}$)	4,70	7,37	12,66
CTC Efetiva ($cmol_c.dm^{-3}$)	8,58	12,07	15,47
Saturação por Bases (V%)	54,80	61,08	81,84

Tabela 5.1-30. Análises Físicas e Químicas do Luvissolo na Mina do Bonito. (continuação)

Determinações	Resultados Analíticos		
	A (0-15 cm)	Bt1 (15-35 cm)	Bt2 (35-70 cm)
Saturação por Alumínio (SAl%)	1,17	2,48	1,29
Saturação por Sódio (SNa%)	3,19	2,16	2,84
Cond. Elétrica Extrato 1:5 (dS.m^{-1})	0,056	0,057	0,062
Densidade Global (kg.dm^{-3})	1,26	1,00	1,19
Densidade das partículas (kg.dm^{-3})	2,30	2,22	2,25
Porosidade (%)	45,22	54,95	47,11
Granulometria			
Areia (g.kg^{-1})	520	200	220
Argila (g.kg^{-1})	320	520	250
Silte (g.kg^{-1})	160	280	530
Relação silte/argila	0,5	0,54	0,47
Classificação Textural	Fr. Ar.	Argila	Argila

5.1.7.3. Luvissolo Crômico Órtico Lítico

- Classificação: LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos líticos A fraco textura média/média-argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo suava ondulado.
- Localização: Estrada de entorno da mina (Coordenadas geográficas: 5°52'26.0"S 36°59'36.4"W.
- Situação, declividade e cobertura vegetal: área de relevo suave ondulado.
- Litologia e cronologia: Sedimentos relativos ao Pré-cambriano.
- Material de originário: Sedimentos areno-argilosos.
- Pedregosidade - Superficial e interna: Muito pedregosa.
- Rochosidade - Superficial e interna: Muito rochosa.
- Relevo local: Suave ondulado.
- Relevo regional: Suave ondulado, ondulado e montanhoso.
- Erosão superficial: Laminar e em sucos acentuada.
- Drenagem: Moderada.
- Vegetação primária: Caatinga hiperxerófila.

- Uso atual: Área de pousio e capoeira.
- Descrito e coletado por: José Dantas.

5.1.7.3.1. Descrição Morfológica

- [A] 0 – 12 cm; bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido); franco arenoso; fraca muito pequena em blocos subangulares; muito poroso; ligeiramente duro, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.
- [AB] 12 – 25 cm; bruno-escuro (7,5 YR 4/3, úmido); franco argiloso; fraca a moderada em blocos subangulares; poroso; duro, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- [C_2] 25 – 48 cm; bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido); franco argilo arenosa; fraca pequena e média bloco subangulares; poroso; duro, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e ondulada.
- [C_3/R] 48 – 60 cm+: Material semidecomposto.
- Obs.: Este perfil não foi coletado em decorrência de tratar de um solo transicional entre um Luvissolos e um Neossolo.

5.1.7.4. NEOSSOLOS LITÓLICOS

Os Neossolos Litólicos são caracterizados como solos rasos ou muito rasos, comuns nas regiões áridas e semiáridas. São solos constituídos por material mineral ou orgânico, onde se destaca o horizonte A com 10 a 30 cm de espessura. Este horizonte faz contato direto com a rocha ou é seguido por um pequeno horizonte C, quando não mesmo, um horizonte B incipiente, sem desenvolvimento suficiente para enquadrar os solos em outra classe taxonômica.

Normalmente, estão associados aos afloramentos de rocha ou constituem inclusões em algumas unidades de mapeamento. O seu substrato está relacionado com rochas do Pré-Cambriano, principalmente, gnaisses, migmatitos, granitos e granodioritos. A textura do solo normalmente é média com cascalho ou cascalhenta, quando não arenosa com cascalho. Os

baixos teores de matéria orgânica, a pouca profundidade, a pedregosidade e rochosidade, constituem fortes restrições ao uso agrícola desses solos. No entorno da Mina do Bonita, os Neossolos normalmente estão associados aos Luvissolos.

Tanto os Neossolos litólicos como os Luvissolos Crómicos encontram-se em elevado estágio de degradação, decorrente da erosão laminar e em sucos. Existem locais que o horizonte A já foi totalmente erodido, restando apenas o horizonte C relativo a rochas semidecompostas ou até mesmo os próprios afloramentos de rochas.

5.1.7.5. Neossolo Litólico Eutrófico Típico

- Classificação: NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico típico A fraco textura média/média-argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo suava ondulado e ondulado.
- Localização: Estrada de entorno da mina (Coordenadas geográficas: 5°52'52.7"S 36°58'59.3"W
- Situação, declividade e cobertura vegetal: área de relevo ondulado.
- Litologia e cronologia: Sedimentos relativos ao Pré-cambriano.
- Material de originário: Sedimentos areno-argilosos.
- Pedregosidade: Superficial e interna: Muito pedregosa.
- Rochosidade: Superficial e interna: Muito rochosa.
- Relevo local: Suave ondulado.
- Relevo regional: Suave ondulado, ondulado e montanhoso.
- Erosão superficial: Laminar e em sucos acentuada.
- Drenagem: Moderada.
- Vegetação primária: Caatinga hiperxerófila.
- Uso atual: Caatinga hiperxerófila.
- Descrito e coletado por: José Dantas.

Descrição Morfológica

- [A] 0 – 10 cm; bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido); franco arenoso; fraca, pequenos blocos subangulares; muito poroso; ligeiramente duro, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- [C_1] 10 – 25 cm; bruno-escuro (7,5 YR 3/4, úmido); franco arenoso; fracas, pequenos blocos subangulares; muito poroso; duro, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- [C_1] 25 – 45 cm; bruno-amarelado-escuro (7,5 YR 4/4, úmido); franco argilo arenoso; fraca, pequenos blocos subangulares; muito poroso; duro, plástico e pegajoso; transição gradual e ondulada.
- [C/R] C_3/R 45 – 50 cm+; Material semidecomposto.
- Raízes – Poucas finas e médias ao longo do perfil.

Tabela 5.1-31. Análises Físicas e Químicas do Neossolo na Mina do Bonito.

Determinações	Resultados Analíticos		
	Ap (0-10 cm)	C1 (10-25 cm)	C2 (25-48 cm)
pH em água (1:2,5)	5,9	6,3	6,5
Cálcio ($cmol_c.dm^{-3}$)	1,42	1,18	0,9
Magnésio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,62	0,49	0,52
Alumínio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,0	0,0	0,0
Hidrogênio + Alumínio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,15	0,16	0,41
Fósforo ($mg.dm^{-3}$)	7	2	1
Potássio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,23	0,10	0,07
Sódio ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,10	0,12	0,11
Soma por Bases ($cmol_c.dm^{-3}$)	2,37	1,89	1,60
CTC Efetiva ($cmol_c.dm^{-3}$)	3,36	2,88	3,01
Saturação por Bases (V%)	70,53	65,63	53,16
Saturação por Alumínio (SAl%)	0,0	0,0	0,0
Saturação por Sódio (SNa%)	1,96	1,60	1,64
Cond. Elétrica Extrato 1:5 ($dS.m^{-1}$)	0,15	0,20	0,50
Densidade Global ($kg.dm^{-3}$)	1,53	1,60	
Retenção de Umidade (1/3 de atmosfera)	0,83	2,85	4,52
Retenção de Umidade (15 Atmosfera)	2,95	5,26	8,41
Granulometria			
Areia ($g.kg^{-1}$)	800	700	550
Argila ($g.kg^{-1}$)	160	200	350
Silte ($g.kg^{-1}$)	40	100	100
Relação silte/argila	0,25	0,50	0,28
Classificação Textural	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Argilo Arenoso

5.1.7.5.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO SOLO

Os solos mapeados na mina do Bonito e no entorno, tanto os Luvissolos Crômicos quanto os Neossolos Litólicos são solos rasos e pouco profundo; pouco intemperados; que apresentam grande quantidade de materiais grosseiro como cascalhos, calhaus e matacões, tanto na superfície como entrelaçado na massa do solo.

São originários de materiais areno-argilosos, referente ao período geológico de pré-cambriano. Situam-se em relevo que vai do suave ondulado a forte ondulado, apresentam erosão laminar e em sucos, das quais encontram-se solos onde a camada superficial foi

carreada, e como consequência a exposição de materiais de origem. Estes solos são bem característicos de regiões semiáridas, evidenciados pela vegetação caducifólia, denominada de Caatinga Hiperxerófila.

5.1.7.5.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO

Com relação às características físicas nos Luvissolos Crômicos, constata-se uma granulometria franco-arenosa no horizonte superficial, e com predominância de materiais mais finos, como argila e silte, nos horizontes subsuperficiais. Portanto, estes solos apresentam horizontes B textural de acumulação de argila, bem como argila de atividade alta. Essas propriedades físicas evidenciam maior retenção de água nos horizontes subsuperficiais quando comparado com os horizontes superficiais, consequentemente, apresentam taxas de infiltração baixas.

Já os Neossolos Litólicos, apresentam granulometria mais grosseira, tanto no horizonte superficial como nas camadas abaixo. Desta forma, são solos que apresentam uma drenagem mais acentuada que os Luvissolos, com menor retenção de água e maior velocidade de infiltração, ao longo do perfil pedológico.

5.1.7.5.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

Tanto os solos da classe dos Luvissolos Crômicos quando os Neossolos Litólicos apresentam soma de bases trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação por bases elevadas. Entretanto, esses valores são mais acentuados nos Luvissolos, decorrente destes solos apresentarem maior capacidade de retenção de água e de nutriente.

Assim, para efeito de utilização, como culturas agrícolas, não apresentam limitação químicas. As principais limitações são de ordem morfológica e físicas, principalmente pouca profundidade, bem como a pedregosidade e a rochosidade.

5.1.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo da região apresenta comportamento laterítico para a camada superficial de aproximadamente 20 cm. Em sua composição, é encontrada sílica, óxidos de alumínio e ferro, típico de solos lateríticos. Para as camadas mais profundas, o solo estudado apresenta comportamento não-laterítico. A diferença do comportamento entre as camadas se dá devido a composição mineralógico encontrada, entretanto as características físicas encontradas nas diferentes camadas são semelhantes.

De acordo com a caracterização física e o Sistema Unificado de Classificação dos Solos, o solo é uma areia fina argilosa pouco plástica e se apresenta como um solo pouco intemperizado. Para o estudo da permeabilidade, o solo apresenta uma **baixa permeabilidade**.

A taxa de absorção dos solos é influenciada pela dimensão e pela forma dos vazios presentes, além dos minerais encontrados no local. De uma forma geral, pode-se prever que solos pouco porosos sejam menos permeáveis. Como o solo estudado apresenta pouca porosidade, fica comprovada a sua baixa taxa de absorção. Além disso, a presença dos óxidos de alumínio e ferro nas camadas superficiais dificulta a infiltração natural da água pois afeta diretamente as suas características hidromecânicas.

Já para os valores de índices de vazios, o resultado encontrado é um valor muito baixo, devido ao processo de compactação natural do solo e a variação dos diâmetros dos grãos, condição esta que contribui diretamente com a baixa taxa de absorção.

De acordo com os ensaios mecânicos de compactação Proctor, a utilização da técnica de compactação é essencial visando o aumento da resistência dos solos sob a ação de cargas externas, redução de possíveis variações volumétricas, impermeabilização dos solos, pela redução de coeficiente de permeabilidade, resultante do menor volume de vazios. Por isso, o ensaio de compactação é frequentemente utilizado como técnica de estabilização em estudos para melhoria de solos.

Através dos estudos pedológicos foram identificadas e mapeadas três classes de solos distintas, considerando o quarto nível categórico:

I. LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos típicos
II. LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos líticos
III. NEOSSOLO LITÓLICOS Eutróficos típicos

As descrições morfológicas, e as análises físicas e químicas de três perfis pedológicos estão devidamente caracterizados no item 5.1.4.5.4. Já nos itens 5.1.4.5.5, 5.1.4.5.6 e 5.1.4.5.7, foram discutidas as principais propriedade morfológicas, físicas e químicas para melhor entendimento do estudo pedológico.

Finalmente, os estudos geotécnicos e pedológicos atenderam todas as especificações técnicas solicitadas no item 5.1.4. do Termo de Referência do IDEMA para realização de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - EIA/RIMA.

5.1.10. RECURSOS HÍDRICOS

Situada na região semiárida do Nordeste brasileiro, a bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu possui área de drenagem de 43.683 km², está parcialmente inserida nos Estados da Paraíba (60%) e do Rio Grande do Norte (40%) e ocupa cerca de 15% do território da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (Figura 5.1-48).



Figura 5.1-98. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açú.

A bacia possui 147 municípios, dos quais, 100 pertencem ao Estado da Paraíba e 47 ao Estado do Rio Grande do Norte. Desse total, 132 municípios têm sua sede dentro dos limites da bacia (Tabela 5.1-11).

Tabela 5.1-32. Participação das unidades da federação na bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu.

Unidade da Federação	Área da bacia nos Estados		Área dos Estados na Bacia	Número de Municípios	
	km²)	(%)	(%)	Total	Com sede na bacia
Paraíba	25.948	59,4	46,1	100	93
Rio Grande do Norte	17.735	40,6	33,4	47	39
Total	43.683	100	100	147	132

O mapa de Recursos Hídricos em anexo foi criado neste capítulo com base no Mapeamento do Sistema Hidrográfico e Divisão de Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Norte, realizado pela SERHID (1998) – Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte.

O sistema hidrográfico do município possui 100% do seu território inserido na Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açu, sendo banhado pelo Rio Piranhas que o atravessa na direção SW/NE. O manancial hídrico mais importante da região é Barragem Armando Ribeiro Gonçalves que faz parte complexo hidrográfico. Compondo o sistema hidrográfico do município, encontra-se vários pequenos riachos que são:

- Norte - Riachos São José, do Alemão, Quixadá e das Poças;
- Sul - Riachos Pai Antônio, Carnaúba Torta, do Angico, da Cabra, Baixio, da Tapera, da Caieira e o Córrego do Pau-Ferro;
- Leste - Riachos Jangada, Capoeira, Boa Vista, Fechado e Pedra Branca; e
- Oeste – Os riachos Barro Branco, de João Grande, do Trema, da lagoa e do Angico.

Além dos riachos, conta-se com dezenas de pequenos açudes.

Na porção Norte do município. as águas do Rio Piranhas são represadas pela barragem de Açu, (Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, de grandes dimensões), formando um dos maiores açude do nordeste. Não há outros açudes com capacidade acima de 100.000 m³ no município. Todos os cursos d'água são intermitentes e o padrão de drenagem é o dendrítico.

5.1.11. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

5.1.11.1. RESERVAS RENOVÁVEIS E DISPONIBILIDADE HÍDRICA

De acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Piancó-Piranhas Açu, as reservas renováveis foram calculadas a partir das áreas de recarga dos aquíferos e de estimativas da parcela da precipitação pluviométrica anual que infiltra e efetivamente chega aos aquíferos.

A disponibilidade hídrica subterrânea é definida como o volume de água do aquífero obtido pela diferença entre a reserva renovável e a disponibilidade efetiva, que por sua vez é definida como o volume de água subterrânea efetivamente explotado, estimado por meio de levantamento das captações existentes e em funcionamento na área do aquífero considerado.

Os resultados por Unidades de Planejamento Hidrológico - UPH estão apresentados na Tabela 5.1-12. A UPH da Bacias Difusas do Baixo Açu apresenta a maior disponibilidade hídrica em razão de abranger os aquíferos mais importantes: o Açu e o Jandaíra.

Tabela 5.1-33. Disponibilidade Hídrica Subterrânea por UPH.

UPH	Área (km²)	Reserva renovável (hm³/ano)	Disponibilidade Efetiva (hm³/ano)	Disponibilidade Hídrica (hm³/ano)
Piancó	9.207	53,9	15,2	38,7
Alto Piranhas	2.562	22,7	8,1	14,6
Peixe	3.428	59,2	16,1	43,1
Espinharas	3.291	20,6	5,5	15,1
Médio Piranhas Paraibano	2.894	18,0	3,8	14,2
Seridó	9.923	73,5	19,5	54,0
Médio Piranhas Paraibano/Potiguar	2.245	12,2	1,9	10,3
Médio Piranhas Potiguar	3.536	24,2	1,8	22,4
Paraú	974	7,6	0,6	7,0
Pataxó	1.954	38,4	7,5	30,9
Bacias Difusas do Baixo Açu	3.668	127,6	12,6	115,0
Total	43.683	457,8	92,6	365,2

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Piancó-Piranhas Açu – ANA 2018

Na bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu foram individualizados oito sistemas aquíferos principais, distribuídos em compartimentos geológicos diversos e divididos nos tipos fissural e poroso, conforme apresentado na tabela 5.1-13 e no mapa de aquíferos (Figura 5.1-49).

Tabela 5.1-34. Aquíferos da bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu. Fonte: CPRM (2007).

Tipo de Aquífero	Contexto Geológico	Sistemas Aquíferos	Descrição (adaptado de CPRM, 2007)
Poroso	Depósitos Litorâneos	Mangue (não aquíferos)	Aquíferos livres de extensão variável, formados por sedimentos clásticos não consolidados de idade quaternária, que recobrem as rochas mais antigas. A depender da espessura e da razão areia/argila podem ser produzidas vazões significativas. Exploração por meio de poços rasos, sendo, contudo, bastante comum que os poços tubulares localizados nesse domínio captem água dos aquíferos subjacentes. A qualidade das águas é, em geral, boa.
		Dunas	
	Depósitos Aluvionares	Aluvionar sobre bacia sedimentar e aluvionar sobre cristalino	
	Formações Cenozóicas Indiferenciadas	Coberturas detrítico-lateríticas	
	Depósitos tipo Barreiras	Barreiras	Aquíferos livres ou confinados de extensão regional e espessura limitados, de idade cretáceo-quaternária, formados por sedimentos clásticos consolidados, areno-argilosos.
		Serra dos Martins	
	Bacia Sedimentar do Rio do Peixe	Rio do Peixe	Aquíferos livres ou confinados formados por sedimentos clásticos consolidados, predominantemente argilosos e localmente areníticos.
		(Antenor Navarro, Sousa e Rio Piranhas)	
	Bacia Sedimentar Potiguar	Açu	Aquífero livre ou confinado formados por sedimentos clásticos consolidados predominantemente arenosos. Em termos hidrogeológicos, esse aquífero tem alta favorabilidade para o armazenamento de água subterrânea e constitui o mais importante reservatório da bacia.
Fissuro-cárstico		Jandaíra	Aquíferos associados às zonas fraturadas de dissolução, representados por metassedimentos e calcários. A qualidade química das águas apresenta dureza e salinidade elevadas.
Fissural	Complexos ígneos e metamórficos da Província Borborema	Cristalino	Aquíferos restritos às zonas fraturadas, representados por litologias predominantemente de idades paleoproterozóicas a neoproterozóicas: rochas metaígneas, basicamente granitoides, gnaisses, granulitos, migmatitos, e básicas/ultrabásicas; rochas metassedimentares, que reúnem xistos, filitos, quartzitos e ardósias; e rochas metavulcânicas diversas. A ocorrência de água é condicionada por fraturas, o que se traduz por aquíferos heterogêneos, descontínuos e de pequena extensão. As vazões produzidas por poços são pequenas e a água é, na maior parte das vezes, salinizada.

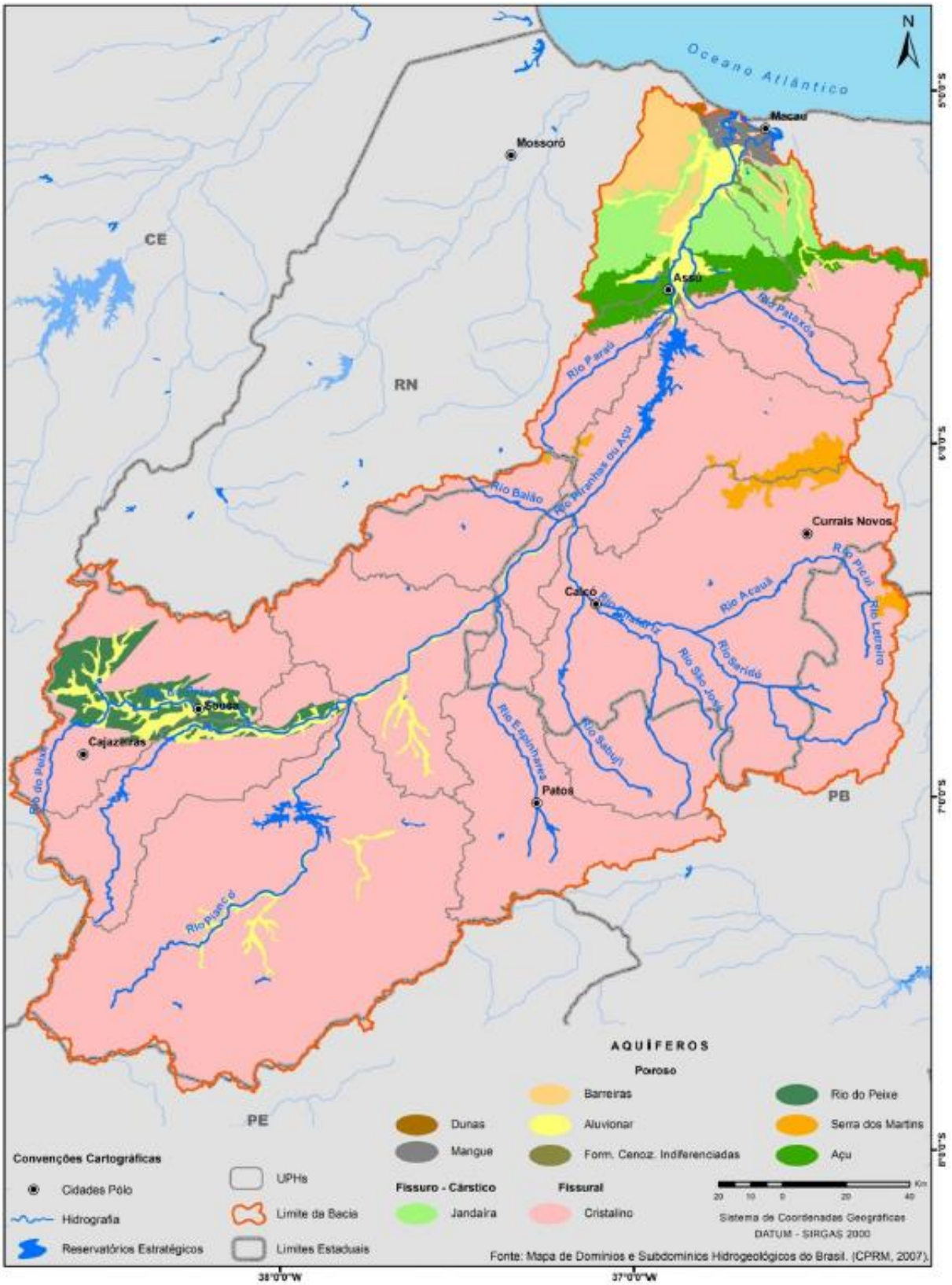


Figura 5.1-99. Aquíferos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açú. Fonte: CPRM (2007).

5.1.11.2. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Conforme o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), o monitoramento de qualidade de água na bacia é realizado tanto pelo estado da Paraíba quanto pelo Rio Grande do Norte. As duas redes estaduais de monitoramento, operadas pela SUDEMA, na Paraíba, e pelo IDEMA, IGARN e EMPARN, no Rio Grande do Norte, somam 91 pontos de monitoramento da qualidade das águas situados dentro dos limites da bacia. Desses pontos, 69 estão localizados nos açudes e 22 nos rios da bacia (Figura 5.1-50). Segundo a Agência, há ainda importantes lacunas no monitoramento qualitativo, especialmente em relação à baixa frequência de coleta e a ausência de análise de alguns parâmetros importantes.

A falta de representatividade da série de dados e a ausência de alguns parâmetros limitam a possibilidade de identificação das fontes poluidoras, a caracterização mais detalhada dos problemas de qualidade de água na bacia e, consequentemente, a definição de ações de gestão a serem tomadas.

Em 2013, a ANA formalizou a Resolução nº 903/2013, para a criação da Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade das Águas (RNQA). A RNQA foi concebida em parceria com as instituições estaduais que realizam monitoramento de qualidade de água. Coincide em grande parte com as redes estaduais já existentes e atende aos critérios mínimos de padronização definidos no Programa Nacional de Avaliação de Qualidade das Águas (PNQA). A RNQA está sendo operada de forma descentralizada em parceria com os órgãos gestores estaduais e a ANA tem fornecido diversos equipamentos para auxiliar os estados nessa operação. Além disso, em 2014, foi criado também o Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água – QUALIAGUA (Resolução ANA nº 1.040/2014) visando auxiliar na sustentabilidade financeira da operação da Rede e na estruturação das instituições para manter essas atividades.

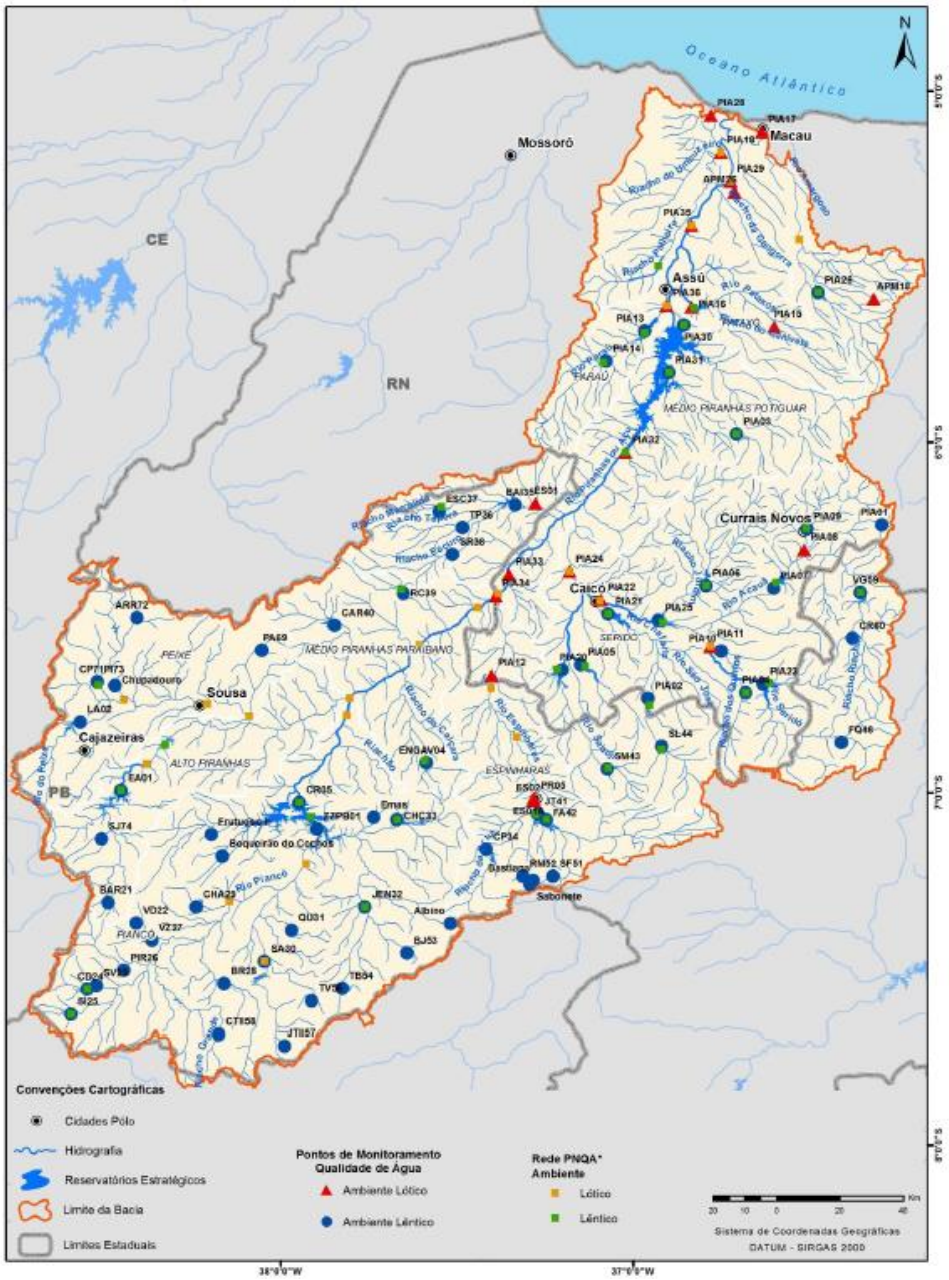


Figura 5.1-100 Rede de monitoramento de qualidade de água atual e proposta. Fonte ANA (2018).

Na bacia, a RNQA previu a operação de 59 pontos de monitoramento, sendo 31 na Paraíba e 28 no Rio Grande do Norte, contemplando a análise de 21 parâmetros e frequência amostral mínima trimestral. Importante destacar que os estados continuarão a operar suas redes de monitoramento de qualidade de água, composta atualmente por 55 pontos na Paraíba e 36 no Rio Grande do Norte, sendo que alguns desses pontos são incorporados à RNQA, assim como a própria RNQA pode levar à operação de novos pontos a serem

incorporados às redes dos estados. Os dados gerados para a RNQA são inseridos no sistema HidroWeb e divulgados por meio do Portal do SNIRH.

O diagnóstico da qualidade das águas da bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu, realizado pela ANA, utilizou os dados de monitoramento entre aos 2007 a 2011. A frequência média das coletas de amostras para análise de qualidade de água no período foi de aproximadamente 2 por ano em cada ponto.

A partir dos dados de monitoramento disponíveis, foram calculados o Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET) e avaliados, entre outros parâmetros, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), o fósforo total e os coliformes termotolerantes. Completando as informações, o IGARN, avalia dados de cianobactérias e metais pesados.

Os resultados dos parâmetros analisados indicaram que a eutrofização dos açudes representa uma das maiores ameaças à qualidade de água na bacia. Praticamente todos os açudes apresentam altas concentrações de fósforo, o que implica grande potencial de eutrofização.

Outro ponto relevante é a ocorrência de valores médios de cobre dissolvido e chumbo total superiores aos limites da classe 2 do CONAMA em todos os açudes avaliados no Rio Grande do Norte entre setembro de 2008 e agosto de 2011. Há também estudos na região que registram a preocupação com o risco de contaminação das águas por metais pesados associado a atividades minerárias e industriais na bacia (PEREIRA, 2003; LIMA, 2010).

5.1.11.3. O PROBLEMA DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO E CARGAS POLUIDORAS

Reconhecidamente por todos, a situação da bacia hidrográfica em relação ao esgotamento sanitário é bastante crítica, uma vez que 58% da sua população urbana tem atendimento por rede exclusiva para a coleta de esgoto, mas apenas 29% possui cobertura de

tratamento dos efluentes produzidos (ANA 2018). A ausência de tratamento dos esgotos coletados implica despejo dos efluentes sanitários nos sistemas hídricos da bacia.

Dos 145 municípios que compõe a bacia, apenas 23 cidades possuem sistema de esgotamento sanitário, três possuem índices abaixo dos 30%. O processo de tratamento predominante é o de lagoas de estabilização e o índice de cobertura por fossa séptica é relativamente alto, podendo chegar a mais de 50% em algumas cidades (Pedra Branca/PB e São Fernando/RN). A tabela 5.1-14 apresenta os índices de coleta e tratamento de esgotos das sedes urbanas da bacia por UPH.

Tabela 5.1-35. Índices urbanos de coleta e tratamento de esgotos por UPH.

UPH	Nº de sedes municipais	% população atendida por rede coletora	% população atendida por rede coletora e tratamento	% fossa séptica (*)
Bacias Difusas do Baixo Açu	7	61,6	61,4	10,8
Pataxó	5	4,0	1,1	12,3
Paraú	3	5,8	0,0	16,1
Médio Piranhas Potiguar	5	48,4	26,1	11,2
Médio Piranhas Paraibano/Potiguar	9	35,8	15,8	10,0
Seridó	33	72,9	45,1	4,5
Peixe	19	59,9	18,2	5,4
Médio Piranhas Paraibano	11	58,6	0,0	3,9
Espinharas	16	80,5	62,4	2,5
Alto Piranhas	7	64,6	0,0	0,9
Piancó	30	49,9	8,0	5,0
Bacia	145	58,4	28,7	5,8

(*) Solução individual com tratamento. Fonte: ANA (2018)

Segundo o relatório da ANA (2018), apenas 23 cidades são atendidas com infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos. No entanto, deste total, somente 17 cidades contam com cobertura superior a 50%. As UPHs Bacias Difusas do Baixo Açu e Espinharas apresentam o maior índice de atendimento por rede coletora de esgoto seguida de tratamento (acima de 60%). Os municípios das UPHs: Paraú, Médio Piranhas Paraibano e Alto Piranhas, não possuem sistemas de esgotamento sanitário (Tabela 5.1-21).

5.1.15. HIDROGEOLOGIA

O município de Jucurutu está inserido no Domínio Hidrogeológico Intersticial e no Domínio Hidrogeológico Fissural. O Domínio Intersticial é composto de rochas sedimentares da Formação Serra dos Martins. O Domínio Fissural é composto de rochas do embasamento cristalino que englobam o subdomínio rochas metamórficas formada do Complexo Caicó, Formação Jucurutu e da Formação Seridó e o subdomínio rochas ígneas da Suíte Máfica, Granitóides, Suíte Poço da Cruz, Suíte calcialcalina Conceição, Magmatismo Rio Ceará-Mirim e Suíte Calcialcalina Itaporanga.

A infraestrutura necessária para lavra e beneficiamento do empreendimento estão inseridas na Formação Jucurutu, no qual, a base do morro do Bonito encontra se no domínio dos mármores de coloração cinza escuro, composto basicamente de calcita e tremolita e moderadamente metamorfisados.

Em virtude da pesquisa geológica realizada na área, foram realizados mais de 140 furos de sondagem que evidenciaram a existência continuada de rochas ferríferas e de calcário até profundidades de 489 metros sem **nenhuma ocorrência de aquíferos**.

O que se observa quando da análise dos testemunhos (Figura 5.1-51) é que o calcário se encontra bastante coeso, granulometria grosseira e fracamente fraturado. É evidente que o intemperismo físico e químico age nas rochas de superfície, e não ultrapassa os 9 metros iniciais em profundidade. Após esta marca, foi confirmada a predominância da coesão e ausência de foliação na rocha.

Foi observado também que a rocha calcária faz contato com os granitos brasilianos em profundidades superiores a 400 metros, sendo o contato delimitado por uma pequena camada de xisto, pouco espessa, que leva alguns pesquisadores a acreditar em cataclasitos e ambientes rasos.



Figura 5.1-101. Testemunhos dos furos de sonda na ADA, detalhe das profundidades variando entre 73,20 m a 80,90 m, primeira caixa e 127,59 m a 135,41 m na segunda caixa, mostra que o calcário se encontra bastante coeso sem fraturas.

5.1.15.1. DOMÍNIO HIDROGEOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

Nas áreas de frentes de lavra do terreno do empreendimento, observa-se a presença de dois tipos de aquíferos: Aquífero Cristalino e Aquífero Aluvião.

O Aquífero Cristalino - engloba todas as rochas cristalinas, onde o armazenamento de águas subterrâneas somente se torna possível em áreas que a geologia local apresentar fraturas associadas a uma cobertura de solos residuais significativa. Os poços perfurados apresentam uma vazão média baixa de 3,05 m³/h e uma profundidade de até 60m, com água comumente apresentando alto teor salino de 480 a 1.400 mg/l com restrições para consumo humano e uso agrícola. No entorno da mineração observam-se mármores acinzentados, bastante fraturados, com fraturas verticalizadas, as quais proporcionam migração de água para as porções inferiores do terreno, onde são armazenadas ou direcionadas para outros padrões de fraturamentos subterrâneos, os quais desviarão estas águas percolantes para outros locais no entorno do empreendimento.

Aquífero Aluvião - apresenta-se disperso, sendo constituído pelos sedimentos depositados nos leitos e terraços dos rios e riachos de maior porte. Estes depósitos

caracterizam-se pela alta permeabilidade, boas condições de realimentação e uma profundidade média em torno de 7 metros. A qualidade da água geralmente é boa e pouco explorada.

Nos riachos que cortam os terrenos cristalinos, observa-se que o pacote de sedimentos para se compor o aquífero aluvião, apresenta espessura média de 5 metros em alguns locais, com potencialidade de acúmulo de água, a qual é direcionada naturalmente para a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves.

O terreno do empreendimento encontra-se com 100% do seu território inserido na Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açú.

A seguir, apresentamos um sumário da qualidade de água de poços perfurados no município de Jucurutu, de acordo com o Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea (setembro/2005). O levantamento realizado no município registrou a existência de 24 pontos d'água, sendo 04 poços escavados e 20 poços tubulares, conforme mostra a Figura 5.1-52.

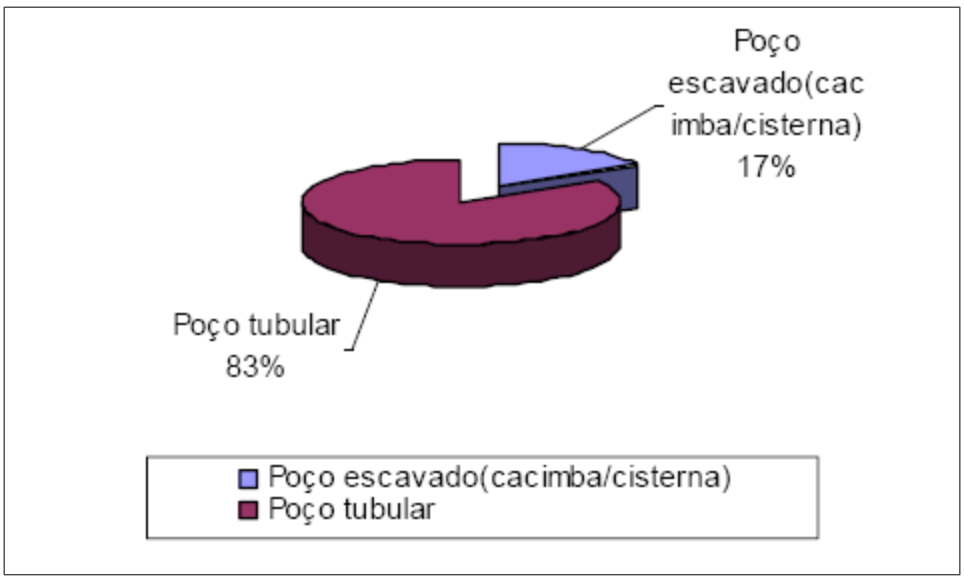


Figura 5.1-102. Tipos de pontos d'água cadastrados no município de Jucurutu/RN.

Com relação à propriedade dos terrenos onde estão localizados os pontos d'água cadastrados, podemos ter: terrenos públicos, quando os terrenos forem de serventia pública e; particulares, quando forem de uso privado. Conforme ilustrado a Figura 5.1-53, existem 02 pontos d'água em terrenos públicos, 17 em terrenos particulares e, em 05 pontos, a propriedade não foi definida.

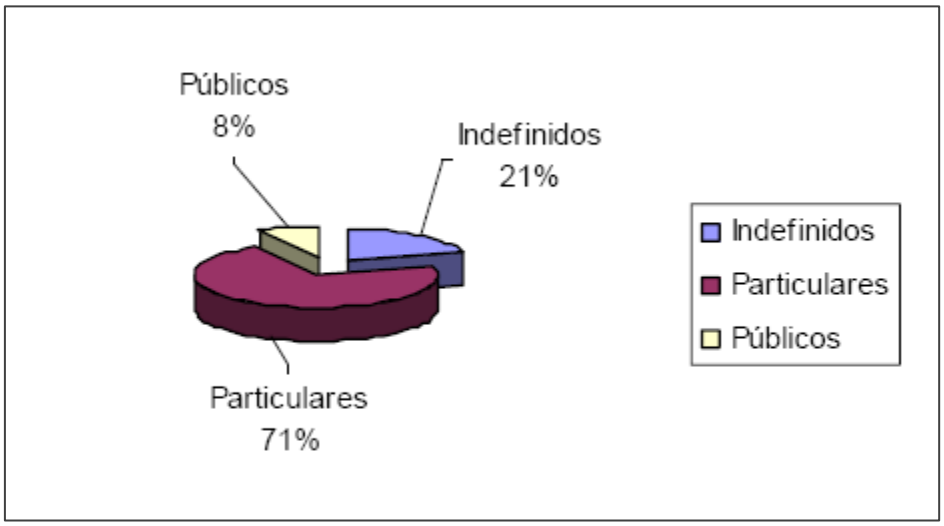


Figura 5.1-103. Natureza da propriedade dos terrenos onde existem poços tubulares.

Quanto ao tipo de abastecimento a que se destina a água, os pontos cadastrados foram classificados em: comunitários, quando atendem a várias famílias e; particulares, quando atendem apenas ao seu proprietário. A Figura 5.1-54, mostra que 08 (35%) pontos d'água destinam-se ao atendimento comunitário, 04 (17%) ao atendimento particular e, em 11 (48%) pontos, a finalidade do abastecimento não foi definida.

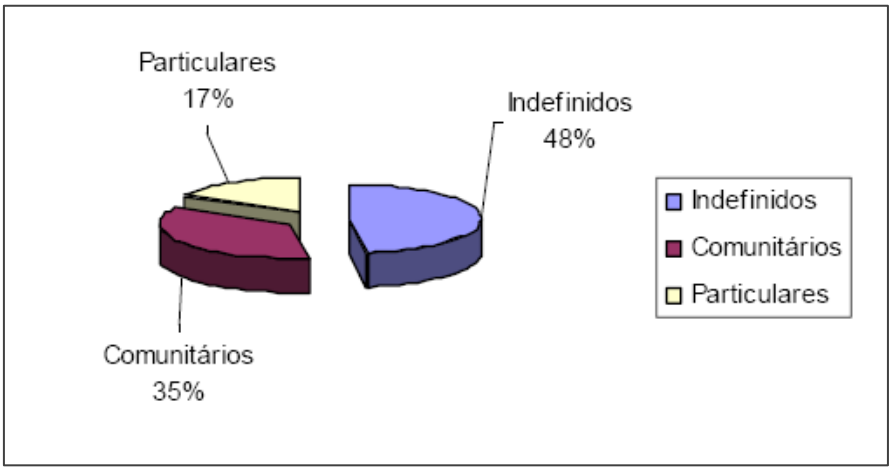


Figura 5.1-104. Finalidade do abastecimento dos poços.

Quatro situações distintas foram identificadas: poços em operação, paralisados, não instalados e abandonados. Os poços em operação são aqueles que funcionavam normalmente. Os paralisados estavam sem funcionar temporariamente devido a problemas relacionados à manutenção ou quebra de equipamentos. Os não instalados representam aqueles poços que foram perfurados, tiveram um resultado positivo, mas não foram ainda equipados com sistemas de bombeamento e distribuição. E, por fim, os abandonados, que incluem poços secos e poços obstruídos, representam os poços que não apresentam possibilidade de produção.

A situação dessas obras, levando-se em conta seu caráter público ou particular, é apresentada em números absolutos na Tabela 5.1-15 e, em termos percentuais, na Figura 5.1-55.

Tabela 5.1-36. Situação dos poços cadastrados conforme a finalidade do uso.

Natureza do poço	Abandonado	Em Operação	Não Instalado	Paralisado	Indefinido	Total
Comunitário	-	5	1	2	-	8
Particular	-	2	-	2	-	4
Indefinido	1	7	3	1	-	12
Total	1	14	4	5	-	24

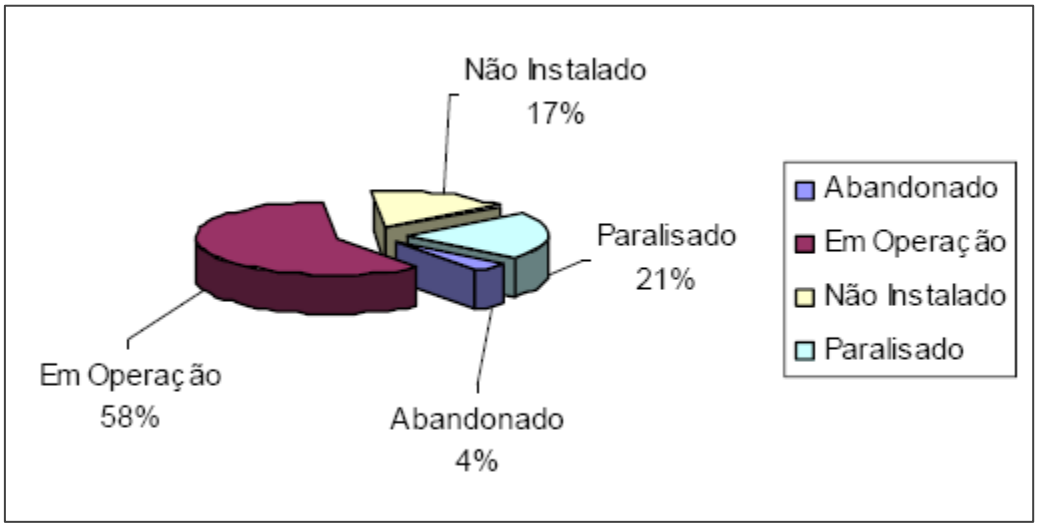


Figura 5.1-105 . Situação dos poços cadastrados.

Em relação ao uso da água, 17% dos pontos cadastrados são destinados ao uso doméstico primário (água de consumo humano para beber), 35% são utilizados como consumo doméstico secundário (água de consumo humano para uso geral), 11% para a agricultura e 37% para dessedentação animal, conforme mostra a Figura 5.1-56.

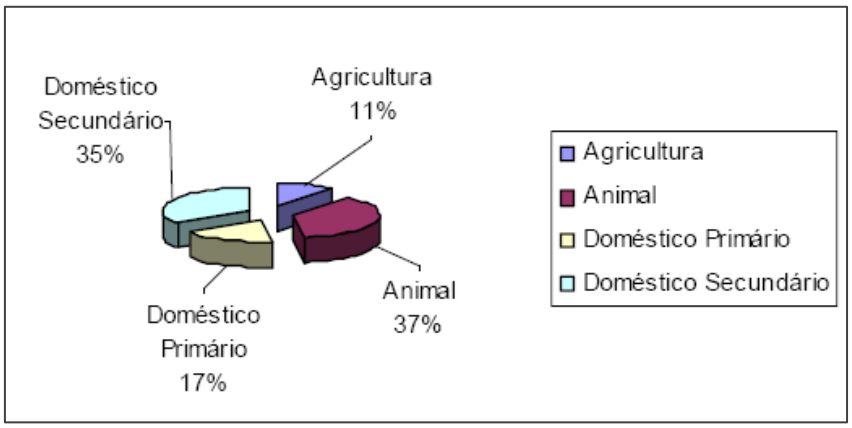
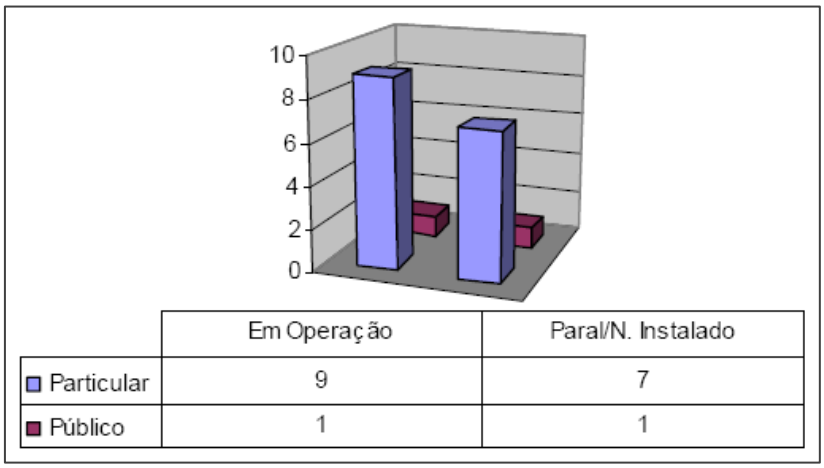


Figura 5.1-106. Uso da água.

A Figura 5.1-57, mostra a relação entre os poços tubulares atualmente em operação e os poços inativos (paralisados e não instalados) que são passíveis de entrar em funcionamento. Verificou-se a existência de 07 poços particulares e 01 público, não instalados

ou paralisados e, portanto, passíveis de entrar em funcionamento, podendo vir a somar suas descargas àquelas dos 10 poços que estão em operação.



	Em Operação	Paral/N. Instalado
Particular	9	7
Público	1	1

Figura 5.1-107. Relação entre poços em uso e desativados.

Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 a 0,75, gera uma boa estimativa dos sólidos totais dissolvidos (STD) na água.

Para as águas subterrâneas analisadas, a condutividade elétrica multiplicada pelo fator 0,65 fornece o teor de sólidos dissolvidos. Conforme a Portaria n° 1.469/FUNASA, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano, o valor máximo permitido para os sólidos dissolvidos (STD) é 1000 mg/l.

Teores elevados deste parâmetro indicam que a água tem sabor desagradável, podendo causar problemas digestivos, principalmente nas crianças, e danifica as redes de distribuição.

Para efeito de classificação das águas dos pontos cadastrados no município, foram considerados os seguintes intervalos de STD (Sólidos Totais Dissolvidos):

Tabela 5.1-37. Classificação das águas considerando STD (Sólidos Totais Dissolvidos).

Sólidos Totais Dissolvidos	Qualidade da água
0 a 500 mg/l	Água doce
501 a 1.500 mg/l	Água salobra
1.500 mg/l	Água salgada

Análises executadas, mostraram valores oscilando de 154,05 e 3523,00 mg/l, com valor médio de 970,08 mg/l. Observando o Tabela 5.1-17 e a Figura 5.1-58, que ilustra a classificação das águas subterrâneas no município, verifica-se a predominância de águas salobras e salinas, com 81,00 % dos poços amostrados.

Tabela 5.1-38. Qualidade das águas subterrâneas no município conforme a situação do poço.

Qualidade da água	Em uso	Não Instalado	Paralisado	Indefinido	Total
Doce	3	1	-	-	4
Salobra	8	1	3	-	12
Salina	2	1	1	1	5
Total	13	3	4	1	21

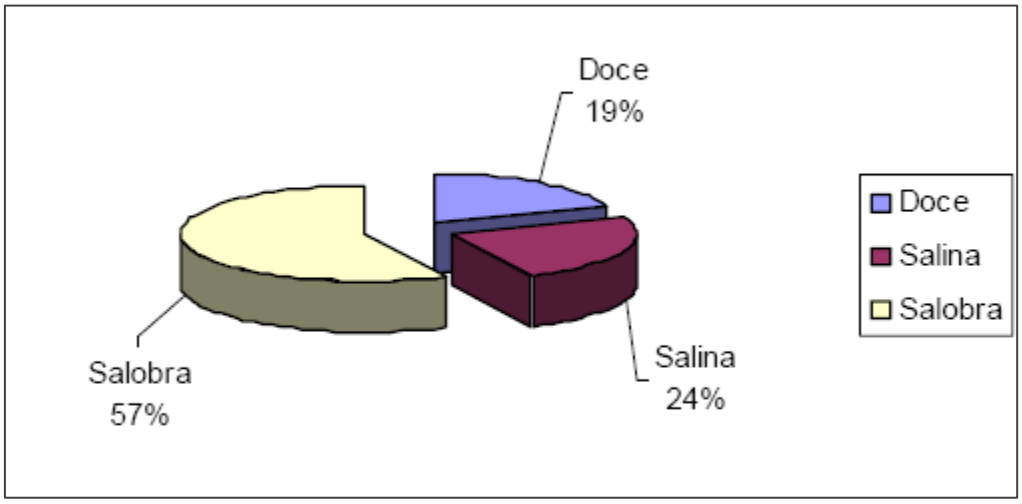


Figura 5.1-108. Qualidade das águas subterrâneas do município.

A situação atual dos poços tubulares existentes no município é apresentada na Tabela 5.1-18.

Tabela 5.1-39. Situação atual dos poços cadastrados no município de Jucurutu/RN.

Natureza do Poço	Abandonado	Em operação	Não Instalado	Paralisado	Indefinido	Total
Público	-	1 (50%)	-	1 (50%)	-	2 (8%)
Particular	1 (6%)	9 (53%)	4 (24%)	3 (15%)	-	17 (71%)
Indefinido	-	4 (80%)	-	1 (20%)	-	5 (21%)
Total	1 (4%)	14 (58%)	4 (17%)	5 (21%)	-	24 (100%)

Os 24 pontos d'água cadastrados estão assim distribuídos: 20 poços tubulares e 04 poços escavados, sendo que 14 (58,00%) encontram-se em operação e 01 foi descartado (abandonado) por estar seco ou obstruído. Os 09 pontos restantes (38,00%) incluem os não instalados e os paralisados, por motivos os mais diversos (Tabela 5.1-18).

Estes poços representam uma reserva potencial substancial, que pode vir a reforçar o abastecimento no município se, após uma análise técnica apurada, forem considerados aptos à recuperação e/ou instalação. Cabe à administração municipal promover ou articular o processo de análise desses poços, podendo aumentar substancialmente a oferta hídrica no município.

Testes de condutividade feitos em 21 amostras d'água (87,50% dos poços cadastrados), dos quais, 17 apresentaram águas salobras ou salgadas (81,00%), evidenciaram a necessidade de uma urgente intervenção do poder público, principalmente no que concerne aos poços comunitários, visando a instalação de dessalinizadores, para melhoria da qualidade da água oferecida à população e redução dos riscos à saúde existentes.

Poços paralisados ou não instalados em virtude da alta salinidade e que possam ter uso comunitário, também devem ser analisados em detalhe (vazão, análise físico-química, no de famílias atendidas, etc.) para verificação da viabilidade da instalação de equipamentos de dessalinização.

Com relação ao item anterior, deve ser analisada a possibilidade de treinamento de moradores das proximidades dos poços, para manutenção de bombas e dessalinizadores em caso de pequenos defeitos, ou ainda, para serem os responsáveis por fazer a comunicação à Prefeitura Municipal, em caso de problemas mais graves, para que sejam tomadas ou articuladas as medidas cabíveis.

Tabela 5.1-40. Planilha de dados das fontes de abastecimento.

Código Poço	Localidade	Lat. (S)	Long. (W)	Ponto de Água	Natureza do Terreno	Prof. (M)	Vazão (L/H)	Situação do Poço	Equipamento de Bombeamento	Fonte de Energia	Finalidade do Uso	Std (Mg/L)
CI484	Chá dos Félix	060154,9	370923,1	Poço tubular	Público	36	-	Paralisado	Bomba submersa		Doméstico primário	
CI485	Pedra do Navio	060113,0	370118,7	Poço escavado	Particular	6	-	Não instalado	Não equipado	Monofásica		154,05
CI486	Sítio Pedra Rachada	060137,9	370446,5	Poço tubular	Particular		-	Em operação	Bomba submersa	Monofásica	Doméstico secundário, animal	605,8
CI487	Rua José de Arimateia s/n	060220,0	370112,0	Poço tubular	Particular	30	-	Paralisado	Não equipado	Monofásica		3523
CI806	Lagoa	060605,8	370803,3	Poço escavado	Particular		-	Em operação	Catavento		Doméstico secundário, animal	341,9
CI807	Angico	060655,7	370805,7	Poço tubular	Particular	50	-	Em operação	Catavento	Trifásica	Doméstico secundário, animal	
CI808	Pedra ferrada	060840,9	370935,5	Poço tubular	Particular	54	-	Paralisado	Catavento	Trifásica	Doméstico primário, Doméstico secundário, animal	806
CI809	Riacho Santana	061250,0	370632,4	Poço tubular	Particular	52	-	Em operação	Catavento	Trifásica	Doméstico secundário, animal	1930,5
CI810	Poças	060046,2	365716,2	Poço tubular	Particular	45	-	Paralisado	Bomba injetora	Trifásica	Doméstico primário, Doméstico secundário, animal	525,85
CI811	Santa Rita	055836,6	365539,9	Poço tubular	Particular	42	-	Não instalado	Não equipado			
CI812	Boi selado	060132,1	365430,1	Poço tubular	Particular	53	-	Não instalado	Não equipado			1592,5
CI813	Boi selado	060124,9	365426,9	Poço tubular	Particular	60	-	Abandonado	Não equipado			2522
CI899	Pedra branca	060545,7	365930,6	Poço tubular	Público	60	-	Em operação	Catavento		Doméstico primário, Doméstico secundário, animal, agricultura	532,35
CI900	Pedra do moleque	060636,3	365943,3	Poço tubular	Particular		-	Em operação	Catavento		Doméstico secundário, animal	727,35
CI901	Espinheiro	060958,9	365558,1	Poço escavado		3,5	-	Em operação	Bomba centrifuga	Trifásica	Doméstico secundário, animal, agricultura	547,95
CI902	Saco grande	060940,2	365509,2	Poço escavado		4	-	Em operação	Bomba centrifuga		Doméstico secundário, animal	997,1
CI903	Fechado - Sítio Canna	060940,1	365509,1	Poço tubular	Particular	52	-	Em operação	Catavento		Doméstico primário, Doméstico secundário, animal, agricultura	237,25
CI904	Fechado	060940,1	365505,1	Poço tubular		50	-	Em operação	Bomba submersa	Monofásica	Doméstico secundário, animal	375,7
CI905	Sítio Mineira - Cacimbas	060448,0	365545,0	Poço tubular	Particular	50	-	Não instalado	Não equipado	Monofásica		544,7
CI906	Cacimbas	060435,7	365611,2	Poço tubular	Particular		-	Em operação	Bomba centrifuga	Monofásica	Doméstico secundário, animal, agricultura	674,05
CI907	Adeque	060355,6	365632,5	Poço tubular	Particular	60	-	Em operação	Catavento		Animal	1579,5
CI908	Adeque	060316,3	365635,1	Poço tubular		50	-	Em operação	Catavento		Doméstico primário, Doméstico secundário, animal	614,25
CI909	Adeque	060253,9	365634,6	Poço tubular		65	-	Paralisado	Não equipado	Trifásica	Doméstico primário, Doméstico secundário, animal	732,55
CI910	Arroz	060248,2	365504,0	Poço tubular	Particular	50	-	Em operação	Catavento		Doméstico primário, Doméstico secundário, animal	807,3

Importante chamar a atenção para o lançamento inadequado dos rejeitos dos dessalinizadores (geralmente direto no solo). É necessário que as prefeituras se empenhem no sentido de dotar os poços equipados com dessalinizadores, de um receptáculo adequado, evitando a poluição do aquífero e a salinização do solo.

Todos os poços deveriam sofrer manutenção periódica para assegurar o seu pleno funcionamento, principalmente em tempos de estiagem prolongada; por manutenção periódica entende-se um período, no mínimo anual, para retirada de equipamento do poço e sua manutenção e limpeza, além de limpeza do poço como um todo, possibilitando a recuperação ou manutenção das suas vazões originais.

Para assegurar a boa qualidade da água, do ponto de vista bacteriológico, devem ser implantadas em todos os poços ativos e paralisados, possíveis de recuperação, medidas de proteção sanitária tais como: selo sanitário, tampa de proteção, limpeza permanente do terreno, cerca de proteção, etc. O que pode ser articulado entre a Prefeitura Municipal e a própria população beneficiária do poço. Quanto aos poços abandonados, devem ser tomadas medidas de contenção, como a colocação de tampas soldadas ou aparafusadas, visando evitar a contaminação do lençol freático por queda acidental de pequenos animais e introdução de corpos estranhos, especialmente por crianças, fato muito comum na região.

5.1.16. QUALIDADE DA ÁGUA

5.1.16.1. INTRODUÇÃO

Reservatórios são importantes ecossistemas artificiais com usos múltiplos, propiciando inúmeros benefícios, como reserva de água para diversas finalidades entre os quais pode-se citar: hidroeletricidade, irrigação, transporte, recreação, turismo, pesca e água para abastecimento público.

Os reservatórios são parte de uma bacia hidrográfica e, como tal, detectam todos os efeitos das atividades antropogênicas nas mesmas. As perturbações podem ser incorporadas ao nível macroscópico e microscópio, produzindo modificações no fluxo de energia e na estrutura das comunidades.

O monitoramento biológico constitui-se como uma ferramenta na avaliação das respostas das comunidades biológicas a modificações nas condições ambientais originais. As comunidades biológicas de ecossistemas aquáticos são formadas por organismos que apresentam adaptações evolutivas a determinadas condições ambientais e apresentam limites de tolerância a diferentes alterações delas.

5.1.16.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BARRAGEM ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES

Este estudo apresenta os procedimentos metodológicos adotados na etapa de amostragem e posterior ensaios físico-químicos, microbiológicos e de toxicidade nas amostras de água superficial coletadas na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no município de Jucurutu/RN, realizados no dia 14 de outubro de 2020, em cinco pontos nos arredores da Mina do Bonito, da empresa Mhag Serviços e Mineração S/A. O presente serviço contou com o acompanhamento do Sr. Rodrigo Zinia, da Florescer Projetos e Consultoria LTDA.

O trabalho foi conduzido e executado pela equipe da Central Analítica do NUPPRAR - UFRN, obedecendo aos padrões das melhores práticas, seguindo a metodologia da ABNT NBR 9898:87 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, e o Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos – CETESB, ANA), dentro do escopo proposto para presente estudo.

O presente estudo tem como objetivo apresentar os procedimentos metodológicos adotados nas etapas de coleta, transporte e análises de amostras de água, coletadas na área

contratada, para realização de ensaios químicos, físico-químicos, microbiológicos e de toxicidade a serem realizados no Laboratório da Central Analítica do NUPPRAR - UFRN.

5.1.16.3. SERVIÇOS EXECUTADOS

- Reconhecimento da área e coleta de dados básicos no local;
- Coleta de amostras de água em pontos pré definidos pela Mhag Serviços e Mineração S/A;
- Análise e interpretação dos dados emitidos pelo laboratório;
- Análises de Campo realizados com auxílio de sonda Multiparamétrica; e
- Ensaios físico-químicos, microbiológicos e de toxicidade.

5.1.16.3.1. PONTOS DE AMOSTRAGEM

Na data de 14 de outubro de 2020, executou-se a retirada de amostras de água em 5 pontos da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, no município de Jucurutu/RN, nos pontos marcados conforme a Tabela 5.1-20 e a Figura 5.1-59. Estes pontos estão sob a influência da área de extração de minério de ferro da Mina do Bonito, localizada no Sítio Bonito, zona rural de Jucurutu.

Tabela 5.1-41. Localização dos Pontos de Amostragem.

CÓDIGO INTERNO	PONTO	COORDENADAS UTM / 24M	
		Latitude (S – m)	Longitude (E – m)
RAE.01.2020.10-08-A1	Captação da CAERN – Sítio Itans	9366..195	238.592
RAE.01.2020.10-08-A2	Comunidade Lagoa Seca	9.348.375	724.560
RAE.01.2020.10-08-A3	Entre a Mina Velha e Lagoa Seca	9.349.527	726.202
RAE.01.2020.10-08-A4	Mina Velha de Cheelita	9.350.749	726.742
RAE.01.2020.10-08-A5	Comunidade Mutamba	9.351.938	727.098

Fonte: NUPPRAR - UFRN, 2020.



Figura 5.1-109 Área de realização de pesquisa e amostragem de água. Fonte: Google Earth, 2020.

As amostras foram coletadas com auxílio de balde apropriado e então fracionadas em frascos adequados a cada tipo de análise (Figura 5.1-60 A e B), devidamente etiquetadas e identificadas, com: codificação interna, data da coleta e tipo de amostra (água). Em seguida, as amostras foram acondicionadas e mantidas refrigeradas em caixa térmica durante o transporte para o laboratório da Central Analítica do NUPPRAR, onde foram realizadas as análises dos parâmetros químicos conforme a PROPOSTA 2019.02-26563.



Figura 5.1-110. A e B: Protocolo de amostragem. Fonte: NUPPRAR, 2020.

5.1.16.4. ANÁLISES DE CAMPO (*IN SITU*)

Foram realizadas ainda análises *in situ*, que são importantes de serem realizados de forma imediata, pois tendem a mudar rapidamente após sua coleta. Desta forma, os seguintes parâmetros foram medidos, com auxílio de uma sonda multiparamétrica (Figura 5.1-61): temperatura, pH, condutividade e sólidos totais dissolvidos. Para tanto, a sonda multiparamétrica foi inserida diretamente no corpo d'água, conforme Figura 5.1-61.

Para fins de medição, esta foi deixada em contato com a água por um tempo, enquanto se realizavam os demais procedimentos, pois é necessário um tempo de contato entre a água e a sonda multiparamétrica para de estabilização dos parâmetros.



Figura 5.1-111. A e B – Análises de campo realizada com auxílio de sonda multiparamétrica. Fonte: NUPPRAR, 2020.

5.1.16.5. ANÁLISES LABORATORIAIS

5.1.16.5.1. ENSAIOS QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS

Na tabela adiante (5.1-21) estão citadas as metodologias utilizadas com base em normas internacionalmente reconhecidas às quais a Central Analítica do NUPPRAR – UFRN utilizam como referência em suas próprias metodologias.

Os resultados obtidos após preparo das amostras e seus respectivos ensaios estão descritos na Tabela 5.1-21, bem como nos laudos de análises dispostos nos Anexos deste documento.

No geral, os resultados se mostram coerentes entre os pontos, apresentando o mesmo grau de concentração para as espécies investigadas.

Tabela 5.1-42. Metodologias utilizadas.

Parâmetro	Metodologia Utilizada
Metais, Arsênio e Fósforo	US EPA Method 6010C
Fosfato, Nitrato e Nitrito	US EPA Method 9056ª
Nitrogênio Amoniacal	ASTM D6919-17
Dureza	SMWW2340B
Cor verdadeira	SMWW 2120C
DQO	SMWW 5220D
Oxigênio Dissolvido	SMWW 4500-O G
pH	SMWW 4500-H+ B
Salinidade	SMWW2520B
Temperatura da Amostra	SMWW2550B
Turbidez	SMWW 2130 B
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	SMWW 9222D
DBO_5 (mg/L)	SMWW 5210B
Densidade de Cianobactérias (cel/mL)	SMWW 10200F
Óleos e graxas (mg/L)	ASTM D7678-17
Clorofila a (µg/L)	SMWW 10200H
Carbono Orgânico Total (mg/L)	US EPA Method 9060A

Legenda:

ASTM - *American Society for Testing and Materials*

US EPA - United States Environmental Protection Agency

SMWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23ª Ed.

PONTO 1

No ponto 1, que é o Ponto de captação de água da CAERN, (Figura 5.1-62), que atende o sistema de abastecimento da adutora do Médio Oeste Potiguar, o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD) está abaixo do VLP (valor limite permitido) de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces, classe 2. Já os Coliformes termotolerantes estão muito acima do máximo especificado e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) está ligeiramente acima.

Os parâmetros citados se correlacionam entre si. A adição de matéria orgânica nos cursos d'água consome o OD deles, através da oxidação química e principalmente da

bioquímica, via respiração dos micro-organismos, depurando assim a matéria orgânica, tendo como origem, efluentes domésticos não tratados, por exemplo. Outra provável fonte são as fezes de animais que utilizam desta água para dessedentação. O valor mínimo da concentração de clorofila foi de 40,918 µg.L-1. Essa alta concentração de clorofila pode estar associada à vegetação aquática emersa e submersa que ocorrem no reservatório neste ponto.



Figura 5.1-112. Ponto 1 – Captação da CAERN – Sítio Itans, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020.

PONTO 2

No Ponto 2, localizado na comunidade de Lagoa Seca, os parâmetros Alumínio dissolvido e fósforo total estão ligeiramente acima do VLP de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces, classe 2. Porém, este é um metal relativamente abundante na natureza, não sendo possível, na maioria das vezes, verificar sua fonte.

Além deste, o fósforo está ligeiramente acima do VLP. Já o fósforo, que é um nutriente essencial a plantas e animais, pode ter sua origem em efluentes domésticos e em fertilizantes agrícolas. Porém, em concentrações acima do VMP, podem causar o fenômeno de

eutrofização do meio aquático, afetando assim a qualidade deste meio. Estão fora de especificação ainda o OD, bem como os Coliformes termotolerantes.



Figura 5.1-113. Ponto 2 – Comunidade Lagoa Seca, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020.

PONTOS 3 E 4

Para o Ponto 3, localizado entre a Mina Velha e a comunidade de Lagoa Seca e o Ponto 4, localizado na comunidade de Lagoa Seca, ambas as amostras apresentaram concentrações fora de especificação para o OD, Fósforo total e para DBO_5.



Figura 5.1-114. Ponto 3 - Entre a comunidade Lagoa Seca e a Mina Velha, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020.



Figura 5.1-115. Ponto 4 - Mina Velha de Cheelita, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020.

PONTO 5

O Ponto 5, localizado na comunidade Mutamba, apresentou apenas o OD ligeiramente abaixo da especificação e o DBO_5 acima do permitido.



Figura 5.1-116. Ponto 5 - Comunidade Mutamba, Jucurutu/RN. Fonte NUPPRAR, Florescer, 2020.

Tabela 5.1-43. Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nas amostras coletadas nos 5 pontos deste monitoramento.

Parâmetro	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	VMP – Resolução*
Inorgânicos						
Alumínio dissolvido (mg/L)	< 0,0090	0,116	< 0,0090	0,064	< 0,0090	0,1
Arsênio total (mg/L)	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040	0,01
Cádmio total (mg/L)	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040	0,001
Chumbo total (mg/L)	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040	<0,0040	0,01
Cobre dissolvido (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,009
Cromo total (mg/L)	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,05
Ferro dissolvido (mg/L)	0,03	0,108	0,028	0,044	0,041	0,3
Fósforo total (mg/L) - (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,088	0,126	0,113	0,112	0,099	0,1
Manganês total (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,1
Mercúrio total (mg/L)	<0,0002	<0,0002	<0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002
Níquel total (mg/L)	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,025
Zinco total (mg/L)	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	0,18
Dureza total (mg/L)	73,922	71,436	70,40	68,71	63,197	-
Fosfato Dissolvido (mg/L)	0,140	0,288	0,217	0,206	0,163	-
Nitrato (mg/L)	1,277	0,89	1,62	1,17	1,31	10,0
Nitrito (mg/L)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	1,0
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,035	0,082	< 0,03	< 0,03		3,7

Tabela 5.1-44. Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nas amostras coletadas nos 5 pontos deste monitoramento. (Continuação)

Parâmetro	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	VMP – Resolução*
Físico-Químicos						
Cor verdadeira (uH)	42,0	40,0	30,0	32,0	33,0	75
DQO (mg/L)	157	151	157	148	147,0	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,92	3,17	2,42	2,59	4,79	Superior a 5
pH	7,03	7,01	6,98	6,89	7,02	6 a 9
Salinidade (mg/L)	110,0	110,0	120,0	100,0	70,0	> 500
Temperatura da Amostra (°C)	29,42	30,34	30,50	30,36	31,43	-
Turbidez (UT)	4,45	3,94	3,71	4,02	3,93	100
Microbiológicos						
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	2480,0	4080	800	560	320	1000
DBO_5 (mg/L)	5,52	4,80	5,70	6,48	6,12	5
Densidade de Cianobactérias (cel/mL)	2000	800	600	3300	2000	50000
Orgânicos						
Óleos e graxas (mg/L)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	virtualmente ausentes
Clorofila a(µg/L)	40,918	17,46	21,72	27,35	14,76	30
Carbono Orgânico Total - COT mg/L)	10,44	8,60	9,28	9,64	8,38	-

*Resolução CONAMA 357/2005, águas doces classe 2.

Águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

e) à aquicultura e à atividade de pesca.

5.1.16.6. ENSAIOS DE TOXICIDADE

Para realização dos ensaios de Toxicidade Aguda com *Daphnia magna*, as amostras foram enviadas para o laboratório subcontratado, a Bioagri Ambiental Ltda. As amostras coletadas foram congeladas para preservação de suas características originais e enviadas em caixa térmica via transportadora para a Bioagri Ambiental. As amostras foram ensaiadas de acordo com norma ABNT NBR 12713:2016 (Ecologia Aquática – Toxicidade Aguda - Método de Ensaio com *Daphnia spp* (*Crustacea; Clodocera*)) e os resultados constam dos laudos em anexo a este documento.

Testes de toxicidade com organismos aquáticos constituem uma ferramenta efetiva para avaliação, predição ou detecção dos efeitos dos poluentes sobre os organismos vivos. Para todas as 05 amostras coletadas, o fator de toxicidade (FT) foi de 1 (menor valor de diluição da amostra na qual não se observa mobilidade maior ou igual a 10% dos organismos expostos), ou seja, a mobilidade foi inferior a 10% para amostra com fator de diluição igual a 1 (amostra não diluída, concentração 100%), ou seja, as amostras não apresentaram toxicidade mesmo estando concentradas.

5.1.16.6.1. BALNEABILIDADE DA BARRAGEM ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES

Considerando que a saúde e o bem estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade e de acordo com a Resolução No 274 de 29 de novembro de 2000 do CONAMA, são estabelecidos critérios para a classificação das águas destinadas a balneabilidade (recreação de contato primário), avaliada nas categorias *PRÓPRIA* e *IMPRÓPRIA*, considerada a densidade de coliformes termotolerantes de um conjunto de amostras, em cada um dos cinco pontos de amostragem. As águas consideradas *PRÓPRIAS* poderão ser subdivididas nas seguintes categorias, IDEMA 2010:

Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco amostras, colhidas, houver, no máximo, 250 coliformes termotolerantes ou 200 Escherichia coli ou 25 enterococos por l00 mililitros;

Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco amostras, colhidas, houver, no máximo, 500 coliformes termotolerantes ou 400 Escherichia coli ou 50 enterococos por 100 mililitros

Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco amostras, houver, no máximo 1.000 coliformes termotolerantes ou 800 Escherichia coli ou 100 enterococos por 100 mililitros.

As águas serão consideradas IMPRÓPRIAS, sendo desaconselhadas para recreação de contato primário, quando no trecho avaliado for verificada uma das seguintes ocorrências:

(i) Não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;

(ii) Valor obtido na última amostragem for superior a 2.500 coliformes termotolerantes ou 2.000 Escherichia coli ou 400 enterococos por 100 mililitros;

(iii) Incidência elevada ou anormal, na região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;

(iv) Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;

(v) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;

(vi) Floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;

(vii) Outros fatores que contraindiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

5.1.16.6.2. Qualidade Microbiológica - Balneabilidade

Os resultados obtidos das amostras analisadas, assim como a média obtida para quantificação de Coliformes Termotolerantes no corpo d'água dos pontos da área de influência do empreendimento em relação ao reservatório apresentados na Tabela 5.1-30, apontam, em dois pontos: Ponto1 - Captação da CAERN – Sítio Itans e o ponto 2, situado na Comunidade Lagoa Seca, encontram-se impróprios para banho, a quantificação de Coliformes Termotolerantes atingiram níveis fora do padrão, 2.480 e 4.080 NMP/100 mL, respectivamente; os demais pontos situados: ponto 3, entre a Mina Velha e Lagoa Seca, ponto 4, na Mina Velha de Cheelita e o ponto 5 situado na Comunidade Mutamba, apresentaram valores bem abaixo do valo médio permitido (VMP 1.000 NMP/100 mL); para o ponto 3, a análise microbiológica alcançou 800 NMP/100 mL, o ponto 4 em 560 NMP/100 mL, e 320 NMP/100 mL para o ponto 5, resultados que apontam que a água nestes três pontos encontram-se própria para banho.

5.1.16.7. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Como visto nos capítulos anteriores na área de influência do empreendimento, não são encontradas fontes de águas subterrâneas, em assim sendo, não haverá análise da qualidade da água para estas fontes.

5.1.16.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se após realização de coleta de amostras de águas da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, bem como a realização de ensaios físico-químicos, microbiológicos e de toxicidade, que as amostras **não apresentaram concentrações acima do VLP de metais considerados tóxicos.**

As baixas concentrações de OD foram verificadas em todos os pontos, bem como as concentrações de Coliformes termotolerantes em dois pontos e de fósforo total, podendo

estar relacionados a lançamento de efluentes e percolação de fertilizantes agrícolas, que em altas concentrações podem ocasionar a eutrofização do meio aquático.

De fato, através dos registros fotográficos apresentados nos itens anteriores, é possível observar o processo de eutrofização nas margens (proliferação abundante de plantas aquáticas). Elevadas concentrações de Clorofila *a* é outro fator que corrobora para evidenciar a eutrofização.

Quanto aos resultados obtidos após ensaios de ecotoxicidade aguda, **nenhuma amostra se mostrou toxica em concentração de 100%**, bem como a toxicidade a CE_{50}; 48H não foi detectada.

Quanto a balneabilidade da área de influência do empreendimento em relação as águas da barragem Armando Ribeiro Gonçalves dos cinco pontos estudados, dois apresentaram-se impróprios: Ponto1 - Captação da CAERN localizado no Sítio Itans e o ponto 2, situado na Comunidade Lagoa Seca. Já os pontos 3, situado na entre a Mina Velha e Lagoa Seca, ponto 4, na Mina Velha de Cheelita e o ponto 5 na Comunidade Mutamba apresentam-se próprios para banhos.

Em anexo (ANEXO 1) estão apresentadas as análises de qualidade da água para 8 anos consecutivos. Os parâmetros de qualidade da água para o período analisado, conforme as tabelas anexadas, apresentavam alterações, porém, relacionadas às ações de eutrofização, água tratada e de esgotos - que são despejados ao longo da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açú. Ressaltando-se que, dentre as alterações observadas, nenhuma foi relacionada à atividade de mineração, mas às atividades humanas de caráter urbano.

5.1.17. USOS DAS ÁGUAS

5.1.17.1. ABASTECIMENTO DOMÉSTICO E INDUSTRIAL

A água utilizada no processo virá da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, conforme Outorga Uso de água nº 02501.000452/2009-12 da Agência Nacional de Águas – ANA, com validade até 2021, documento em Anexo. A MHAG Serviços e Mineração S/A têm outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água do Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, situado no rio Piranhas Açu, com a finalidade industrial de mineração (beneficiamento de mineral de minério de ferro) na mina do Bonito em Jucurutu/RN, para captar uma vazão média de 200 m³/h, sob um regime de operação de 24 horas por dia, 30 dias por mês, por 12 meses/ano, totalizando 1.728.000 m³/ano.

O uso das águas se dará no processo industrial e no uso doméstico. Sendo que o processo industrial consumirá em torno de 190,0 m³/hora e o doméstico 3,8 m³/hora conforme Tabela 5.1-23.

Tabela 5.1-45. Comparação da Vazão de Outorga com o consumo de água no processo industrial e doméstico do empreendimento.

Vazões	Vazão de Outorga	Consumo Industrial	Consumo Doméstico	Consumo Total MHAG
m³/s	0,06	0,05	0,001	0,05
m³/m	3,33	3,17	0,06	3,23
m³/h	200,00	190,00	3,80	193,80
m³/dia	4.800,00	4.560,00	91,20	4.651,20
m³/mês	144.000,00	136.800,00	2.736,00	139.536,00
m³/ano	1.728.000,00	1.641.600,00	32.832,00	1.674.432,00

Devido ao sistema de reuso de água no processo de operação que será implantado, conforme pode ser visto no descritivo do processo produtivo, a economia deste recurso natural será da ordem de 70%. Este é um valor bastante significativo e que poderá acarretar até na redução do volume.

A tabela anterior mostra o quadro de consumo destinado ao processo industrial e uso doméstico corresponde a 97% da vazão total outorgada pela ANA. Sendo que, deste volume, 95% do consumo são destinados aos processos industriais e apenas 2% ao consumo humano.

Vale destacar que o consumo doméstico, destina ao uso das serventias necessárias as atividades humanas como banhos, descarga de banheiros, lavagem de utensílios limpeza de um modo geral. O consumo de água para dessedentação humana e na alimentação será proveniente de água mineral.

Em relação a diluição de efluentes líquidos, não haverá nenhuma atividade poluentes envolvida pelo empreendimento que possibilite o lançamento de efluentes nos corpos hídricos, ou que faça uso dos recursos hídricos para diluir cargas de resíduos provenientes de efluentes domésticos, industriais ou de sedimentos decorrentes das atividades de mineração.

5.1.17.2. RELAÇÃO COM PRESERVAÇÃO DA FLORA FAUNA

A integridade e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos dependem da interação destes com o sistema terrestre, incluindo-se aí a origem. A diversidade da fauna e flora das águas continentais está relacionada com os mecanismos de funcionamento de rios, lagos, áreas alagadas, represas, tais como o ciclo hidrológico, e a variedade de habitats e nichos, Rebouças *et al* (2020). *Conforme estudos conduzidos por (*Rebouças et al, 2020), em Águas Doces no Brasil, “a dinâmica *dos ecossistemas* de águas continentais e da sua flora e fauna depende, portanto, de uma série de fatores interdependentes.

A biota de águas interiores é muito mais diversa e rica do que a dos oceanos. As águas doces ocupam 0,0093% do volume total de água do planeta e, no entanto, 12% das espécies animais vivem nas águas interiores (contra 7% que vivem nos oceanos). Cerca de 40% do total de 20.000 espécies de peixes vivem nas águas doces”.

No caso específico, a flora e fauna dos ecossistemas da bacia hidrográfica do rio Piranhas Açu, apresenta inúmeras características relacionadas com o regime hidrológico. Por

se encontrar na região semiárida mais castigadas pelas adversidades climáticas, o regime hidrométrico tem sofrido intensas flutuações produzindo-se pulsos de frequência e magnitude variadas. Estes pulsos apresentam períodos de inundação temporárias e/ou secas intensas que produzem grandes alterações na estrutura e funcionamento das comunidades aquáticas.

Adaptação a pulsos significa apresentar mecanismos de resistência ao dessecamento ou à inundação. No caso de períodos curtos de inundação há mecanismos bioquímicos especiais da vegetação para tolerar as inundações rápidas. Por exemplo, o dessecamento impõe condições drásticas que produzem respostas da comunidade para resistir à períodos de intensas secas; com isso, existem três mecanismos de sobrevivência: deixar o sistema quando as condições são adversas; produzir formas latentes que resistem duráveis que suportam o dessecamento e altas temperaturas no sedimento.

Nestas condições, as plantas e animais desenvolvem estratégias para os períodos desfavoráveis durante a seca ou inundação. Estas estratégias incluem a migração de peixes entre o rio e os reservatórios, migração de invertebrados terrestres para a abóbada durante o período de inundação ou a produção de ovos de resistência, ou estágios de resistência em esponjas e moluscos.

Uma parte importante da biota aquática, principalmente aquela constituída pelas macrófitas aquáticas, decompõem-se durante períodos de seca, originando uma massa de detritos elevadas que sustenta uma flora microbiana extremamente diversificada e ativa. Algas perifíticas também estão associadas a esta vegetação aquática; estas algas assumem papel importante na interação entre os vários componentes do sistema uma vez que ciclos biogeoquímicos fechados ocorrem a partir da interação destas micrófitas com as macrófitas e animais herbívoros ou comedores de detritos.

Segundo estudo conduzidos por Rebouças *et al* (2020), grande parte da fauna e flora de rios do semiárido tem mecanismos de adaptação ao dessecamento devido a enorme diversidade de tipos de rios temporários que ocorre na região. Uma parte da flora e fauna do semiárido, também está adaptada às flutuações de condutividade/salinidade que ocorrem.

Em muitos rios, represas artificiais ou lagos do semiárido a concentração salina/condutividade aumenta com a evaporação, estimulando mecanismos especiais de controle osmótico devido à maior salinidade.

5.1.17.3 A FAUNA DE PEIXES

Um componente importante e fundamental da biota aquática do Brasil são os peixes. Migrações e isolamento durante períodos de inundação e seca, produzem mecanismos dinâmicos de alteração da estrutura e função nas comunidades com reflexo nos processos evolutivos. As espécies de peixes dos rios, estão adaptadas a processos de variação hidrométrica e correntes, estão restritos aos poucos mecanismos de isolamento gênico ocorrem.

Como pode ser verificado no capítulo de ecossistemas aquáticos, a fauna de peixes das represas da bacia hidrográfica Piranhas Açu, é totalmente diversa, devido não só às alterações ambientais causadas pela construção dos açudes e barragens, mas, principalmente pela introdução de espécies exóticas, o que complica as relações alimentares da cadeia tróficas, como também as relações entre predador-presa e interfere direta e indiretamente nos processos biológicos que ocorrem nos açudes e barragens da região.

5.1.17.4. PRESERVAÇÃO DA FLORA E FAUNA DA BARRAGEM ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES E OUTROS RESERVATÓRIOS

Com a construção de represas Armando Ribeiro Gonçalves e outros reservatórios no século passado, produziu-se grandes alterações na biota nas águas do rio Piranhas-Açú. As alterações ocorrem principalmente com a fauna de peixes, uma vez que o reservatório em concluído, novas espécies exóticas que não ocorriam na bacia foram introduzidas, exemplo da tilápia, tucunaré, carpa entre outras espécies que se adaptaram bem a região.

No caso específico, os poucos estudos que existem, apontam que a zona pelágica dos reservatórios instalados ao longo da bacia são poucos utilizada pelos peixes. Além da alteração produzida pela construção dessas barragens e açudes, muitas represas, a partir do repovoamento com espécies exóticas, fez com que a rede alimentar que compõe as comunidades e a exploração comercial da atividade pesqueira torna-se mais complexa. Tentativas para o repovoamento das represas com espécies nativas estão em progresso. Com isto as áreas alagadas associadas as represas serão fontes de diversidade e aumento de biomassa, de espécies de peixes, crustáceos, macrófitas, aves e mamíferos.

Em relação a flora, a vegetação predominante da bacia é a de Caatinga, sendo secundada pelos carnaubais (*Copernicia cerifera* Mart.), com predomínio nas áreas úmidas do vale do Açu. O processo de ocupação e exploração da área tem provocado desmatamento tanto da Caatinga como dos carnaubais. Segundo Melo (1964), nos anos 60 os carnaubais cobriam aproximadamente 50% da superfície do vale, o equivalente a 22.000 hectares. Hoje, com a degradação nessa área, tornou-se bem menor, sendo reduzida em mais de 55%.



Figura 5.1-117. Visão parcial da Caatinga e das áreas desnudas que circundam as margens da Barragem ARG. No detalhe na parte central da foto, observa coivaras de desmatamentos e desmatamentos na área ciliar do corpo d'água. Fonte: Acervo da Florescer, 2020.

As obras de infraestrutura hídrica dos projetos de irrigação, no alto e no baixo curso do rio Piranhas-Açu e tributários, dão um fluxo mais contínuo ou menos contínuo ao canal do rio. O regime do rio é periódico, mas o seu leito mantém-se com água no período de estiagem, devido à presença de açudes construídos no alto curso, além do represamento no baixo curso, onde se destaca a grande barragem Armando Ribeiro Gonçalves.

5.1.18. OS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA BARRAGEM ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES NO VALE DO AÇÚ

A problemática ambiental do vale do rio Piranhas-Açú, além da interferência do uso e ocupação do solo com atividades agrícolas, mineradoras e extrativistas, principalmente argila para produção de cerâmica vermelha podem ter aumentado com a construção da referida barragem, principal fonte hídrica do projeto de regularização de rio para fins de irrigação na área do baixo Açú.

O baixo Açú faz parte de toda área compreendida a jusante do reservatório, que apesar da mesma se enquadrar ao polígono das secas, conforme Silva (1992) é caracterizada como uma mancha úmida de solos férteis e com potencial para irrigação de 27.000 hectares.

A partir da construção da barragem o vale deu início a implantação de agricultura moderna, desencadeando aumento no desmatamento, para mais uso do solo e mais utilização de recursos hídricos com as práticas de irrigação.

Nas questões ambientais uma das que tem causado maior preocupação é a da erosão do solo, a qual traz como consequência a degradação do próprio solo e o assoreamento de rios, lagoas e reservatórios artificiais a exemplo Armando Ribeiro Gonçalves e como consequência ocorre mudanças hidrodinâmicas a montante e a jusante do rio Piranhas-Açu, resultando em mais problemas com erosão.

Em casos de regiões semiáridas, que naturalmente estão predispostas à ação dos processos erosivos, tendo em vista a predominância de superfícies desnudas, chama-se a atenção para o escoamento torrencial que por natureza é violento e com capacidade suficiente para arrastar os detritos que caracterizam a carga sólida que chega às planícies do rio principal e de seus tributários e consequentemente no reservatório.

Na região do Piranhas-Açu, naturalmente afetada pelas estiagens, a degradação ambiental cada vez mais tende a se agravar com o desmatamento, as queimadas, a retirada de lenha para os fornos das cerâmicas, tem grande impacto no aumento das enxurradas, desencadeando com eficiência o transporte de detritos e sedimentos para o reservatório.

5.1.18.1. IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE

Pelos estudos já realizados, a biota das águas nos reservatórios situados ao longo da bacia hidrográfica Piranhas-Açú está submetida a uma série de variados impactos decorrentes das atividades humanas nos quais pode-se citar:

- Poluição, contaminação e introdução de substâncias tóxicas;
- Introdução de espécies exóticas predadoras;
- Remoção da vegetação ciliar em rios, represas e açudes;
- Construção de novas represas;
- Atividades excessivas de pesca;
- Aumento do material em suspensão na água devido a atividades agrícolas;
- Uso excessivo de equipamentos de recreação;
- Deterioração da margem de rios, represas e açudes;
- Remoção e destruição de áreas alagadas;
- Eutrofização excessiva;
- Alteração na flutuação do nível da água e interferência no sistema hidrológico;
- Remoção de espécies de grande importância na rede alimentar;
- Desmatamento em geral e perda da vegetação inundável;
- Intensificação das atividades de mineração; e
- Alterações nas condições químicas e físicas das águas (qualidade da água) – temperatura, oxigênio dissolvido, pH (por acidificação), nutrientes (por eutrofização).

De acordo Petts (1984), os impactos causados em rios represados podem ser vistos em três ordens: a que ocorre simultaneamente com o represamento; a que se dá com as modificações locais; e a que pode refletir em todas as mudanças da primeira e da segunda ordem, de forma que, a vida aquática poderá ser influenciada pelas mudanças da comunidade biótica de onde provém o suprimento alimentar.

Nesse sentido, o represamento do rio afastou a população ribeirinha, mas favoreceu a entrada das agroindústrias e a difusão da cultura irrigada. O deslocamento da população do município de São Rafael, para que suas terras fossem inundadas marcou a vida de muitas famílias, gerando problemas de ordem social e econômica.

Assim, com a nova forma de exploração da terra se agravaram ainda mais os problemas ambientais, acelerando a erosão e, consequentemente, causando o desgaste do solo, que diante das condições de vulnerabilidade do meio tem dificuldades de restabelecimento. Nesse

sentido, conforme Ramalho e Guerra (1995), os efeitos da erosão acelerada são muito mais fortes, uma vez que, as características físicas da região não oferecem muita resistência à interferência antrópica, pois em áreas de pouca ocupação os elementos naturais têm sido responsáveis pelo surgimento de processos erosivos.

Diante dos fatos expostos observa-se que os efeitos dos impactos com o barramento do rio Piranhas Açu são de uma magnitude muito mais abrangente tanto no contexto ambiental como socioeconômico, tendo em vista os impactos causados ao meio físico, biótico e humano.

Com as mudanças ocasionadas pela construção do reservatório, tendo em vista as condições da vulnerabilidade do meio físico, onde a barragem foi construída, esses impactos são muito mais relevantes, uma vez que a intensidade da erosão, nas áreas semiáridas, é consideravelmente forte.

Nesse sentido, o processo se agrava ainda mais em decorrência das queimadas, do desmatamento, da mineração e da agroindústria, tendo em vista que essas atividades humanas tendem a acelerar a erosão e aumentar o risco de assoreamento das calhas de drenagem e do reservatório. Considerando os aspectos climáticos de regiões semiáridas, caracteristicamente afetadas por longo período de estiagem, as alterações ambientais tendem a ser mais visíveis, principalmente quando o homem interfere, uma vez que, essas áreas representam fragilidades para degradação - fenômeno decorrente da devastação da cobertura vegetal principalmente e da erosão acelerada.

No âmbito desta questão, acredita-se que a problemática do vale do Açu, assim como toda sua bacia, necessita da integração da questão ambiental nos planos de desenvolvimento.

5.2. MEIO BIOLÓGICO

5.2.1. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE TERRESTRE

5.2.1.1. FLORA

O estudo florístico e fitossociológico na Área Diretamente Afetada (ADA), forneceu informações sobre a estrutura das comunidades dessa área, além de apontar as afinidades entre espécies ou grupos de espécies, através dados qualitativos e quantitativos da estrutura da vegetação na área. O inventário Florestal cobriu os 425,49 hectares da ADA com amostragem em 26 unidades amostrais parcelas de 20 x 20 m (400 m²).

A área onde se localiza o empreendimento é caracterizada pela fisionomia de Caatinga, constituída pelo ecossistema semiárido, que recobre aproximadamente 910.000 km^2 do solo brasileiro, numa área que compreende o norte de Minas Gerais, se estendendo por todo nordeste até o estado do Maranhão. A vasta região semiárida do Nordeste do Brasil coincide, de modo geral, com o que se convencionou chamar de "polígono das secas", e fitogeograficamente é a região das "caatingas". É impossível falar dos seus recursos florestais sem referir a certos problemas fitogeográficos ligados à sua caracterização.

A Caatinga destaca-se por ser uma vegetação rala espinhosa, com espécies predominantemente caducifólias, submetidas à deficiência hídrica durante a maior parte do ano, em decorrência da baixa pluviosidade, má distribuição das chuvas, elevada taxa de evapotranspiração e baixa capacidade de retenção de água dos solos, em geral, rasos e pedregosos (ANDRADE LIMA, 1989). Essa condição de sazonalidade climática delimita duas estações bem definidas: uma estação chuvosa curta, que dura de três a cinco meses; e uma longa estação seca, que dura de sete a nove meses, podendo se estender por anos.

Veloso *et.al*. (1991) classificou essa vegetação presente na região semiárida do Brasil como Savana-estépica, onde predomina a Caatinga stricto sensu. Trata-se da tipologia vegetal de maior extensão no semiárido, individualizada pela presença de fanerófitas (árvores e arbustos) espinhosos de pequeno porte, caméfitos (planta vivaz que apresenta as gemas até

25 cm acima do solo) e, principalmente, pela elevada riqueza de terófitas (ervas que completam seu ciclo de vida na estação chuvosa) (BRASIL, 1983).

As tipologias que correspondem à Savana-estépica (Caatinga) ocupam cerca de 92% das áreas de floresta do Rio Grande do Norte (figura 5.2-1), segundo dados do SFB (2018). Sendo elas: Savana-estépica, Savana-estépica florestada e Savana-estépica arborizada.

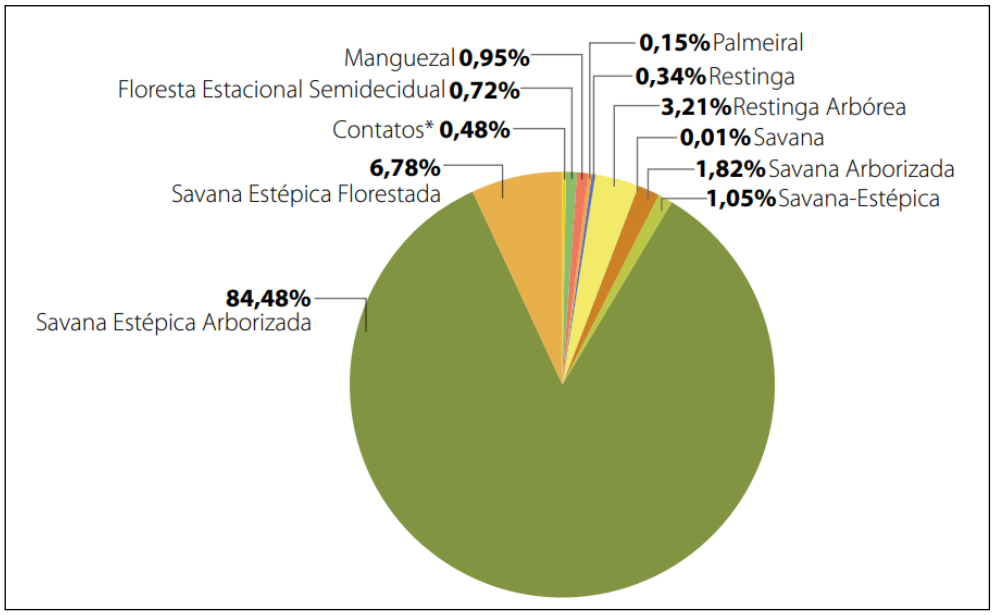


Figura 5.2-118. Proporção das tipologias de vegetação consideradas florestais no estado do Rio Grande do Norte. Fonte: SFB (2018).

5.2.1.1.2. VEGETAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETA DO EMPREENDIMENTO

A vegetação do Seridó é um tipo peculiar de Caatinga, constituída por uma formação herbáceo-lenhosa, cujas feição mais típica é representada por um estrato rasteiro composto principalmente de capim-panasco (*Aristida setifolia* H.B.K.), (Figura 5.2-2), além de arbustos e árvores de porte baixo ou médio (4 a 7 m). Tipicamente caducifólia, apresenta caráter xerófilo, com grande quantidade de plantas espinhosas, de esgalhamento baixo, com muitas cactáceas e bromeliáceas em algumas áreas. As principais espécies lenhosas encontradas na região do Seridó podem ser vistas na Tabela 5.2-1.



Figura 5.2-119. Vista geral da vegetação do Seridó, com elevada presença de capim-panasco (*Aristida setifolia* H.B.K.). Fonte: Acervo da Florescer, 2005.

Estas formações vegetais naturais se caracterizam pelas formas comuns de resistência à falta de água, podendo-se citar a redução da superfície foliar, transformação das folhas em espinhos, cutícula cerosa nas folhas, órgãos subterrâneos de reserva e, como característica mais importante e de maior ocorrência, a queda das folhas no período seco.

Tabela 5.1-46. Percentual de ocorrência das principais espécies lenhosas encontradas no Seridó-RN.

Espécie	Nome científico	% de ocorrência
Jurema preta	*Mimosa tenuiflora*	25
Marmeleiro	*Croton hemiargireus*	24
Pereiro	*Aspidosperma pirifolium*	22
Catingueira	*Caesalpinia pyramidadlis*	11
jurema branca	*Pithecolobium dumosum*	9
Mufubo	*Cobretum leprosum*	6
Faveleiro	*Cnidosculus phyllacanthus*	1
Outras	-	2

Fonte: Projeto PNUD/FAO/IBDF/BRA/87/007.

5.2.1.1.3. LEVANTAMENTO DA FLORA NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA) PELO EMPREENDIMENTO

A vegetação da Área Diretamente Afetada, corresponde aos limites da poligonal do Processo ANM nº 848.211/2003, com área de 425,49 hectares.

Fora a área antropizada, onde já existem as instalações desativadas do pátio industrial e da estocagem de minério e da infraestrutura administrativa (Figura 5.2-3), a vegetação encontrada na área se assemelha as das áreas de influência direta e indireta (AID e AII), diferenciando-se nas proximidades e encostas da Serra do Bonito, onde a vegetação apresenta um porte mais arbóreo, enquanto na AID e AII, predomina vegetação de porte arbustivo-arbóreo. No que se refere às espécies, há similaridade entre as áreas de influência, destacando o predomínio da catingueira, comum às áreas.



Figura 5.2-120. Vista geral da área consolidada do empreendimento. Fonte: Acervo da Florecer Projeto e Consultoria Ambiental.

5.2.1.1.3.1. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO NA ADA

A amostragem permitiu aferir, a partir de um número reduzido de medições, as características da população por meio de um conjunto de informações a respeito da estrutura horizontal e vertical da comunidade vegetal, como: abundância das espécies, diâmetro, área basal, altura, volumes individuais e/ou conjuntos, entre outras. Além dos parâmetros fitossociológicos como: frequência, abundância, dominância, índice de valor de importância, índice de valor de cobertura, e a diversidade florística medida através dos Coeficiente de Mistura de Jentsch, do índice de Shannon-Weaver, do índice de uniformidade de Pielou e do índice de Simpson.

O sistema de amostragem utilizada no inventário florestal foi Amostragem Aleatória, onde foram medidas 26 unidades amostrais (parcelas) de **20 x 20 m (400 m²)**, totalizando 10.400 m^2.

No que se refere ao nível de confiabilidade estatística do inventário florestal, o erro de amostragem foi de **20%** para uma probabilidade de **90%**. Este é o critério estatístico adotado para populações naturais heterogêneas como a caatinga.

5.2.1.1.3.2. DADOS DENDROMÉTRICOS COLETADOS

Para caracterização dos parâmetros técnicos, tendo em vista à elaboração do estudo da vegetação da área, foram coletados os seguintes dados dendrométricos:

- ✓ Levantamento das espécies arbustivas e arbóreas através do nome vulgar com posterior identificação do nome científico em bibliografia;
- ✓ Diâmetro na base (DNB), expresso em cm, medido a **0,30** m acima do nível do solo com suta finlandesa ou fita diamétrica (Figura 5.2-4A);

- ✓ Diâmetro no Peito (DAP), expresso em cm, medido a **1,30** m acima do nível do solo com suta finlandesa ou fita diamétrica (Figura 5.2-4B);
- ✓ Altura (H), expressa em m, estimada com aproximação de **0,50** m para árvores até **5,00** m de altura e de **1,00** m para árvores superiores a **5,00** m.

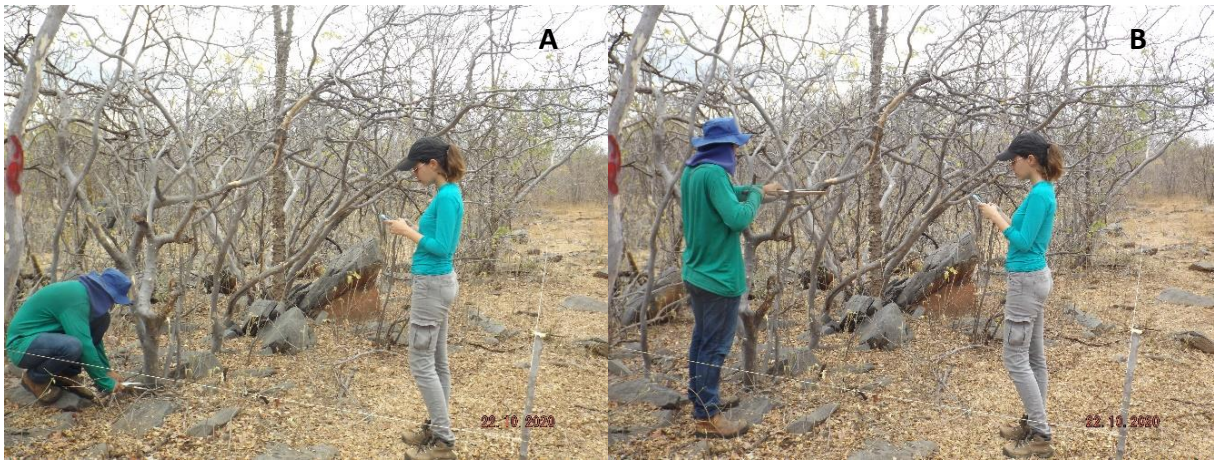


Figura 5.2-121. Medição do Diâmetro na Base (DNB) (A) e do Diâmetro a Altura do Peito (DAP) (B), utilizando suta finlandesa. Fonte: Acervo Florescer Projetos e Consultoria.

Adotou-se ainda, os seguintes critérios durante as medições:

- As árvores com bifurcação ao nível do solo, impossibilitando a medição do DNB, foram consideradas como árvores separadas;
- Foram medidas somente as árvores com DAP acima de **1,5** cm, sendo este o diâmetro mínimo utilizado para lenha;
- As espécies que não foram identificadas pelos mateiros e a equipe técnica, foram consideradas como árvores indeterminadas;
- As árvores mortas foram classificadas pelos nomes vulgares, porém identificadas como espécies “mortas”. O relatório de vitalidade das espécies permite identificar o estágio vegetativo da espécie, indicando se está viva, doente ou morta.

A Tabela 5.2-2, a seguir, apresenta as classes de diâmetro no peito (DAP) e área basal equivalente (ABP ou G) adotadas.

Tabela 5.2-47. Classes de áreas basais estabelecidas.

Classe	Classe na Suta (cm)	Classe de ABP (cm^2)	Amplitude de classe (cm^2)
I *	1,5 - 7,5	2 - 44	42
II**	7,5 - 10,5	44 - 87	43
III	10,5 - 12,5	87 - 123	36
IV	12,5 - 14,5	123 - 165	42
V	$\geq$ 14,5	$\geq$ 165	-

* Limite superior coincide com o diâmetro de "**garrafa**"
** Limite superior coincide com o diâmetro de "**litro**"

Para cada parcela ou unidade amostral, foi feita marcação com fita zebrada, enumeração e georreferenciamento, conforme a Figura 5.2-5.



Figura 5.2-122. Marcação feita nas parcelas com seu respectivo número. Acervo Florescer Projetos e Consultoria.

Os dados coletados em campo foram processados utilizando o Software denominado de Sistema de Informação Florestal (SIF).

5.2.1.1.4. RESULTADOS DO INVENTÁRIO FLORESTAL NA ADA

A tabela 5.2-3 abaixo apresenta o resumo do inventário florestal com a distribuição do potencial da vegetação por classes diamétricas e das principais variáveis em estudo.

Tabela 5.2-48. Resultado do estoque geral por classe de diâmetro.

Classe	N° Árv.	Nº Árv. (ha)	N° Árv. (%)	H méd. (m)	ABB (m^2/ha)	ABB*H (m^3/ha)	ABP (m^2/ha)	ABP*H (m^3/ha)	PV (t/ha)	PS (t/ha)	VR (m^3/ha)	VE (st/ha)	VE (%)
1	2.691	2.588	75,44	3,81	3,97	16,61	2,34	10,20	18,22	11,61	17,08	58,15	24,88
2	417	401	11,69	5,48	2,46	13,60	1,39	8,26	10,47	6,73	9,56	32,56	13,93
3	193	185	5,38	6,18	2,08	12,84	1,13	7,35	8,85	5,76	8,05	27,42	11,73
4	89	86	2,50	6,47	1,37	8,90	0,70	4,98	5,93	3,83	5,38	18,34	7,84
5	178	171	4,99	7,11	5,71	43,61	3,22	27,11	31,44	20,52	28,57	97,29	41,62
Total	**3.568**	**3.431**	**100,00**	**5,81**	**15,59**	**95,57**	**8,79**	**57,90**	**74,92**	**48,45**	**68,64**	**233,75**	**100,00**

Legenda: N° Árv. - Número de individuos medidas; N. Árv/ha – Número de Árvores por hectare; **N° Árv. (%)** - Número de Árvores (%); H méd. – Altura média; ABB – Área basal na base (0,30m); ABB*H – Volume cilíndrico na base; ABP – Área basal no peito (1,30 m); ABP*H - Volume cilíndrico no peito; PV – Peso verde; PS – Peso seco; VR – Volume Real; VE. – Volume empilhado; VE (%) - Volume empilhado em percentual.

Conforme inventário florestal da vegetação da área diretamente afetada pelo empreendimento, apresenta uma densidade de 3.431 ind.ha^{-1}, distribuídas em cinco classes diamétricas.

De acordo com essa distribuição, os indivíduos seguiram o arranjo típico do J-invertido encontrados em florestas inequiâneas. A primeira classe apresentou o maior número de indivíduos com 75,45% (2.588 ind./ha) do total, o que representa 24,88% do volume empilhado, indicando estágio inicial de sucessão. Resultado seguido pela classe 2 (401 ind./ha.), classe 3 (185 ind./ha), classe 4 (86 ind./ha) e, por fim, a classe 5 (171 ind./ha). As classes diamétricas 2 a 5, com 24,56% dos indivíduos, contém 75,12% do volume empilhado o que é bastante significativo. Destaque para a classe 5, com 4,99% dos indivíduos, apresenta 41,62% do volume empilhado (97,29 st/ha). A altura média encontrada para todas as árvores foi de 5,81 metros.

O resultado da área basal na base foi de 15,59 m²/ha e no peito 8,79 m²/ha, já o volume cilíndrico na base é de 95,57 m^3/ha e no peito, 57,90 m^3/ha. O peso verde acumulado foi de 74,92 t/ha, quando convertido para peso seco alcançou 48,45 t/ha, o que equivale a um volume real de 68,64 m³/ha. Quando convertido em volume empilhado, após aplicar o fator de empilhamento 3,40 st/m³, obtêm-se o volume de biomassa de 233,75 st/ha. O número de árvores medidas foi de 3.568 indivíduos.

5.2.1.1.4.1. ESTOQUE INDIVIDUAL POR ESPÉCIE

Os valores do estoque individual das espécies encontram-se na tabela 5.2-4, as 9 (nove) espécies de maior potencial de biomassa, somadas, apresentam 225,41 st/ha, que corresponde a 96,39% do volume empilhado. Destacando-se: angico, aroeira, catingueira, faveleira, jurema preta, marmeleiro, mofumbo, pereiro e quixabeira. Dentre estas, angico e catingueira somam um volume total de 159,72 st/ha, que corresponde a 68,30**%** do volume total empilhado.

No que se refere ao volume empilhado, a espécie que apresentou maior estoque de biomassa foi a catingueira, com 110,20 st/ha, equivalente a 47,13% do volume total, sendo bastante significativo em termos de produção de biomassa para a área.

Tabela 5.2-49. Valor do estoque florestal individual por espécie.

Nome	Nº Árv.	N° Árv. (ni/ha)	N° Árv. (%)	Altura (m)	ABB (m^2/ha)	ABP (m^2/ha)	ABB*H (m^3/ha)	ABP*H (m^3/ha)	PV (kg/ha)	PS (kg/ha)	VR (m^3/ha)	VE (st/ha)	%
Ameixa	4	4	0,11	3,38	0,01	0,00	0,06	0,02	25,67	16,95	0,02	0,08	0,03
Angico	263	253	7,37	6,94	2,17	1,48	17,37	11,98	16.612,45	11.462,59	14,56	49,52	21,18
Aroeira	13	12	0,36	9,46	0,53	0,40	5,96	4,57	4.749,67	3.134,78	4,24	14,40	6,16
Bugi	12	12	0,34	3,58	0,01	0,00	0,05	0,02	22,14	14,62	0,02	0,07	0,03
Carrasco	3	3	0,08	4,00	0,01	0,00	0,07	0,02	20,74	13,69	0,02	0,07	0,03
Catingueira	1846	1775	51,74	4,37	10,20	4,83	59,67	28,10	35.240,74	22.201,66	32,33	110,20	47,13
Faveleiro	12	12	0,34	6,88	0,30	0,24	3,25	2,75	3.630,54	2.397,25	3,38	11,51	4,92
Feijão bravo	1	1	0,03	8,00	0,03	0,02	0,24	0,18	231,27	152,71	0,22	0,73	0,31
Imburana	10	10	0,28	5,15	0,20	0,13	1,19	0,83	955,38	382,15	0,91	3,10	1,33
Jurema amorosa	1	1	0,03	7,00	0,00	0,00	0,02	0,01	11,17	7,37	0,01	0,04	0,02
Jurema branca	27	26	0,76	4,65	0,09	0,06	0,52	0,37	555,00	377,40	0,52	1,78	0,76
Jucá	3	3	0,08	5,00	0,02	0,01	0,12	0,07	99,23	63,51	0,08	0,27	0,12
Jurema preta	22	21	0,62	6,43	0,29	0,19	2,24	1,51	1.419,52	1.022,06	1,24	4,23	1,81
Maniçoba	1	1	0,03	2,00	0,00	0,00	0,00	0,01	7,18	4,74	0,01	0,02	0,01
Marmeleiro	801	770	22,45	3,58	1,31	0,59	5,45	2,55	4.481,57	3.002,64	4,59	15,66	6,70
Mofumbo	230	221	6,45	4,45	0,41	0,21	2,00	1,08	2.160,70	1.037,14	2,01	6,85	2,93
Mororó	127	122	3,56	3,70	0,19	0,10	0,76	0,37	547,60	405,22	0,50	1,69	0,72
Pereiro	144	138	4,04	3,33	0,64	0,34	3,05	1,78	1.897,18	1.265,42	1,88	6,41	2,74
Pinhão	16	15	0,45	4,19	0,04	0,02	0,19	0,12	152,48	100,69	0,14	0,48	0,21
Quixabeira	12	12	0,34	6,67	0,13	0,15	1,30	1,59	2.093,90	1.382,60	1,95	6,62	2,83
Velâme	20	19	0,56	3,85	0,01	0,01	0,04	0,02	32,32	21,34	0,03	0,10	0,04
Total	**3.568**	**3.431**	**100,00**	**5,08**	**16,59**	**8,79**	**103,56**	**57,93**	**74.946,46**	**48.466,53**	**68,66**	**233,75**	**100,00**

5.2.1.1.4.2. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA - ADA

Na tabela 5.2-5, são apresentados os dados da estrutura horizontal da cobertura vegetal da área para as 21 espécies registradas. As variáveis fitossociológicas estudadas, foram: frequência, abundância ou densidade, dominância, índice de valor de importância e índice de cobertura. Ademais, a frequência indica o número de parcelas em que as espécies ocorreram.

Tabela 5.2-50. Estrutura Horizontal da Vegetação na ADA.

Espécie	Nº Parc.	Nº Ind.	Ni/Ha	ABP (m²/ha)	FA (%)	FR (%)	DA (Ni/ha)	DR (%)	DoA (m²/ha)	DoR (%)	IVI (%)	IVC (%)
Ameixa	1	4	4	0,005	3,85	0,61	3,85	0,12	0,005	0,05	0,78	0,17
Angico	22	263	253	1,483	84,62	13,41	243,27	7,37	1,426	16,86	37,65	24,24
Aroeira	4	13	12	0,397	15,38	2,44	11,54	0,35	0,382	4,52	7,31	4,87
Bugi	2	12	12	0,004	7,69	1,22	11,54	0,35	0,004	0,05	1,62	0,40
Carrasco	2	3	3	0,004	7,69	1,22	2,88	0,09	0,003	0,04	1,35	0,13
Catingueira	25	1846	1775	4,825	96,15	15,24	1.706,73	51,73	4,640	54,89	121,86	106,62
Faveleiro	5	12	12	0,240	19,23	3,05	11,54	0,35	0,231	2,73	6,13	3,08
Feijão bravo	1	1	1	0,022	3,85	0,61	0,96	0,03	0,021	0,25	0,89	0,28
Imburana	3	10	10	0,134	11,54	1,83	9,62	0,29	0,129	1,53	3,65	1,82
Jurema amorosa	1	1	1	0,001	3,85	0,61	0,96	0,03	0,001	0,01	0,65	0,04
Jurema branca	7	27	26	0,058	26,92	4,27	25,00	0,76	0,055	0,66	5,68	1,41
Juca	2	3	3	0,011	7,69	1,22	2,88	0,09	0,010	0,12	1,43	0,21
Jurema preta	6	22	21	0,191	23,08	3,66	20,19	0,61	0,183	2,17	6,44	2,78
Maniçoba	1	1	1	0,003	3,85	0,61	0,96	0,03	0,003	0,03	0,67	0,06
Marmeleiro	23	801	770	0,588	88,46	14,02	740,38	22,44	0,565	6,69	43,15	29,13
Mofumbo	14	230	221	0,214	53,85	8,54	212,50	6,44	0,205	2,43	17,41	8,87
Mororó	13	127	122	0,096	50,00	7,93	117,31	3,56	0,092	1,09	12,57	4,65
Pereiro	21	144	138	0,339	80,77	12,80	132,69	4,02	0,326	3,85	20,68	7,87
Pinhão	6	16	15	0,024	23,08	3,66	14,42	0,44	0,023	0,27	4,37	0,71
Quixabeira	3	12	12	0,148	11,54	1,83	11,54	0,35	0,142	1,68	3,86	2,03
Velâme	2	20	19	0,006	7,69	1,22	18,27	0,55	0,006	0,07	1,85	0,63
Totais		**3.568**	**3.431**	**8,792**	**630,77**	**100,00**	**3.299,04**	**100,00**	**8,453**	**100,00**	**300,00**	**200,00**

Legenda: Nº Parc. - número de parcelas em que a espécie foi encontrada; Nº Ind. – número de indivíduos medidos; Ni/Ha – número de Árvores por hectare; ABP – Área basal no peito; FA – Frequência Absoluta; FR – Frequência Relativa; DA – Densidade Absoluta; DR – Densidade Relativa, DoA – Dominância Absoluta; DoR – Dominância Relativa; IVI – Índice de valor de Importância; e IVC – índice de Valor de Cobertura.

O levantamento resultou na medição de 3.568 indivíduos e 5.562 fustes, obtendo uma média de 3.431 ind/ha em 10.400 m² (1,04 ha) de área amostrada.

Analisando a estrutura horizontal da vegetação (Tabela 5.2-5) conclui-se que os resultados demonstram que o potencial da cobertura florestal está definido em função de 12 espécies: angico, aroeira, catingueira, faveleira, jurema branca, jurema preta, marmeleiro, mofumbo, mororó, pereiro, pinhão e quixabeira. Este resultado indica que a estrutura horizontal da vegetação é formada, principalmente, por doze espécies que totalizam 90,85% da frequência, 98,43% da densidade, 97,84**%** da dominância, 95,71% do IVI total e 98,14% do IVC total. Estas 12 espécies, portanto, correspondem ao maior potencial para exploração.

Quanto à dispersão das espécies ao longo das 26 parcelas, destacaram-se: angico, ocorrendo em 22 parcelas; catingueira, em 25; marmeleiro, em 22; pereiro, em 21; e o mofumbo, em 14 parcelas.

5.2.1.1.4.3. RIQUEZA E DIVERSIDADE FLORÍSTICA

O índice de diversidade florística de Shannon-Wiener (H') para a Área Diretamente Afetada foi de 1,537 nats/ind, confirmando elevada diversidade de espécies para a área em questão. Vale salientar que quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade.

Para o Índice de Equabilidade ou Uniformidade de Pilou "J", o valor foi de 0,62, isto significa que a diversidade na área amostrada foi maior do que 60% da máxima possível.

O Índice de Dominância de Simpson (C) mediu 0,67, ou seja, quanto mais próximos de 1 (um) esteja o valor, maior será considerada a diversidade.

O Quociente de Mistura Jentsch (QM) foi obtido a partir da análise do total de indivíduos encontrados através da amostragem, resultando em 3.568 árvores distribuídas em 21 espécies. Estes dados forneceram um Quociente de Mistura de 0,0005885 (1:170), significa

que a condição de mistura da cobertura vegetal na área amostrada, indica, para cada nova espécie que surge, é necessário medir 170 novos indivíduos.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5.2-6, apresenta o resumo dos índices de diversidade da área de influência diretamente afetada (ADA).

Tabela 5.2-51. Resumo dos Índices de diversidade da Area de Influência Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, Jucurutu/RN.

Vegetação	N	S	H'	J	C	QM
Geral	3.568	21	1,537	0,62	0,67	1:170

Legenda: N = n° de indivíduos amostrados, S = espécies encontradas, H' = índice de Shannon-Weaver, J = Índice de Uniformidade de Pielou, C = Índice de Simpson e QM = Coeficiente de Mistura de Jentsch

5.2.1.1.4.4. PRODUÇÃO MADEIREIRA

A produção madeireira da área se restringirá ao volume de madeira encontrado, para o qual será medida em função em que a área for sendo explorada para as atividades minerárias. A exploração da vegetação necessitará de autorização e de reposição florestal ao equivalente ao volume da área onde houver a supressão para extração mineral.

A previsão de produção da área, será em função da área a ser explorada e do rendimento por hectare, conforme dados expostos na Tabela 5.2-7.

Tabela 5.2-52. Resultado da produção madeireira do empreendimento.

Item	Unidade	Quantidade
Área da ADA	ha	425,49
Rendimento	st/ha	233,75
Estoque	st	99.458,29
Poder calorífico total	mcal	117,93 x 10^6

* 1st = 1.789 mcal

5.2.1.1.4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA, FÓRMULAS E MEMÓRIA DE CÁLCULO

A análise estatística dos resultados do inventário florestal se deu em função do volume real e empilhado por parcela e por hectare para as 26 parcelas amostradas (Tabela 5.2-8).

A análise do inventário se deu conforme critérios e parâmetros estabelecidos pela norma que determina um erro de amostragem pré-estabelecido de 20% para probabilidade de 90%.

Tabela 5.2-53. Resultado da análise estatística do volume real e empilhado para 26 parcelas amostradas.

Descrição	Parcela	V.Real/m³	V.Real/ha	V.Emp./m³	V.Emp./ha	%
1	106	0,81	20,37	2,78	69,39	1,14
2	92	3,12	78,08	10,64	265,90	4,37
3	151	1,85	46,14	6,28	157,03	2,58
4	120	1,71	42,69	5,81	145,32	2,39
5	86	1,92	47,93	6,53	163,13	2,68
6	130	2,06	51,47	7,01	175,28	2,88
7	116	1,47	36,65	5,00	124,96	2,06
8	123	1,89	47,36	6,45	161,32	2,65
9	141	2,12	53,05	7,23	180,64	2,97
10	123	3,10	77,40	10,54	263,49	4,33
11	115	6,90	172,50	23,50	587,56	9,66
12	196	3,65	91,20	12,42	310,55	5,11
13	165	2,67	66,66	9,08	227,11	3,74
14	262	2,67	66,75	9,09	227,32	3,74
15	135	2,60	65,12	8,88	221,91	3,65
16	87	2,51	62,78	8,56	214,01	3,52
17	94	0,98	24,47	3,33	83,30	1,37
18	91	3,22	80,56	10,96	273,98	4,51
19	136	5,58	139,44	18,99	474,65	7,81
20	180	3,16	78,92	10,76	269,12	4,43
21	117	4,31	107,72	14,69	367,16	6,04
22	123	2,17	54,33	7,40	185,04	3,04
23	176	3,74	93,49	12,73	318,21	5,23
24	100	1,30	32,60	4,44	110,99	1,83
25	228	3,04	75,98	10,36	258,89	4,26
26	175	2,86	71,61	9,75	243,75	4,01
Somatório	3.568	71,41	1.785,23	243,20	6.079,97	100,00
Média	137	2,75	68,66	9,35	233,85	100,00
Variância		1,82	1.135,64	21,07	13.171,50	
Desvio Padrão		1,35	33,70	4,59	114,77	
Coeficiente de Variação		49,08	49,08	49,08	49,08	
Erro Padrão da Média		0,26	6,61	0,90	22,51	
Intervalo de Confiança Inferior		2,29	57,36	7,81	195,36	
Intervalo de Confiança Superior		3,20	79,96	10,89	272,33	
Erro de Amostragem %		16,46	16,46	16,46	16,46	
Erro de Amostragem absoluto		38,49	38,49	38,49	38,49	
Amostragem Necessária		18,00	18,00	18,00	18,00	
Variância da Média		0,07	43,57	0,81	505,36	
Variância da Média Relativa		92,42	92,42	92,41	92,41	
f = n/N	0,002447					
(1-f) ≥ 0,98 pop infinita	0,997553					
(1-f) < 0,98 pop. finita						
t = 1,71 - P/25 GL						

5.2.1.1.4.6. COORDENADAS DE LOCALIZAÇÃO DAS PARCELAS

A tabela 5.2-9, e Figura 5.2.6, que segue relaciona as parcelas inventariadas, na ADA, identificando suas respectivas coordenadas UTM de localização.

Tabela 5.2-54. Coordenadas de localização das parcelas na ADA.

Parcela	Longitude (X – E) m	Latitude (Y – N) m
01	723.526,00	9.349.582,00
02	724.399,00	9.350.882,00
03	723.607,00	9.351.021,00
04	723.441,00	9.350.802,00
05	723.275,00	9.349.758,00
06	722.404,00	9.350.063,00
07	723.161,00	9.350.633,00
08	723.919,00	9.349.795,00
09	723.255,00	9.350.118,00
10	724.269,00	9.350.681,00
11	724.213,00	9.349.696,00
12	724.623,00	9.349.835,00
13	723.902,00	9.350.051,00
14	723.788,00	9.350.204,00
15	723.833,00	9.350.390,00
16	724.057,00	9.350.006,00
17	724.251,00	9.350.074,00
18	724.222,00	9.350.292,00
19	724298,00	9.350.402,00
20	723.221,00	9.350.283,00
21	723.012,00	9.350.303,00
22	722.688,00	9.350.568,00
23	722.816,00	9.350.730,00
24	724.929,00	9.350.184,00
25	724.876,00	9.350.497,00
26	724.763,00	9.350.600,00

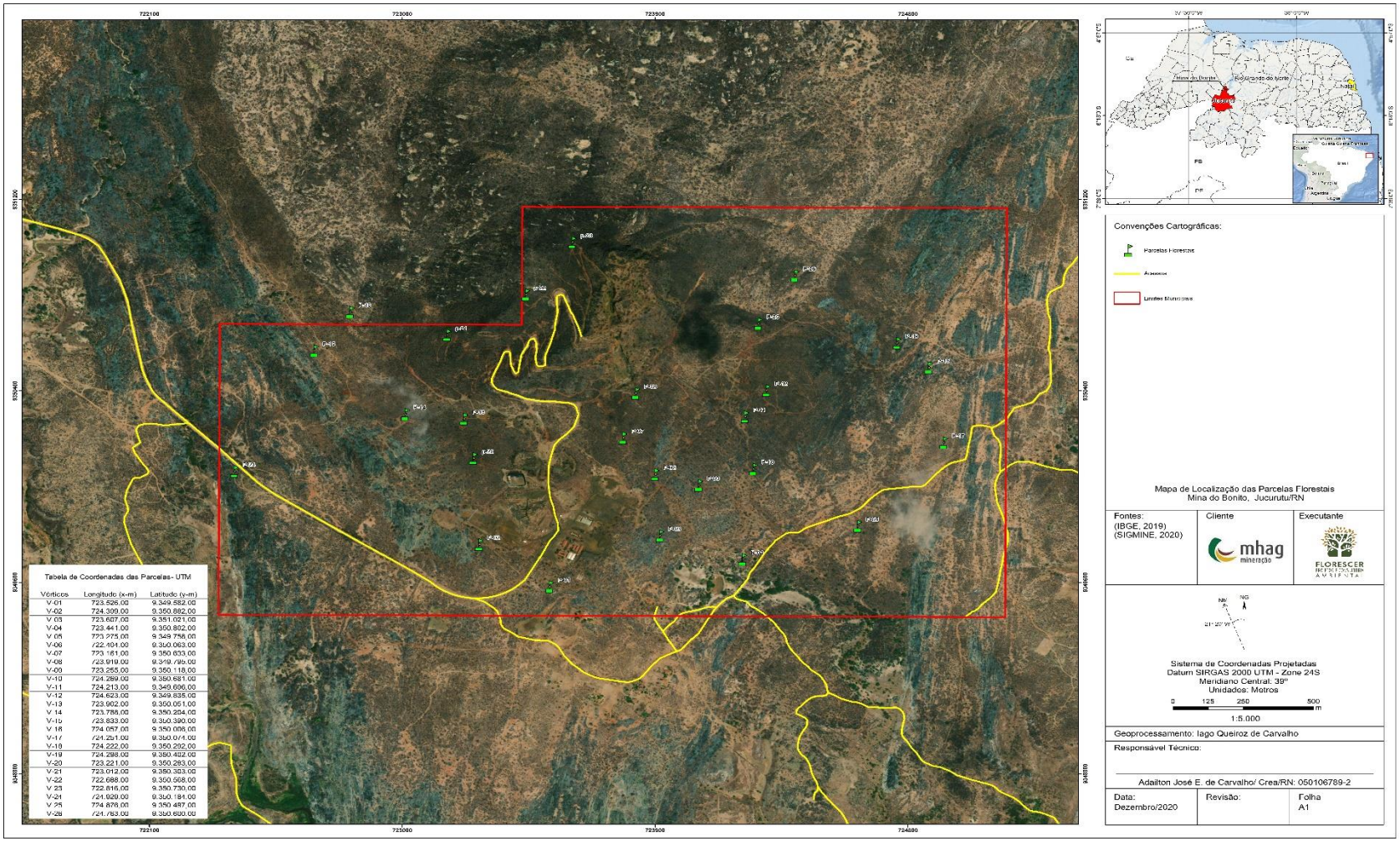


Figura 5.2-123. Mapa de Localização das Parcelas do Inventário florestal da Mina do Bonito

5.2.1.1.4.5. LISTA FLORÍSTICA - ADA

A composição florística na ADA é composta por 21 espécies, distribuídas em 18 gêneros e 9 famílias. As famílias mais representativas, foram: Fabacea, com 8 espécies; Euphorbiaceae, com 5 espécies; e Combretaceae, com 2 espécies; as demais apresentaram uma única espécie, conforme descrito na Tabela 5.2-10 abaixo.

Tabela 5.2-55. Lista das espécies encontradas na área de estudo.

Nome vulgar	Nome científico	Família
Ameixa	*Ximenia amaericana*	*Olacaceae*
Angico	*Anadenanthera colubrina*	*Fabacea*
Aroeira	*Myracrodruon urudeuva*	*Anacardiaceae*
Bugi	*Combretum laxum*	*Combretaceae*
Carrasco	*Cassia curvifolia*	*Fabaceae*
Catingueira	*Poicianella bracteosa*	*Fabaceae*
Faveleiro	*Cnidoscolus quercifolius*	*Euphorbiaceae*
Feijão Bravo	*Cynophalla flexuosa*	*Capparaceae*
Imburana	*Commiphora leptophloeos*	*Burseraceae*
Jurema amorosa	*Mimosa ophthaalmocentra*	*Fabaceae*
Jurema Branca	*Piptadenia stipulacea*	*Fabaceae*
Jucá	*Libidibia ferrea var. ferrea*	*Fabaceae*
Jurema preta	*Mimosa tenuiflora*	*Fabaceae*
Maniçoba	*Manihot carthagenensis*	*Euphorbiaceae*
Marmeleiro	*Cróton sonderianus*	*Euphorbiaceae*
Mofumbo	*Combretum leprosum*	*Combretaceae*
Mororó	*Bauhinia cheilantha*	*Fabaceae*
Pereiro	*Aspidosperma pyrifolium*	*Apocynaceae*
Pinhão bravo	*Jatropha mollissima*	*Euphorbiaceae*
Quixabeira	*Bumelia sertorum*	*Sapotaceae*
Velame	*Croton heliotropiifolius*	*Euphorbiaceae*

5.2.1.1.4.6. QUANTIDADE DE ESPÉCIES LEVANTADAS POR PARCELAS

A Tabela 5.2-11, mostra a quantidade de indivíduos de cada espécies, encontradas em cada parcela amostral na área.

Tabela 5.2-56. Quantidade de indivíduos de cada espécies encontradas em cada parcela amostral.

Item	Espécie	Parcelas																										
		P1	*P2*	*P3*	*P4*	*P5*	*P6*	*P7*	*P8*	*P9*	*P10*	*P11*	*P12*	*P13*	*P14*	*P15*	*P16*	*P17*	*P18*	*P19*	*P20*	*P21*	*P22*	*P23*	*P24*	*P25*	*P26*	*Total*
1	Ameixa	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*4*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*4*
2	Angico	2	3	20	0	14	17	3	5	11	41	49	49	4	2	2	0	1	17	14	2	0	1	0	2	3	1	*263*
3	Aroeira	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*2*	*8*	*0*	*0*	*2*	*13*
4	Bugi	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*12*
5	Carrasco	*2*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*3*
6	Catingueira	93	47	107	65	59	110	82	48	125	74	60	140	100	178	51	51	42	0	76	79	71	27	1	9	59	92	*1846*
7	Faveleiro	*3*	*0*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*2*	*3*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*3*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*12*
8	Feijão bravo	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	*1*
9	Imburana	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*5*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*4*	*0*	*0*	*0*	*0*	*10*
10	Jurema amorosa	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	*1*
11	Jurema branca	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	*2*	*0*	*0*	*0*	*0*	*12*	*1*	*0*	*1*	*8*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*2*	*0*	*27*
12	Juca	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*2*	*0*	*0*	*3*
13	Jurema preta	*0*	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	12	1	0	*22*
14	Maniçoba	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*
15	Marmeleiro	*0*	*19*	*1*	*3*	*2*	*0*	*13*	*44*	*0*	*4*	*3*	*2*	*31*	*48*	*23*	*15*	*30*	*39*	*17*	*96*	*25*	*73*	*156*	*31*	*105*	*21*	*801*
16	Mofumbo	*0*	*16*	*10*	*33*	*4*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*	*30*	*47*	*0*	*0*	*25*	*13*	*0*	*0*	*9*	*6*	*5*	*29*	*2*	*230*
17	Mororó	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*11*	*0*	*0*	*0*	*0*	*5*	*5*	*3*	*0*	*10*	*0*	*1*	*0*	*2*	*13*	*6*	*4*	*5*	*6*	*56*	*127*
18	Pereiro	*5*	*2*	*10*	*9*	*6*	*2*	6	12	5	2	0	0	10	0	7	2	9	6	14	1	2	0	1	32	0	1	*144*
19	Pinhão	*1*	*5*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*2*	*4*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*3*	*0*	*16*
20	Quixabeira	*0*	*0*	*0*	*9*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*2*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	*12*
21	Velâme	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*1*	*0*	*0*	*19*	*0*	*20*
	Total	***106***	***92***	***151***	***120***	***86***	***130***	***116***	***123***	***141***	***123***	***115***	***196***	***165***	***262***	***135***	***87***	***94***	***91***	***136***	***180***	***117***	***123***	***176***	***100***	***228***	***175***	***3.568***

5.2.1.2. FAUNA

O levantamento da fauna para este estudo, abrangeu os invertebrados e vertebrados, incluindo os grupos de herpetofauna (anuros e répteis), avifauna e mastofauna (médios e grandes mamíferos), bem como a comunidade do ambiente aquático.

Para o inventário dos grupos faunísticos foi realizado um levantamento em campo, igualmente divididos entre as áreas do estudo (ADA e AID). Os resultados foram utilizados para verificar a eventual ocorrência de espécies migratórias, raras, endêmicas e/ou ameaçadas de extinção, além das indicadoras de qualidade ambiental. Também foi verificada a presença de táxons invasores, cinergéticos, de relevância epidemiológica e de importância econômica para a região.

O levantamento permitiu que fosse avaliados os possíveis impactos gerados à fauna local, bem como as medidas de controle e mitigação mais adequadas à estrutura e composição das comunidades locais.

5.2.1.2.1. DADOS SECUNDÁRIOS

5.2.1.2.1.1. INVERTEBRADOS

A grande maioria dos pesquisadores consultados e as informações retiradas da literatura, indicam a Caatinga como o ambiente menos conhecido para todos os grupos de invertebrados. Irene Knysak, do Instituto Butantan, classificou como “nenhum” o grau de coleta e de conhecimento sobre o bioma Caatinga, e como ruim o grau de coleta e de conhecimento sobre a região Nordeste (Brandão et al., 2000).

O maior grupo animal da Terra são os insetos, muitas espécies desta classe são consideradas pragas agrícolas e urbanas, outras polinizadoras (Trindade et al., 2004), também possuem importantes funções ecossistêmicas, podendo atuar como decompositores, herbívoros, dispersores de sementes, predadores, parasitas, engenheiros do ecossistema, bem como presas para uma variedade de vertebrados e outros invertebrados (Whitford, 1996).

Para o bioma caatinga, as ordens mais representativas em relação à frequência foram: *Diptera, Hymenoptera, Trichoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera* e *Mecoptera* (Brandão et al., 2000).

5.2.1.2.1.2. HERPETOFAUNA

Devido a uma visão equivocada baseada em informações pouco representativas, a caatinga já foi considerada um bioma pobre quanto à herpetofauna, contudo, o aumento de inventários vem mostrando uma considerável riqueza faunística e casos de endemismo deste grupo (Vanzolini et al.,1980; Rodrigues, 2003). Atualmente, mais de 150 espécies de anfíbios e répteis são registradas para a caatinga, sendo 47 espécies de lagartos, 10 espécies de anfisbenídeos, 52 espécies de serpentes, 4 quelônios, 3 jacarés, 48 anfíbios anuros e 3 Gymnophionas, dos quais 27 são consideradas endêmicas (Rodrigues, 2003).

Por meio dos dados secundários foi possível registrar as seguintes espécies da herpetofauna: sapo-cururu (*Bufo marinus*), rã (*Leptodactylus ocellatus*), cobra-corre-campo (*Philodryas nattereri*), cobra-verde (*Philodryas olfersi*), cobra-coral-verdadeira (*Micrurus ibiboboca*), jararaca (*Bothrops jararaca*), cascavel (*Crotalus durissus cascavella*), teiú ou teju (*Tupinambis teguixin*), calango (*Tropidurus torquatus*), calanguinho (*Cnemidophourus occelife*), lagartixa (*Tropidurus hispidus*), camaleão (*Iguana iguana*), jabuti (*Geochelone carbonaria*), cágado-cabeçudo (*Phrynops tuberculatus*) e cágado-de-barbicha (*Phrynops geoffroanus*).

5.2.1.2.1.3. AVIFAUNA

Atualmente, reconhece-se a ocorrência de pelo menos 10.000 espécies de aves no mundo, sendo que cerca de 1.919 espécies ocorrem em território brasileiro, segundo dados publicados por Piacentini (2015). Tal riqueza faz o Brasil figurar entre os três (3) países com maior riqueza de aves no mundo e em posição estratégica na conservação deste grupo.

Silva et al (2003) relataram a presença de 510 espécies para a Caatinga, que é considerado um importante centro de endemismo para aves sul-americanas. Segundo o acervo do Portal WikiAves (WIKIAVES, 2018), no estado do Rio Grande do Norte são conhecidas 375 espécies e no município de Jucurutu, 27 espécies.

Por meio de dados secundários para o município de Jucurutu foram registradas 71 espécies, divididas em 32 famílias e 16 ordens. A ordem mais rica foi a dos Passeriformes, com 39 espécies. Nenhuma das espécies registradas é considerada ameaçada, seja em nível nacional ou global (IUCN, 2017). Várias espécies são consideradas endêmica do Brasil (WIKIAVES, 2018).

5.2.1.2.1.4.MASTOFAUNA

Os mamíferos terrestres são responsáveis por importantes funções e serviços ecossistêmicos, dentre eles, podemos destacar o controle de populações de herbívoros, e a dispersão de sementes grandes (Chiarello 1999; Terborgh et al. 2001; Cardillo et al. 2005; Galetti & Dirzo 2013; Sobral et al. 2017). Além disso, devido a questões estéticas, carismáticas e culturais, são espécies guarda-chuva de grande importância ou bandeira em ações de conservação (Linnell et al. 2000).

Um total de 14 espécies de mamíferos silvestres de médio e grande porte foi registrado na Caatinga do estado do Rio Grande do Norte, essas espécies pertencem a seis ordens e 10 famílias, sendo a ordem Carnívora a mais representativa, com oito espécies, seguida pela ordem Cingulata com duas espécies, e as demais ordens apresentaram uma espécie cada, dentre as famílias, *Felidae* foi a que apresentou o maior número de espécies. (Marinho et al., 2018)

Podemos destacar as espécies já registradas: (*Mazama gouazoubira*) Veado-catingueiro, (*Cerdocyon thous*) Cachorro-do-mato, (*Leopardus tigrinus*) Gato-do-mato-pintado, (*Leopardus pardalis*) Jaguatirica, (*Herpailurus yagouaroundi*) Gato-mourisco, (*Puma concolor*) Onça-parda, (*Procyon cancrivorus*) mão-pelada, (*Conepatus amazonicus*) Jaritataca, (*Galictis cuja*) Furão, (*Dasypus novemcinctus*) Tatu-galinha, (*Euphractus sexcinctus*) Tatu-peba, (*Tamandua tetradactyla*) Tamanduá-mirim, (*Sapajus libidinosus*) Macaco-prego, (*Didelphis albiventris*) Gambá-de-orelha-branca.

5.2.1.2.2. MÉTODOLOGIA

O levantamento da fauna terrestre na ADA e AID do empreendimento foi realizado considerando os aspectos qualitativos (riqueza de espécies), para todos os grupos em estudo, foi utilizado o método de foto documentação (Wursig & Jefferson, 1990), esse método possibilita identificar as espécies sem interferir, no comportamento do animal. Foram utilizados guias de campos específicos para cada grupo faunístico, câmera digital Canon EOS Rebel T6 com lente 75-300mm IS II e GPS Garmin.

5.2.1.2.2.1. INVERTEBRADOS

O principal grupo de invertebrados registrados na ADA, foram os artrópodes, a metodologia utilizada para identificá-los se deu por meio de observações *in situ,* onde foi

possível visualizar os indivíduos em diferentes formações vegetacionais. Os espécimes observados e registrados foram identificados ao menor nível taxonômico possível.

Para a identificação dos artrópodes foram utilizadas as referências contidas em Borror & Delong (1988), Carter (1992), Varela-Freire (1997) e Rocha Neto (2001).

5.2.1.2.2.2. HERPETOFAUNA

Para o levantamento da herpetofauna (répteis e anuros) foi adotada a técnica de busca ativa (Heyer et al., 1994), a qual foi aplicada nas margens de corpos d'água (Barragem Armando Ribeiro Gonçalves e açudes). Durante a realização dos percursos foram registradas todas as espécies identificadas por visualização.

5.2.1.2.2.3. AVIFAUNA

Para a amostragem da avifauna foi utilizado o método do transecto (BIBBY *et al.*, 1993). Este método consiste em percorrer um percurso previamente estabelecido, em uma velocidade constante (Tabela 5.2-12). Este método garante uma amostragem mais completa da riqueza de espécies, visto que você consegue percorrer diversas áreas amostrais.

Também foi utilizado o método de observação por ponto fixo para verificar as características e realizar o diagnostico faunístico da área em questão.

Tabela 5.2-57. Coordenadas do percurso feito na amostragem da avifauna, pelo método de transecto.

Início		Fim		Metros
Latitude	**Longitude**	**Latitude**	**Longitude**	
5°52'25.88"S	36°58'48.83"O	5°52'16.21"S	36°58'45.44"O	955 m
5°52'54.60"S	36°58'33.62"O	5°52'23.23"S	36°57'54.19"O	1.619 m
5°52'25.09"S	36°59'2.35"O	5°52'16.92"S	36°59'8.49"O	349 m
5°57'1.87"S	37° 2'31.73"O	5°52'45.12"S	36°58'52.15"O	15.601m

Além disso, os trajetos foram realizados dentro das estações amostrais, Tabela 5.2-13. As atividades foram realizadas ao amanhecer (6 h às 10 h) e ao entardecer (16 h às 19 h), período de maior atividade das aves. Os registros visuais foram compilados com o auxílio de binóculos e câmera fotográfica.

Tabela 5.2-58. Coordenadas dos pontos fixos de amostragem da avifauna.

Ponto Fixo	
Latitude	Longitude
5°51'27.70"S	36°59'1.60"O
5°51'5.75"S	36°59'13.55"O
5°50'42.45"S	36°59'16.38"O
5°52'35.59"S	36°58'28.68"O
5°52'50.29"S	36°58'31.75"O
5°52'40.64"S	36°59'1.42"O
5°52'30.33"S	36°59'11.05"O

5.2.1.2.2.4. MASTOFAUNA – MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE

Para amostrar os mamíferos de médio e grande porte foi utilizado o método não invasivo de busca ativa por animais e vestígios. Esta técnica não exige a captura e/ou coleta de espécimes, não sendo necessária a aplicação de métodos de marcação, eutanásia e conservação de material biológico.

- **Busca ativa por animais e vestígios**

O método consiste na procura por registros diretos (visualizações e vocalizações) e indiretos (pegadas, fezes, pelos, tocas, entre outros) através do percurso de trajetos irregulares em cada uma das áreas amostrais. As buscas foram conduzidas, pelo período diurno (6 h às 10 h) e (14 h às 19 h).

5.2.1.2.2.5. ENTREVISTAS

Para registrar mais informações, foi realizada entrevistas informais com moradores das comunidades de Lagoa Seca e Mutamba, estas duas comunidades se localizam no entorno do empreendimento, e alguns funcionários da empresa Mhag e Serviços e Mineração S/A. Vale ressaltar, as entrevistas por si só, não garantem a fidelidade dos dados e informações coletadas. Ela foi utilizada em conjunto com os métodos de coleta de dados para cada grupo faunístico específico, visando resultados fidedignos em que retratem realmente o universo no qual está inserido a área de estudo.

5.2.1.2.3. DIAGNÓSTICO FAUNÍSTICO

Para as áreas de influência do empreendimento (ADA, AID e AII) foi registrado uma riqueza de 109 espécies, incluindo os invertebrados, representado pelo grupo de artrópodes e vertebrados, incluindo os grupos de anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Dentre todos os grupos faunísticos, a maior diversidade foi representada pelas aves, com 60 espécies, chegando a 55% da diversidade total. A menor representatividade desse estudo foi nos grupos faunísticos da mastofauna e invertebrados, ambos com 16 espécies (Figura 5.2-7).

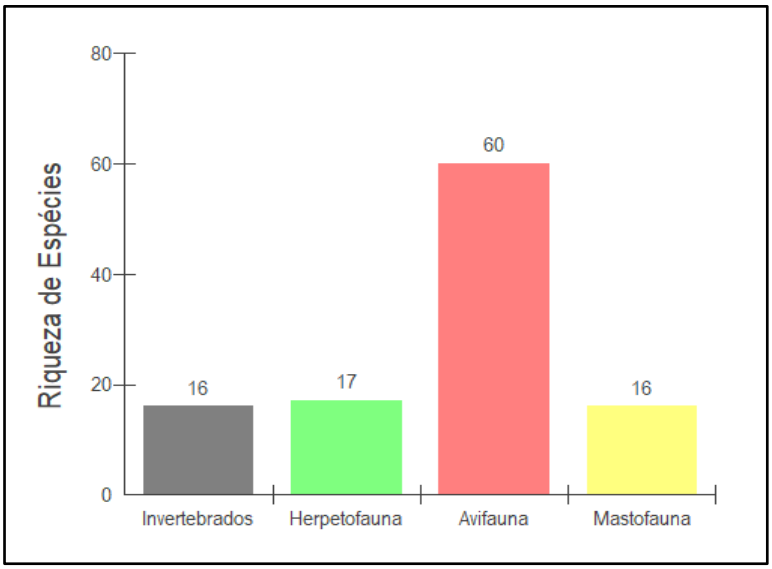


Figura 5.2-124. Gráfico da Riqueza de Espécies nas áreas de influência da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito.

5.2.1.2.3.1. INVERTEBRADOS

Nas áreas de influência do empreendimento foram identificadas 16 espécies de artrópodes, pouco representativa visto a abundância de espécies que esse grupo abrange, o período seco pode contribuir para a diminuição da abundância das espécies. Dentre os representantes, foram agrupadas 13 famílias, sendo as famílias Formicidae, Apidae, Buthidae com maior riqueza, ambas com 2 espécies registradas (Tabela 5.2-14).

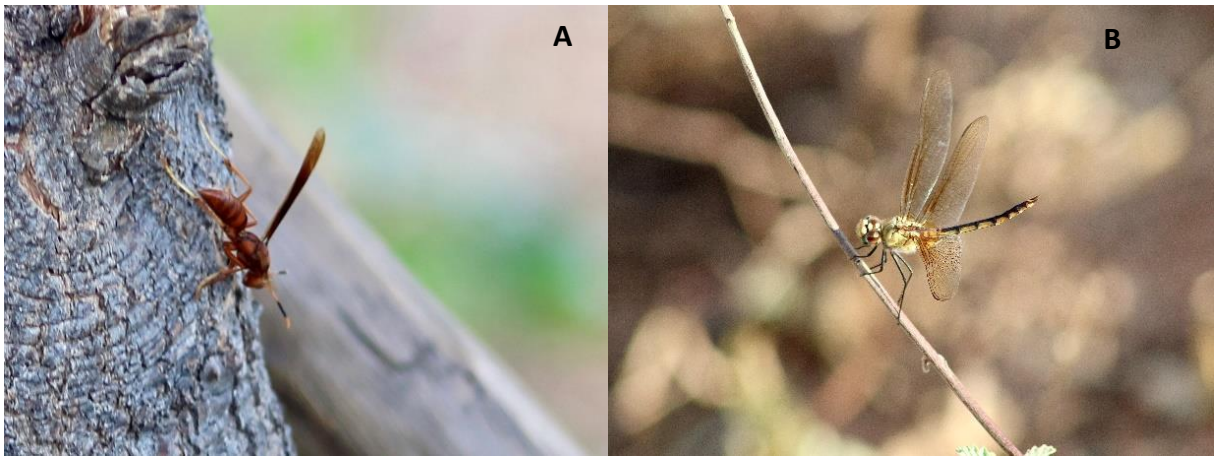


Figura 5.2-125. A. Marimbondo-cabloco (*Polistes canadensis*); B. Libélula (*Pantala flavescens*). Fonte: Acervo Próprio (2020).

Tabela 5.2-59. Invertebrados registrados na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado).

Táxon	Nome comum	Tipo de Registro	Grau de Ameaça MMA (2014)	Grau de Ameaça IUCN (2020)
Hymenoptera				
Família Vespidae				
Polistes canadensis (Linnaeus, 1758)	Marimbondo-cabloco	VI	NA	NA
Família Pompilidae				
Pepis formosa (Smith, 1855)	Cavalo-do-cão	VI	NA	NA
Família Formicidae				
Pogonomyrmex sp.	Formiga	VI	NA	NA
Atta opaciceps (Borgmeier, 1939)	Formiga-do-sertão	VI	NA	NA
Família Apidae				
Apis mellifera (Linnaeus, 1758)	Abelha-europeia	VI	NA	NA
Trigona spinipes (Fabricius, 1793)	Arapuá	VI	NA	NA
Orthoptera				
Família Acrididae				
Schistocerca pallens (Thunberg, 1815)	Gafanhoto	VI	NA	NA
Família Eumastocoidea				
Stiphra robusta (Mello-Leitão,1939)	Mané-magro	CI	NA	NA
Família Gryllidae				
Acheta domesticus (Linnaeus, 1758)	Grilo	VI	NA	NA

Tabela 5.2-60. Invertebrados registrados na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado). (Continuação)

Táxon	Nome comum	Tipo de Registro	Grau de Ameaça MMA (2014)	Grau de Ameaça IUCN (2020)
Arachnida				
Família Buthidae				
Tityus stigmurus (Thorell,1877)	Escorpião	CI	NA	NA
Tityus serrulatus (Lutz & Mello, 1922)	Escorpião-amarelo	CI	NA	NA
Diptera				
Família Muscidae				
Musca domestica (Linnaeus, 1758)	Mosca	VI	NA	NA
Família Culicidae				
Culex sp. (Linnaeus, 1758)	Mosquito	VI	NA	NA
Odonata				
Família Libellulidae				
Pantala Flavescens (Fabricius, 1798)	Libélula	VI	NA	NA
Araneae				
Família Theraphosidae				
Lasiodora klugi (Koch, 1850)	Arranha	VI	NA	NA
Isoptera				
Família Termitidae				
Cornitermes sp.	Cupim	VI	NA	NA

- **Espécies endêmicas**

O arapuá (*Trigona spinipes*), espécie endêmica do Brasil, produz mel que é armazenado em potes de cera, este mel é muito procurado, pois são atribuídas várias propriedades medicinais.

- **Espécies bioindicadoras**

Quanto a espécies com potencial função bioindicadora na região estudada, foi possível observar os cupins *(Cornitermes cumulans)*, esses animais são considerados indicadores de qualidade ambiental, e podem sofrer por alterações no seu habitat (BASU et al. 1996).



Figura 5.2-126. Cupim (*Cornitermes cumulans*). Fonte: Acervo Próprio (2020).

- **Espécies exóticas**

Podemos destacar a espécie exótica invasora de abelha-europeia *(Apis mellifera),* esse tipo de invasão pode gerar alguns impactos para a fauna silvestre local, como a competição com as abelhas nativas por pólen e néctar, levando vantagem sobre estas em função do maior tamanho, do maior raio de voo e da maior agressividade (Instituto Hórus, 2020).



Figura 5.2-127. Abelha europeia (*Apis mellifera*). Fonte: Acervo Próprio (2020).

- **Espécies em extinção**

Não foi possível registrar nenhuma espécie em algum grau de ameaça para a área estudada.

5.2.1.2.3.2. HERPETOFAUNA

No total, forma identificados 16 espécies de répteis e uma espécie de anfíbio foi registrada nas áreas de influência do empreendimento. Para esse grupo taxonômico foram registradas 11 famílias, pertencente a duas ordens, squamata e anura.

A família com maior expressividade em espécies foi a Teiidae, com 3 animais, teju, calango-verde e bico-doce. Não foi possível identificar nenhuma espécie em nível de ameaça, tanto nacionalmente quanto internacionalmente. Além disso, a maioria das espécies são de

ampla distribuição ecológica, podendo ser encontradas em praticamente todo os biomas terrestres brasileiros.

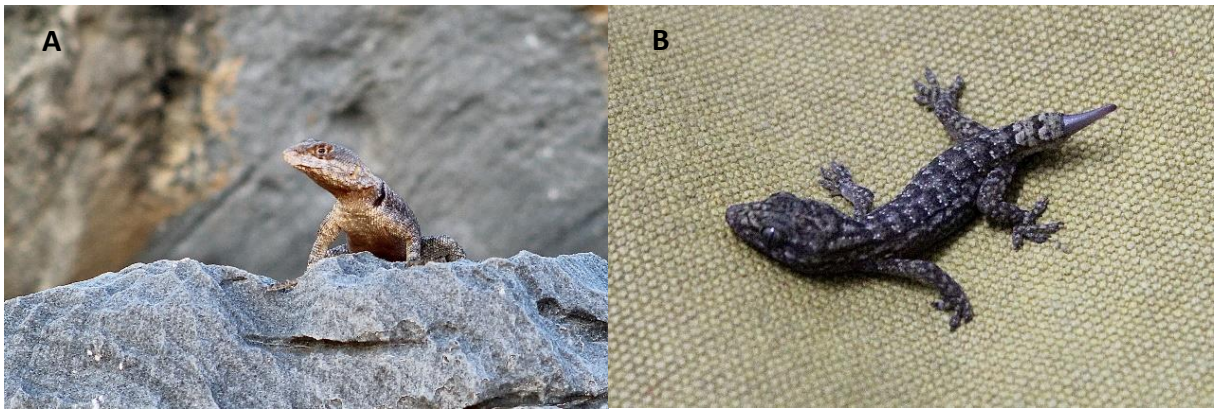


Figura 5.2-128. A. Lagartixa (Tropidurus hispidus); B. Briba-de-casa (Hemidactylus mabouia). Fonte: Acervo Próprio (2020).

Os animais peçonhentos presentes na área do empreendimento, foram registrados por meio de conversas informais com moradores das comunidades circunvizinhas do empreedimento, são eles: Coral-verdadeira (*Micrurus ibiboboca*), Cascavel (*Crotalus durissus*) e Jararaca-da-caatinga *(Bothrops erythromelas)*.

Tabela 5.2-61. Herpetofauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado).

Táxon	Nome comum	Tipo de Registro	Grau de Ameaça MMA (2014)	Grau de Ameaça IUCN (2020)
Squamata				
Família Gekkonidae				
Hemidactylus mabouia (Moreau de Jonnès, 1818)	Briba-de-casa	CI	NA	LC
Lygodactylus klugei (Smith, Martin & Swain, 1977)	Bibrinha-da-Caatinga	VI	NA	
Família Amphisbaenidae				
Amphisbaena vermicularis Wagler, 1824	Cobra-de-duas-cabeça	VI	NA	LC
Família Teiidae				
Ameiva ameiva (Linnaeus, 1758)	Bico-doce	CI	NA	LC
Ameivula ocellifera (Spix, 1825)	Calanguinho	VI	NA	LC
Salvator merianae (Duméril & Bibron, 1839)	Teju	CI	NA	LC
Família Iguanidae				
Iguana iguana (Linnaeus, 1758)	Iguana	VI	NA	LC
Família Tropiduridae				
Tropidurus hispidus (Spix, 1825)	Lagartixa	VI	NA	LC
Tropidurus semitaeniatus (Spix, 1825)	Lagarto-de-lajeiro	VI	NA	LC
Família Polychrotidae				
Polychrus acutirostris (Spix, 1825)	Calango-cego	CI	NA	LC
Família Dipsadidae				
Oxyrhopus trigeminus (Dúmeril, Bibron & Dúmeril, 1854)	Falsa-coral	VI	NA	LC
Philodryas nattereri (Steindachner, 1870)	Corre-campo	CI	NA	LC
Família Elapidae				
Micrurus ibiboboca (Merrem, 1820)	Coral-verdadeira	VI	NA	LC
Família Viperidae				
Crotalus durissus (Linnaeus, 1758)	Cascavel	CI	NA	LC
Bothrops erythromelas (Amaral, 1923)	Jararaca-da-caatinga	CI	NA	LC
Família Colubridae				
Oxybelis aenius (Wagler in Spix, 1824)	Cobra-cipó	CI	NA	LC
Anura				
Família Bufonidae				
Rhinella jimi (Stevaux, 2002)	Sapo-cururu	CI	NA	LC

- **Espécies endêmicas**

De acordo com as pesquisas realizadas em material técnico e científico, a serpente Jararaca-da-caatinga *(Bothrops erythromelas)* é a única espécie de jararaca endêmica do bioma caatinga, onde sua distribuição é restrita a alguns Estados do Nordeste. A identificação dessa espécie se deu através de um registro feito por funcionários da empresa, dias antes das nossas campanhas de campo, o animal foi encontrado na ADA do empreendimento (**Figura 5.2-12 A**).

Também foi possível registrar uma espécie endêmica da caatinga, o *Lygodactylus klugei* apresenta características típicas a esse bioma, como por exemplo as lamelas adesivas nos dedos e na cauda para garantir uma melhor aderência no substrato lenhoso (**Figura 5.2-12 B**).



Figura 5.2-129. A. Jararaca-da-caatinga (*Bothrops erythromelas*); B. bribinha-da-caatinga (*Lygodactylus klugei*). Fonte: Acervo Próprio (2020).

- **Espécies cinegéticas**

As espécies cinegéticas são aquelas que dispertam o interrese humano e que estimulam à caça, com interesse econômico ou apenas para consumo. Dentre as espécies registradas na área de influência, destacamos o teju (*Salvator merianae*), além do consumo de sua carne, esse animal também é bastante cobiçado por sua gordura “banha” para fins medicinais.

- **Espécies exóticas**

Com base nos dados coletados, podemos afirmar que a briba-de-casa (*Hemidactylus mabouia)* é a única espécie exótica na área de influência. A espécie causa alguns impactos ecológicos, como a competição com outras espécies de lagartos por espaço e alimento, bem como, predação de espécies nativas de invertebrados.

- **Espécies de Interesse ambiental**

Registrou-se, representantes da família Viperidae, animais com presença dos ofídios (serpentes), estes são elementos importantes para a manutenção e controle de populações de outros animais, como: pequenos mamíferos, anfíbios, aves e répteis.

5.2.1.2.3.3. AVIFAUNA

Neste estudo foram registradas 60 espécies de aves, distribuídas em 18 ordens, com maior riqueza de espécies a ordem Passeriformes. Além disso, foram contabilizadas 32 famílias, ressaltando a Columbidae com 7 espécies registradas, sendo possível verificar uma maior abundância da *Zenaida auriculata.* Não foi possível identificar nenhuma espécie em nível de ameaça, tanto nacionalmente quanto internacionalmente.



Figura 5.2-130. A. Seriema *(Cariama cristata);* B. Sabiá-do-campo (*Mimus saturninus);* C. Balança-rabo-de-chapéu-preto *(Polioptila plúmbea);* D. Quiriquiri (*Falco sparverius).* Fonte: Acervo Próprio (2020).

Tabela 5.2-62. Avifauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado.

Táxon	Nome comum	Tipo de Registro	Grau de Ameaça	
			MMA (2014)	IUCN (2020)
Cathartiformes				
Família Cathartidae				
Cathartes aura (Linnaeus, 1758)	Urubu-de-cabeça-vermelha	VI	NA	LC
Coragyps atratus (Bechstein, 1793)	Urubu-de-cabeça-preta	VI	NA	LC
Accipitriformes				
Família Accipitridae				
Rupornis magnirostris (Gmelin, 1788)	Gavião-carijó	VI	NA	LC
Geranoaetus albicaudatus (Vieillot, 1816)	Gavião-de-rabo-branco	CI	NA	LC
Heterospizias meridionales (Latham, 1790)	Gavião-caboclo	VI	NA	LC

Tabela 5.2-63. Avifauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado. (Continuação)

Táxon	Nome comum	Tipo de Registro	Grau de Ameaça	
			MMA (2014)	IUCN (2020)
Falconiformes				
Falconidae				
Caracara plancus (Miller, 1777)	Caracará	VI	NA	LC
Falco sparverius (Linnaeus, 1758)	Quiriquiri	VI	NA	LC
Cariamiformes				
Família Cariamidae				
Cariama cristata (Linnaeus, 1766)	Seriema	VI	NA	LC
Charadriiformes				
Família Charadriidae				
Vanellus chilensis (Molina, 1782)	Quero-quero	VI	NA	LC
Família Jacanidae				
Jacana jacana (Linnaeus, 1766)	Jaçanã	VI	NA	LC
Columbiformes				
Família Columbidae				
Columbina minuta (Linnaeus, 1766)	Rolinha-de-asa-canela	VI	NA	LC
Columbina talpacoti (Temminck, 1811)	Rolinha-roxa	VI	NA	LC
Columbina picui (Temminck, 1813)	Rolinha-picui	VI	NA	LC
Columbina passerina (Linnaeus, 1758)	Rolinha-cinzenta	VI	NA	LC
Patagioenas picazuro (Temminck, 1813)	Asa-branca	VI	NA	LC
Leptotila verreauxi (Bonaparte, 1855)	Juriti	VI	NA	LC
Zenaida auriculata (Des Murs, 1847)	Arribaçã	VI	NA	LC
Galbuliformes				
Família Bucconidae				
Nystalus maculatus (Gmelin, 1788)	Rapazinho-dos-velhos	VI	NA	LC
Psittaciformes				
Psittacidae				
Forpus xanthopterygius (Spix, 1824)	Tuim	CI	NA	LC
Eupsittula cactorum (Kuhl, 1820)	Periquito-da-caatinga	VI	NA	LC
Caprimulgiformes				
Caprimulgidae				
Nyctidromus albicollis (Gmelin, 1789)	Bacurau	VI	NA	LC
Cuculiformes				
Família Cuculidae				
Crotophaga ani (Linnaeus, 1758)	Anu-preto	VI	NA	LC
Guira guira (Gmelin, 1788)	Anu-branco	VI	NA	LC

Tabela 5.2-64. Avifauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado. (Continuação)

Táxon	Nome comum	Tipo de Registro	Grau de Ameaça	
			MMA (2014)	IUCN (2020)
Strigiformes				
Família Strigidae				
Athene cunicularia (Molina, 1782)	Coruja-buraqueira	VI	NA	LC
Apodiformes				
Família Trochilidae				
Chlorostilbon lucidus (Shaw, 1812)	Besourinho-de-bico-vermelho	VI	NA	LC
Piciformes				
Família Picidae				
Colaptes melanochloros (Gmelin, 1788)	Pica-pau-verde-barrado	VI	NA	LC
Passeriformes				
Família Cardinalidae				
Piranga flava (Vieillot, 1822)	Sanhaçu-de-fogo	CI	NA	LC
Cyanoloxia brissonii (Ridgway, 1901)	Azulão	CI	NA	LC
Família Dendocolaptidea				
Lepidocolaptes angustirostris (Vieillot, 1818)	Arapaçu-do-cerrado	VI	NA	LC
Família Furnariidae				
Pseudoseisura cristata (Spix, 1824)	Casaca-de-couro	VI	NA	LC
Família Passeridae				
Passer domesticus (Linnaeus, 1758)	Pardal	VI	NA	LC
Família Rhynchocyclidae				
Hemitriccus margaritaceiventer (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Sebinho-de-olho-de-ouro	VI	NA	LC
Família Tyrannidae				
Pitangus sulphuratus (Linnaeus, 1766)	Bem-te-vi	VI	NA	LC
Sublegatus modestus (Wied, 1831)	Guaracava-modesta	VI	NA	LC
Tyrannus melancholicus Vieillot, 1819	Suiriri	VI	NA	LC
Myiarchus tyrannulus (Statius Muller, 1776)	Maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado	VI	NA	LC
Fluvicola nengeta (Linnaeus, 1766)	Lavadeira	VI	NA	LC
Xolmis irupero (Vieillot, 1823)	Noivinha	VI	NA	LC
Família Turdidae				
Turdus rufiventris (Vieillot, 1818)	Sabiá-laranjeira	VI	NA	LC
Família Corvidae				
Cyanocorax cyanopogon (Wied, 1821)	Cancão	VI	NA	LC

Tabela 5.2-65. Avifauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; NA: não ameaçado. (Continuação)

Táxon	Nome comum	Tipo de Registro	Grau de Ameaça	
			MMA (2014)	IUCN (2020)
Família Polioptilidae				
Polioptila plumbea (Gmelin, 1788)	Balança-rabo-de-chapéu-preto	VI	NA	LC
Família Mimidae				
Mimus saturninus (Lichtenstein, 1823)	Sabiá-do-campo	VI	NA	LC
Família Troglodytidae				
Troglodytes musculus (Naumann, 1823)	Rouxinol	VI	NA	LC
Cantorchilus longirostris (Vieillot, 1819)	Garrinchão-de-bico-grande	VI	NA	LC
Família Thraupidae				
Lanio pileatus (Wied, 1821)	Tico-tico-rei-cinza	VI	NA	LC
Paroaria dominicana (Linnaeus, 1758)	Galo-de-campina	VI	NA	LC
Coereba flaveola (Linnaeus, 1758)	Cambacica	VI	NA	LC
Sporophila albogularis (Spix, 1825)	Golinho	VI	NA	LC
Família Icteridae				
Icterus pyrrhopterus (Vieillot, 1819)	xexéu-de-banana	VI	NA	LC
Agelaioides fringillarius (Spix, 1824)	Cajaca	VI	NA	LC
Icterus jamacaii (Gmelin, 1788)	Concriz	VI	NA	LC
Gnorimopsar chopi (Vieillot, 1819)	Graúna	CI	NA	LC
Molothrus bonariensis (Gmelin, 1789)	Vira-bosta	VI	NA	LC
Pelecaniformes				
Família Ardeidae				
Ardea alba (Linnaeus, 1758)	Garça-branca	VI	NA	LC
Egretta thula (Molina, 1782)	Garça-branca-pequena	VI	NA	LC
Ardea cocoi (Linnaeus, 1766)	Garça-parda	VI	NA	LC
Anseriformes				
Família Anatidae				
Amazonetta brasiliensis (Gmelin, 1789)	Marreco-pé-vermelho	VI	NA	LC
Coraciiformes				
Família Alcedinidae				
Chloroceryle amazona (Latham, 1790)	Martim-pescador-verde	VI	NA	LC
Galliformes				
Família Phasianidae				
Gallus gallus domesticus (Linnaeus, 1758)	Galinha	VI	NA	LC
Família Numididae				
Numida meleagris (Linnaeus, 1758)	Galinha-d'angola	VI	NA	LC

- **Espécies endêmicas**

Foi possível identificar 8 espécies endêmicas do Brasil: Cancão *(Cyanocorax cyanopogon)*, Galo-de-campina *(Paroaria dominicana),* Golinha *(Sporophila albogularis),* Concriz (*Icterus jamacaii),* Rapazinho-dos-velhos (*Nystalus maculatus),* Casaca-de-couro *(Pseudoseisura cristata*), Cajaca (*Agelaioides fringillarius*) e Garrinchão-de-bico-grande (*Cantorchilus longirostris)*. A maioria dessas espécies são originalmente típica do bioma caatinga, mas devido as alterações antrópicas, atualmente possui uma maior distribuição, ocorrendo nos biomas mata atlântica e cerrado (Ribeiro et al., 2017)



Figura 5.2-131. A. Garrinchão-de-bico-grande *(Cantorchilus longirostris);* B. Casaca-de-couro (*Pseudoseisura cristata);* C. Cajaca *(Agelaioides fringillarius);* D. Galo-de-campina (*Paroaria dominicana).* Fonte: Acervo Próprio (2020).

- **Espécies migratórias**

De acordo, com ICMBio (2016) estimasse 300.000 mil indivíduos da espécie arribaçã (*Zenaida auriculata*), tendo como área de reprodução a Serra João do Vale/Jucurutu, mais de 20 km de distância da área de influência indireta (AII) do empreendimento. No entanto, foi possível registrar a espécie na área de influência direta (AID) e indireta (AII).



Figura 5.2-132. Arribaçã *(Zenaida auriculata).* Fonte: Acervo Próprio (2020).

A movimentação da *Zenaida auriculata* no bioma da Caatinga, se dá em função do ciclo das chuvas, reunindo milhares de indivíduos para reprodução nos períodos de seca, quando há grande disponibilidade de sementes no solo (Azevedo-Júnior & Antas, 1990).

- **Espécies de interesse humano**

As espécies que despertam o interesse humano, podem ser classificadas em dois grupos: cinegéticas e canoras. As espécies cinegéticas são aquelas que estimulam à caça, com

interesse econômico ou apenas para consumo. Dentre elas, foi possível registrar na área de influência, 4 espécies de Rolinha do gênero Columbina: *C. minuta, C. talpacoti, C. passerina, C. picui*. Como também, a Juriti (*Leptotila verreauxi) e a Arribaçã (Zenaida auriculata).*

As espécies canoras são aquelas que devido aos cantos, cores vibrantes e beleza, despertam interesse como animais de estimação (Figura 5.2-16), dentre elas podemos destacar todos os representantes da Ordem Passeriformes e Psittaciformes, como por exemplo o Concriz (*Icterus jamacaii*) e o Periquito-da-caatinga (*Eupsittula cactorum*).



Figura 5.2-133. A. Periguito-da-caatinga (*Eupsittula cactorum*); B. Concriz *(Icterus jamacaii*). Fonte: Acervo Próprio (2020).

- **Espécies de interesse ambiental**

Essas espécies são conhecidas por desempenharem funções ecológicas importantes, como, dispersores de sementes, podemos citar o Galo-de-campina (*Paroaria dominicana)* Concriz (*Icterus jamacaii*) e Cancão *(Cyanocorax cyanopogon),* essas aves possuem preferência por frutas da região Nordeste, como por exemplo seriguela e caju. Outras espécies que se alimentam de fruta também possuem papel importante na dispersão de sementes.

Além disso, outra função ecológica importante é a polinização. Nesse grupo, podemos destacar o Beija-flor (*Chlorostilbon lucidus).*

Quanto as aves classificadas como controladoras de pragas, enfatizamos o Gavião-carijó *(Rupornis magnirostris)*, Carcará (*Caracara plancus)*, Quiriquiri (*Falco sparverius)* e Coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*).

Já as aves de pequeno porte que realizam o controle de pequenos artrópodes, répteis e anfíbios, ressalta-se as famílias Cuculidae e Tyrannidae. (**Figura 5.2-17 A**) As espécies que desempenham o consumo de material orgânico em decomposição são todos os representantes da Família Cathartidae. (**Figura 5.2-17 B**).

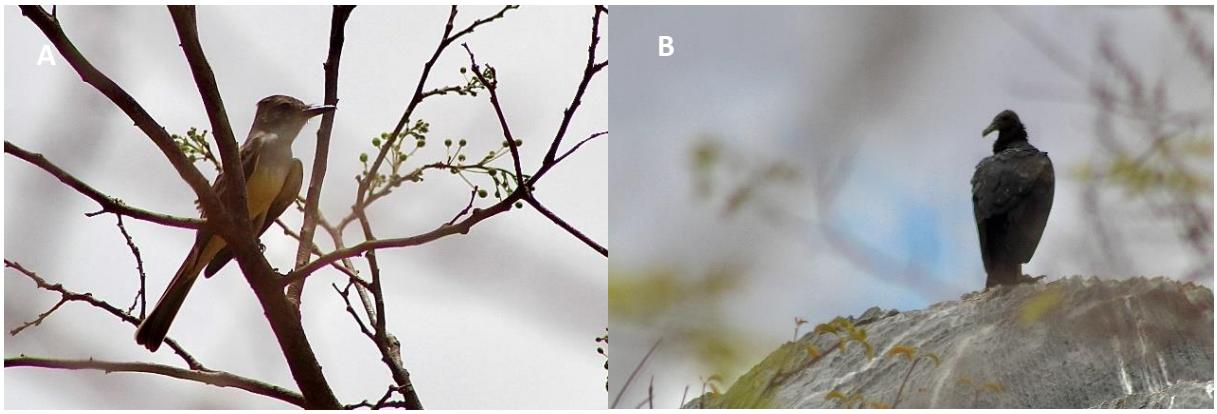


Figura 5.2-134. A. Maria-cavaleira-de-rabo-enferrujado (Myiarchus tyrannulus); B. Urubu-cabeça-preta (Coragyps atratus). Fonte: Acervo Próprio (2020).

- **Espécies exóticas**

Foi possível identificar três espécies exóticas na área estudada, o Pardal (*Passer domesticus*), Galinha (*Gallus gallus domesticus*) e Galinha d'angola *(Numida meleagris).* São aves cosmopolitas presentes em quase todos os continentes (Europa, Ásia, África e Américas).



Figura 5.2-135. Galinha (Gallus gallus domesticus) e Galinha-d'angola (Numida meleagris). Fonte: Acervo Próprio (2020).

5.2.1.2.3.4. MASTOFAUNA

Para esse grupo taxonômico foram registradas 10 famílias, pertencentes a 6 ordens. A ordem com maior expressividade em espécies foi a Carnivora, com 7 espécies. No total, foram identificadas 16 espécies da mastofauna nas áreas de influência do empreendimento, porém, acredita-se que a riqueza de espécies possa ser maior em períodos de chuvas.

Algumas espécies registradas na AID e AII do empreendimento são de ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrada em áreas alteradas de fácil adaptação a ambientes com alta interferência antrópica.

- **Espécies ameaçadas de extinção**

Com base na lista de animais, publicada na portaria n° 444, de 17 de dezembro de 2014, que apresenta o grau de ameaça das espécies que ocorre no território brasileiro, pode-se citar três (3) espécies registradas para mastofauna, Gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), classificado em perigo (EN), Gato-mourisco (*Puma yagouarondi*) classificado como vulnerável (VU) e uma espécie da Família Caviidae, o Mocó (*Kerodon rupestres*) também classificado como (VU).

- **Espécies cinegéticas**

O grupo taxonômico dos mamíferos é bastante cobiçado pela sua carne, por isso, a caça é um dos principais motivos para a diminuição desses indivíduos. Na área do empreendimento algumas espécies cinegéticas, foram classificadas: Veado-caatingueiro (*Mazama gouazoubira*), Tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), Mocó *(Kerodon rupestres*) *e* Préa (*Galea spixii).*



Figura 5.2-136. A. Mocó *(Kerodon rupestres); B*. Préa (*Galea spixii).*

- **Espécies exóticas e de interesse humano**

Na ADA, AID e AII do empreendimento, foi possível observar algumas espécies que não pertence à fauna silvestre brasileira (Figura 5.2-20), no qual, foram introduzidas pelo homem com intuito de produção de carne e consumo humano, como: Cabra (*Capra aegagrus hircus)* e boi (*Bos taurus*). No auxílio no transporte de cargas e pessoas, pode-se citar o jumento (*Equus asinus*) e cavalo (*Equus caballlus)*, e também foram encontrados animais de estimação, como o cachorro (*Canis familiaris*) e gato (*Felis catus*).



Figura 5.2-137. A. Jumento (*Equus asinus*)*;* B. Carneiro (*Ovis aries);* C. Vaca (*Bos taurus*)*;* D. Gato (*Felis catus*). Fonte: Acervo Próprio (2020).

Tabela 5.2-66. Mastofauna registrada na área da Empresa MHAG Serviços de Mineração S/A - Mina do Bonito. Tipo de Registro: VI: visual; CI: conversa informal. Grau de Ameaça: LC: pouco preocupante; VU: Vulnerável; EN: Em Perigo e NA: não ameaçado.

Táxon	Nome comum	Tipo de Registro	Grau de Ameaça	
			MMA (2014)	IUCN (2020)
Artyodactila				
Família Cervidae				
Mazama gouazoubira (Fischer, 1814)	Veado-catingueiro	CI	NA	NA
Família Bovidae				
*Bos taurus (*Linnaeus, 1758)	Boi	VI	NA	NA
Ovis aries (Linnaeus, 1758)	Carneiro	VI	NA	NA
Perissidactyla				
Família Equidae				
Equus caballlus (Linnaeus, 1758)	Cavalo	VI	NA	NA
Equus asinus (Linnaeus, 1758)	Jumento	VI	NA	NA
Didelphimorpha				
Família Didelphidae				
Didelphis albiventris (Linnaeus, 1758)	Timbu	CI	NA	NA
Xenarthra				
Família Dasipodidae				
Euphractus sexcinctus (Linnaeus,1758)	Tatu-peba	CI	NA	NA
Carnívora				
Família Canidae				
Canis familiaris (Linnaeus, 1758)	Cachorro doméstico	VI	NA	NA
Cerdocyon thous (Linnaeus, 1766)	Raposinha	CI	NA	NA
Família Mephitidae				
Conepatus semistriatus (Boddaert, 1785)	Tacaca	CI	NA	NA
Família Procyonidae				
Procyon cancrivorus (Cuvier, (1798)	Guaxinim	CI	NA	NA
Família Felidae				
Leopardus tigrinus (Schreber, 1775)	Gato-do-mato-pequeno	CI	EN	VU
Puma yagouarondi (É. Geoffroy, 1803)	Gato-mourisco	VI	VU	LC
Felis catus (Linnaeus, 1758)	Gato-doméstico	VI	NA	NA
Rodentia				
Família Caviidae				
Galea spixii (Wagler,1831)	Preá	VI	NA	NA
Kerodon rupestres (Wied-Neuwied, 1820*)*	Mocó	VI	VU	NA

5.2.1.2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O grupo da avifauna foi o que apresentou maior riqueza, possuindo espécies exóticas, migratórias, endêmicas, de interesse econômico e ambiental;
- Os demais grupos apresentaram uma baixa diversidade, porém, vale ressaltar que o período seco pode contribuir para a diminuição da abundância das espécies;
- Além da área de instalação do empreendimento, nas áreas vizinhas possuem comunidades sertanejas, que contribui para características antropizadas do ambiente;
- A presença de animais domésticos e de interesse humano na área do empreendimento contribui para a diminuição populacional de alguns representantes da fauna silvestre;
- Apesar de possuir áreas antropizadas, foi possível diagnosticar espécies importantes para a fauna silvestre brasileira;

Devido ao grande potencial faunístico em que a área da Mhag Serviços de Mineração S/A está inserida, se faz necessário estabelecer medidas que busque minimizar os impactos no que se refere à perda da biodiversidade e desequilíbrios populacionais na sua área de influência.

O PLANO DE MONITORAMENTO E CONSERVAÇÃO DA FAUNA SILVESTRE e o **PROGRAMA DE AFUGENTAMENTO, SALVAMENTO E RESGATE DE FAUNA** é indicado uma vez que haverá supressão vegetal e consequentemente afugentamento da fauna, além da intensa movimentação de máquinas e veículos na área do empreendimento durante as atividades minerárias, também ocasionará impactos na rotina dos animais, podendo inclusive resultar em acidentes.

Para tal fim, sabe-se que todos os empreendimentos geram impactos para a fauna com suas instalações, porém, se as ações mitigadoras forem bem executadas, não haverá perdas significativas. Além disso, é importante ressaltar, que não haverá apenas impactos negativos, para o ambiente, como também haverá efeitos positivos para as comunidades locais, e para os munícipios da região, em especial, Jucurutu, o Estado do Rio Grande do Norte e para o Brasil, visto que o minério de ferro é uma commoditie de extrema importância no cenário do país, sendo um dos maiores exportadores deste bem mineral no cenário mundial.

5.2.2. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE AQUÁTICO

O presente levantamento biológico, teve por objetivo caracterizar biologicamente os organismos aquáticos da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Para isso, foi feito levantamento da comunidade fitoplanctônica, zooplanctônica e bentônica, além da ictiofauna e das macrófitas aquáticas que estão presentes na área de influência da Mina do Bonito, Jucurutu/RN, onde se propõe atividades de mineração pela Mhag Serviços e Mineração S/A., bem como na extensão restante da barragem, já que o ecossistema aquático é integrado em toda sua complexidade.

5.2.2.1. METODOLOGIA

5.2.2.1.1. PONTOS AMOSTRAIS

A área amostral está inserida na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (ARG), bacia do rio Piranhas-Açu, localizada no Estado do Rio Grande do Norte, distrito de Oiticica II, a 2 km de Itajá e 13 km de Açu (figura 5.2-21). A Barragem ARG, por sua vez, abrange parte dos municípios de Jucurutu, São Rafael, Açu, Ipanguaçu e Itajá.

Para fazer o levantamento das comunidades aquáticas, foram escolhidos 08 (oito) pontos amostrais, nomeados de P01 a P08, na extensão de toda a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, estando o P01 localizado no extremo próximo da parede da Barragem (Itajá/RN), enquanto o P08 localizando-se a montante do Rio Piranhas-Açu (Jucurutu/RN). A figura 5.2-22, ilustra os pontos amostrais de coleta.

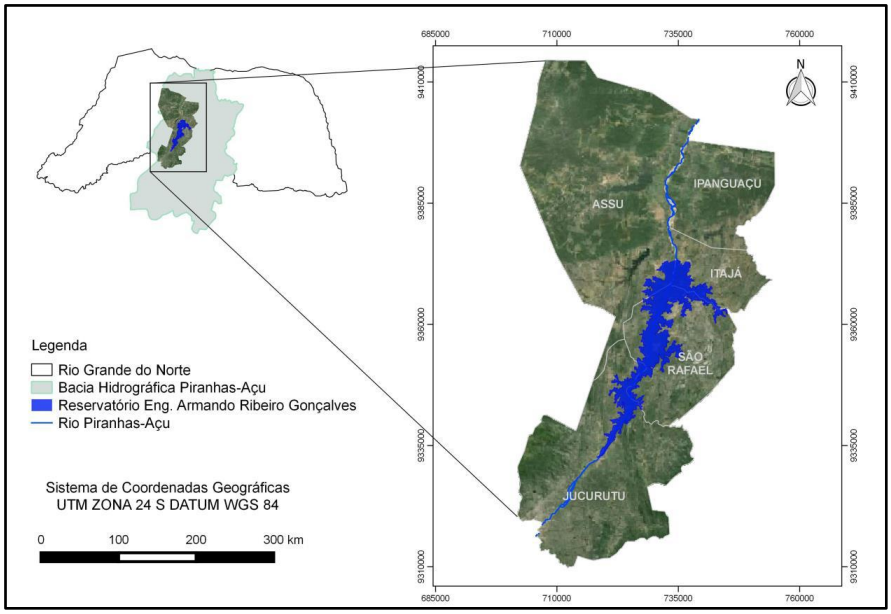


Figura 5.2-138. Localização da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, Rio Grande do Norte. Fonte: Medeiros, 2016.

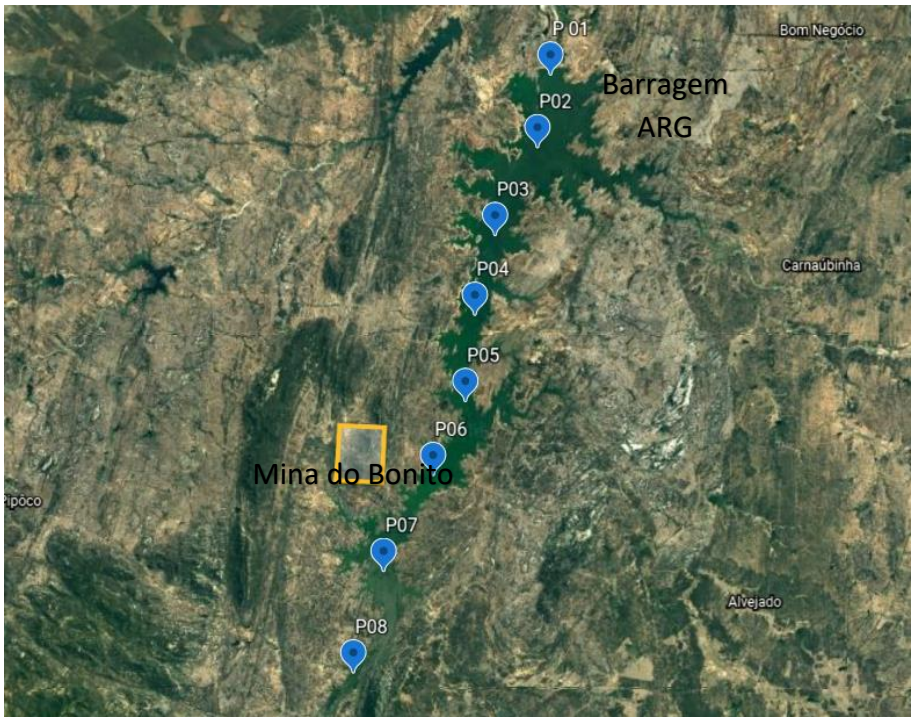


Figura 5.2-139. Pontos amostrais de coleta na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Fonte: Google Earth, 2020.

As coletas foram realizadas no mês de outubro de 2020. De acordo com o Relatório Gerencial de Reservatório da Searh (2020), a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves teve seu maior volume de água em 2020 no mês de julho, atingindo 65,23% de sua capacidade volumétrica. No mês de outubro, sua capacidade era de 59,13%.

A tabela 5.2-18 detalha as coordenadas geográficas de cada ponto amostral desse estudo.

Tabela 5.2-67. Coordenadas Geográficas dos pontos amostrais.

Ponto Amostral	Latitude	Longitude
P01	5º40’25’’S	36º53’08’’W
P02	5º42’34’’S	36º53’31’’W
P03	5º45’11’’S	36º54’47’’W
P04	5º47’34’’S	36º55’23’’W
P05	5º50’06’’S	36º55’41’’W
P06	5º52’19’’S	36º56’39’’W
P07	5º55’10’’S	36º58’07’’W
P08	5º58’12’’S	36º59’02’’W

5.2.2.1.2. COLETA DOS DADOS

O material fitoplanctônico foi coletado através de uma rede de arrasto de 20 µm de malha e fixado com solução de lugol acético em garrafas plásticas. A quantificação fitoplanctônica seguiu o método de Ütermol (1958) em microscopia ótica e equipamento fotográfico. A contagem dos indivíduos (células, colônias e filamentos) foi feita em transectos horizontais e verticais, contados em campos alternados. As populações foram identificadas, sempre que possível, em nível de espécie. O sistema de classificação adotado para as cianobactérias foram o de Komárek & Anagnostidis (1998).

Os organismos zooplanctônicos foram coletados através de arrastos horizontais realizados com uma rede de malha de 120 µm, e fixadas em solução de formol a 4%. Em laboratório, as análises qualitativas e quantitativas das amostras de zooplâncton foram realizadas através da utilização de um microscópio estereoscópico binocular e câmara de contagem Sedgwick-Rafter. Alguns espécimes foram fotografados por uma câmera digital de alta resolução.



Figura 5.2-140. Coleta planctônica com rede de arrasto horizontal. Foto: Juska Mendonça, 2020.

As amostras de sedimento foram coletadas utilizando-se uma draga do tipo Van Veen e acondicionadas em potes plásticos com formol a 8%. Em laboratório, os organismos bentônicos foram lavados em peneira com 40 µm de malha, triados e preservados em álcool a 70%. Os bentos foram identificados até o menor nível taxonômico possível através de um microscópio ótico com o aumento de até 40X. Para espécies bentônicas que habitam as margens das barragens (fora dos pontos escolhidos para a coleta), foram feitas contagens com auxílio de um quadrado de dimensões de 1m² para obtenção da densidade média desses organismos. Espécimes foram fotografados por câmera digital de alta resolução.



Figura 5.2-141. Coleta de material de fundo através da draga de Van Veen. Foto: Juska Mendonça, 2020.

Para o estudo da ictiofauna, foram acompanhadas pescas dos pescadores ribeirinhos, assim como entrevista com eles sobre os exemplares mais pescados. Foi feita uma visita ao Mercado Público de Jucurutu/RN, para entrevista dos feirantes sobre venda do peixe pescado na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves.

Para o estudo das macrófitas aquáticas, foi realizada uma investigação de campo as margens da Barragem, bem como observação de macrófitas flutuantes durante as coletas. Amostras foram fotografadas com câmera digital.

5.2.2.2. RESULTADOS

5.2.2.2.1. FITOPLÂNCTON

Dentre os componentes bióticos de ecossistemas de reservatórios, destaca-se a comunidade fitoplanctônica que é composta por assembleias de pequenos organismos cuja distribuição depende do movimento das águas (WETZEL, 2001). O conhecimento da dinâmica

destes microrganismos produtores primários é relevante por serem as flutuações em suas respectivas composições e biomassa, indicadores eficientes das alterações, sejam elas naturais ou antrópicas, nos ecossistemas aquáticos.

Sendo assim, essas comunidades são elementos centrais na elaboração de estudos visando o manejo ambiental e a capacidade de suporte do sistema (BOZELLI, 2003). Além da quantidade de nutrientes da água, outros fatores influenciam na composição e distribuição espacial e temporal do fitoplâncton, tais como: correntes, intensidade luminosa, temperatura e presença de substâncias tóxicas (CETESB, 2005).

Com objetivo de caracterizar a comunidade fitoplanctônica da Barragem EARG no mês de outubro de 2020, o presente diagnóstico faz uma abordagem sobre a importância desses organismos no ecossistema aquático como indicadora da qualidade de água, bem como seu protagonismo para os estudos de impacto sobre as atividades de mineração na Mina do Bonito.

Foram identificadas 3 (três) classes de Fitoplâncton durante o período de estudo: Cyanophyceae, Chlorophyceae e Bacillariophyceae, conforme apresenta a tabela abaixo:

Tabela 5.2-68. Classes de fitoplâncton da Barragem EARG, no período de outubro de 2020.

BACILLARIOPHYCEAE	CYANOPHYCEAE	CHLOROPHYCEAE
Aulacoseira sp.	Anabaena circinalis	Pediastrum sp.
Naviculla sp.	Planktothrix sp.	Volvox sp.
Coscinodiscus sp.	Cylindrospermum sp	Staurastrum sp
Cyclotella sp.	Microcystis sp.	
	Aphanizomenon sp.	

A Classe Cyanophyceae apresentou maior riqueza de espécie, o que é esperado para ecossistemas de barragens. Comumente conhecidas como cianobactérias, são organismos cosmopolitas e comuns em todos os habitats do planeta (KAEBERNICK & NEILAN, 2001).

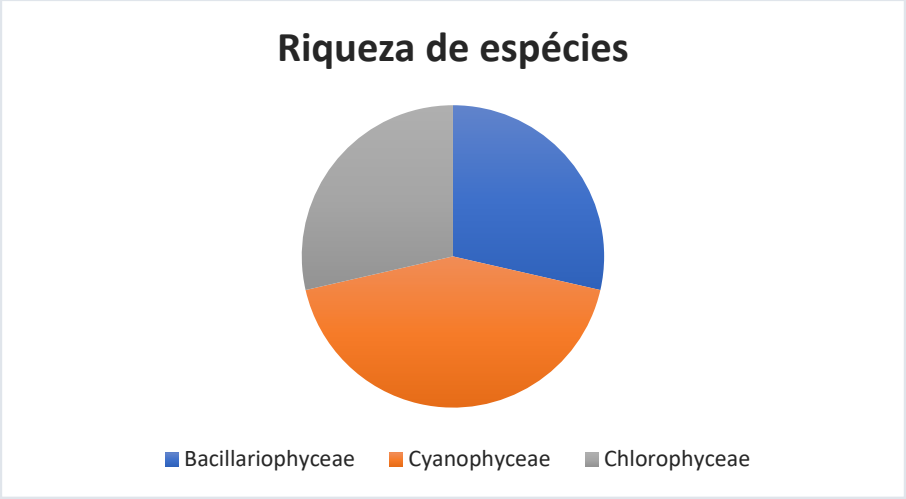


Figura 5.2-142. Gráfico da riqueza de espécies de fitoplâncton da Barragem EARG (out., 2020).

Por outro lado, a espécie que dominou dentre todos os pontos foi a espécie *Aulacoseira sp.,* seguida das cianobactérias *Microsystis sp.* e da clorofícea *Staurastrum sp.* (Figura 5.2-26).

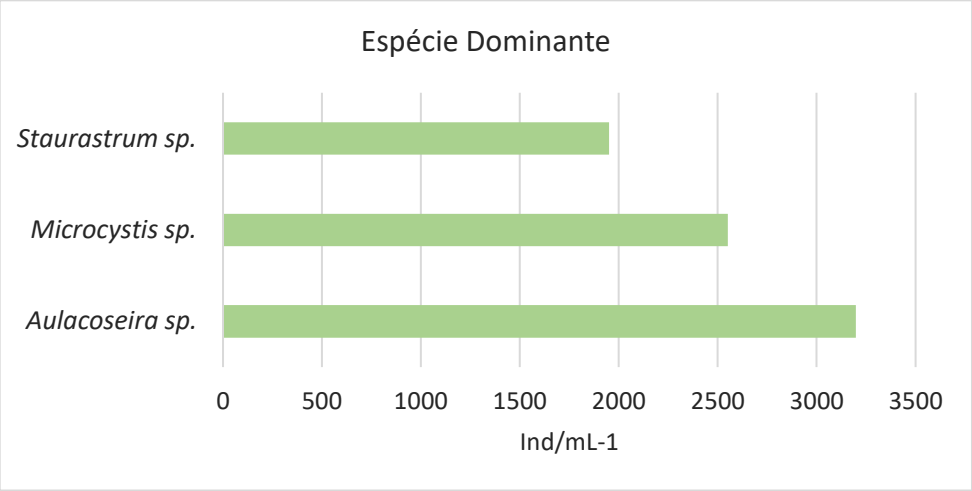


Figura 5.2-143. Gráfico das espécies fitoplanctônica de maior dominância da Barragem EARG (out. 2020).

O gênero *Aulacoseira* é exclusivo de águas continentais, possui ampla distribuição mundial (TREMARIN, 2012). Elas representam parcela importante do fitoplâncton de lagos, lagoas e rios com águas oligotróficas e eutrofizados (HAWORTH, 1988, DENYS et al., 2003).

Possuem hábito meroplanctônico, ou seja, encontram-se durante uma fase do ciclo de vida no plâncton e em outra fase no bento (BONDARENKO et al., 2006). No plâncton, algumas espécies destacam-se pela abundância e diversidade, sendo frequentes casos de florações (TORGAN, 1989).

Dentre os 08 pontos amostrais coletadas pelo presente estudo, a *Aulacoseira* sp. foi a espécie que teve maior dominância, exceto nos pontos P2 e P5, que foi dominada pela espécie de cianobactéria *Microcystis* sp., conforme é demonstrado na figura 5.2-27.

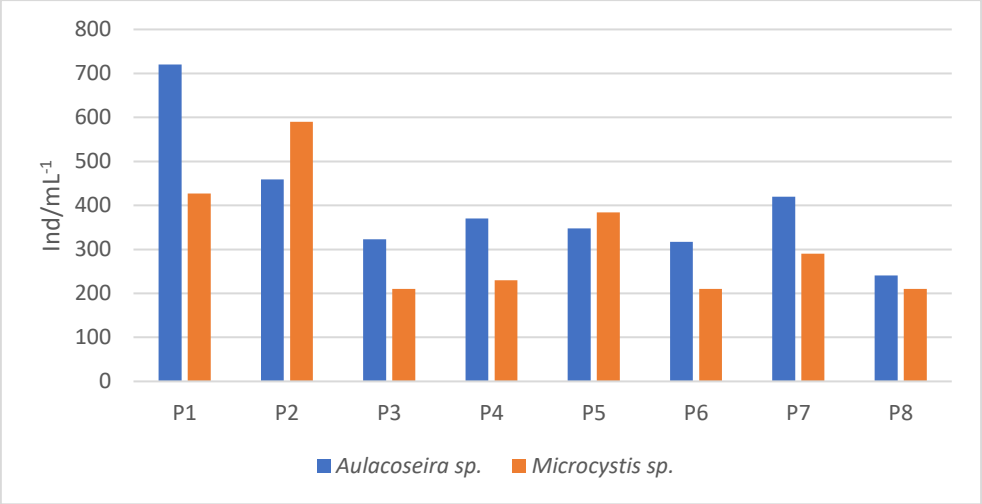


Figura 5.2-144. Comparativo das duas espécies fitoplanctônicas dominantes nos diferentes pontos amostrais da Barragem EARG (out., 2020).

A figura abaixo é um registro da dominância da espécie *Aulacoseira* sp. no ponto amostral P1 (seta vermelha), seguida da *Microcystis* sp. (seta azul).

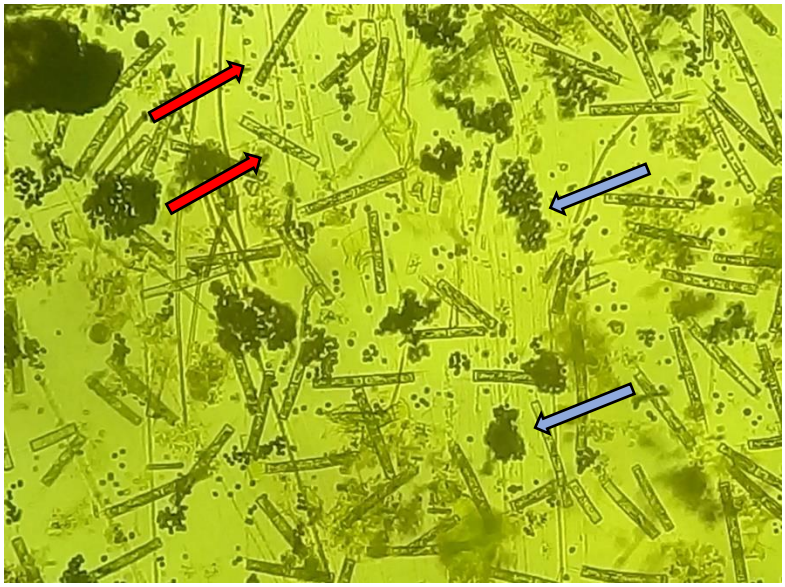


Figura 5.2-145. Aulacoseira sp. (seta vermelha) e Microcystis sp. (seta azul). Foto: Juska Mendonça (2020).

Apesar de *Aulacoseira* ser frequentemente utilizada em estudos ecológicos e paleoecológicos, ainda existem poucas contribuições sobre a sua biologia e sistemática (EDGAR, 2003). Ao contrário, as florações de cianobactérias são constantemente reportadas, principalmente pela causa antropogênica, e pelos impactos negativos no ambiente e na saúde.

Um dos principais impactos sobre as águas doce causados por fontes antropogênicas é a eutrofização. O aumento do aporte de nutrientes provenientes de atividades como agricultura, pecuária, esgotos domésticos e industriais, entre outras, acarreta uma elevação da produtividade primária dos cursos d'água e a diminuição da luminosidade, incrementando os processos de decomposição e, geralmente, conduzindo a anoxia e mortandade de peixes nesses ambientes. O aumento dos produtores primários, quando associado à dominância de uma ou poucas espécies é denominado floração ou "*bloom*". Essa dominância muitas vezes é de uma espécie planctônica potencialmente tóxica, acarretando riscos à saúde das pessoas e animais.

Em reservatórios urbanos, o processo de eutrofização tem sido acelerado mediante interferência humana, podendo afetar a dinâmica das comunidades aquáticas (COMPANHIA

DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 1996; BEYRUTH, 1996; MAIER et al., 1997; POMPÊO et al., 2005).

A eutrofização artificial, definida como o enriquecimento de um corpo d'água por nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio originados de atividades humanas, foi descrita há quatro décadas e atualmente ainda representa um fenômeno em expansão (SMITH & SCHINDLER, 2009). A eutrofização resulta no aumento de produtividade e da biomassa algal, e na redução da diversidade fitoplanctônica, com predominância de alguns grupos.

O crescimento excessivo do fitoplâncton, denominado de floração, origina problemas como a redução das concentrações de oxigênio, levando à morte de organismos aquáticos, e alterações na coloração e odor das águas. O excessivo crescimento de algas tóxicas, particularmente cianobactérias, pode propiciar a morte de animais, a contaminação em seres humanos e problemas gastrintestinais e de pele (AZEVEDO, 1998; SANCHES et al., 2012). Deve-se ter um cuidado maior em ambientes onde a água do manancial é utilizada para o abastecimento público (APELDOORN et al., 2007).

No diagnóstico fitoplanctônico da Barragem EARG realizado pela Mhag Serviços e Mineração S/A., nos meses de junho/julho do ano de 2006, revelou um *bloom* de cianobactérias que na época se mostrou a classe fitoplanctônica dominante representando uma média de 99,5% de todo componente fitoplanctônico, com a presença principal da espécie *Microcystis aeruginosa*. O estudo de 2006 foi realizado em um período de poucas chuvas, diferentemente para o presente estudo, em que as águas da Barragem estavam com 59% de sua capacidade em outubro de 2020, conforme dados do SEARH (2020). Os dados de precipitação podem explicar as diferenças de espécies dominantes entre os diagnósticos de 2006 e o de 2020.

Variáveis ambientais como intensidade luminosa, concentração de nutrientes, pH e temperatura são decisivas na composição e dinâmica da comunidade fitoplanctônica, e isso tem sido demonstrado em diversos estudos no Brasil e Nordeste brasileiro.

Em relação a densidade fitoplanctônica nos diferentes pontos amostrais, a densidade foi mais elevada no Ponto 01, ponto mais próximo a parede da barragem, com valore médio de 1.861 org./mL^{-1}. Esse resultado é explicado por ser o ponto onde há o barramento das águas e consequentemente o aumento de concentração tanto de fitoplâncton quanto de matéria orgânica. A menor densidade encontrada foi no Ponto 08, com média de 824 org./mL^{-1}, mais distante da barragem, conforme demonstrado no gráfico a seguir.

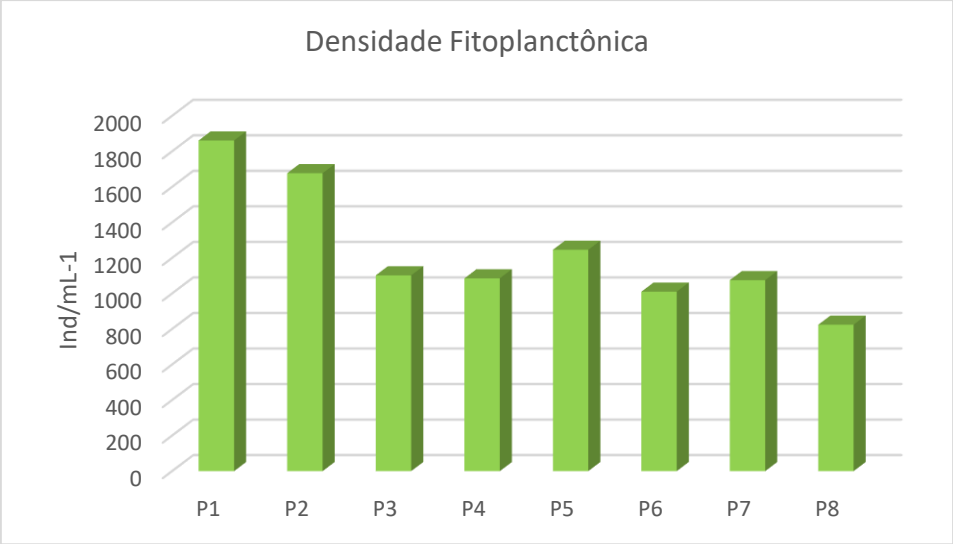


Figura 5.2-146. Densidade fitoplanctônica nos diferentes pontos amostrais da Barragem EARG (out., 2020).

Conhecer a diversidade fitoplanctônica e suas flutuações se torna importante ecológica e economicamente, além de ter importância na saúde. O monitoramento limnológico da qualidade da água e da biomassa fitoplanctônica são ferramentas importantes para a gestão e conservação da qualidade da água em corpos d'água de barragem.

Esse conhecimento pode levar à identificação de períodos favoráveis à ocorrência de florações algais, informação fundamental para o gerenciamento de recursos hídricos, em função da potencialidade tóxica de determinadas espécies (BOUVY et al., 1999; TUNDISI, 2005).

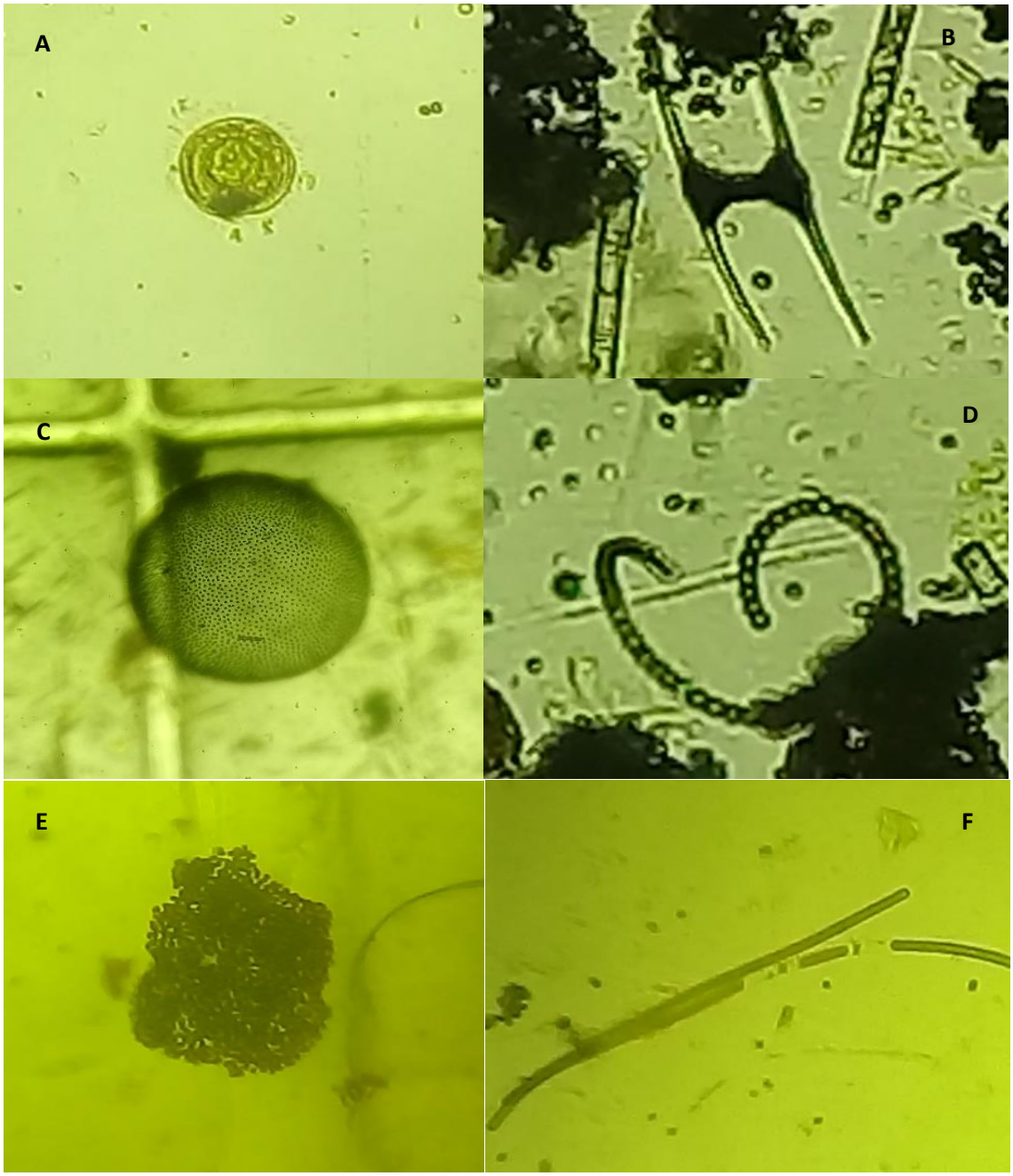


Figura 5.2-147. Exemplares de fitoplancton da Barragem EARG. Aumento de 10X. (A) *Cyclotella sp.*; (B) *Staurastrum sp.*; (C) *Volvox sp.*; (D) *Anabaena circinalis*; (E) *Microcystis aerouginosa;* (F) *Aphanizomenon sp.* Fotos: Juska Mendonça, 2020.

5.2.2.2.2. ZOOPLÂNCTON

Zooplâncton é a comunidade de organismos, exclusivamente heterotróficos, de diferentes categorias taxonômicas, que tem capacidade muito baixa ou quase nula de locomoção, de tal forma que sua distribuição está relacionada com o movimento das águas que habitam e não por sua própria motilidade. O zooplâncton tem papel central na dinâmica dos ecossistemas aquáticos, especialmente no ciclo de nutrientes e no fluxo de energia, sendo o principal elo de ligação na transferência de matéria produzida pelo fitoplâncton aos organismos dos demais níveis das cadeias tróficas.

Os dados dos organismos zooplanctônicos diagnosticados nesse trabalho revela que a classe zooplanctônica que possui maior riqueza de espécie são os Rotíferos, seguida dos Copépodos e dos Cladóceros (Figura 5.2-31). As classes Ostracodas, Gastropodas, Bivalvas e Insecta não tiveram a classificação de seus organismos a nível de espécies, sendo agrupadas apenas dentro de suas devidas classes.

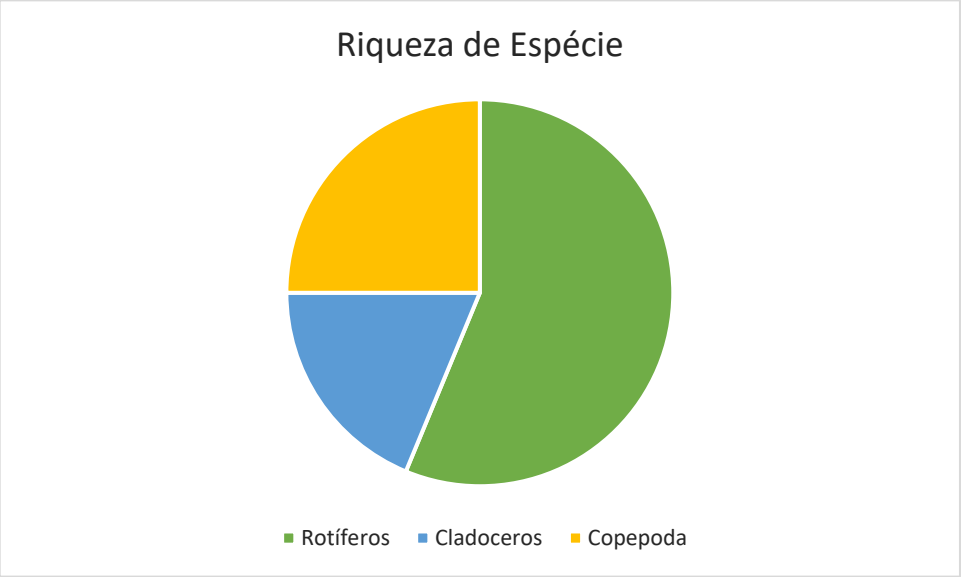


Figura 5.2-148. Gráfico da riqueza de espécies de zooplâncton da Barragem EARG (out., 2020).

Foram registrados um total de 19 taxas de zooplanctôn, sendo uma taxa não identificado da classe Copépoda. Os organismos em estágio larval Náuplio e Copepodita foram

inclusos no grupo sem definição de espécie. Os organismos Ostracoda, Gastrópoda, Bivalva e Insecta foram trabalhadas apenas nos seus grandes grupos.

Tabela 5.2-69. Classes de zooplâncton da Barragem EARG, no período de outubro de 2020.

ROTÍFEROS	*Keratella tropica*
	Keratella americana
	Filinia opoliensis
	Brachionus dolabratus
	Brachionus falcatus
	Asplanchna sp.
	Hexarthra sp.
	Bdelloidea sp.
	Lecane sp.
CLADOCEROS	*Diaphanosoma spinulosum*
	Ceriodaphinia cornuta
	Ceriodaphinia dubia
	Argirodiaptomus sp.
COPEPODA	*Microcyclops sp.*
	Mesocyclops sp.
	sp. não identificada
	Náuplio
	Copepodito
OSTRACODA	
GASTRÓPODA	
BIVALVA	
INSECTA	

A espécie dominante foi o *Rotífero Bdelloidea sp.* com uma média de 38 Org/L^{-1}. Na sequência, os náuplios de copépoda tiveram um índice de dominância maior até mesmo que as espécies adultas *Argirodiaptomus sp., Microcyclops sp.* e *Mesocyclops sp.* O Cladócera *Diaphanosoma spinulosum* dominou entre as espécies, com uma média de 20 Org/L^{-1}.

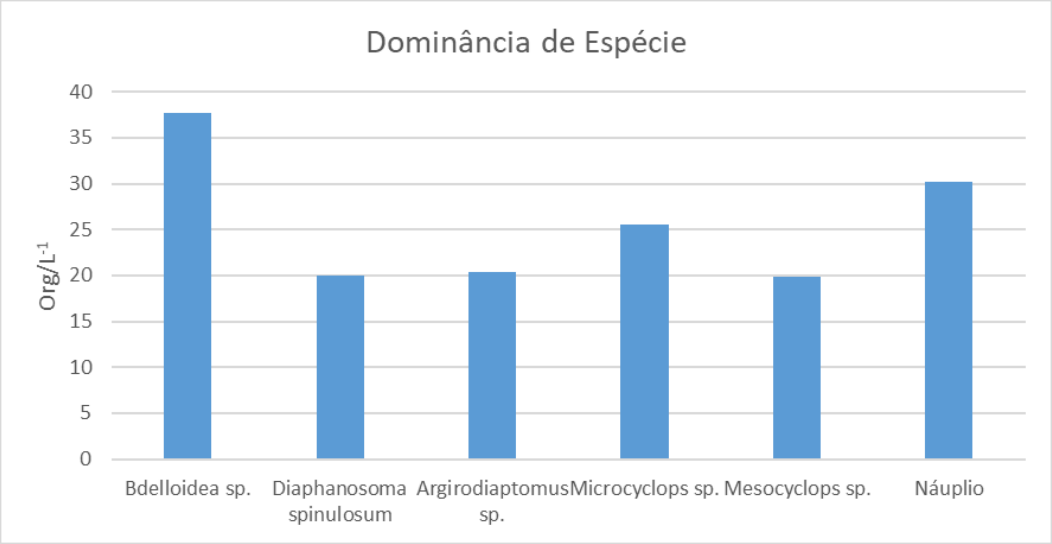


Figura 5.2-149. Espécie dominante nos diferentes pontos amostrais da Barragem EARG (out., 2020).

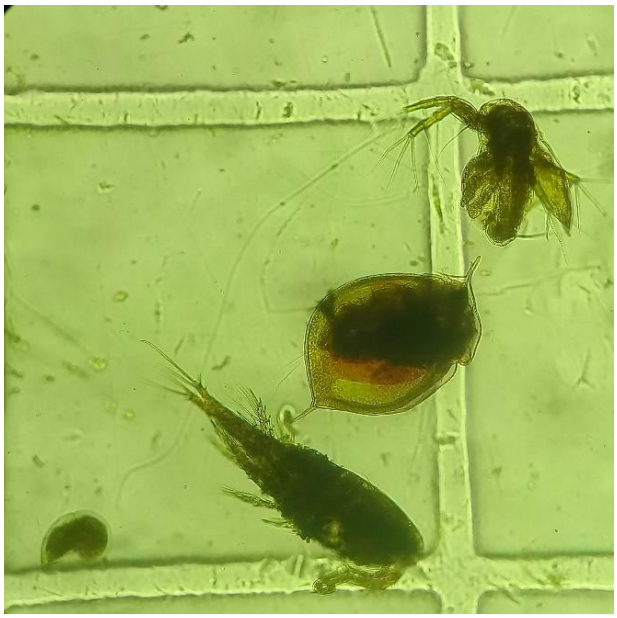


Figura 5.2-150. Aspecto dos organismos zooplanctônicos observados em microscópio. Foto: Juska Mendonça, 2020.

De acordo com a Figura 5.2-46, a maior densidade zooplânctonica foi registrada no P01, ponto mais próximo a parede da barragem, com um total de 288 org./L^{-1}, enquanto o P06 teve a menor densidade, com 115 org./L^{-1}.

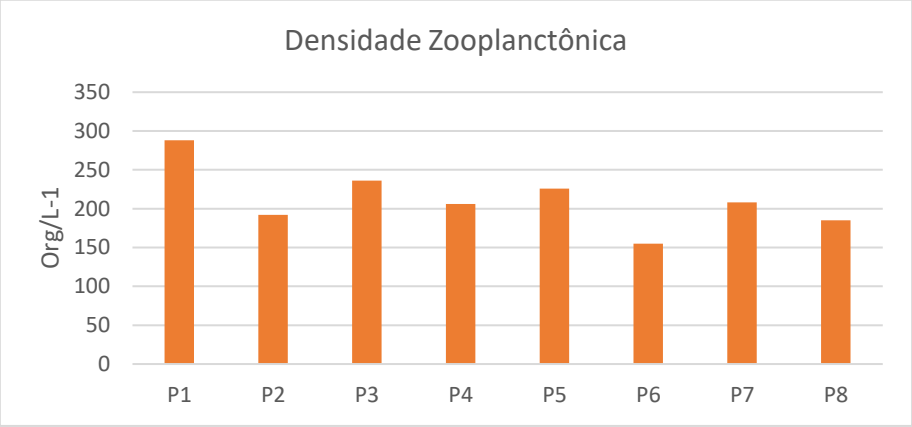


Figura 5.2-151. Gráfico da densidade Zooplanctônica nos diferentes pontos amostrais.

No diagnóstico zooplanctônico dos estudos feitos no ano de 2006, os valores de densidade máximo e mínimo variaram de 945 org./L^{-1} e 750 org./L^{-1}. Mais uma vez, vemos um padrão de densidade de organismos planctônicos que varia de acordo com o período chuvoso da região.

Em seus estudos sobre zooplancton da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, Eskinazi-Sant'anna (2007) também observou um padrão da flutuação temporal da densidade zooplanctônica com valores mais altos durante o período seco e final do período chuvoso.

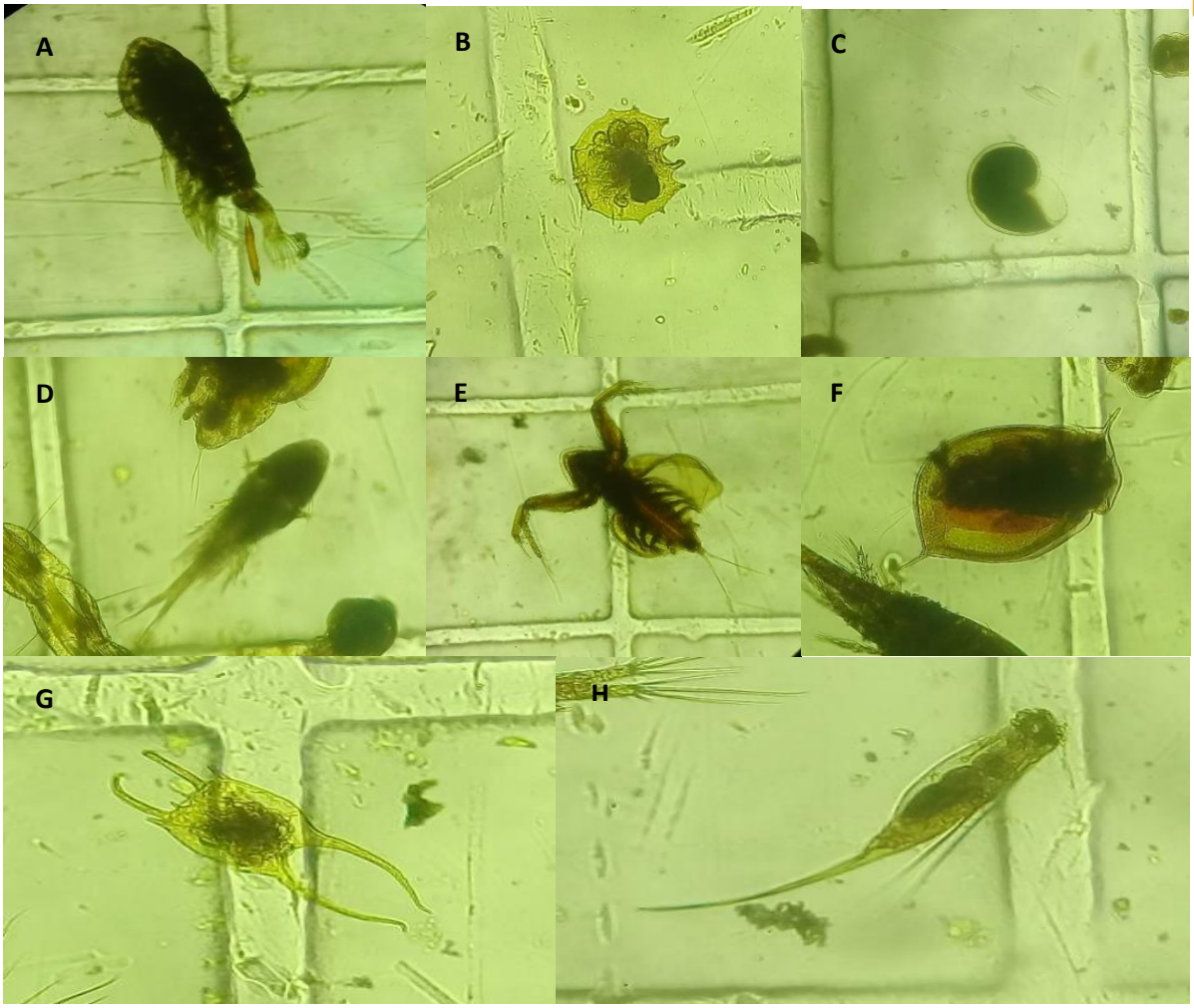


Figura 5.2-152. Exemplares de zooplâncton da Barragem EARG. Aumento de 10X. (A) *Argirodiaptomus sp.;* (B) *Brachionus dolabratus;* (C) Gastrópoda; (D) *Mesocyclops sp*.; (E) *Diaphanosoma spinulosum;* (F) *Ceriodaphnia cornuta*; (G) *Brachionus falcatus*; (H) *Filina opoliensis.* Foto: Juska Mendonça, 2020.

5.2.2.2.3. COMUNIDADE BENTÔNICA

Os invertebrados bentônicos têm sido amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade de água, contribuindo na avaliação de impactos ambientais, estudos de definição de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e manejo de bacias hidrográficas (CAO et al., 2002; LLIOPOULOU-GEORGUDAKI et al., 2003). Dentre os principais impactos antrópicos em sua bacia encontram-se a intensa atividade minerária e o lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais, que afeta tanto direta quanto indiretamente as comunidades bentônicas.

Conhecer a composição bentônica dos sedimentos da Barragem EARG é importante para entender e avaliar a qualidade das águas do corpo d'água e sua importância para a preservação da diversidade de invertebrados bentônicos.

Os representantes bentônicos encontrados nesse estudo na Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves, foram agrupados em 8 táxons, classificados nos seguintes grupos: os moluscos Gastropoda (representadas por 2 espécies) e Bivalvia; os artrópodes Crustacea (2 famílias) e Insecta (representada pelo gênero Chironomidae e outros não identificados); e os Annelida (representados pelos Oligochaeta) (Tabela 5.2-20).

Tabela 5.2-70. Composição taxonômica da comunidade de invertebrados bentônicos na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, RN.

ANELLIDA
Oligochaeta
ARTHROPODA
Crustacea
Palaemonidae
Macrobrachium amazonicum
Ostracoda
Insecta
Chironomidae
MOLLUSCA
Gastropoda
Thiaridae
Melanoides tuberculata
Planorbidae
Biomphalaria straminea
Ampullariidae
Pomacea lineata
Bivalvia
NEMATHELMINTOS

Houve variação na profundidade dos 8 pontos de amostragem, sendo os pontos mais próximos à parede da Barragem com maior profundidade, enquanto os pontos a jusante tinham menor profundidade, conforme tabela abaixo:

Tabela 5.2-71. Profundidade dos pontos amostrais (metros).

P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08
20 m	20 m	21 m	18 m	18 m	12 m	11 m	4 m

Nos pontos P06, P07 e P08, mais próximos à cabeceira do Rio Açu, a granulometria característica de leito de rio era de grãos de areia misturada a lama. Nos demais pontos, o fundo era constituído basicamente por lama.

Essa diferença de substrato e também de profundidade, explica a presença de organismos gastrópodes *Melanoides tuberculata* e exemplares de bivalves apenas nos pontos P06, P07 e P08, e nos demais não estavam presentes.

A presença do *Melanoides tuberculata* no Reservatório indica o poder de invasão desse molusco nos corpos d'água do Rio Grande do Norte. Espécie de origem Afro-Asiática, vem ocorrendo em quase todas as Bacias Hidrográficas do Brasil, sendo registrada pela primeira vez em Santos/SP na década de 60 (VAZ, 1986). Uma das atividades responsável por essa introdução é a comercialização de plantas ornamentais exóticas por aquaristas, onde a colonização deste gastrópode em ambientes dulcícolas do Brasil é facilmente disseminada.

O *M. tuberculatus* é hospedeiro dos platelmitos *Clonorchis sinensis* e *Paragonimus westermani*, que infectam a população humana na Ásia, África e alguns países das Américas (KINO *et al*. 1998). Estes parasitos ainda não têm sido registrados no Brasil, pois dependem, além da presença dos gastrópodes, de espécies de crustáceos susceptíveis à infecção por suas larvas.

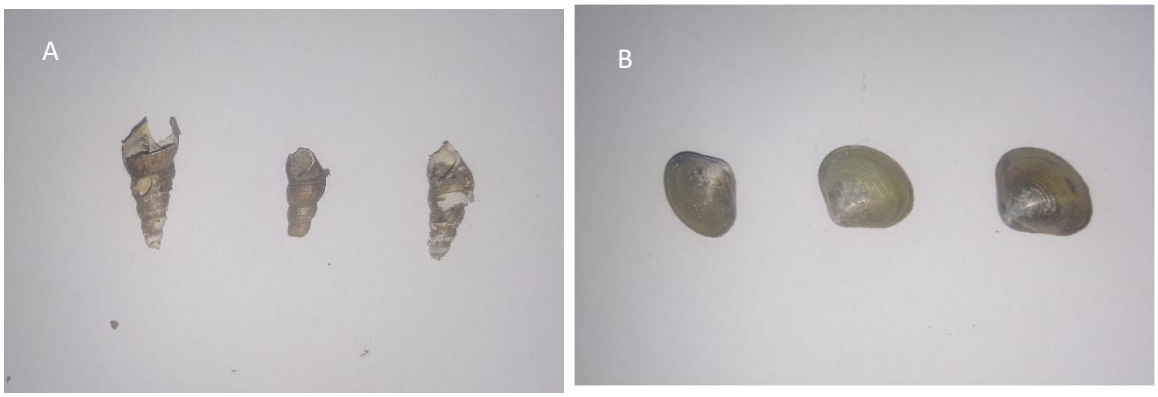


Figura 5.2-153. Bivalvas (A) e Melanoides tuberculata (B) da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Foto: Juska Mendonça, 2020.

Outra espécie de gastrópoda encontrada, dessa vez, às margens da Barragem, foi a *Pomacea lineata* da família Ampullariidae, organismo amplamente encontrado em águas doce do Brasil. A espécie *P. lineata* é encontrada em corpos d'água permanentes (BATALLA, 1992). Durante a época de estiagem estes moluscos se enterram no solo e sobrevivem graças a sua capacidade de estivação (LUMKONG; KENNY, 1989). Nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, as espécies do gênero Pomacea são utilizadas como fonte de alimento, tanto o molusco quanto a sua desova são empregados na cura de doenças do "peito", tais como tosse, asma e tuberculose (MESQUITA, 1982).



Figura 5.2-154. Gastrópoda *Pomacea lineata* as margens da Barragem Armando Ribeiro Gonçalvez. Foto: Juska, 2020.

No diagnóstico ambiental realizado para Mahg Serviços e Mineração S/A., em 2006, as espécies de Bentos encontradas no presente relatório também estavam presentes nas amostragens daquela época.

A espécie de crustáceo *Macrobrachium amazonicum* aparece como uma espécie bastante abundante e de bom potencial pesqueiro, representando uma atividade alternativa de grande magnitude econômica para pescadores ribeirinhos.

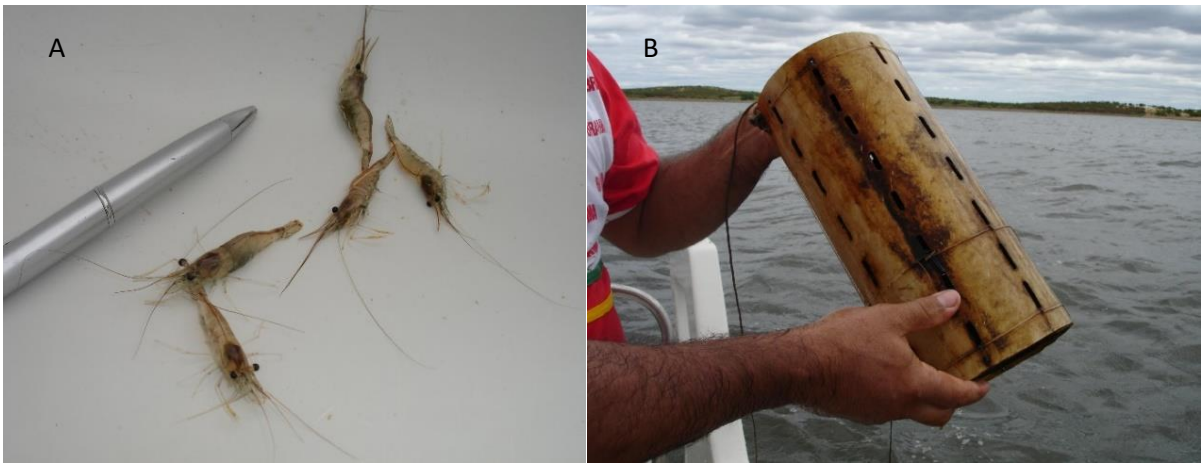


Figura 5.2-155. *Macrobrachium amazonicum* (A) e Armadilha para captura do *M. amazonicum* (B). Foto: Arquivo Juska Mendonça, 2006.

De acordo com Burgos & Silva (1988) o *M. amazonicum* foi introduzido da Região Amazônica para o Ceará em 1939, em tanques de cultivo pelo Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS), onde mais tarde, em 1942, seria disseminado na maioria dos açudes da região Nordeste, atendendo a um programa de pesca e piscicultura daquele órgão, que tinha objetivo de introduzir espécies forrageiras para peixes predadores de interesse econômico para essa região. Em decorrência da boa aclimatação e da facilidade de reprodução, o *M. amazonicum* passou a ser importante fonte de alimentação humana.

5.2.2.2.4. MACRÓFITAS AQUÁTICAS

As macrófitas aquáticas são organismos que estão presentes em todos os tipos de massas de água, mesmo em baixa riqueza ou biomassa. São fundamentais para o metabolismo dos ecossistemas, para a ciclagem de nutrientes e para o fluxo de energia. Elas apresentam grande capacidade de adaptação e amplitude ecológica (ESTEVES, 1998)

As macrófitas representam um grande grupo de organismos que crescem em águas interiores e salobras, estuários e águas costeiras (POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, 2003; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008; THOMAZ; ESTEVES, 2011). Em relação às águas interiores, mesmo em baixa biomassa, dificilmente as plantas aquáticas estão ausentes de lagos, rios e reservatórios ou outras massas de águas.

Em boa parte das margens da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, há a presença de bancos de macrófitas aquáticas crescendo sobre suas margens ou imediatamente sobre ou sob os primeiros metros da massa de água. Em sua maioria, esses bancos de macrófitas revelam um ambiente aquático saudável, importante para todo o ecossistema e seu equilíbrio.



Figura 5.2-156. Banco de macrófitas as margens da barragem Armando Ribeiro. Foto: Juska Mendonça (2020).

As macrófitas aquáticas são produtores primários e fornecem habitat e refúgios para o perifíton, zooplâncton, outros invertebrados, peixes e rãs (ARAÚJO-LIMA et al., 1986; MESCHIATTI et al., 2000; PETR, 2000; BORNETTE; PUIJALON, 2009). Além disso, elas também desempenham importante função nos ciclos biogeoquímicos, por exemplo, na produção de carbono orgânico e na mobilização de fósforo, influenciando diretamente a hidrologia e a dinâmica dos sedimentos através de seus efeitos sobre o fluxo de água dos ecossistemas de água doce (DEMARTY; PRAIR, 2009; ESTEVES; SUZUKI, 2010; MARINHO et al., 2010)

Diferentes grupos de macrófitas aquáticas são reconhecidos no Brasil, dada à heterogeneidade filogenética e taxonômica dessas plantas. Elas são preferencialmente classificadas quanto ao seu biótopo. A classificação reflete, principalmente, o grau de adaptação das macrófitas ao meio aquático (ESTEVES, 1998; THOMAZ; ESTEVES, 2011).

A planta aquática mais abundante na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves é a *Eichhornia sp.* (Figura 5.2-39), erva ereta, carnosa e de raízes abundantes, possui floração violetas azuladas.



Figura 5.2-157. Abudância da *Eichhornia* sp. as margens da Armando Ribeiro Gonçalves. Foto: Juska Mendonça (2020).

A *Eichhornia sp*. é nativa do Brasil, mas foi introduzida em muitas áreas tropicais e temperadas do mundo. Ela pode ser encontrada flutuando livremente (Figura 5.2-40 A) ou enraizadas nas margens rasas (Figura 5.2-40 B).



Figura 5.2-158. *Eichhornia* sp. (A); detalhe de suas raízes (B). Foto: Juska Mendonça (2020).

Outra espécie de macrófita facilmente encontrada as margens da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves é a *Pistia stratiotes*, comumente conhecida como Alface D'água (Figura 5.2-41). É uma erva flutuante livre de folhas simples e distribuição cosmopolita. Ocorre em quase todo o Brasil. Facilmente identificada pela semelhança com plantas de alface, mas com folhas carnosas e esponjosas.



Figura 5.2-159. *Pistia stratiotes* (A); detalhe de seu enraizamento (B). Fotos: Juska Mendonça (2020).

Conhecida popularmente como Orelha de Rato, a macrófita aquática da espécie *Salvinia auriculata* é facilmente encontrada as margens da Barragem Armando Ribeiro. Erva flutuante livre com rizomas flutuantes, é amplamente distribuída nas Américas.

Programas de monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas são fundamentais para direcionar as ações de controle pelos tomadores de decisão. Portanto, tais programas devem sempre ser considerados em qualquer programa de gestão da qualidade da água e sedimento dos reservatórios (POMPÊO, 2017).

5.2.2.2.5. ICTIOFAUNA

A ictiofauna, como parte da biodiversidade de uma bacia, tem importâncias ecológicas fundamentais para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. Como resultado de processos evolutivos condicionados por fatores climáticos e pelo rigoroso regime hidrológico, o conjunto de peixes de água doce que ocorre no semiárido revelou a presença de uma fauna altamente adaptada e rústica, sobrevivendo apenas as espécies mais resistentes (LUNDBERG et al., 1998).

Além de importância ecológica, os peixes constituem uma fonte de alimento e renda das comunidades humanas ribeirinhas. Comunidades pesqueiras de subsistência de cidades de entorno da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, a exemplo, Assú, Ipanguaçu, Itajá, São Rafael e Jucurutu tem a pesca como fonte econômica principal.

O conjunto de espécies de peixes de água doce que ocorre nos ambientes de barragem representa o resultado de processos antrópicos, ecológicos e históricos de especiação (ROSA *et.al.,* 2005). Os estudos realizados envolvendo o levantamento da ictiofauna na Barragem EARG são limitados. Foram desenvolvidos trabalhos com enfoque à ecologia reprodutiva e alimentar de espécies nativas e introduzidas (CHELLAPPA *et.al*., 2003; MEDEIROS *et.al.,* 2004; ARAÚJO & GURGEL, 2002; CHELLAPPA *et.al*., 2009), o que contribuiu no conhecimento biológico dos ecossistemas aquáticos do semiárido. Contudo, não há um consenso acerca do

levantamento da ictiofauna das bacias hidrográficas do semiárido. Este fato reflete a carência de estudos sobre a ecologia e sistemática dos peixes das Barragem EARG.

O presente estudo identificou pescados na Barragem EARG das espécies *Cichla monoculus* (Tucunaré), *Hoplias malabaricus* (Traíra), *Prochilodus brevis* (Curimatã) e a espécie exótica *Oreochromis niloticus* (Tilápia) como comumente encontrados (Figura 5.2-42).



Figura 5.2-160. Exemplares da ictiofauna pescados na Barra Armando Ribeiro Gonçalves: *Cichla monoculus* (A), *Oreochromis niloticus* (B), *Hoplias malabaricus* (C), *Prochilodus brevis* (D). Foto: Juska Mendonça (2020).

Além deles, os pescadores relatam que peixes conhecidos popularmente como Piaba, Piranha, Sardinha, Piau, Cascudo, Cangati, Jacundá e Cará também são comuns em suas

pescas. A pesca nos reservatórios nordestinos se dá basicamente pelo modo artesanal, para sustento das comunidades ribeirinhas.



Figura 5.2-161. *Triportheus signatus* (**A**), *Pygocentrus nattereri* (**B**), *Crenicichla menezesi* **(C)** e *Parauchenipterus galeatus* (**D**). Foto: Arquivo Juska Mendonça (2006).

A tabela a seguir, relaciona o nome comum ao nome científico dos peixes encontrados na Barragem EARG.

Tabela 5.2-72. Lista das espécies de peixes na Barragem EARG.

Espécie	Nome Comum
Cichla sp.*	tucunaré pininho
*Cichla monoculus**	tucunaré amarelo
*Oreochromis niloticus**	tilápia
Crenicichla menezesi	jacundá / mané besta
Cichlasoma orientale	cará
*Plagioscion squamossissimus**	pescada
Hoplias malabaricus	traíra
Leporinus friderici	piau
Pygocentrus nattereri	piranha laranja
Astyanax bimaculatus	piaba
Triportheus signatus	sardinha
Prochilodus brevis	curimatã
Cyprinus carpio	carpa
Cyprinus sp.	carpa manteiga
Parauchenipterus galeatus	cangati
Hypostomus pusarum	cascudo

A tabela 5.2-23 apresenta um compilado da composição das espécies da ictiofauna relatadas no presente estudo, bem como no diagnóstico ambiental realizado no ano de 2006 para Mahg Mineração. Os exemplares são pertencentes a dezesseis espécies:

Tabela 5.2-73. Composição taxonômica da comunidade de peixes na Barragem EARG.

Superordem	Ordem	Família	Espécie
Ostariosphysi	Characiformes	Characidae	*Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758)
			Pygocentrus nattereri (Kner, 1858)
			Triportheus signatus (Garman, 1890)
		Erytrinidae	*Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)
		Anostomidae	*Leporinus friderici* (Bloch, 1794)
		Prochilodontidae	*Prochilodus brevis* (Steindachner, 1874)
	Siluriformes	Loricariidae	*Hypostomus pusarum* (Starks, 1913)
		Auchenipteridae	*Parauchenipterus galeatus* (Linnaeus, 1766)
	Perciformes	Cichlidae	*Crenicichla menezesi* (Ploeg, 1991)
			Cichlasoma orientale (Kullander, 1983)
			Cichla monoculus (Spix and Agassiz, 1831)
			Cichla sp.
	Cypriniformes	Cyprinidae	*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)
			Cyprinus sp.
			Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)
		Sciaenidae	*Plagioscion squamossissimus* (Heckel, 1840)
	Cypriniformes	Cyprinidae	*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)
			Cyprinus sp.

As espécies da ictiofauna presentes nesse diagnóstico, corroboram com as espécies citadas nos estudos de SOUZA (2010), que foi o primeiro registro das espécies de peixes após 27 anos da construção do açude público EARG que interrompeu o curso natural deste rio. A autora revela que por existir poucos estudos sobre levantamento ictiofaunístico da região, o conhecimento sobre a diversidade e ocorrência, bem como os impactos ambientais nas comunidades de peixes, se torna ainda necessária.

Souza (2010) cita que as espécies mais abundantes em termos de número de peixes endêmicos da bacia Piranhas-Assú foi *Prochilodus brevis* (Curimatã) com 32,4% de expressividade, seguida pelo *Trachelyopterus galeantus* (Cangati) com 11,9%. As espécies introduzidas totalizaram 18,1%.

A espécie exótica Tilápia (*Oreochromis niloticus*), nativo da África, foi introduzido em muitos ecossistemas de água doce do Brasil através de esforços de introdução nas bacias hidrográficas, uma vez que estas espécies foram introduzidas nos açudes do nordeste brasileiro desde o início dos anos 70 (KUBITZA, 2000). No nordeste brasileiro, o cultivo da tilápia vem se destacando como uma atividade capaz de propiciar oportunidades aos

produtores familiares de regiões semiáridas, visto que a produção de peixes em açudes, poços e lagoas é fundamental à sobrevivência das comunidades e produtores familiares da região (BARBOSA *et.al.*, 2006).

Por outro lado, alguns estudos indicam que há uma depleção da biodiversidade e alterações na rede trófica na região do reservatório (CARVALHO, 2006). Conforme Silva e Pompeu (2008 citando COURTENAY; WILLIAMS, 1992; MACK et al., 2000), a introdução de espécies exóticas é atualmente considerada como a segunda maior causadora da perda da biodiversidade. Introdução de espécies exóticas tem impacto direto na comunidade nativa do ecossistema, principalmente pela competição trófica.

Os peixes pescados na Barragem Armando Ribeiro Gonçalves seguem para comercialização nas principais feiras das cidades circunvizinhas (Figura 5.2-44), além de serem transportados também para a grande Natal.

Não há, entre os peixes descritos nesse trabalho, espécies listadas como ameaçadas na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. No entanto, vale ressaltar que algumas espécies de peixes descritas nesse estudo, podem ter sofrido algum tipo de impacto em razão de ações antrópicas, principalmente pelo barramento do curso natural das águas e introdução de espécies exóticas altamente competitivas.



Figura 5.2-162. Feirante tratando o peixe pescado na Barragem ARG, na feira livre de Jucurutu/RN. Foto: Juska Mendonça (2020).

Os aspectos biológicos das espécies do ecossistema aquático continental estão diretamente ligados às variáveis físicas do ambiente que são alteradas pela implantação de uma barragem. Essas alterações físicas são decorrentes da variação no fluxo e características físicas e químicas da água no perímetro alagado bem como os efeitos à jusante. Especificamente, são alterações na profundidade, fluxo e teor de sedimentos, as quais influenciam diretamente as variáveis limnológicas do curso d'água como pH, condutividade elétrica, temperatura, oxigênio dissolvido, causando estratificação na coluna d'água e alterações na dinâmica do reservatório ao longo do dia (PACHECO, 2004) atingindo toda a fauna aquática.

Com relação à ictiofauna, é conhecido que as barragens modificam a intensidade, duração e época das cheias, reduzem os nutrientes disponíveis e as áreas sazonalmente alagáveis, além de interceptar a rota migratória de diversas espécies, com impactos sobre a capacidade biogênica do sistema e disponibilidade de alimento e abrigo para formas jovens de peixes (AGOSTINHO et al, 1992).

Em períodos de fortes secas, o sistema ecológico da Barragem EARG é afetado severamente. Em fevereiro desse ano (2020), houve uma mortandade elevada de vários

peixes na barragem. Equipe de fiscalização do IDEMA/RN está realizando a investigação ecológica para conhecer o motivo de tal mortandade. De acordo com os dados da IGARN, fevereiro desse ano (2020) foi um período em que o nível das águas da Barragem atingiu o patamar dos 22,5% do seu volume total. É sabido que a diminuição do nível das águas, o aumento da temperatura e a continuação de aportes de fontes externas, por exemplo esgotos irregulares, aumenta a concentração de nutrientes, ocasionando a eutrofização e *blooms* de cianobactérias. Essa eutrofização e a diminuição do nível de oxigênio na água podem ter influência na mortalidade desses peixes.

Além da mortalidade de peixes por falta de oxigênio na água, a eutrofização pode levar a outros tipos de impactos na população de peixes. Cabral (2007) avaliou a genotoxicidade das águas superficiais da Barragem EARG avaliando as tilápias (*Oreochromis niloticus*) capturadas nesse reservatório, e concluiu que o conjunto dos resultados obtidos sugere que as águas da Barragem EARG podem conter agentes genotóxicos, capazes de alterar a informação genética dos indivíduos. Esses resultados indicam a necessidade de um programa de monitoramento e controle desses poluentes.

5.2.2.3. CONCLUSÕES

O monitoramento ambiental inserido num programa de gestão da qualidade da água, do sedimento e das comunidades constituintes do reservatório Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, tem que ser entendido como um passo essencial, pois se espera que os estudos decorrentes da contínua avaliação a campo (o monitoramento), melhor disciplinem as ações de controle e a própria periodicidade da aplicação de agentes físicos, químicos ou biológicos no controle do crescimento dos organismos aquáticos. É por meio do monitoramento e de estudos complementares que os gestores passam a conhecer melhor o ecossistema.

Além disso, é fundamental a continuidade do monitoramento depois de tomadas as medidas de controle, como um mecanismo de *feedback*, permitindo acompanhar seu impacto no corpo de água e sobre as comunidades aquáticas.

Posteriormente, com base nos acontecimentos futuros, é possível decidir sobre novas eventuais medidas corretivas ou paliativas, também se necessárias.

5.2.3. ECOLOGIA DE COMUNIDADES (BIOCENOSE)

O estudo de ecologia de comunidades (biocenose) na ADA teve como objetivo verificar as interrelações de dependência entre as espécies de animais e vegetais com o ambiente das áreas influências, os tamanhos populacionais, e abundância das espécies.

Considerando que a área de interferência do empreendimento está inserida em uma região de potencial faunístico e florístico bastante impactados, é preciso que a utilização dos recursos naturais seja feita de forma sustentável e que, atividade não vise apenas retorno econômico, mais vise também a necessidade da manutenção da biodiversidade das espécies local.

Para o presente estudo, foram realizados inventários dos grupos faunísticos e florísticos foi realizado um levantamento em campo, igualmente divididos entre as áreas do estudo (ADA, AID e AII). Os resultados foram utilizados para analisar a relação entre as espécies nas áreas de influência e como elas podem ser afetadas em decorrência da implantação do empreendimento.

A Tabela 5.2-24, apresenta a síntese da composição florística e da diversidade vegetal da Área Diretamente Afetada (ADA), conforme parâmetros que segue.

Tabela 5.2-74. Síntese da composição florística da área diretamente afetada da Mina do Bonito.

Item	Variáveis	Valor	Unidade
1	Número de Espécies amostradas	21	Und.
2	Área amostrada	10.400	m²
3	Área inventariada	425,49	ha
4	Número de árvores levantadas (n)	3.567	Und.
5	Número de fustes (n)	5.562	fustes
6	Número e árvores por hectare (n/ha)	3.430	n/ha
7	Altura média (H)	5,81	m
8	Área basal na base (ABB)	15,59	(m²/ha
9	Área basal no Peito (ABP)	8,79	(m²/ha
10	Volume cilíndrico na base (ABB.H)	95,57	m³/ha
11	Volume cilíndrico no peito (ABP.H)	57,90	m³/ha
12	Peso verde (PV)	74,92	t/ha
13	Peso seco (PS)	48,45	t/ha
14	Volume real (Vr)	68,64	m³/ha
15	Volume (Ve)	233,75	st/ha
16	Fator de empilhamento (Fe)	3,4	St/m³
17	Fator de Forma (FF)	0,9	-
18	Densidade de básica (Db)	0,71	Kg/m³
19	Umidade Base Úmida (UBU)	33,97	%
20	Frequência Absoluta (FA)	630,77	%
21	Frequência Relativa (FR)	100,00	%
22	Densidade Absoluta (DA)	3.299	Ni/ha
23	Densidade Relativa (DR)	100,00	%
24	Dominância absoluta (DoA)	8,453	m²/ha
25	Dominância Relativa (DR)	100,00	%
26	Índice de Valor de Importância (IVI)	300,00	%
27	Índice de valor de Cobertura (IVC)	200,00	%
28	Índice de Shannon-Wiener (H')	1,537	nats/ind.
29	Índice de Equabilidade ou Similaridade de Pielou – J'	0,62	-
30	Índice de dominância de Simpson (C),	0,67	-
31	Quociente de Mistura de Jentsch – QM	1:170	indivíduos

5.2.3.1. DIVERSIDADE VEGETAL

Com exceção da *Astronium urundeuva* (aroeira), que manifesta grau pouco preocupante de ameaça, o levantamento florístico, permitiu observar para as espécies nativas da área de influência do empreendimento não apresentam grau de ameaça relevantes.

Os parâmetros fitossociológicos das espécies registradas na Área de Influência Direta do empreendimento apontam três espécies com maiores valores de importância ecológica, são elas: angico (12,55%), catingueira (40,62%) e marmeleiro (14,38%), totalizando 67,55% do Valor de Importância.

A frequência absoluta das três é superior a 80%. Estas espécies apresentaram valores superiores em Frequência, Densidade, Dominância como também para o Valor de Cobertura.

O resultado do inventário florístico aponta que a diversidade vegetal local apresenta valor ecológico para as espécies inseridas nas áreas de influência do empreendimento, como: plantas alimentícias e melíferas, destacadas Tabela 5.2-25 e representadas na Figura 5.2-62.

Para a flora, observou-se 20 espécies, distribuídas em 10 famílias, com maior destaque para Fabaceae, padrão frequente no bioma Caatinga.

Tabela 5.2-75. Importância ecológica das espécies ocorrentes nas áreas de influência diretamente afetada da Mina do Bonito.

Nome Popular	Importância Ecológica
Aroeira	As cascas e resinas são ricas em fenóis e taninos, sendo amplamente utilizadas na medicina tradicional como adstringente, balsâmica, analgésica, cicatrizante, anti-inflamatória, antibacteriana e hemostática. As folhas são utilizadas como alimento para o gado. A espécie é melífera e muito utilizada na arborização urbana, devido ao seu modelo arquitetural (Lorenzi, 2008). Espécie recomendada para a recuperação de solos degradados e compactos, preferencialmente, consorciada com gramíneas (Carvalho, 2003).
Bugi	Apicultura (Ramalho e Caires)
Imburana	Representa um importante recurso para alimentação de animais silvestres como saguis, abelhas, mariposas e outros insetos importantes na polinização das demais espécies da área. Seu tronco muitas vezes é utilizado como habitat de abelhas e vespas nativas. Apresenta também valor alimentício (frutos maduros têm polpa agridoce) e forrageiro (Andrade-Lima, 1989, Maia, 2004; Sampaio, 2005).
Feijão-bravo	Forrageira de ocorrência natural nas propriedades rurais da região Semiárida do Nordeste. Permanece verde durante o ano todo, mesmo na época de estiagem que pode durar, em média, oito meses, quando a maioria das plantas arbóreas e arbustivas da Caatinga perdem suas folhas.
Mofumbo	Medicinal (Defluxo, Tosse e Hemorragia uterina), Melífero, Alimentação de animais
Marmeleiro	As folhas, plântulas e frutos são utilizados como forragem, apresentando um alto valor nutritivo e boa digestibilidade, servindo como alimento para bovinos, caprinos e ovinos, e seus frutos servem para alimentação de aves e roedores (Lopes et al., 2014). As flores são melíferas e são consideradas uma das principais fontes de néctar e pólen da caatinga (Santos et al., 2006). Também apresenta potencial para uso na restauração de áreas degradadas, na recuperação de solos e proteção contra erosão (Andrade et al., 2014).
Maniçoba	forrageiras com alto grau de palatabilidade, teor de proteína razoável e boa digestibilidade. Entretanto, deve haver restrição ao seu uso sob esta forma, quando em pastejo exclusivo, devido à possibilidade de provocar intoxicação.
Faveleiro	A casca do tronco e dos ramos pode ser consumida como alimento por ruminantes (Lima, 1996).
Velame	Uso Medicinal (anti-inflamatório, depurativo e antissifilítico) Melífera
Angico	Planta melífera, fornecendo pólen e néctar, auxiliando na manutenção das comunidades de abelhas nativas e outros insetos.
Mororó	Forrageira (Araújo-Filho, 1995).
Ameixa	Frutífera
Quixabeira	Medicinal, Alimentação animal (produção de feno) e melífera.
Jucá	Como forrageira é considerada valiosa nas regiões de ocorrência natural, fornecendo ramos e vagens para os animais no período seco (Nascimento et al., 1996). A espécie apresenta potencial para enriquecimento do solo das pastagens pela deposição e decomposição de serapilheira, haja visto a queda antecipada de folhas ao final do período chuvoso, sugerindo uma elevada taxa de decomposição deste material, uma vez que a disponibilidade de umidade é condicionante da taxa de decomposição.

Por meio da tabela acima, é perceptível o volume de espécies alimentícias, seja por folhas para a produção de forragem para gado, ovinos e caprinos (71,43%), seja por frutíferas (21,43%). Somado a isso, 57,14% do levantamento florístico é representado por espécies

melíferas; valor significativo para a manutenção de comunidades de abelhas nativas e outros insetos.

As espécies *Libidibia ferrea* (jucá), *Croton sonderianus* (marmeleiro) e *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), são recomendadas para recuperação e enriquecimento do solo pela deposição e decomposição de serapilheira e restauração de áreas degradadas.



Figura 5.2-163. Marmeleiro (*Croton sonderianus*) (A); Angico (*Anadenanthera macrocarpa*) (B); Imburana (*Commiphora leptophloeos*) (C) e Maniçoba (*Manihot glaziovii*) (D). Fonte: Acervo Próprio (2020).

5.2.3.2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA FAUNA

Para a fauna, foram catalogadas 109 espécies, com maior destaque para os consumidores primários, diferentemente da flora, observou-se apenas 20 espécies, distribuídas em 10 famílias.

Na área, foi constatada a presença de duas espécies produtoras de mel (*Apis mellifera e Trigona spinipes*) é justificada pelo alto percentual de espécies arbóreas melíferas que fornecem pólen e néctar para a sua manutenção.

Destaca-se que a *T. spinipes*, espécie endêmica do Brasil, possui propriedades medicinais ao seu mel. Enquanto a *A. mellifera*, espécie exótica, pode gerar impactos à fauna local por meio da competição de alimentos.

Dentre as espécies registradas na fauna, destacam-se as aves (Figura 5.2-46) com 60 catalogadas.



Figura 5.2-164. Balança-rabo-de-chapéu-preto (*Polioptila plúmbea*) (A); Quiriquiri (*Falco sparverius*) (B). Fonte: Acervo Próprio (2020).

Dentre elas, oito espécies são endêmicas do Brasil: Cancão *(Cyanocorax cyanopogon)*, Galo-de-campina *(Paroaria dominicana),* Golinha *(Sporophila albogularis),* Concriz (*Icterus jamacaii)* Rapazinho-dos-velhos (*Nystalus maculatus),* Casaca-de-couro *(Pseudoseisura*

cristata), Cajaca (*Agelaioides fringillarius*) e Garrinchão-de-bico-grande (*Cantorchilus longirostris)* (Figura 5.2-47).



Figura 5.2-165. Garrinchão-de-bico-grande (*Cantorchilus longirostris*) (A); Casaca-de-couro (*Pseudoseisura cristata*) (B); Cajaca (*Agelaioides fringillarius*) (C); Galo-de-campina (*Paroaria dominicana*) (D). Fonte: Acervo Próprio (2020).

As aves desempenham funções ecológicas importantes como dispersão de sementes, com destaque para o Galo-de-campina (*Paroaria dominicana)* e Cancão *(Cyanocorax cyanopogon)* que possuem preferência por frutas da região Nordeste e polinização. Aos que se alimentam de pequenos insetos, répteis e anfíbios, pode-se enfatizar o controle de pragas e artrópodes, onde destaca-se o Carcará (*Caracara plancus)*, Quiriquiri (*Falco sparverius)* e Coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*).

Dentre as três espécies de aves exóticas encontradas na área de estudo, a Galinha (*Gallus domesticus*) e Galinha d'angola *(Numida meleagris)* não apresentam grau de ameaça às demais espécies por serem domesticadas e seu controle é realizado frequentemente (Figura 5.2-48).



Figura 5.2-166. Galinha (Gallus gallus domesticus) e Galinha-d'angola (Numida meleagris). Fonte: Acervo Próprio (2020).

As Famílias *Bovidae* e *Equidae*, representadas pelo *Bos taurus* (boi), *Ovis aries* (carneiro), *Equus asinus* (jumento) e *Equus caballus* (cavalo), respectivamente, foram introduzidas pelo homem para o consumo humano e no transporte de cargas e pessoas (Figura 5.2-49). Desse modo, assim como *G. domesticus e N. meleagris*, estas não apresentaram grau de ameaça à biodiversidade quanto à competição.



Figura 5.2-167. Jumento (*Equus asinus*) (A); Carneiro (*Ovis aries*) (B); Vaca (*Bos taurus*) (C). Fonte: Acervo Próprio (2020).

Por fim, devido a supressão vegetal que ocorrerá, na área haverá necessidade implementação de plano de monitoramento e conservação da fauna silvestre e o programa de afugentamento, salvamento e resgate de fauna, priorize-se também as espécies vegetais apropriadas a manutenção da cadeia alimentar local.